

# دستورالعمل ارزیابی لرندهای

## تاسیسات نیروگاه

نشریه شماره ۵۱۲

معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

معاونت نظارت راهبردی

دفتر نظام فنی اجرایی

<http://tec.mporg.ir>





[omoorepeyman.ir](http://omoorepeyman.ir)



بسمه تعالی

ریاست جمهوری

معاون برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

شماره:	۱۰۰/۱۱۵۰۵۳
تاریخ:	۱۳۸۸/۱۲/۸
بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران	
موضوع: دستورالعمل ارزیابی لرزه‌ای تأسیسات نیروگاه‌ها	

به استناد ماده (۲۳) قانون برنامه و بودجه و ماده (۶) آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی مصوب سال ۱۳۵۲ و در چارچوب نظام فنی و اجرایی کشور (موضوع تصویب‌نامه شماره ۴۲۳۳۹/ت/۳۳۴۹۷ هـ مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیأت محترم وزیران)، به پیوست نشریه شماره ۵۱۲ دفتر نظام فنی اجرایی، با عنوان «دستورالعمل ارزیابی لرزه‌ای تأسیسات نیروگاه‌ها» از نوع گروه سوم ابلاغ می‌شود.

دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور، پیمانکاران و عوامل دیگر می‌توانند از این نشریه به عنوان راهنما استفاده کنند و در صورتی که روش‌ها، دستورالعمل‌ها و راهنمای بهتری در اختیار داشته باشند، رعایت مفاد این بخشنامه الزامی نیست.

عوامل یاد شده باید نسخه‌ای از دستورالعمل‌ها، روش‌ها یا راهنماهای جایگزین را به دفتر نظام فنی اجرایی ارسال کنند.

ابراهیم عزیزی



omoorepeyman.ir



[omoorepeyman.ir](http://omoorepeyman.ir)

جمهوری اسلامی ایران

# دستورالعمل ارزیابی کوزه‌های تاسیسات نیروگاه

نشریه شماره ۵۱۲

معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور  
معاونت نظارت راهبردی  
دفتر نظام فنی اجرایی  
<http://tec.mporg.ir>



[omoorepeyman.ir](http://omoorepeyman.ir)



[omoorepeyman.ir](http://omoorepeyman.ir)

## اصلاح مدارک فنی

### خواننده گرامی:

دفتر نظام فنی اجرایی معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور با استفاده از نظر کارشناسان برجسته، مبادرت به تهیه این دستورالعمل نموده و آن را برای استفاده به جامعه مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلطهای مفهومی، فنی، ابهام، ابهام و اشکالات موضوعی نیست.

از این رو، **از شما خواننده گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال فنی، مراتب را به صورت زیر گزارش فرمایید:**

- ۱- شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.
  - ۲- ایراد مورد نظر را به صورت خلاصه بیان دارید.
  - ۳- در صورت امکان، متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال نمایید.
  - ۴- نشانی خود را برای تماس احتمالی ذکر فرمایید.
- کارشناسان این دفتر نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت. پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

**نشانی برای مکاتبه:** تهران، میدان بهارستان، خیابان صفی علی شاه  
معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، دفتر نظام فنی اجرایی

سازمان مرکزی - تهران ۱۱۴۹۹۴۳۱۴۱ - خیابان صفی علی شاه

<http://tec.mporg.ir>





[omoorepeyman.ir](http://omoorepeyman.ir)

## بسمه تعالی

یکی از برنامه‌های مهم در دست اقدام دولت برای کاهش خطرپذیری کشور در برابر مخاطرات ناشی از زلزله، برنامه مطالعه و اجرای مقاوم‌سازی ساختمان‌های عمومی و دولتی مهم، تاسیسات زیربنایی و شریان‌های حیاتی کشور می‌باشد. در این برنامه، تدوین ضوابط و معیارهای فنی به عنوان یک امر زیربنایی ضرورت داشته است. در این راستا به منظور ارزیابی لرزه‌ای تاسیسات صنعت برق بعنوان یکی از مهم‌ترین شریان‌های حیاتی در کشور، تهیه دستورالعملی با همین عنوان در دستور کار قرار گرفت.

ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای تاسیسات شبکه برق بدلیل پیچیدگی‌های حاکم بر ساختار شبکه برق و پدیده زلزله و ضعف‌های اطلاعاتی از تاسیسات موجود قابل استاندارد شدن مگر در سطح کلیات و روش‌شناسی نیست. بنابراین دستورالعمل یا آیین‌نامه‌ای که در این محدوده تدوین می‌گردد تعیین‌کننده حداقل مقتضیات و ابزارهایی برای برای نیل به یک قضاوت یا تصمیم درست است.

مراجع اساسی دستورالعمل حاضر در تعیین هدف بهسازی و ارزیابی لرزه‌ای تجهیزات، راهنماهای DOE/EH-0545 و MCEER-99-0008 و در محدوده ساختمان‌ها و سازه‌ها تا حد زیادی نشریه ۳۶۰ می‌باشد. بدیهی است که مراجعی چون راهنماهای گروه ALA, FEMA, IEEE که در متن دستورالعمل نیز به آنها اشاره رفته است، بسته به مورد بکار گرفته شده‌اند.

مطابق دستورالعمل حاضر ارزیابی آسیب‌پذیری تاسیسات نیروگاه‌ها با دو رویکرد "ارزیابی اولیه" و "ارزیابی تفصیلی" صورت می‌پذیرد.

ارزیابی اولیه شامل "بررسی اسناد و مدارک طراحی" و "روش امتیازدهی" و ارزیابی تفصیلی عمدتاً مبتنی بر "مدلسازی و تحلیل عددی سازه" و "استفاده از طیف آسیب‌پذیری" می‌باشد.

معاونت نظارت راهبردی از شرکت متن (مرکز توسعه فناوری نیرو) که تهیه‌کننده این دستورالعمل بوده و همچنین کارشناسان محترم دستگاه‌های اجرایی و مهندسان مشاور که در بررسی و اظهارنظر در مورد این دستورالعمل با دفتر همکاری نموده‌اند، تشکر می‌نماید.



( ) :

رضا اسفندیاری صدق، دفتر نظام فنی اجرایی  
بابک اسماعیل زاده حکیمی، شرکت متن  
فرهاد بهنام فر، دانشگاه صنعتی اصفهان  
امیرحسین خلوتی، شرکت متن  
سلمان رضازاده، شرکت متن  
محمد صافی، دانشگاه صنعت آب و برق  
رضا کرمی محمدی، شرکت مشانیر  
محمدعلی قناد، دانشگاه صنعتی شریف  
ایلدار معتمدی، شرکت توانیر  
حسن منصف، شرکت متن  
کبری نصرتی، شرکت متن

در پایان از تلاش و جدیت مدیرکل محترم دفتر نظام فنی اجرایی سرکار خانم مهندس پورسید و مدیر دفتر آقای مهندس علی تبار، در هدایت امر تهیه و نهایی نمودن این نشریه، تشکر و قدردانی می‌نماید.



## تعاریف

**ارزیابی اولیه:** استفاده از روش‌های کیفی و کمی که مطابق ضوابط و توصیه‌های این دستورالعمل در سرند سامانه‌های نیروگاه و تهیه فهرست اولیه سامانه‌های آسیب‌پذیر بکار می‌رود.

**ارزیابی تفصیلی:** استفاده از روش‌های کیفی و کمی که مطابق ضوابط این دستورالعمل در ارزیابی لرزه‌ای سامانه‌های نیروگاه بکار گرفته می‌شود.

**ایمنی بهره‌برداری:** سالم ماندن تجهیزات، بروز وقفه محدود در عملکرد سامانه‌ها و بازگشت به مدار با وقفه‌ای قابل قبول پس از وقوع زلزله

**ایمنی طرح:** خرابی محدود در ساختمان‌ها بدون وقوع انهدام و آوار و ناپایداری پس از وقوع زلزله، بطوری که جراحات و صدمات جانی و تخریب تجهیزات به حداقل میزان ممکن برسد.

**تاسیسات:** مجموعه سازه‌های غیرساختمانی، ساختمان‌ها و تجهیزات نیروگاه.

**روش امتیازدهی:** راه‌کار مبتنی بر ارزیابی تخمینی از قابلیت اطمینان تجهیزات نیروگاه، و مقایسه آن با شاخص ایمنی هدف

**سامانه:** مجموعه‌ای از زیر سامانه‌ها، شامل سازه‌های غیرساختمانی، ساختمان و تجهیزات که وظیفه معینی را بر عهده دارند. System

**ساختمان:** مجموعه‌ای از سازه و اجزای معماری که جهت پوشش و محافظت از تجهیزات و کارکنان نیروگاه به کار می‌رود.

**سازه غیرساختمانی:** سازه‌ای که از مصالح ساختمانی (سازه‌ای) ساخته شده و به عنوان تکیه‌گاه تجهیزات، لوله‌ها، دودروها، سیمروها و کانال‌ها به کار می‌رود، مثل دودکش و برج خنک‌کن

**شاخص ایمنی هدف:** حداقل امتیاز قابل قبول تجهیزات در روش امتیازدهی

**قابلیت اطمینان:** احتمال عملکرد مناسب تاسیسات Reliability

نشریه ۲۵۱: فهرست خدمات مطالعات بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود - معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری

نشریه ۳۶۰: دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود - معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری





[omoorepeyman.ir](http://omoorepeyman.ir)

## فهرست مطالب

### عنوان

### صفحه

#### فصل اول - کلیات

۱-۱- هدف.....	۳
۲-۱- محدوده کاربرد.....	۳
۳-۱- مشخصات کاربران.....	۳
۴-۱- ساختار دستورالعمل.....	۳
۵-۱- روند استفاده از دستورالعمل.....	۴
۱-۵-۱- ارزیابی لرزه‌ای ساختمان.....	۴
۲-۵-۱- ارزیابی لرزه‌ای سازه‌های غیرساختمانی.....	۴
۱-۲-۵-۱- ارزیابی اولیه.....	۴
۲-۲-۵-۱- ارزیابی تفصیلی.....	۴
۳-۵-۱- ارزیابی لرزه‌ای تجهیزات.....	۵
۱-۳-۵-۱- ارزیابی اولیه.....	۵
۲-۳-۵-۱- ارزیابی تفصیلی.....	۵
۶-۱- سطوح عملکرد و ترازهای خطر لرزه‌ای.....	۷
۱-۶-۱- تعیین اهمیت نیروگاه در شبکه و تعیین اهمیت سامانه‌ها در نیروگاه.....	۷
۲-۶-۱- سطوح عملکردی نیروگاه در مقابل زلزله.....	۸
۳-۶-۱- ترازهای خطر لرزه‌ای.....	۹
۷-۱- مراجع.....	۱۰

#### فصل دوم - روشهای ارزیابی لرزه‌ای نیروگاه‌ها

۱-۲- ملاحظات کلی.....	۱۳
۲-۲- جمع‌آوری اطلاعات.....	۱۳
۱-۲-۲- جمع‌آوری اسناد و مدارک طراحی و بهره‌برداری.....	۱۳
۲-۲-۲- بازرسی عینی و استخراج اشکالات مشهود و موثر.....	۱۴
۳-۲-۲- انجام آزمایشات مصالح و خاک و مطالعات تحلیل خطر.....	۱۴
۳-۲-۳- ارزیابی لرزه‌ای ساختمان‌های نیروگاه.....	۱۴
۴-۲- ارزیابی لرزه‌ای سازه‌های غیرساختمانی نیروگاه‌ها.....	۱۵
۱-۴-۲- ارزیابی اولیه.....	۱۵

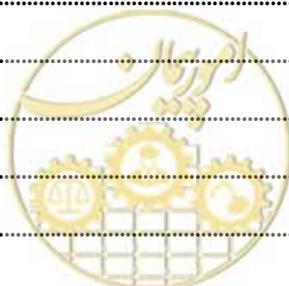
۱۵	۲-۴-۱-۱- مرور مدارک طراحی
۱۵	۲-۴-۱-۲- کنترل مواردی که ارزیابی تفصیلی برای آنها لازم نیست
۱۵	۲-۴-۲- ارزیابی تفصیلی
۱۶	۲-۵-۱- ارزیابی لوزه‌های تجهیزات نیروگاه‌ها
۱۸	۲-۵-۱-۱- ارزیابی اولیه
۱۸	۲-۵-۱-۲- مرور مدارک طراحی
۱۸	۲-۵-۱-۳- روش امتیازدهی
۲۰	۲-۵-۱-۴- انتخاب برگه امتیاز دهی تجهیزات
۲۰	۲-۵-۱-۵- تعیین امتیاز پایه
۲۱	۲-۵-۱-۶- تعیین پارامترهای اصلاح عملکرد (PMF)
۲۱	۲-۵-۱-۷- تعیین امتیاز تجهیزات
۲۱	۲-۵-۱-۸- مقایسه امتیاز تجهیزات با امتیاز ایمنی هدف و تعیین تجهیزات نیازمند ارزیابی تفصیلی
۲۲	۲-۵-۲- ارزیابی تفصیلی
۲۴	۲-۵-۲-۱- ارزیابی لوزه ای با استفاده از سرند
۲۴	۲-۵-۲-۲- ارزیابی لوزه‌های تجهیزات با استفاده از طیف آسیب پذیری لوزه‌ای
۲۴	۲-۵-۲-۳- طیف آسیب پذیری لوزه‌ای تجهیزات
۲۵	۲-۵-۲-۴- طیف نیاز لوزه‌ای
۲۸	۲-۵-۲-۵- مقایسه طیف‌های نیاز و آسیب پذیری تجهیزات
۲۸	۲-۵-۳- ارزیابی لوزه ای با استفاده از مدل‌سازی و تحلیل عددی سازه
۳۰	۲-۵-۳-۱- روش استاتیکی معادل
۳۳	۲-۵-۳-۲- روش طیفی
۳۳	۲-۵-۳-۳- روش تاریخچه زمانی
۳۳	۲-۵-۳-۴- مقایسه ظرفیت - نیاز لوزه‌ای تجهیزات
۳۳	۲-۶- ملاحظه اثر اندرکنش لوزه‌ای تجهیزات و تاسیسات
۳۳	۲-۶-۱- تعاریف
۳۴	۲-۶-۲- ارزیابی لوزه‌ای اجزای نیروگاه با توجه به اثر اندرکنش
۳۵	۲-۷- مراجع

## فصل سوم - ارزیابی مهارت تجهیزات

۳۹	۳-۱- ملاحظات کلی
۳۹	۳-۱-۱- محدوده کاربرد
۳۹	۳-۱-۲- مراحل ارزیابی



۳۹	۲-۳- بررسی وضعیت نصب مهار
۳۹	۱-۲-۳- کفایت وضعیت نصب مهار و ویژگی‌های آن
۴۰	۲-۲-۳- ابعاد و محل مهار
۴۰	۳-۲-۳- طول آزاد میل مهار
۴۱	۴-۲-۳- مسیر انتقال بار لرزه‌ای
۴۳	۵-۲-۳- اتصال تجهیزات به قطعات فولادی مدفون و بالشتک‌های بتنی
۴۳	۳-۳- تعیین ظرفیت مهار
۴۳	۱-۳-۳- مقدمه
۴۳	۲-۳-۳- ظرفیت بیرون کشیده شدگی مهار
۴۵	۳-۳-۳- ظرفیت برشی مهار
۴۶	۴-۳-۳- انواع مهار و ظرفیت‌های اسمی محاسباتی آنها
۴۷	۱-۴-۳-۳- مهارهای انبساطی
۴۷	۲-۴-۳-۳- مهارها و گل‌میخ‌های درجا
۴۸	۳-۴-۳-۳- میل‌مهارهای قلاب‌دار درجا
۴۹	۴-۴-۳-۳- مهارهای چسبی
۵۱	۵-۳-۳- انواع مهارهای انبساطی
۵۷	۶-۳-۳- طول مهاری
۵۷	۱-۶-۳-۳- طول مهاری مهارهای انبساطی
۵۹	۱-۱-۶-۳-۳- مهارهای انبساطی پوسته‌ای
۵۹	۲-۱-۶-۳-۳- مهارهای انبساطی غیرپوسته‌ای
۶۰	۲-۶-۳-۳- گل‌میخ‌ها و مهارهای درجا
۶۱	۳-۶-۳-۳- مهارهای قلاب‌دار درجا
۶۱	۴-۶-۳-۳- مهارهای چسبی
۶۱	۷-۳-۳- فاصله مهارها
۶۲	۱-۷-۳-۳- مهارهای انبساطی
۶۲	۲-۷-۳-۳- گل‌میخ‌ها و مهارهای درجا
۶۴	۳-۷-۳-۳- مهارهای قلاب‌دار درجا
۶۴	۴-۷-۳-۳- مهارهای چسبی
۶۴	۸-۳-۳- فاصله از لبه
۶۴	۱-۸-۳-۳- مهارهای انبساطی
۶۵	۲-۸-۳-۳- گل‌میخ‌ها و مهارهای درجا



۶۶	..... مهارهای قلاب‌دار درجا	۳-۳-۳-۳
۶۶	..... مهارهای چسبی	۳-۳-۳-۴
۶۶	..... مقاومت و شرایط بتن	۳-۳-۹
۶۶	..... مهارهای انبساطی	۳-۳-۹-۱
۶۷	..... گل‌میخ‌ها و مهارهای درجا	۳-۳-۹-۲
۶۷	..... مهارهای قلاب‌دار درجا	۳-۳-۹-۳
۶۷	..... مهارهای چسبی	۳-۳-۹-۴
۶۸	..... اندازه و محل ترک در بتن	۳-۳-۱۰
۶۸	..... مهارهای انبساطی	۳-۳-۱۰-۱
۶۹	..... گل‌میخ‌ها و مهارهای درجا	۳-۳-۱۰-۲
۶۹	..... مهارهای قلاب‌دار درجا	۳-۳-۱۰-۳
۷۰	..... مهارهای چسبی	۳-۳-۱۰-۴
۷۰	..... مهار کابینت‌های حاوی رله‌های ضروری	۳-۳-۱۱
۷۰	..... کنترل سفتی و روش بازبینی گذرا در مهارهای انبساطی	۳-۳-۱۲
۷۰	..... کنترل سفتی در مهارهای انبساطی	۳-۳-۱۲-۱
۷۳	..... روش بازبینی گذرای مهارهای انبساطی	۳-۳-۱۲-۲
۷۳	..... انواع دیگر مهارها	۳-۳-۱۳
۷۳	..... جوش‌های اتصال قطعات فولادی مدفون و یا قطعات فولادی روکار	۳-۳-۱۳-۱
۷۴	..... مهارهای سربی	۳-۳-۱۳-۲
۷۷	..... تعیین نیاز لرزه‌ای مهار	۳-۴-۴
۷۷	..... مشخصات تجهیزات	۳-۴-۱
۷۸	..... نیروهای لرزه‌ای وارد بر مهارها	۳-۴-۲
۷۸	..... مقایسه نیاز و ظرفیت لرزه‌ای	۳-۵-۵
۷۸	..... مهارهای انبساطی	۳-۵-۱
۷۸	..... گل‌میخ‌ها و مهارهای درجا	۳-۵-۲
۷۹	..... مهارهای قلاب‌دار درجا	۳-۵-۳
۷۹	..... مهارهای چسبی	۳-۵-۴
۷۹	..... جوش اتصال قطعات فولادی مدفون و قطعات فولادی روکار	۳-۵-۵
۸۰	..... مراجع	۳-۶
<b>فصل چهارم - ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای دیوارها با استفاده از روش تحلیلی</b>		
۸۳	..... ملاحظات کلی	۴-۱



- ۸۳-۱-۱-۴-۱- محدوده کاربرد.....
- ۸۳-۲-۴-۱- ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای دیوارها.....
- ۸۵-۱-۲-۴-۱- روش سرند بر اساس نسبت ارتفاع به ضخامت.....
- ۸۶-۲-۲-۴-۱- روش ارتجاعی.....
- ۸۶-۱-۲-۲-۴-۱- تعیین نیاز لرزه‌ای ( $S_{AD}$ ).....
- ۸۷-۲-۲-۲-۴-۱- تخمین فرکانس پایه طبیعی ارتعاش دیوار.....
- ۸۷-۱-۲-۲-۲-۴-۱- ضریب تعدیل رفتار اورتوتروپیک ( $\alpha_T$ ).....
- ۸۹-۲-۲-۲-۲-۴-۱- ملاحظات ویژه.....
- ۹۳-۳-۲-۲-۴-۱- تعیین ظرفیت لرزه‌ای ( $S_{AP}$ ) دیوار غیر مسلح بنایی.....
- ۹۶-۴-۲-۲-۴-۱- معیار پذیرش.....
- ۹۶-۳-۲-۴-۱- روش عملکرد قوسی.....
- ۹۷-۱-۳-۲-۴-۱- نکات و فرضیات مورد استفاده.....
- ۹۷-۲-۳-۲-۴-۱- ظرفیت شتاب طیفی ( $S_{AP}$ ).....
- ۹۸-۱-۲-۳-۲-۴-۱- تغییر مکان قائم تیر.....
- ۹۹-۲-۲-۳-۲-۴-۱- تغییر مکان خارج از صفحه دیوار در ظرفیت نهایی.....
- ۹۹-۳-۲-۳-۲-۴-۱- تعیین ضریب انعطاف‌پذیری نسبی المان مرزی.....
- ۱۰۰-۳-۳-۲-۴-۱- شتاب طیفی نیاز ( $S_{AD}$ ).....
- ۱۰۱-۴-۳-۲-۴-۱- معیار پذیرش.....
- ۱۰۱-۴-۲-۴-۱- روش انرژی ذخیره.....
- ۱۰۱-۱-۴-۲-۴-۱- نکات و فرضیات مورد استفاده.....
- ۱۰۲-۲-۴-۲-۴-۱- ظرفیت شتاب طیفی ( $S_{AP}$ ).....
- ۱۰۲-۳-۴-۲-۴-۱- شتاب طیفی نیاز ( $S_{AD}$ ).....
- ۱۰۲-۴-۴-۲-۴-۱- معیار پذیرش.....
- ۱۰۳-۳-۴-۱- مراجع.....

### فصل پنجم - ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای مخازن روی زمین با استفاده از روش تحلیلی

- ۱۰۷-۱-۵-۱- ملاحظات کلی.....
- ۱۰۷-۱-۱-۵-۱- محدوده کاربرد.....
- ۱۰۷-۲-۱-۵-۱- مخازن قائم.....
- ۱۰۷-۱-۲-۱-۵-۱- فرضیات و محدوده پارامترهای مورد استفاده.....
- ۱۰۹-۲-۲-۱-۵-۱- نیاز لرزه‌ای مخازن قائم.....



- ۱۰۹..... ۱-۲-۲-۱-۵- تعیین نیاز لنگر واژگونی (M)
- ۱۱۱..... ۲-۲-۲-۱-۵- تعیین برش پایه نیاز وارد بر مخازن قائم (Q)
- ۱۱۲..... ۳-۲-۲-۱-۵- تعیین فرکانس مودی سیال- سازه برای مخازن قائم
- ۱۱۷..... ۴-۲-۲-۱-۵- تعیین شتاب طیفی ( $Sa_f$ ) متناظر با فرکانس مودی سیال- سازه
- ۱۱۷..... ۵-۲-۲-۱-۵- تعیین ارتفاع موج نوسانی
- ۱۱۸..... ۳-۲-۱-۵- ظرفیت لرزه‌ای مخازن قائم
- ۱۱۸..... ۱-۳-۲-۱-۵- تعیین ظرفیت لنگر واژگونی
- ۱۲۳..... ۲-۳-۲-۱-۵- ظرفیت کمانشی پوسته مخزن
- ۱۲۸..... ۳-۳-۲-۱-۵- تعیین ظرفیت برشی مخزن
- ۱۲۸..... ۴-۳-۲-۱-۵- تعیین ارتفاع آزاد موجود در بالای سطح سیال (hf)
- ۱۲۹..... ۴-۲-۱-۵- معیارهای پذیرش
- ۱۲۹..... ۳-۱-۵- مخازن افقی و مبدل‌های حرارتی
- ۱۳۱..... ۱-۳-۱-۵- فرضیات و محدوده پارامترهای مورد استفاده
- ۱۳۲..... ۲-۳-۱-۵- نیاز لرزه‌ای مخازن افقی
- ۱۳۲..... ۱-۲-۳-۱-۵- شتاب نیاز مخازن افقی
- ۱۳۵..... ۲-۲-۳-۱-۵- تنش‌های نیاز تکیه‌گاه زینی
- ۱۳۵..... ۳-۳-۱-۵- ظرفیت لرزه‌ای مخازن افقی
- ۱۳۵..... ۱-۳-۳-۱-۵- شتاب ظرفیت مهار مخزن
- ۱۳۷..... ۲-۳-۳-۱-۵- ظرفیت تکیه‌گاه زینی
- ۱۳۷..... ۳-۳-۳-۱-۵- معیارهای پذیرش
- ۱۳۸..... ۲-۵- مراجع

### فصل ششم - ارزیابی لرزه‌ای سامانه‌های لوله‌کشی با استفاده از روش سرندها

- ۱۴۱..... ۱-۶- ملاحظات کلی
- ۱۴۱..... ۱-۱-۶- محدوده کاربرد
- ۱۴۲..... ۲-۶- مراحل سرندها
- ۱۴۳..... ۱-۲-۶- سرندها ۱: کیفیت ساخت
- ۱۴۴..... ۲-۲-۶- سرندها ۲: تخریب داخلی
- ۱۴۴..... ۱-۲-۲-۶- سابقه عملکرد و نگهداری
- ۱۴۴..... ۲-۲-۲-۶- نواحی مستعد تخریب
- ۱۴۸..... ۳-۲-۲-۶- ارزیابی متالورژیکی
- ۱۴۷..... ۳-۲-۶- سرندها ۳: خوردگی خارجی



۱۴۷.....	۱-۳-۲-۶- خوردگی جوی.....
۱۴۷.....	۲-۳-۲-۶- خوردگی مواد زیر عایق کاری و پوشش ضد آتش.....
۱۴۷.....	۳-۳-۲-۶- خوردگی لوله کشی در نقاط تماس.....
۱۴۸.....	۴-۳-۲-۶- خوردگی در سازه‌ها.....
۱۴۸.....	۵-۳-۲-۶- نشت.....
۱۴۸.....	۴-۲-۶- سرند ۴: دهانه بین تکیه‌گاه‌های قائم.....
۱۵۱.....	۵-۲-۶- سرند ۵: دهانه بین تکیه‌گاه‌های جانبی.....
۱۵۱.....	۶-۲-۶- سرند ۶: حرکت تکیه‌گاهی.....
۱۵۳.....	۷-۲-۶- سرند ۷: اتصالات مکانیکی لوله‌ها.....
۱۵۴.....	۸-۲-۶- سرند ۸: اتصالات فلنجی.....
۱۵۴.....	۹-۲-۶- سرند ۹: بارهای نازل تجهیزات.....
۱۵۵.....	۱۰-۲-۶- سرند ۱۰: برون محوری نیروهای ثقلی.....
۱۵۵.....	۱۱-۲-۶- سرند ۱۱: اتصالات انعطاف پذیر.....
۱۵۵.....	۱۲-۲-۶- سرند ۱۲: ارزیابی تکیه‌گاه‌های لوله.....
۱۵۶.....	۱-۱۲-۲-۶- نیاز لرزه‌ای.....
۱۵۶.....	۲-۱۲-۲-۶- ظرفیت لرزه‌ای.....
۱۵۷.....	۱۳-۲-۶- سرند ۱۳: اندرکنش با سازه‌های دیگر.....
۱۵۷.....	۱-۱۳-۲-۶- تخمین تغییر مکان‌ها.....
۱۵۸.....	۲-۱۳-۲-۶- تخمین عواقب برخورد.....
۱۵۹.....	۳-۶- مراجع.....

### فصل هفتم - ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای سامانه کانال با استفاده از روش سرند

۱۶۳.....	۱-۷- ملاحظات کلی.....
۱۶۳.....	۱-۱-۷- محدوده کاربرد.....
۱۶۵.....	۲-۷- مراحل سرند.....
۱۶۵.....	۱-۲-۷- سرند ۱: ارزیابی استحکام سازه‌ای کانال.....
۱۶۵.....	۱-۱-۲-۷- انتخاب محدوده ارزیابی سامانه کانال.....
۱۶۵.....	۲-۱-۲-۷- ارزیابی خرابی، نقص و فرسودگی در کانال.....
۱۶۵.....	۳-۱-۲-۷- برقراری ضوابط SMACNA [9,8,7] در مورد سخت‌کننده‌ها و مصالح کانال.....
۱۶۷.....	۴-۱-۲-۷- مطابقت درز و اتصالات کانال با ضوابط SMACNA.....
۱۷۸.....	۵-۱-۲-۷- رعایت ضوابط فاصله تکیه‌گاه‌ها در کانال‌ها مطابق با SMACNA.....
۱۷۸.....	۱-۵-۱-۲-۷- محاسبه طول دهانه مجاز برای کانال مستطیلی.....



- ۱۸۰-۲-۷-۱-۵-۲- محاسبه طول دهانه مجاز برای کانال دایروی.....
- ۱۸۱-۲-۷-۱-۶-۱- تأثیر وزن‌های متمرکز.....
- ۱۸۱-۲-۷-۱-۶-۱- معادله تنش برای ملاحظه وزن متمرکز در وسط دهانه.....
- ۱۸۲-۲-۷-۱-۷- مهار کانال در مقابل لغزش از تکیه‌گاه.....
- ۱۸۲-۲-۷-۱-۸- مهار اجزای سنگین در مسیر کانال.....
- ۱۸۲-۲-۷-۱-۹- اتصال مناسب متعلقات به کانال.....
- ۱۸۲-۲-۷-۱-۱۰- عدم اتصال صلب شاخه‌های فرعی به سرشاخه‌های اصلی کانال.....
- ۱۸۲-۲-۷-۱-۱۱- ارزیابی لرزه‌ای تکیه‌گاه‌ها سامانه کانال.....
- ۱۸۳-۲-۷-۱-۱۲- بررسی امکان اندرکنش لرزه‌ای.....
- ۱۸۳-۲-۷-۲- سرند ۲: ارزیابی پیوستگی محدوده تحت فشار.....
- ۱۸۳-۲-۷-۱-۲- انتخاب محدوده ارزیابی سامانه کانال.....
- ۱۸۳-۲-۷-۲- استحکام اتصالات و درزهای کانال.....
- ۱۸۴-۲-۷-۳- جوش یا پیچ شدن سخت‌کننده‌ها و اتصالات به کانال.....
- ۱۸۴-۲-۷-۴- عدم امکان سوراخ شدگی دیواره کانال.....
- ۱۸۴-۲-۷-۵- ارزیابی قابلیت اتصالات آکاردئونی در سازگار کردن حرکت‌ها.....
- ۱۸۵-۳-۷- مراجع.....

### فصل هشتم - ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای هدایت‌کننده‌ها با استفاده از روش سرند

- ۱۸۹-۱-۸- ملاحظات کلی.....
- ۱۸۹-۱-۱-۸- محدوده کاربرد.....
- ۱۹۰-۲-۸- مراحل سرند.....
- ۱۹۱-۱-۲-۸- سرند ۱: دهانه هدایت‌کننده.....
- ۱۹۱-۲-۲-۸- سرند ۲: مهار اجزای هدایت‌کننده روی تکیه‌گاه.....
- ۱۹۱-۳-۲-۸- سرند ۳: مهره چفت شونده.....
- ۱۹۲-۴-۲-۸- سرند ۴: کلاهک صلب.....
- ۱۹۳-۵-۲-۸- سرند ۵: گیره اتصال به تیر.....
- ۱۹۴-۶-۲-۸- سرند ۶: مهار چدنی مدفون.....
- ۱۹۵-۷-۲-۸- سرند ۷: ضعف مهار.....
- ۱۹۵-۸-۲-۸- سرند ۸: ترک خوردگی بتن.....
- ۱۹۶-۹-۲-۸- سرند ۹: خوردگی.....
- ۱۹۶-۱۰-۲-۸- سرند ۱۰: خیز مجاری و سینی کابل.....
- ۱۹۶-۱۱-۲-۸- سرند ۱۱: اجزای شکسته یا از بین رفته.....



- ۱۹۶-۱۲-۲-۸-۱۲: ضعف قیود کابل‌ها ..... ۱۹۶
- ۱۹۶-۱۳-۲-۸-۱۳: فرسودگی گیره‌های پلاستیکی کابل‌ها ..... ۱۹۶
- ۱۹۶-۱۴-۲-۸-۱۴: نقاط و اجزای با سختی بالا ..... ۱۹۶
- ۱۹۷-۱۵-۲-۸-۱۵: اندرکنش لرزه‌ای ..... ۱۹۷
- ۱۹۸-۱۶-۲-۸-۱۶: شکل پذیری تکیه‌گاه ..... ۱۹۸
- ۱۹۸-۱-۱۶-۲-۸-۱۶: اتصالات متشکل از پروفیل‌های سبک جدارنازک استاندارد ..... ۱۹۸
- ۲۰۱-۲-۱۶-۲-۸-۱۶: اعضای فلزی جوش شده ..... ۲۰۱
- ۲۰۱-۳-۱۶-۲-۸-۱۶: صفحه اتصال سقفی نگهداری شده با مهارهای انبساطی ..... ۲۰۱
- ۲۰۱-۴-۱۶-۲-۸-۱۶: تکیه‌گاه‌های لچکی طره‌ای مهاربندی شده و قاب دوزنقه‌ای ..... ۲۰۱
- ۲۰۱-۵-۱۶-۲-۸-۱۶: قاب‌های دوزنقه‌ای صلب مهاربندی نشده ..... ۲۰۱
- ۲۰۱-۶-۱۶-۲-۸-۱۶: تکیه‌گاه‌های روی طبقه ..... ۲۰۱
- ۲۰۲-۷-۱۶-۲-۸-۱۶: تکیه‌گاه‌های دوزنقه‌ای میله‌ای ..... ۲۰۲
- ۲۰۲-۱۷-۲-۸-۱۷: سرند ۱۷: کنترل ظرفیت بار قائم ..... ۲۰۲
- ۲۰۲-۱۸-۲-۸-۱۸: سرند ۱۸: کنترل ظرفیت بار جانبی ..... ۲۰۲
- ۲۰۲-۱۹-۲-۸-۱۹: سرند ۱۹: ارزیابی‌های خستگی آویز میله‌ای در تکیه‌گاه دوزنقه‌ای ..... ۲۰۲
- ۲۰۳-۱-۱۹-۲-۸-۱۹: میله‌های تمام رزوه شده کارخانه‌ای ..... ۲۰۳
- ۲۰۴-۲-۱۹-۲-۸-۱۹: میله‌های رزوه شده در محل ..... ۲۰۴
- ۲۰۷-۳-۱۹-۲-۸-۱۹: آویزهای میله‌ای کوتاه گیردار منفرد ..... ۲۰۷
- ۲۰۸-۲۰-۲-۸-۲۰: سرند ۲۰: ارزیابی تکیه‌گاه‌های کف تا سقف ..... ۲۰۸
- ۲۰۸-۲۱-۲-۸-۲۱: سرند ۲۱: ارزیابی تکیه‌گاه‌های روی کف (واقع بر اجزای فشاری) ..... ۲۰۸
- ۲۰۸-۳-۸-۳-۸-۳: رواداری‌های روش سرند ..... ۲۰۸
- ۲۰۹-۱-۳-۸-۱-۳-۸-۱: دهانه هدایت کننده‌ها ..... ۲۰۹
- ۲۰۹-۲-۳-۸-۲-۳-۸-۲: بست‌های اعضای هدایت کننده ..... ۲۰۹
- ۲۰۹-۳-۳-۸-۳-۳-۸-۳: مهره‌های قفل شونده ..... ۲۰۹
- ۲۰۹-۴-۳-۸-۴-۳-۸-۴: اتصال کلاهک صلب ..... ۲۰۹
- ۲۰۹-۵-۳-۸-۵-۳-۸-۵: گیره‌های تیرها ..... ۲۰۹
- ۲۱۰-۶-۳-۸-۶-۳-۸-۶: مهار چدنی مدفون ..... ۲۱۰
- ۲۱۰-۷-۳-۸-۷-۳-۸-۷: ارزیابی بار جانبی ..... ۲۱۰
- ۲۱۰-۸-۳-۸-۸-۳-۸-۸: ارزیابی افزونگی ..... ۲۱۰
- ۲۱۱-۴-۸-۴-۸-۴: مراجع ..... ۲۱۱



## فصل نهم - ارزیابی لرزه‌ای دودکش با استفاده از روش تحلیلی

۲۱۵	۱-۹- ملاحظات کلی
۲۱۵	۱-۱-۹- محدوده کاربرد
۲۱۵	۲-۱-۹- اجزای دودکش
۲۱۵	۲-۹- ارزیابی لرزه‌ای سازه نگهدارنده
۲۱۵	۱-۲-۹- مدلسازی
۲۱۶	۲-۲-۹- روش‌های تحلیل
۲۱۶	۱-۲-۲-۹- روش استاتیکی معادل
۲۱۶	۱-۱-۲-۲-۹- نیاز لرزه‌ای
۲۱۶	۲-۲-۲-۹- زمان تناوب اصلی دودکش
۲۱۷	۳-۱-۲-۲-۹- توزیع نیروی جانبی
۲۱۷	۲-۲-۲-۹- روش طیفی
۲۱۷	۳-۹- الزامات کنترل و ارزیابی لرزه‌ای دودروها
۲۱۸	۴-۹- مراجع

## فصل دهم - ارزیابی لرزه‌ای برج‌های خنک کننده با استفاده از روش تحلیلی

۲۲۱	۱-۱۰- ملاحظات کلی
۲۲۱	۱-۱-۱۰- محدوده کاربرد
۲۲۱	۲-۱۰- ارزیابی لرزه‌ای سازه برج خنک کننده
۲۲۱	۱-۲-۱۰- مدلسازی
۲۲۱	۲-۲-۱۰- روش‌های تحلیل
۲۲۲	۱-۲-۲-۱۰- روش استاتیکی معادل
۲۲۲	۱-۱-۲-۲-۱۰- نیاز لرزه‌ای
۲۲۲	۲-۱-۲-۲-۱۰- زمان تناوب برج خنک کننده
۲۲۳	۳-۱-۲-۲-۱۰- توزیع نیروی جانبی
۲۲۳	۲-۲-۲-۱۰- روش طیفی
۲۲۴	۳-۱۰- مراجع

پیوست ۱- فرهنگ مصور تاسیسات نیروگاه و کلید واژه‌ها

پیوست ۲- کاربرگ‌های امتیازدهی تجهیزات نیروگاه‌ها

پیوست ۳- ارزیابی آسیب‌پذیری سامانه‌های نیروگاه به روش امتیازدهی

پیوست ۴- محاسبه امتیاز تجهیزات با استفاده از منحنی‌های درهم شکنی

پیوست ۵- ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای تجهیزات براساس رویکرد استفاده از طیف‌های آسیب‌پذیری

پیوست ۶- راهنمای طبقه بندی سامانه‌های نیروگاه



🌐 omoorepeyman.ir

ش

# فصل ۱

---

---

## کلیات





[omoorepeyman.ir](http://omoorepeyman.ir)

## ۱-۱ - هدف

هدف در این دستورالعمل ارائه راه کارهای ارزیابی آسیب پذیری نیروگاهها در برابر زلزله می باشد.

## ۱-۲ - محدوده کاربرد

این دستورالعمل برای ارزیابی لرزه ای تاسیسات نیروگاههای بخاری، گازی و سیکل ترکیبی متعارف شامل ساختمانها، سازههای غیر ساختمانی و تجهیزات مربوطه تهیه گردیده است. سامانهها به عنوان تاسیساتی متشکل از یک یا چند جز در نظر گرفته می شوند که هر یک از اجزا به تنهایی و همچنین مجموعه آنها که سامانه مورد نظر را تشکیل می دهد دارای عملکرد مشخصی می باشند. به هر یک از اجزای تشکیل دهنده سامانه، زیر سامانه گفته می شود.

## ۱-۳ - مشخصات کاربران

انتظار می رود که کاربران این دستورالعمل از تجربه و تخصص کافی در زمینه مهندسی زلزله برخوردار بوده و همچنین آشنایی مقدماتی با سازههای نیروگاهی و فرایند تولید داشته باشند.

## ۱-۴ - ساختار دستورالعمل

دستورالعمل حاضر متشکل از فصول و پیوستهای ذیل می باشد.

فصل ۱- کلیات : شامل فرضیات، اهداف، محدوده کاربرد، تعاریف بنیادین و راهنمایی جهت استفاده از دستورالعمل

فصل ۲- روشهای ارزیابی اولیه و تفصیلی نیروگاهها در برابر زلزله

فصل ۳- ارزیابی لرزه ای مهار تجهیزات

فصل ۴- ارزیابی آسیب پذیری لرزه ای دیوارها

فصل ۵- ارزیابی آسیب پذیری لرزه ای مخازن روی زمین

فصل ۶- ارزیابی آسیب پذیری لرزه ای سامانههای لوله کشی

فصل ۷- ارزیابی آسیب پذیری لرزه ای سامانه کانال

فصل ۸- ارزیابی آسیب پذیری لرزه ای هدایت کنندهها

فصل ۹- ارزیابی آسیب پذیری لرزه ای دودکشها

فصل ۱۰- ارزیابی لرزه ای برجهای خنک کننده

پیوست ۱- فرهنگ مصور تاسیسات نیروگاه و کلید واژهها: شامل واژههای متداول در صنعت برق و مورد استفاده در دستورالعمل

پیوست ۲- کاربرگهای روش امتیازدهی - برگههای امتیازدهی تجهیزات نیروگاهها

پیوست ۳- ارزیابی آسیب پذیری تاسیسات نیروگاه به روش امتیازدهی

پیوست ۴- محاسبه امتیاز تجهیزات با استفاده از منحنیهای در هم شکنی

پیوست ۵ - ارزیابی آسیب پذیری لرزه ای تجهیزات الکتریکی و مکانیکی با استفاده از طیفهای آسیب پذیری

پیوست ۶- راهنمای طبقه بندی سامانههای نیروگاه



## ۱-۵- روند استفاده از دستورالعمل

جهت استفاده از ضوابط این دستورالعمل تاسیسات نیروگاهها در سه دسته ذیل طبقه‌بندی می‌شوند:

۱- ساختمان‌ها

۲- سازه‌های غیرساختمانی

۳- تجهیزات

به طور کلی ارزیابی لوزه‌ای تاسیسات نیروگاهها طبق روند نمای (۱-۱) پس از تعیین اهمیت نیروگاه در شبکه و اهمیت سامانه‌ها در نیروگاه در دو مرحله "ارزیابی اولیه" و "ارزیابی تفصیلی" صورت می‌پذیرد.

"ارزیابی اولیه" شامل روش‌های کیفی و کمی جهت حذف سامانه‌های مشخصاً آسیب‌پذیر یا ایمن و تهیه فهرست سامانه‌های نیازمند به "ارزیابی تفصیلی" می‌باشد.

ارزیابی تفصیلی شامل روش‌های مدلسازی و تحلیل عددی سازه و یا روش‌های کیفی مبتنی بر مطالعات آماری مانند استفاده از طیف آسیب پذیری و استفاده از سرنده می‌باشد.

تحت شرایطی که در فصل دوم تشریح می‌گردد، ممکن است از ارزیابی تفصیلی صرف‌نظر گردد.

### ۱-۵-۱- ارزیابی لوزه‌ای ساختمان‌ها

ارزیابی لوزه‌ای ساختمانها شامل "ارزیابی اولیه" و "ارزیابی تفصیلی" با استفاده از شرح خدمات مندرج در "نشریه ۲۵۱" صورت می‌پذیرد. بعلاوه کاربر می‌تواند جهت ارزیابی لوزه‌ای اجزای معماری و تجهیزات داخلی ساختمانها نظیر دیوارها از ضوابط و راهنمایی‌های این دستورالعمل استفاده نماید.

ساختمان‌هایی که با توجه به درجه اهمیت آنها بر اساس آخرین ویرایش استاندارد ۲۸۰۰ ایران طراحی لوزه‌ای و اجرا شده باشند، نیازی به ارزیابی و بهسازی لوزه‌ای بر اساس این دستورالعمل ندارند مگر آنکه درجه اهمیت فعلی آنها بیش از میزان مفروض در طراحی اولیه‌ی آنها بوده و یا سطح خطر مدنظر با سطح خطر موجود در طراحی اولیه با استاندارد ۲۸۰۰ ایران متفاوت باشد. ساختمان‌هایی که بر طبق شرایط فوق قرار است مشمول این دستورالعمل نباشند باید دارای کلیه‌ی اطلاعات ساختمانی لازم (اعم از دفترچه محاسبات، نقشه‌های اجرایی و ...) باشند.

### ۱-۵-۲- ارزیابی لوزه‌ای سازه‌های غیرساختمانی

#### ۱-۲-۵-۱- ارزیابی اولیه

با رویکرد "مرور مدارک طراحی" و همچنین در "مواردی که ارزیابی تفصیلی برای آنها لازم نیست" می‌توان سازه‌های غیرساختمانی نیروگاهها را مورد ارزیابی اولیه قرار داد.

#### ۱-۲-۵-۲- ارزیابی تفصیلی

مطابق ضوابط این دستورالعمل ارزیابی تفصیلی سازه‌های غیرساختمانی با استفاده از مدلسازی و تحلیل عددی سازه انجام می‌گیرد.



### ۱-۵-۳- ارزیابی لرزه‌ای تجهیزات

#### ۱-۳-۵-۱- ارزیابی اولیه

ارزیابی اولیه تجهیزات با استفاده از یکی از رویکردهای ذیل صورت می‌پذیرد.

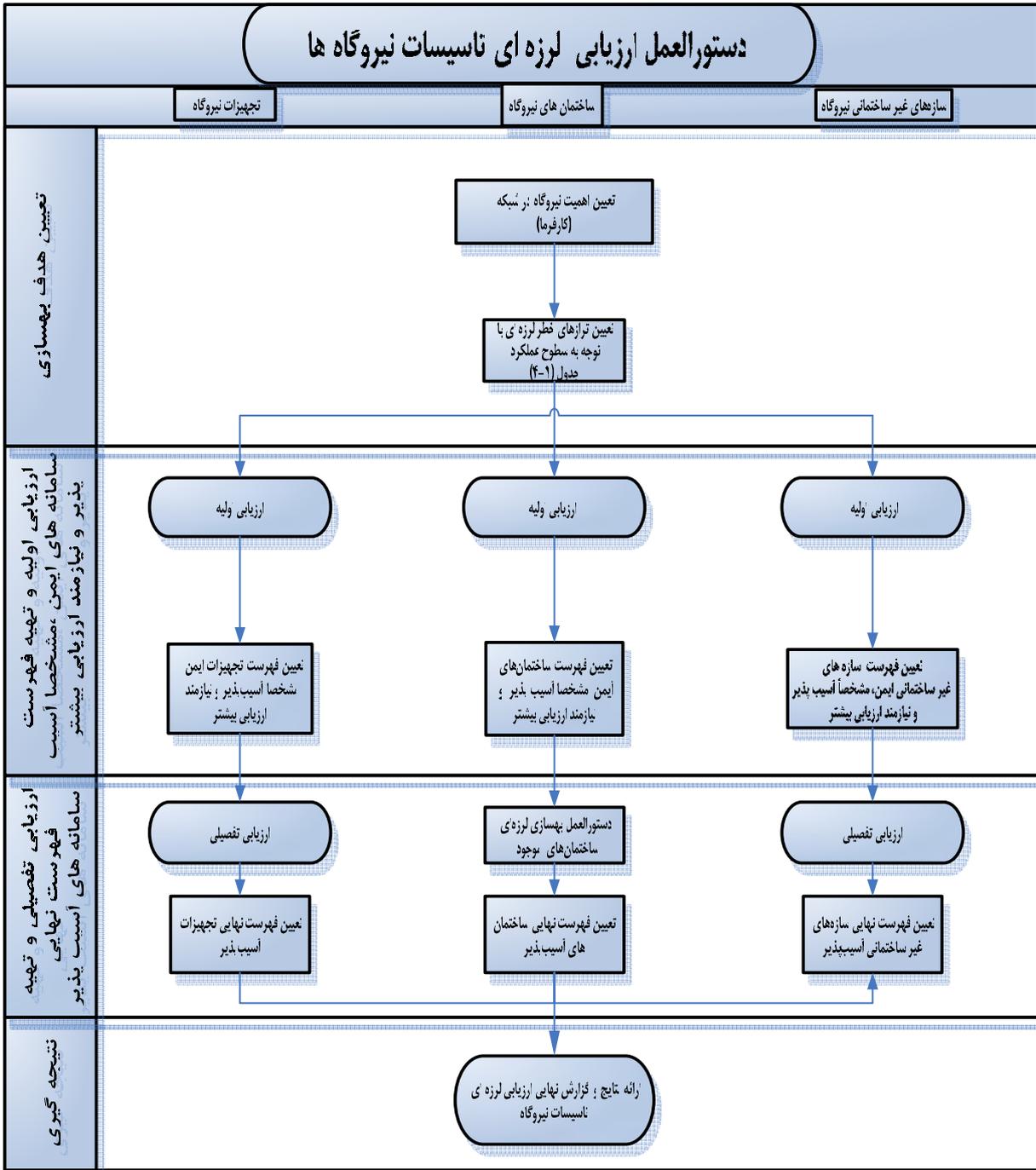
- بررسی اسناد و مرور مدارک طراحی با توجه به وضعیت نصب تجهیزات
- استفاده از روش امتیازدهی

#### ۱-۳-۵-۲- ارزیابی تفصیلی

ارزیابی تفصیلی تجهیزات با توجه به نوع تجهیز به یکی از روش‌های ذیل یا ترکیبی از آنها صورت می‌پذیرد.

- ارزیابی لرزه‌ای با استفاده از سرند
- ارزیابی لرزه‌ای با استفاده از طیف آسیب‌پذیری لرزه‌ای
- ارزیابی لرزه‌ای با استفاده از مدلسازی و تحلیل عددی سازه





روند نمای (۱-۱): نحوه رجوع به دستورالعمل ارزیابی لوزه ای تاسیسات نیروگاه ها



## ۱-۶- سطوح عملکرد و ترازهای خطر لرزه‌ای

### ۱-۶-۱- تعیین اهمیت نیروگاه در شبکه و تعیین اهمیت سامانه‌ها در نیروگاه

- مطابق ضوابط این دستورالعمل نیروگاه‌ها در دو طبقه "بحرانی" و "غیربحرانی" قرار می‌گیرند.
- تعیین اهمیت نیروگاه با توجه به معیارهای زیر توسط کارفرما و یا به پیشنهاد مشاور و تایید کارفرما انجام می‌گیرد.
- به طور کلی نیروگاه‌هایی که فقدان آنها موجب اختلال جدی در تامین برق شبکه و در نتیجه افزایش خسارات جانی و اقتصادی ناشی از بروز زلزله می‌گردد، در طبقه "بحرانی" قرار می‌گیرند.
  - نیروگاه‌هایی که فقدان آنها به‌طور موقت، قابل جبران توسط شبکه باشد، در طبقه "غیربحرانی" جای می‌گیرند.

جدول (۱-۱): طبقه بندی نیروگاه در شبکه برق

تعریف	اهمیت نیروگاه در شبکه
نیروگاهی که فقدان آن موجب بروز اختلال جدی در شبکه می‌گردد.	بحرانی (اصلی)
نیروگاهی که فقدان آن بصورت موقت قابل جبران توسط شبکه می‌باشد و موجب بروز اختلال جدی در شبکه نمی‌گردد.	غیر بحرانی (کمکی)

صرفنظر از "بحرانی" یا "غیر بحرانی" بودن نیروگاه، سامانه‌های آن در سه طبقه "بحرانی" "غیربحرانی" و "عادی" مطابق جدول (۲-۱) طبقه‌بندی می‌شوند.

برای راهنمایی کاربران مواردی از طبقه بندی سامانه‌های نیروگاه در پیوست ششم ارائه شده است.



جدول (۲-۱): طبقه بندی سامانه‌های واحد نیروگاه

تعریف	نوع سامانه
سامانه‌هایی که فقدان آنها موجب قطع تولید برق واحد و یا بهره‌برداری از آن می‌شود.	بحرانی
سامانه‌هایی که فقدان آنها در فرآیند تولید یا بهره‌برداری قابل تحمل می‌باشد و یا به سرعت بدون تاثیر بر فرآیند تولید و بهره‌برداری تعمیر یا تعویض می‌شوند.	غیربحرانی
سامانه‌هایی که تاثیر مستقیم در فرآیند تولید برق یا بهره‌برداری از آن در واحد نیروگاه ندارند.	عادی

اهمیت نسبی سامانه‌های نیروگاه، با توجه به اهمیت نیروگاه در شبکه و اهمیت سامانه‌ها در نیروگاه مطابق جدول (۳-۱) در سه طبقه مختلف به کمک شاخص  $I_1$ ،  $I_2$  و  $I_3$  مشخص می‌گردد.

جدول (۳-۱): اهمیت نسبی سامانه‌های نیروگاه

سامانه نیروگاه	بحرانی	غیر بحرانی	عادی
بحرانی	$I_1$	$I_2$	$I_3$
غیر بحرانی	$I_2$	$I_3$	$I_3$

تقسیم‌بندی جدول (۳-۱) شامل زیر سامانه‌ها نیز می‌باشد.

### ۱-۶-۲- سطوح عملکرد تاسیسات نیروگاه در مقابل زلزله

دو سطح عملکرد در مقابل زلزله برای تاسیسات تعریف می‌گردد.



۱. ایمنی بهره‌برداری

۲. ایمنی طرح

سطح عملکرد "ایمنی بهره‌برداری" فقط مربوط به ساختمان‌ها بوده و در آن رفتار قابل قبول برای ساختمان طبق استاندارد ۲۸۰۰ تعریف می‌شود. سطح عملکرد "ایمنی طرح" برای ساختمان‌ها معادل سطح عملکرد "ایمنی جانی" در "نشریه ۳۶۰" و برای تجهیزات نیروگاه به مفهوم وقفه در بهره‌برداری از آنها ولی بدون سقوط، آتش‌سوزی یا انفجار می‌باشد.

### ۱-۶-۳- سطوح خطر لرزه‌ای

سطوح خطر لرزه‌ای مربوط به سطوح عملکرد مختلف بستگی به اهمیت نسبی سامانه‌ها در داخل نیروگاه دارد که در جدول (۴-۱) نشان داده شده است.

اعداد مربوط به احتمال فراگذشت در ستون I<sub>۳</sub> از جدول (۴-۱) به ترتیب از بالا به پایین معادل "لرزه بهره‌برداری" و "لرزه طرح" در استاندارد ۲۸۰۰ می‌باشند.

جدول (۴-۱): سطوح خطر لرزه‌ای

I <sub>۳</sub>	I <sub>۲</sub>	I <sub>۱</sub>	اهمیت نسبی سامانه‌ها
			سطح عملکرد
احتمال فراگذشت در ۵۰ سال	احتمال فراگذشت در ۵۰ سال	احتمال فراگذشت در ۵۰ سال	ایمنی بهره‌برداری
۰/۹۹۵	۰/۵۰	۰/۲۵	ایمنی طرح
۰/۱۰	۰/۰۵	۰/۰۲۵	

در نیروگاه‌های غیربحرانی می‌توان از طیف طرح استاندارد ۲۸۰۰ برای ستون I<sub>۳</sub> در جدول (۴-۱) استفاده نمود و در سایر موارد تحلیل خطر مربوط به سطح خطر جدول (۴-۱) باید با مطالعات ساختگاهی انجام شود.



## ۱-۷- مراجع

۱. " معیارهای قابلیت اطمینان و تحلیل خطر لرزه ای دستورالعمل (اصلاحی توسط نظرات کمیته راهبری)" ، تهیه دستورالعمل ارزیابی آسیب پذیری لرزه ای سازه ها و تاسیسات صنعت برق در سه بخش تولید، انتقال و توزیع، سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، مرکز تکنولوژی نیرو (شرکت متن) - بخش سازه های صنعتی.
۲. " دستورالعمل بهسازی لرزه ای ساختمان های موجود (نشریه شماره ۳۶۰)" ، سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، ۱۳۸۵.
۳. " آیین نامه طراحی ساختمانها در برابر زلزله (استاندارد ۲۸۰۰)" ، مجموعه استانداردها و آیین نامه های ساختمانی ایران، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ویرایش سوم.



# فصل ۲

---

---

## روش‌های ارزیابی لرزه‌ای

## نیروگاه‌ها





[omoorepeyman.ir](http://omoorepeyman.ir)

## ۲-۱ - ملاحظات کلی

ارزیابی لرزه‌ای تاسیسات نیروگاه‌ها مطابق ضوابط این دستورالعمل پس از تعیین اهمیت نیروگاه در شبکه و اهمیت سامانه‌ها در نیروگاه به طور کلی در دو مرحله "ارزیابی اولیه" و "ارزیابی تفصیلی" صورت می‌پذیرد. منظور از انجام "ارزیابی اولیه" شناخت سریع و کم هزینه سامانه‌هایی است که نیاز به مطالعات دقیق‌تری ندارند. در شرایطی که "ارزیابی اولیه" به نتیجه قابل اطمینان و قطعی منجر نشود، سامانه‌های مورد بررسی طی "ارزیابی تفصیلی" با استفاده از محاسبات و بررسی‌های دقیق‌تری مورد مطالعه قرار خواهند گرفت. کاربر می‌تواند بنابه صلاحدید خود و شرایط موجود از انجام "ارزیابی اولیه" صرفنظر نماید.

ارزیابی تفصیلی سامانه‌های نیروگاه‌ها با استفاده از یک یا ترکیبی از روشهای ذیل صورت می‌گیرد.

- ارزیابی لرزه‌ای با استفاده از سرندها

- ارزیابی لرزه‌ای با استفاده از طیف آسیب‌پذیری

- ارزیابی لرزه‌ای با استفاده از مدل‌سازی و تحلیل عددی سازه

در صورت رعایت مبانی و الزامات این دستورالعمل، کاربر می‌تواند از روش‌هایی متفاوت با روش‌های این دستورالعمل برحسب شرایط استفاده نماید.

نتایج ارزیابی اولیه باید به صورت گزارشی حاوی فهرست "سامانه‌های آسیب‌پذیر" "سامانه‌های غیر آسیب‌پذیر"، "سامانه‌های غیر آسیب‌پذیر مشروط" و "سامانه‌های نیازمند ارزیابی تفصیلی"، ارائه گردد.

علاوه بر این، روشی برای ارزیابی کلی نیروگاه به روش امتیازدهی در پیوست (۳) آورده شده است.

## ۲-۲ - جمع‌آوری اطلاعات

جمع‌آوری اطلاعات برای ارزیابی لرزه‌ای نیروگاه‌ها در ۳ مرحله انجام می‌پذیرد:

**مرحله ۱ - جمع‌آوری اسناد و مدارک طراحی و بهره‌برداری**

**مرحله ۲ - بازرسی عینی و استخراج اشکالات مشهود موثر**

**مرحله ۳ - انجام آزمایشات مصالح و خاک و مطالعات تحلیل خطر**

ضوابط مربوط به مطالعات فوق در بندهای ۲-۲-۱ الی ۲-۲-۳ ذکر شده است.

## ۲-۲-۱ - جمع‌آوری اسناد و مدارک طراحی و بهره‌برداری

در ابتدای مطالعات ارزیابی لرزه‌ای، باید اسناد و مدارک سازه‌ای تاسیسات نیروگاه، شامل ساختمان‌ها، سازه‌های غیرساختمانی و تجهیزات، تا حد امکان جمع‌آوری شده و مورد بررسی دقیق قرار گیرد. همچنین نقشه‌های اجرایی باید با آنچه که اجرا شده مطابقت داده شده و در صورت لزوم به روز شوند. جمع‌آوری اطلاعات مربوط به تغییرات و تعمیرات احتمالی و حوادث اثرگذار بر تاسیسات نیروگاه نیز ضروری می‌باشد.

اطلاعات آزمایشات مصالح و خاک و نیز مطالعات تحلیل خطر باید تا حد امکان گردآوری و بررسی شوند.



### ۲-۲-۲- بازرسی عینی و استخراج اشکالات مشهود و موثر

در این مرحله از جمع‌آوری اطلاعات، مطالعات و بررسی به منظور ثبت اشکالات مشهود و موثری که ضعف مشخص و واضحی در رفتار لرزه‌ای تاسیسات نیروگاه ایجاد نماید، انجام می‌گیرد. مقایسه نقشه‌های اجرایی، چون ساخت و نصب با وضعیت موجود تاسیسات در این مرحله الزامی است.

### ۲-۲-۳- انجام آزمایشات مصالح و خاک و مطالعات تحلیل خطر

این مرحله از جمع‌آوری اطلاعات در صورتی که بررسی‌های بند (۲-۲-۱) کفایت مدارک و اسناد و اطلاعات موجود به تشخیص مهندس مشاور جهت ارزیابی اولیه یا تفصیلی را تایید ننماید، باید پس از تصویب کارفرما انجام شود. در جدول (۲-۱) شرایطی که انجام آزمایشات مصالح یا خاک را لازم می‌دارد و سطح این آزمایشات ذکر شده است. تعریف آزمایشات متعارف و جامع برای ساختمان‌ها طبق نشریه ۳۶۰ می‌باشد. در این دستورالعمل در مورد سازه‌های غیرساختمانی و تجهیزات تعریف مشخصی برای آزمایشات فوق ارائه نمی‌شود و سطح آزمایشات مورد نیاز در این موارد باید به تشخیص مهندس مشاور و با تصویب کارفرما تعیین گردد. در مورد شرایط مطالعات تحلیل خطر به جدول (۱-۴) و توضیحات ذیل آن مراجعه گردد.

جدول (۲-۱) آزمایشات مورد نیاز مصالح و خاک

نوع نیروگاه	اهمیت نسبی سامانه	اطلاعات مصالح و خاک	سطح آزمایشات لازم برای مصالح و خاک
بحرانی	I <sub>1</sub>	موجود است	متعارف
		موجود نیست	جامع
	I <sub>2</sub> و I <sub>3</sub>	موجود است	-
موجود نیست		متعارف	
غیربحرانی	I <sub>2</sub>	موجود است	-
		موجود نیست	متعارف
	I <sub>3</sub>	موجود است	-
		موجود نیست	متعارف

### ۲-۳- ارزیابی لرزه‌ای ساختمان‌های نیروگاه

ارزیابی لرزه‌ای ساختمان‌های نیروگاه در دو مرحله "ارزیابی اولیه" و "ارزیابی تفصیلی" صورت می‌پذیرد. مطابق ضوابط این دستورالعمل ساختمان‌های نیروگاه در دو سطح عملکرد "ایمنی بهره‌برداری" و "ایمنی طرح" متناظر با سه تراز خطر لرزه‌ای مطابق جدول (۱-۴) مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. ارزیابی اولیه ساختمان‌های نیروگاه طبق نشریه شماره ۳۶۴ انجام می‌گیرد. ارزیابی تفصیلی ساختمان‌هایی که در ارزیابی اولیه لزوم ارزیابی تفصیلی آن اعلام شده است باید در دو سطح بهره‌برداری و طرح انجام شود. ارزیابی ساختمان در سطح عملکرد ایمنی بهره‌برداری تحت

سطوح خطر مندرج در جدول (۴-۱) طبق ضوابط استاندارد ۲۸۰۰ مربوط به کنترل ساختمان تحت اثر زلزله سطح بهره‌برداری انجام می‌شود. ارزیابی ساختمان در سطح عملکرد ایمنی طرح تحت سطوح خطر ذکر شده در جدول (۴-۱) باید طبق ضوابط نشریه ۳۶۰ مربوط به سطح عملکرد ایمنی جانی انجام گیرد.

ارزیابی لرزه‌ای اجزای معماری و تجهیزات داخلی ساختمان‌ها می‌تواند طبق ضوابط فصل (۴) این دستورالعمل یا فصل (۹) نشریه ۳۶۰ انجام شود.

## ۲-۴- ارزیابی لرزه‌ای سازه‌های غیرساختمانی نیروگاه‌ها

به طور کلی ارزیابی لرزه‌ای سازه‌های غیرساختمانی نیروگاه‌ها در دو مرحله "ارزیابی اولیه" و "ارزیابی تفصیلی" صورت می‌پذیرد. سازه‌های غیرساختمانی نیروگاه‌ها شامل دودکش، برج خنک‌کن، فونداسیون توربوژنراتور، سازه بویلر، مخازن و نظایر آن می‌باشد.

### ۲-۴-۱- ارزیابی اولیه

نتایج ارزیابی اولیه باید بصورت گزارشی حاوی فهرست "سازه‌های آسیب‌پذیر" "سازه‌های غیرآسیب‌پذیر"، "سازه‌های غیرآسیب‌پذیر مشروط" و "سازه‌های نیازمند ارزیابی تفصیلی" ارائه گردد. سازه‌هایی در فهرست "سازه‌های غیرآسیب‌پذیر مشروط" قرار می‌گیرند که با فرض برطرف نمودن اشکالات مشهود و موثر، غیرآسیب‌پذیر ارزیابی گردند.

### ۲-۴-۱-۱- مرور مدارک طراحی

با استفاده از مدارک طراحی به روز شده طبق بند (۲-۲)، اگر بتوان نشان داد که طراحی اولیه سازه مقتضیات ضوابط لرزه‌ای آخرین ویرایش آیین‌نامه طراحی را برآورده می‌نماید، سازه غیرآسیب‌پذیر ارزیابی می‌گردد.

### ۲-۴-۱-۲- کنترل مواردی که ارزیابی تفصیلی برای آنها لازم نیست

فونداسیون توربوژنراتور، سازه بویلر، برج‌های خنک‌کننده خرپایی فلزی و دودکش‌های خرپایی فلزی نیازی به ارزیابی تفصیلی ندارند و به عنوان نتیجه ارزیابی لرزه‌ای، مشاور تنها باید نواقص مشهود و موثر براساس اطلاعات بدست آمده از بند (۲-۲) را با استفاده از بازرسی عینی گزارش نماید تا در مرحله بهسازی لرزه‌ای مورد اصلاح و بهسازی قرار گیرند. بنابراین این سازه‌ها "غیرآسیب‌پذیر" یا "غیرآسیب‌پذیر مشروط" خواهند بود.

انجام ارزیابی تفصیلی برای کسب اطمینان بیشتر علیرغم توصیه این بند منوط به درخواست مشاور و تصویب کارفرما خواهد بود.

### ۲-۴-۲- ارزیابی تفصیلی

ارزیابی تفصیلی در مورد سازه‌هایی که در ارزیابی اولیه نیازمند "ارزیابی تفصیلی" تشخیص داده می‌شوند، صورت می‌پذیرد. ارزیابی تفصیلی سازه‌های غیرساختمانی نیروگاه‌ها با استفاده از "مدلسازی و تحلیل عددی سازه" و مقایسه نیازهای لرزه‌ای با ظرفیت براساس معیارهای این دستورالعمل و در موارد تشابه بر اساس "نشریه ۳۶۰" صورت می‌پذیرد. به طور خاص برای سه مورد از سازه‌های غیرساختمانی متداول‌تر، ضوابط این دستورالعمل لازم الاجراست. در جدول (۲-۲) فصول مربوط به ارزیابی تفصیلی این سازه‌ها ارائه گردیده است.



جدول (۲-۲): سازه‌های غیر ساختمانی خاص و ارزیابی لوزه‌ای آنها

سازه‌های غیر ساختمانی		
ارجاع	روش ارزیابی	نام تجهیزات
فصل ۵	تحلیل عددی سازه	مخازن
فصل ۹	تحلیل عددی سازه	دودکش‌ها
فصل ۱۰	تحلیل عددی سازه	برج‌های خنک کننده

سطح عملکرد مورد استفاده در ارزیابی لوزه‌ای تفصیلی سازه‌های غیر ساختمانی "ایمنی طرح" طبق جدول (۱-۴) می‌باشد. در موارد تشابه سازه‌ای، هرگاه ممکن باشد از ضوابط تکمیلی نشریه ۳۶۰ برای ارزیابی یک سازه غیر ساختمانی استفاده شود، از مقادیر مربوط به سطح عملکرد ایمنی جانی ساختمان‌ها استفاده گردد.

## ۲-۵- ارزیابی لوزه‌ای تجهیزات نیروگاه‌ها

ارزیابی لوزه‌ای تجهیزات نیروگاه‌ها در دو مرحله "ارزیابی اولیه" و "ارزیابی تفصیلی" صورت می‌پذیرد. هر تجهیز به عنوان سامانه و هم زیر سامانه بر حسب کاربرد، می‌تواند در نظر گرفته شود.



جدول (۲-۳): فهرست سامانه‌های مکانیکی و الکتریکی نیروگاه

سامانه	برگه امتیاز	گروه بندی
پانل MCC	EL-01	تجهیزات الکتریکی
سوئیچگیر (کلید زنی)	EL-02	تجهیزات الکتریکی
ترانسفورمر	EL-03	سامانه‌های الکتریکی
پانل کنترل	EL-04	سامانه‌های الکتریکی
پانل توزیع	EL-05	سامانه‌های الکتریکی
قفسه باتری	EL-06	سامانه‌های الکتریکی
باطری شارژر	EL-07	سامانه‌های الکتریکی
ژنراتور	EL-08	سامانه‌های الکتریکی
پمپ	MN-01	تجهیزات مکانیکی
شیر	MN-02	تجهیزات مکانیکی
کمپرسور	MN-03	تجهیزات مکانیکی
برج خنک کننده	MN-04	تجهیزات مکانیکی
بویلر	MN-05	تجهیزات مکانیکی
مخزن (بر روی پایه)	TK-01	مخازن
مخزن (افقی)	TK-02	مخازن
مبدل حرارتی	TK-02	مخازن
مخزن (قائم، مهار شده)	TK-03	مخازن
بشکه	TK-04	مخازن
مخزن (قائم، مهار نشده)	TK-05	مخازن
لوله کشی (بالای سطح زمین)	DS-01	سامانه‌های توزیع
لوله کشی (مدفون)	DS-02	سامانه‌های توزیع
کانال، کابل، سینی کابل و هدایت کننده	DS-03	سامانه‌های توزیع
ادوات کشف و اعلام حریق	FP-01	تجهیزات حفاظت در برابر آتش
ادوات اطفاء حریق	FP-02	تجهیزات حفاظت در برابر آتش
لوله‌های اطفای حریق (شامل نازل آبپاش)	FP-03	تجهیزات حفاظت در برابر آتش
فن	HV-01	تجهیزات HVAC
هوا ساز	HV-02	تجهیزات HVAC
چیلر	HV-03	تجهیزات HVAC
تجهیزات برق رسانی	ME-01	تجهیزات متفرقه الکتریکی
روشنایی	ME-02	تجهیزات متفرقه الکتریکی
کف‌های دسترسی	MB-01	تجهیزات متفرقه ساختمانی و اداری
سقف‌های کاذب و ملحقات	MB-01	تجهیزات متفرقه ساختمانی و اداری
بالابر و ملحقات	MB-02	تجهیزات متفرقه ساختمانی و اداری
تجهیزات کنترل ارتباطات	MC-01	تجهیزات متفرقه ساختمانی و اداری
رایانه	MC-01	تجهیزات متفرقه ساختمانی و اداری
قفسه‌ها	MC-02	تجهیزات متفرقه ساختمانی و اداری
کابل و تجهیزات ورودی تأسیسات	TC-01	تجهیزات ارتباطی راه دور
ارتباطات	TC-02	تجهیزات ارتباطی راه دور
تأسیسات آب و برق و گاز خارج از محوطه	OS-01	سامانه‌های خارج محوطه



## ۲-۵-۱- ارزیابی اولیه

ارزیابی اولیه تجهیزات نیروگاه باید به روش "مرور مدارک طراحی" طبق بند (۲-۵-۱-۱) انجام شود. در صورت عدم کفایت مدارک طراحی موجود، برای تجهیزاتی که فهرست آنها در جدول (۲-۳) آمده است، ارزیابی اولیه باید به روش امتیازدهی صورت پذیرد. در مورد سایر تجهیزات، می توان برگه امتیازدهی لازم را طبق یک روش معتبر مثلاً روش ذکر شده در پیوست (۴) تولید نمود. در غیر اینصورت می توان از ارزیابی اولیه تجهیزات مربوطه صرفنظر نموده و آنها را مورد ارزیابی تفصیلی قرار داد.

نتایج ارزیابی اولیه باید بصورت گزارشی حاوی فهرست "تجهیزات آسیب پذیر"، "تجهیزات غیرآسیب پذیر"، "تجهیزات غیرآسیب پذیر مشروط" و "تجهیزات نیازمند ارزیابی تفصیلی" ارائه گردد.

تجهیزاتی در فهرست "تجهیزات غیرآسیب پذیر مشروط" قرار می گیرند که با فرض برطرف نمودن اشکالات مشهود و موثر طبق بند (۲-۳) "غیرآسیب پذیر" ارزیابی گردند.

## ۲-۵-۱-۱- مرور مدارک طراحی

با استفاده از مدارک طراحی به روز شده طبق بند (۲-۲)، اگر بتوان نشان داد که طراحی اولیه سازه مقتضیات ضوابط لوزه ای آخرین ویرایش آیین نامه طراحی را برآورده می نماید، تجهیز غیرآسیب پذیر ارزیابی می گردد.

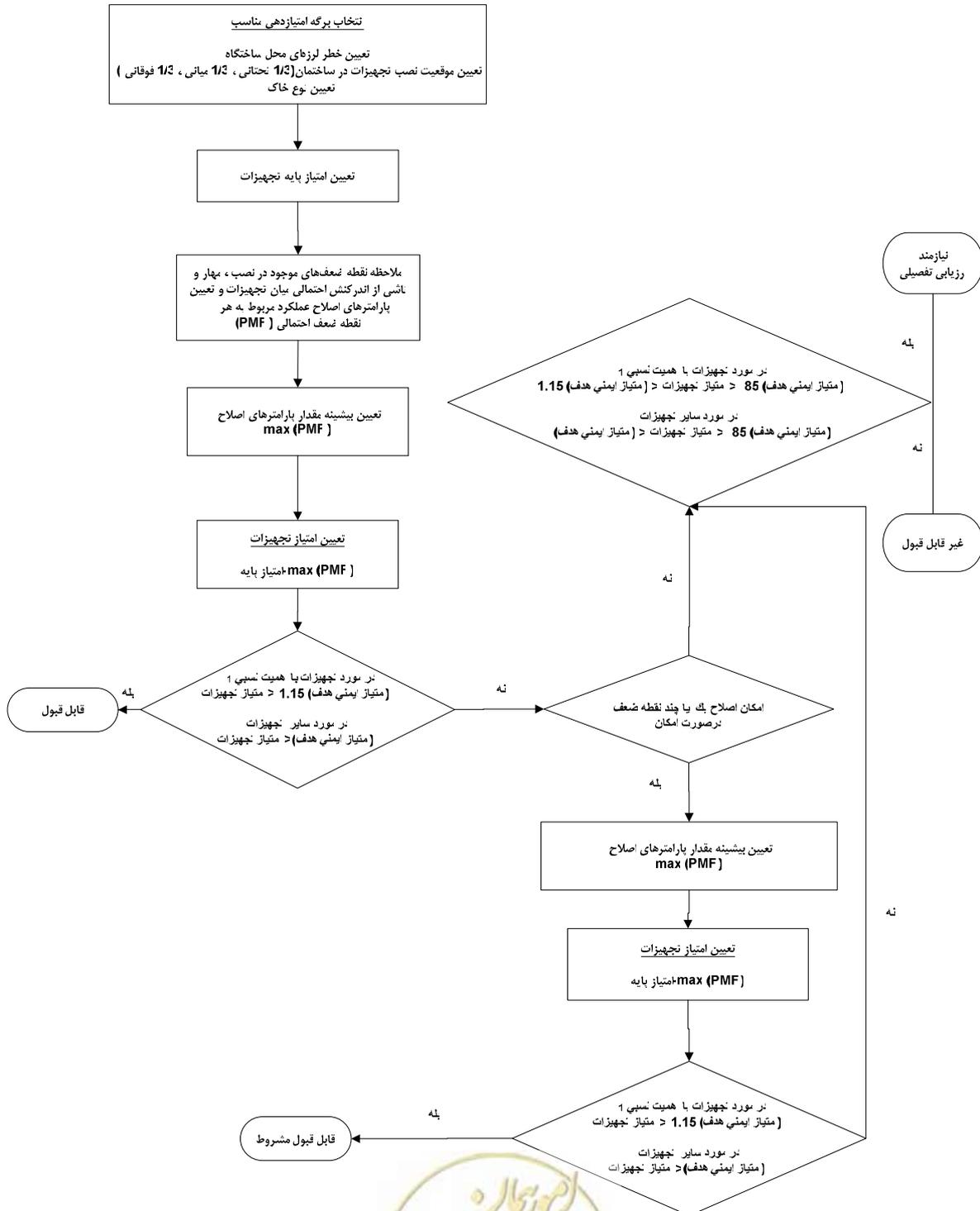
## ۲-۵-۱-۲- روش امتیازدهی

با توجه به ضوابط بند (۲-۵-۱) در صورتی که ارزیابی اولیه با رویکرد "مرور مدارک طراحی" قابل انجام نباشد، برای تجهیزات مندرج در جدول (۲-۳) ارزیابی اولیه باید به روش "امتیازدهی" انجام شود.

در روند نمای (۲-۱) چگونگی ارزیابی اولیه تجهیزات به روش امتیازدهی نشان داده شده است.

روش امتیازدهی مبتنی بر تعیین امتیاز تجهیزات و مقایسه آن با امتیاز ایمنی هدف با توجه به اهمیت نسبی تجهیزات می باشد.





روندنامی (۱-۲): روند ارزیابی اولیه تجهیزات به روش امتیازدهی



### ۲-۵-۱-۲-۱- انتخاب برگه امتیاز دهی تجهیزات

برگه امتیاز دهی مناسب از مجموعه برگه امتیازدهی ارائه شده در پیوست (۲) انتخاب می گردد. فهرست برگه ها در جدول (۲-۳) نشان داده شده است.

با توجه به اینکه برگه امتیازدهی ممکن است با تجهیزات موجود در سامانه مورد نظر همخوانی کامل نداشته باشد، انتخاب بهترین گزینه برای برگه امتیازدهی نیازمند ملاحظه موارد ذیل می باشد:

۱- بطور کلی برگه امتیازدهی در صورتی مناسب تجهیزات مورد نظر می باشد که خصوصیات و رفتار مکانیکی و دینامیکی تجهیزاتی که برگه مربوط به آن است تقریباً مشابه تجهیزات مورد نظر باشد. این خصوصیات شامل ساختار کلی، مهاربندی، توزیع جرم، ابعاد کلی و نسبت شکل کلی (نسبت عرض به ارتفاع) می باشد. معمولاً همه تجهیزات از یک نوع (مثلاً ترانسفورمر) دارای امتیاز پایه حدوداً یکسانی می باشد. اختلاف میان امتیاز پایه تجهیزات در بدترین و بهترین شرایط فوق را نباید از یک واحد بزرگتر در نظر گرفت.

۲- تفاوت میان تجهیزات مورد نظر و تجهیزاتی که برگه مربوط به آنست از جمله حساسیت در مقابل تغییر شکل و ارتعاش و نحوه و کیفیت مهار باید مورد ملاحظه قرار گیرد.

۳- در صورت استفاده از برگه امتیازدهی متفاوتی نسبت به تجهیزات در نظر گرفته شده، کاربر باید قادر به انتخاب پارامتر اصلاح عملکرد مناسب مطابق بند (۲-۵-۱-۳) باشد.

۴- در صورت فقدان برگه امتیازدهی مناسب برای تجهیزات مورد نظر، کاربر مجاز است که با استفاده از راهنمایی های پیوست (۴) به برآوردی از امتیاز تجهیزات دست یابد و از آن، جهت ارزیابی لرزه ای تجهیزات مورد نظر استفاده نماید.

### ۲-۵-۱-۲-۲- تعیین امتیاز پایه

امتیاز پایه تجهیزات نشان دهنده ایمنی لرزه ای تجهیزات در شرایط نصب مناسب، مهار مناسب و فقدان ضعف های ناشی از اندرکنش و نظایر آن می باشد.

در هر یک از برگه های امتیازدهی دو جدول وجود دارد. از جدول اول شاخص پاسخ بصورت یکی از حروف A تا F با توجه به خطر لرزه ای ساختگاه مطابق پهنه بندی استاندارد ۲۸۰۰ و تراز محل نصب تجهیزات انتخاب می گردد. به طور کلی نوع خاک ساختگاه تاثیری بر شاخص پاسخ ندارد مگر در شرایطی که خاک ساختگاه از نوع IV (طبق ضوابط استاندارد ۲۸۰۰) باشد که در این صورت حرف نشان دهنده شاخص پاسخ به حرف بعدی (مثلاً A به B) تغییر می یابد. سپس در جدول دوم امتیاز پایه بر اساس شاخص پاسخ تعیین می شود. از این امتیاز باید "بزرگترین پارامتر اصلاح عملکرد قابل کاربرد" (۲-۵-۱-۳) کاسته شود تا امتیاز تجهیزات تعیین گردد.

اثر تشدید حرکات لرزه ای زمین در ارتفاع سازه تکیه گاهی در تعیین امتیاز پایه تجهیزات به صورت ذیل در نظر گرفته می شود.

موقعیت تجهیزات روی سازه تکیه گاهی به نسبت ارتفاع سازه به صورت  $\frac{1}{3}$  تحتانی  $\frac{1}{3}$  میانی و  $\frac{1}{3}$  فوقانی سنجیده می شود. ارتفاع سازه باید از تراز پایه تا بلندترین نقطه آن در نظر گرفته شود.

تجهیزاتی که بر روی زمین نصب می شوند، به طور کلی در ستون مربوط به محدوده  $\frac{1}{3}$  تحتانی در جداول امتیازدهی در نظر گرفته می شوند.

در صورتی که سختی سازه تکیه گاهی به اندازه کافی زیاد باشد که بتوان آن را صلب در نظر گرفت (ثابته  $T \leq 0.6$ )، موقعیت تجهیزات در  $\frac{1}{3}$  تحتانی در نظر گرفته می شود.



### ۲-۵-۱-۲-۳- تعیین پارامترهای اصلاح عملکرد<sup>۱</sup> (PMF)

پارامترهای اصلاح عملکرد جهت ملاحظه ضعف‌های احتمالی شامل نحوه نصب، مهار نامناسب، اندرکنش تجهیزات، وجود تردید در مناسب بودن برگه امتیازدهی انتخاب شده و نظایر آن و اثر آنها بر امتیاز تجهیزات در نظر گرفته می‌شود. برای این کار ابتدا کلیه پارامترهای اصلاح قابل اعمال با استفاده از اطلاعات مندرج در برگه‌های امتیازدهی استخراج می‌شوند و سپس بیشینه مقدار بدست آمده برای پارامترهای اصلاح عملکرد جهت استخراج امتیاز تجهیزات مورد استفاده قرار می‌گیرد.

رهنمودهایی در برگه امتیازدهی جهت تخصیص پارامترهای اصلاح ارائه گردیده است. در صورت وجود تردید در اعمال یک پارامتر اصلاح خاص، کاربر باید تا زمان قطعی شدن موضوع، آن پارامتر اصلاح را مورد استفاده قرار دهد.

در صورت ملاحظه تدابیری که منجر به از میان رفتن ضعف مربوط به پارامتر اصلاح بیشینه گردد، پارامتر اصلاح مورد استفاده، بیشینه پارامترهای اصلاح باقیمانده خواهد بود.

در صورت کمبود اطلاعات به دلیل عدم دسترسی، کمبود نقشه یا دلایل دیگر، کاربر باید محافظه کارانه‌ترین فرض را در مورد تعیین پارامتر اصلاح قابل کاربرد انجام دهد. توجیه این فرض محافظه کارانه باید در برگه امتیازدهی ذکر شود تا امکان ارزیابی مجدد پارامترهای اصلاح با استفاده از اطلاعات دقیق‌تر، در صورت نیاز، باشد.

پارامترهای اصلاح که در مرحله ارزیابی تعیین می‌شوند می‌توانند بنا به تدابیر اصلاحی برای تجهیزات مربوطه، تغییر نموده و یا مورد صرف نظر قرار گیرند. کلیه فرضیات، محاسبات و مدارکی که تغییر پارامترهای اصلاحی را توجیه می‌نمایند باید منضم به گزارش باشد.

در برگه‌های امتیازدهی، یک پارامتر اصلاح با عنوان "موارد دیگر" بدون توصیف و مقدار، جهت احتیاط مشخص شده است. چون ملاحظه همه شرایط ممکن با پارامترهای اصلاح معنی‌دار امکان‌پذیر نمی‌باشد، کاربر باید قضاوت خود را جهت تعیین وزن هر کدام از موارد و تعیین مقدار متناسب با آن به کار گیرد.

### ۲-۵-۱-۲-۴- تعیین امتیاز تجهیزات

امتیاز تجهیزات که مبنای ارزیابی تجهیزات به روش امتیازدهی است از تفاضل "امتیاز پایه" (۲-۴-۱-۱-۲) و "بزرگترین پارامتر اصلاح عملکرد قابل کاربرد" (۲-۵-۱-۲-۳) تعیین می‌گردد.

### ۲-۵-۱-۲-۵- مقایسه امتیاز تجهیزات با امتیاز ایمنی هدف و تعیین تجهیزات نیازمند ارزیابی تفصیلی

در این مرحله امتیاز تجهیزات با امتیاز ایمنی هدف مقایسه می‌گردد که در جدول (۲-۴) به صورت تابعی از اهمیت نسبی تجهیزات که سامانه مورد نظر را تشکیل می‌دهند، ارائه گردیده است.

تجهیزاتی که امتیاز آنها از امتیاز ایمنی هدف کمتر نباشد "غیر آسیب‌پذیر" ارزیابی می‌گردند. در صورتی که امتیاز تجهیزات حداکثر تا ۱۵٪ کمتر از امتیاز ایمنی هدف باشد، باید به روش تفصیلی مورد ارزیابی قرار گیرد. در مورد تجهیزات با اهمیت نسبی  $I_1$  در صورتی که امتیاز آنها تا ۱۵٪ بزرگتر از امتیاز ایمنی هدف باشد نیز باید طبق بند (۲-۵-۲) به روش تفصیلی مورد ارزیابی قرار گیرند. تجهیزاتی که امتیاز آنها کمتر از ۸۵٪ امتیاز ایمنی هدف باشد، "آسیب‌پذیر" ارزیابی می‌شوند.



جدول (۲-۴): معیارهای پذیرش تجهیزات نیروگاه به روش امتیازدهی

اهمیت نسبی سامانه	امتیاز ایمنی هدف
I <sub>۱</sub>	۳/۵
I <sub>۲</sub>	۳/۰
I <sub>۳</sub>	۲/۵

## ۲-۵-۲- ارزیابی تفصیلی

هدف از ارزیابی تفصیلی تجهیزات نیروگاه‌ها، بررسی دقیق‌تر تجهیزاتی است که آسیب‌پذیری آنها به طور قطعی با ارزیابی "اولیه" به اثبات نرسیده باشد و یا امکان انجام ارزیابی اولیه آنها بدلیل فقدان مدارک طراحی، برگ امتیازدهی مناسب و غیره مطابق بند (۲-۵-۱) وجود نداشته باشد.

ارزیابی تفصیلی تجهیزات شامل سه روش "استفاده از طیف آسیب‌پذیری"، "استفاده از سرند" و "مدلسازی و تحلیل‌های عددی سازه" می‌باشد.

تجهیزاتی که قابل ارزیابی با استفاده از طیف آسیب‌پذیری هستند در جدول (۲-۵) فهرست گردیده‌اند. جزئیات روش فوق در بند (۲-۵-۲) و توضیحات تکمیلی در پیوست (۵) ارائه گردیده است.

علاوه بر این سامانه لوله‌کشی و کانال به روش سرند طبق بند (۲-۵-۲) و فصول ۶ و ۷ و سامانه هدایت‌کننده به روش توام سرند و طیف آسیب‌پذیری طبق بندهای (۲-۵-۲)، (۲-۲-۵-۲) و فصل ۸ ارزیابی می‌گردد.

تجهیزاتی که جزء موارد فوق نبوده و از نظر مشخصات دینامیکی با آنها متفاوت باشند را می‌توان با استفاده از مدلسازی و تحلیل عددی سازه طبق بند (۲-۵-۲) ارزیابی نمود.

مطابق ضوابط این دستورالعمل تجهیزات نیروگاه‌ها تنها در سطح عملکرد "ایمنی طرح" متناظر با تراز خطر لوزه‌ای مربوطه مطابق جدول (۱-۴) مورد ارزیابی قرار می‌گیرند.



جدول (۲-۵): فهرست تجهیزات مکانیکی و الکتریکی و روش مورد استفاده برای ارزیابی لوزه ای آنها

تجهیزات مکانیکی و الکتریکی		
تجهیزات الکتریکی		
ارجاع	روش ارزیابی	نام تجهیزات
پیوست ۵	استفاده از طیف آسیب‌پذیری	باتری‌های و قفسه های نگهدارنده آنها
		پانل های MCC
		پانل‌های کلید زنی ولتاژ پایین
		پانل های کلید زنی ولتاژ متوسط
		پانل‌های توزیع
		ترانسفورمرها
		باتری شارژرها و معکوس کننده ها
		ابزار دقیق و پانل کنترل
		دستگاه‌ها و ابزار دقیق در قفسه‌ها
		حسگرهای حرارتی
تجهیزات مکانیکی		
پیوست ۵	استفاده از طیف آسیب‌پذیری	شیرهای کنترل شونده توسط سیال
		شیرهای کنترل شونده توسط مغناطیس
		پمپ‌های افقی
		پمپ‌های عمودی
		چیلرها
		کمپرسورهای هوا
		موتور - ژنراتور
		موتور احتراقی - ژنراتورها
		هواسازها
		فن ها
سامانه توزیع مکانیکی و الکتریکی		
فصل ۶	استفاده از سرند	لوله کشی
فصل ۷	استفاده از سرند	کانال‌ها
فصل ۸	استفاده از سرند و طیف‌های آسیب‌پذیری	هدایت کننده‌ها



### ۲-۵-۲-۱- ارزیابی لرزه ای با استفاده از سرندها

ارزیابی با استفاده از سرندها، بر مبنای تحلیل و بررسی ویژگی ها و مشخصه هایی از تجهیزات متمرکز است که در طی زلزله های گذشته مسبب آسیب پذیری تجهیزات شناخته شده اند. تجهیزاتی که در این دستورالعمل با استفاده از سرندها مورد ارزیابی قرار می گیرند در جدول (۲-۵) معرفی شده اند.

### ۲-۵-۲-۲- ارزیابی لرزه ای تجهیزات با استفاده از طیف آسیب پذیری لرزه ای

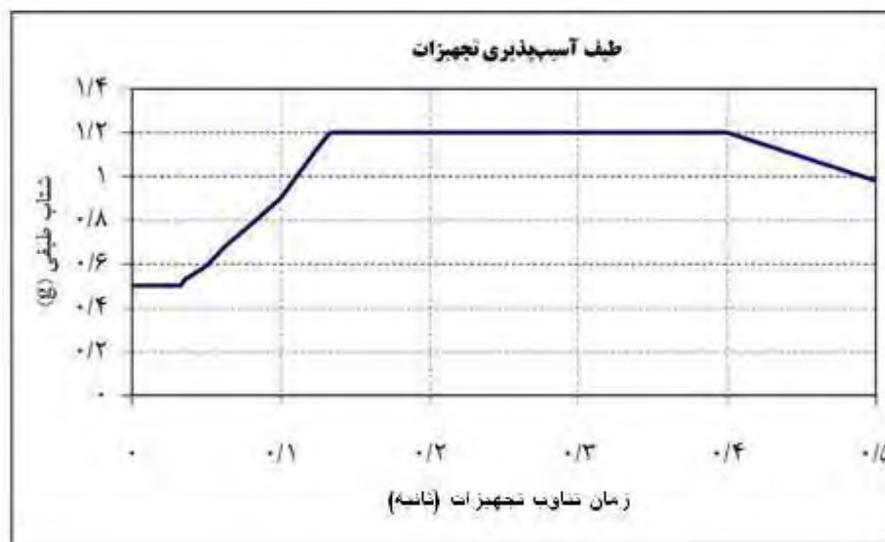
ارزیابی لرزه ای با استفاده از طیف آسیب پذیری لرزه ای طی مراحل ۵ گانه ذیل صورت می پذیرد.

۱. کنترل مشابهت تجهیزات مورد ارزیابی با تجهیزات ارائه شده در پیوست (۵) از لحاظ پارامترها و مشخصات مکانیکی مانند جرم، مواد به کار رفته در ساخت، اجزای اصلی به کار رفته در ساخت، نحوه چیدمان و نصب آنها (پیش نیاز ۱)
  ۲. کنترل مشابهت نحوه مهاربندی و شرایط تکیه گاهی تجهیزات مورد ارزیابی با تجهیزات ارائه شده در پیوست (۵) (پیش نیاز ۲) کاربر باید پس از احراز برقرار بودن پیش نیازهای ۱ و ۲ با استفاده از روش های شناخته شده طیف نیاز طبقه با میرایی موردنظر (جدول ۲-۶) را با توجه به محل نصب تجهیزات، استخراج نماید (۲-۵-۲-۲-۲). در شرایطی که مود اول ارتعاشی تجهیزات بتواند بعنوان مود غالب پذیرفته شود، استفاده از روش استاتیکی معادل (۲-۵-۲-۳-۱) توصیه می گردد و احتیاجی به تهیه طیف نیاز طبقه برای ارزیابی آن تجهیزات نمی باشد.
  - کاربر باید طیف نیاز طبقه را با طیف آسیب پذیری تجهیزات مطابق ضوابط بند (۲-۵-۲-۳) مقایسه نموده و از عدم تجاوز طیف نیاز از طیف آسیب پذیری تجهیزات اطمینان حاصل نماید.
  ۳. در صورت برقراری ضابطه فوق کاربر باید شرایط مهار تجهیزات را براساس ضوابط فصل (۳) و اثرات اندرکنش تجهیزات را براساس بند (۲-۶) کنترل نماید.
- کاربر می تواند در ابتدا با فرض برقراری پیش نیازهای ۱ و ۲ موضوع بندهای (۱ و ۲) به مقایسه طیف های نیاز و آسیب پذیری پرداخته و پس از اطمینان از عدم تجاوز طیف نیاز از طیف آسیب پذیری به بررسی پیش نیازها اقدام نماید. در شرایطی که تجهیزات به هر دلیلی ضوابط این بند را برآورده ننمایند، بررسی های دقیق تر مطابق بند (۲-۵-۲-۴) توصیه می گردد.
- مراحل ارزیابی مورد استفاده در این بند در روند نمای (۲-۲) بصورت خلاصه نمایش داده شده اند.

### ۲-۵-۲-۲-۱- طیف آسیب پذیری لرزه ای تجهیزات

طیف آسیب پذیری لرزه ای تجهیزات در برگیرنده ظرفیت لرزه ای تجهیزات بر حسب شتاب وارده به آنها به ازای زمان های تناوب تجهیزات می باشد. برای تجهیزات با مشخصات ارائه شده در پیوست (۵) این دستورالعمل طیف آسیب پذیری لرزه ای در شکل (۲-۱) نشان داده شده است.





۰/۰۳۳	۰/۰۳۵۷	۰/۰۵	۰/۰۶۲۵	۰/۰۸۳۳	۰/۱	۰/۱۲۵	۰/۱۳۳	۰/۴	۰/۵	زمان تناوب (ثانیه)
۰/۵۰	۰/۵۳	۰/۵۹	۰/۶۸	۰/۸۰	۰/۹۰	۱/۱۳	۱/۲	۱/۲	۰/۹۸	شتاب طیفی (g)

شکل (۱-۲): طیف آسیب‌پذیری لرزه‌ای تجهیزات با مشخصات مندرج در پیوست (۵)

جهت استفاده از طیف آسیب‌پذیری تجهیزات زمان تناوب طبیعی بیشینه تجهیزات (و سازه تکیه‌گاهی به همراه تجهیزات) باید معلوم باشد. در صورت فقدان اطلاعات مورد نیاز در کاتالوگ سازندگان، محاسبه زمان تناوب طبیعی تجهیزات با استفاده از رابطه (۱-۲) قابل انجام است.

$$T_E = 2\pi \sqrt{\frac{W_E}{K_E g}} \quad (1-2)$$

که در آن:

$W_E$ : وزن تجهیزات به (N)

$K_E$ : سختی تجهیزات (یا سازه تکیه‌گاهی به همراه تجهیزات) به  $(N/m^2)$

$g$ : شتاب ثقل زمین به  $(m/s^2)$

زمان تناوب تجهیزات را می‌توان با استفاده از آزمایش یا روشهای تحلیلی نیز تعیین کرد.

## ۲-۵-۲-۲-۲- طیف نیاز لرزه‌ای

طیف نیاز لرزه‌ای با استفاده از طیف طرح ساختمان و بر اساس موقعیت استقرار و نصب تجهیزات در ساختمان استخراج می‌گردد. در مورد تجهیزاتی که روی زمین نصب شده‌اند، طیف نیاز لرزه‌ای همان طیف طرح ساختمان در نظر گرفته می‌شود. در مورد تجهیزات آویزان یا نصب شده روی طبقات یا ترازهای مختلف، طیف نیاز لرزه‌ای، طیف پاسخ لرزه‌ای مربوط به حرکت طبقه یا تراز مربوطه خواهد بود.



در مواردی ممکن است طیف نیاز لرزه ای برای میرایی های متفاوتی، بسته به فرکانس ارتعاشی تجهیزات و غیره مورد نظر باشد، در این صورت استفاده از طیف نیاز لرزه ای موجود برای استخراج طیف نیاز لرزه ای با میرایی مورد نظر بلامانع می باشد. شتاب طیفی برای یک میرایی خاص  $\beta_D$  را می توان با استفاده از طیف طبقه موجود با میرایی  $\beta_A$  (۵٪) با استفاده از رابطه زیر به دست آورد:

$$S_{aiD} = S_{aiA} \sqrt{\frac{\beta_A}{\beta_D}} \geq ZPA \quad (2-2)$$

که در آن،

$S_{aiA}$ : شتاب طیفی موجود در زمان تناوب  $T_i$  با میرایی  $\beta_A$ ،

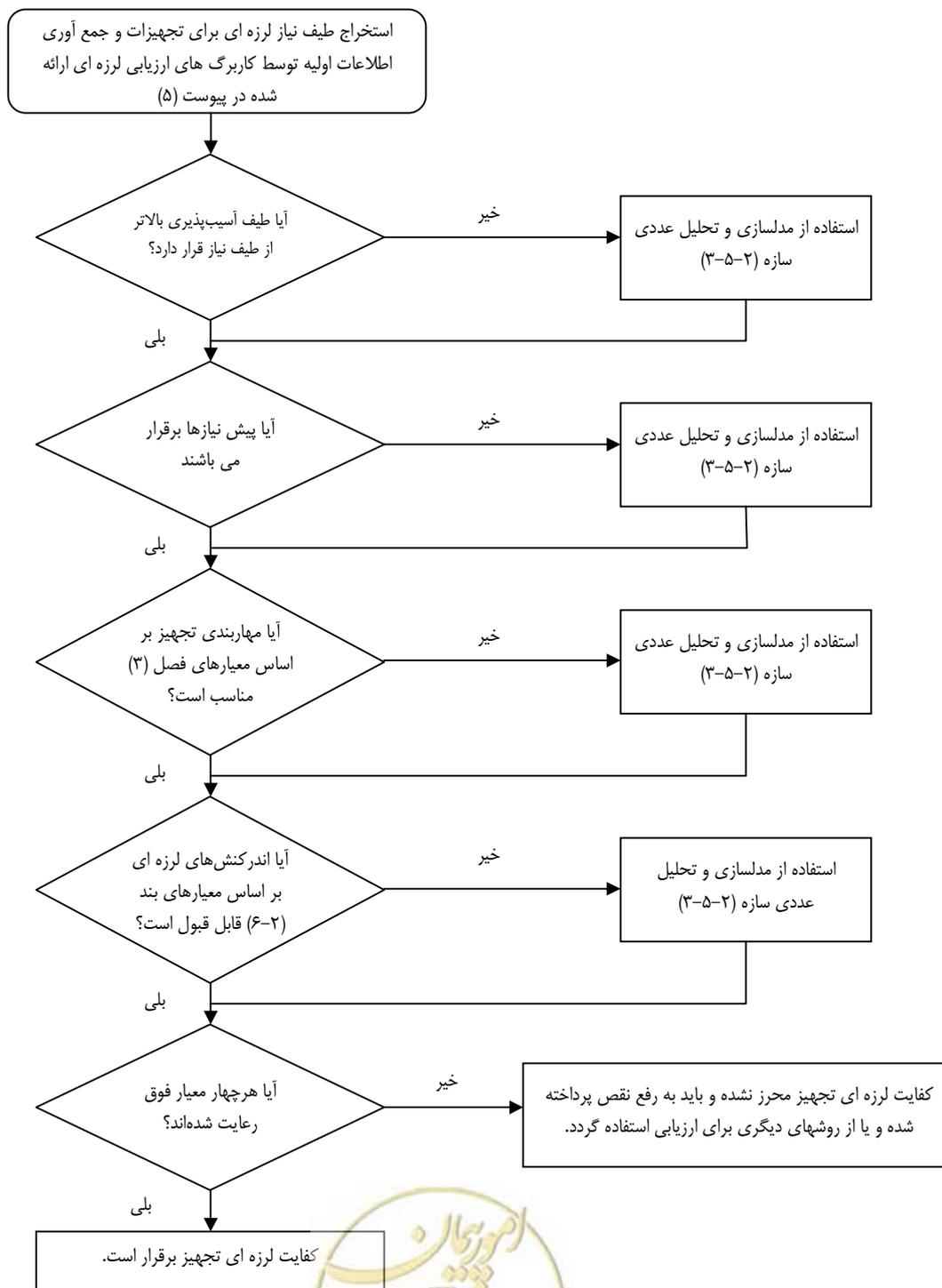
$S_{aiD}$ : شتاب طیفی مورد نظر در زمان تناوب  $T_i$  با میرایی  $\beta_D$ ،

$\beta_A$ : نسبت میرایی طیف پاسخ موجود،

$\beta_D$ : نسبت میرایی طیف پاسخ مورد نظر،

$ZPA$ : بیشینه شتاب زمین برای تجهیزات متکی بر زمین و بیشینه شتاب طبقات برای تجهیزات نصب شده در طبقات





روند نمای (۲-۲): مراحل ارزیابی لرزه ای با استفاده از طیف آسیب پذیری



### ۲-۵-۲-۳- مقایسه طیف‌های نیاز و آسیب پذیری تجهیزات

برای ارزیابی کفایت لرزه‌ای، به صورت کلی طیف آسیب پذیری لرزه‌ای باید در تمامی محدوده‌های زمان تناوب مورد نظر از طیف نیاز بالاتر باشد. دو نکته برای این ضابطه وجود دارد.

۱. طیف آسیب پذیری لرزه‌ای تنها لازم است تا در زمان تناوب‌هایی کمتر از بزرگترین زمان تناوب طبیعی قسمت‌های تشکیل دهنده تجهیز مورد نظر (در مجموعه‌های چند قسمتی)، طیف نیاز را پوشش دهد.
۲. در برخی نقاط ممکن است طیف نیاز به صورت موضعی از طیف آسیب پذیری تجهیزات تجاوز کند. در این شرایط چنانچه متوسط نسبت طیف نیاز لرزه ای به طیف آسیب‌پذیری در محدوده پریود  $0/9$  برابر زمان تناوب آغازین تا  $1/1$  برابر زمان تناوب پایانی کوچکتر از واحد باشد، می‌توان کفایت لرزه ای تجهیزات را پذیرفت. زمان‌های تناوب آغازین و پایانی به ترتیب مربوط به اولین و آخرین نقطه‌ای هستند که طیف نیاز لرزه‌ای، طیف آسیب‌پذیری را قطع می‌نماید.

### ۲-۵-۳- ارزیابی لرزه ای با استفاده از مدلسازی و تحلیل عددی سازه

روش‌های مدلسازی و تحلیل عددی سازه مبتنی بر تعیین و مقایسه نیاز - ظرفیت لرزه‌ای تجهیزات و سازه‌ها و اتصالات آنها می‌باشد.

روش‌های مدلسازی و تحلیل عددی سازه دو جنبه اساسی ذیل را در بر می‌گیرد.

- تهیه مدل مناسب با توجه به مشخصات مکانیکی و دینامیکی تجهیزات

- بارگذاری لرزه‌ای و تحلیل عددی سازه مدل تهیه شده

میرایی و جرم مورد استفاده در مدلسازی و تحلیل عددی سازه تجهیزات مطابق مندرجات کاتالوگ سازندگان، برگه‌های آزمون و یا براساس نتایج روش‌های تحلیلی در نظر گرفته می‌شود. در صورت فقدان هر گونه اطلاعات استفاده از میرایی  $2\%$  پیشنهاد می‌گردد. جهت استخراج طیف نیاز با میرایی غیر از  $5\%$  می‌توان از رابطه (۲-۲) استفاده نمود.

در جدول (۲-۶) مقدار جرم و میرایی نوعی برخی از تجهیزات نیروگاه‌ها ارائه گردیده است.



جدول (۲-۶): مشخصات مکانیکی و دینامیکی تجهیزات

میرایی %	حداکثر جرم یا چگالی نوعی	نوع تجهیزات
۵	۴۰۰ کیلوگرم به ازای هر کابینت	تابلوهای مرکز کنترل موتور (پ ۲-۲)
۵	۶۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب	پانل‌های کلید زنی فشار ضعیف (پ ۳-۲)
۵	۵۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب	پانل‌های کلید زنی فشار متوسط (پ ۴-۲)
۵	توان (KVA) جرم (kg) ۷۰۰ ۳۰۰۰ ۵۰۰۰ ۲۵۰۰ ۴۰۰۰ ۲۰۰۰ ۳۰۰۰ ۱۰۰۰ ۵۰۰ ۱۰۰	ترانسفورمرها (پ ۶-۲)
۵	توان (KVA) جرم (kg) ۷۰۰ ۱۵۰۰ ۵۰۰۰ ۵۰۰ ۴۰۰۰ ۴۰۰ ۳۰۰۰ ۲۰۰ ۲۰۰۰ ۱۰۰	پمپ‌های افقی با موتور (پ ۳-۳)
۳ ۵ ۳	توان (KVA) جرم (kg) ۲۰۰۰ ۲۰۰۰ ۴۰۰۰ ۵۰۰ ۲۰۰۰ ۱۵۰	پمپ‌های عمودی با موتور (پ ۴-۳) الف- شناور ب- گریز از مرکز ج- چاه عمیق
۵	توان (KVA) جرم (kg) ۲۰۰۰ ۵۰ ۴۰۰۰ ۲۰۰	کمپرسورهای هوا (پ ۶-۳)
۵	-	موتور- ژنراتور و موتور-ژنراتور احتراقی (پ ۷-۳ و پ ۸-۳)
۵	۳۰۰ Kg/m <sup>3</sup> برای باتری‌ها به همراه قفسه	باتری‌ها و قفسه‌های نگهدارنده آنها (پ ۱-۲)
۵	۷۰۰ Kg/m <sup>3</sup>	باتری شارژرها و معکوس کننده‌ها (پ ۷-۲)
۳	۳۰۰ Kg/m <sup>2</sup> (از مقطع قائم)	قفسه‌های تجهیزات (پ ۹-۲)
۵	۳ برابر وزن محفظه کابینت	کابینت‌های تجهیزات عمومی (پ ۵-۲)
۵	وزن واحد طول	پانل‌های کنترل قابل دسترسی (پ ۸-۲)

روش های تحلیل عددی سازه مورد توصیه این دستورالعمل عبارتند از:

- روش استاتیکی معادل

- روش طیفی

- روش تاریخچه زمانی

در بندهای بعدی روش های فوق تشریح گردیده اند.

### ۲-۵-۳-۱- روش استاتیکی معادل

در تحلیل لرزه ای تجهیزاتی که اثر مود اول ارتعاشی در آنها می تواند به عنوان مود غالب پذیرفته شود، روش استاتیکی معادل مطابق ضوابط بخش سازه های غیرساختمانی استاندارد ۲۸۰۰ معادل توصیه می گردد.

برای تجهیزات با پرید طبیعی کوچکتر از ۰/۳ ثانیه اعمال نیروی حاصل از ضرب شتاب ZPA در جرم قطعات مختلف، به مرکز جرم آن قطعات، بدون نیاز به هیچگونه ضریب تشدید، قابل قبول می باشد.

برای تجهیزات با پرید طبیعی بزرگتر از ۰/۳ ثانیه نیروی زلزله وارد بر مرکز جرم تجهیزات از رابطه (۳-۲) استخراج می شود:

$$F_p = \frac{0.4 a_p S_{DS} W_p}{R_p} \left( 1 + \frac{2z}{H} \right) \quad (3-2)$$

لزومی ندارد  $F_p$  از مقدار حاصل از رابطه (۴-۲) بیشتر باشد.

$$F_p = 1.6 S_{DS} W_p \quad (4-2)$$

همچنین  $F_p$  نباید کمتر از مقدار رابطه (۵-۲) باشد.

$$F_p = 0.3 S_{DS} W_p \quad (5-2)$$

در روابط فوق

$S_{DS}$ : پارامتر شتاب طیفی در زمان تناوب ۰/۲ ثانیه با توجه به طیف طرح مورد استفاده در این دستورالعمل

$a_p$ : ضریب بازتاب تجهیزات بین ۱ تا ۲/۵ مطابق جدول (۲-۷ و ۸)

$W_p$ : وزن تجهیزات

$R_p$ : ضریب رفتار تجهیزات طبق جدول (۲-۷ و ۸)

$Z$ : ارتفاع محل اتصال تجهیزات به سازه از تراز پایه

$H$ : میانگین ارتفاع بام نسبت به تراز پایه



جدول (۲-۷): ضرایب بازتاب و رفتار سامانه‌های الکتریکی و مکانیکی

$R_p$	$a_p$	سامانه‌های الکتریکی و مکانیکی
۶/۰	۲/۵	سامانه‌های تهویه مطبوع هوایی، دمنده‌ها، دستگاه‌های تهویه، بخاری مبلی، جعبه‌های توزیع هوا و سایر تجهیزات مکانیکی ساخته شده از ورق فولادی
۲/۵	۱/۰	سامانه‌های تهویه مطبوع آبی، دیگ‌های بخار، کوره‌ها، مخازن تحت فشار جو، چیلرها، آب‌گرمکن‌ها، مبدل‌های حرارتی، تبخیرکننده‌ها، جداسازهای هوا، تجهیزات فرایندی و سایر تجهیزات ساخته شده از مصالح با قابلیت تغییر شکل زیاد
۲/۵	۱/۰	موتورها، توربین‌ها، پمپ‌ها، کمپرسورها و مخازن تحت فشاری که روی ساق فولادی قرار ندارند.
۲/۵	۲/۵	مخازن تحت فشار متکی بر ساق فولادی
۲/۵	۱/۰	تجهیزات آسانسورها و بالابرها
۲/۵	۱/۰	ژنراتورها، باتری‌ها، مبدل‌ها و موتورهای برقی، ترانسفورماتورها، و سایر تجهیزات ساخته شده از مصالح با قابلیت تغییر شکل زیاد
۶/۰	۲/۵	مراکز کنترل، تابلوهای برق، تابلوهای ابزار دقیق، جعبه‌های اتصال و سایر قطعات ساخته شده از ورق فلزی
۲/۵	۱/۰	تجهیزات ارتباطی، رایانه‌ها، ابزارها و کنترل‌ها
۳/۰	۲/۵	دودکش‌های سقفی، دودکش‌های خودایستا و برجهای خنک‌کننده دارای مهار جانبی در ترازوی بالاتر از مرکز جرم آن
۲/۵	۱/۰	دودکش‌های سقفی، دودکش‌های خودایستا و برجهای خنک‌کننده دارای مهار جانبی در ترازوی پایین‌تر از مرکز جرم آن
۱/۵	۱/۰	تجهیزات و اتصالات روشنایی
۱/۵	۱/۰	سایر تجهیزات الکتریکی و مکانیکی
		<b>تجهیزات و سامانه‌های دارای جداساز ارتعاشات</b>
۲/۵	۲/۵	تجهیزات و سامانه‌های جداسازی شده با استفاده از نئوپرن و کف‌های جداسازی شده با نئوپرن دارای میراگرهای الاستومری یا ضربه‌گیرهای محیطی ارتجاعی
۲/۰	۲/۵	تجهیزات و سامانه‌های جداسازی شده با استفاده از فنر و کف‌های جداسازی شده دارای میراگرهای الاستومری یا ضربه‌گیرهای محیطی ارتجاعی در فواصل کم
۲/۰	۲/۵	تجهیزات و سامانه‌های بصورت داخلی جداسازی شده
۲/۵	۲/۵	تجهیزات جداسازی شده معلق شامل تجهیزات در مسیر هدایت کننده‌ها و تجهیزات معلق بصورت داخلی جداسازی شده



جدول (۲-۸): ضرایب بازتاب و رفتار سامانه‌های توزیع مکانیکی و الکتریکی

$R_p$	$a_p$	سامانه‌های توزیع مکانیکی و الکتریکی
۱۲/۰	۲/۵	لوله کشی منطبق بر ASME-B31 همراه با تجهیزات در مسیر با اتصالات جوشی یا لحیمی
۶/۰	۲/۵	لوله کشی منطبق بر ASME-B31 همراه با تجهیزات در مسیر، ساخته شده از مصالح دارای قابلیت تغییر شکل محدود یا زیاد، با اتصالات رزوه‌ای، بستی، کوپلینگ شیاری یا فشاری
۹/۰	۲/۵	لوله کشی و غلاف غیرمنطبق بر ASME-B31 همراه با تجهیزات در مسیر، ساخته شده از مصالح دارای قابلیت تغییر شکل زیاد، با اتصالات جوشی یا لحیمی
۴/۵	۲/۵	لوله کشی و غلاف غیرمنطبق بر ASME-B31 همراه با تجهیزات در مسیر، ساخته شده از مصالح دارای قابلیت تغییر شکل محدود یا زیاد، با اتصالات رزوه‌ای، بستی، کوپلینگ شیاری یا فشاری
۳/۰	۲/۵	لوله کشی ساخته شده از مصالح دارای قابلیت تغییر شکل کم مانند چدن، شیشه و پلاستیک غیرشکل پذیر
۹/۰	۲/۵	هدایت کننده همراه با تجهیزات در مسیر ساخته شده از مصالح دارای قابلیت تغییر شکل زیاد با اتصالات جوشی یا لحیمی
۶/۰	۲/۵	هدایت کننده همراه با تجهیزات در مسیر، ساخته شده از مصالح دارای قابلیت تغییر شکل محدود یا زیاد، با اتصالاتی غیر از اتصالات جوشی یا لحیمی
۳/۰	۲/۵	هدایت کننده همراه با تجهیزات در مسیر ساخته شده از مصالح دارای قابلیت تغییر شکل کم مانند چدن، شیشه و پلاستیک غیر شکل پذیر
۲/۵	۱/۰	لوله کشی برق، سینی‌های کابل با اتصال صلب و لوله کشی فاضلاب
۳/۰	۲/۵	نقاله‌های تولید یا فرایند (غیر آدم‌رو)
۶/۰	۲/۵	سینی‌های معلق کابل



### ۲-۵-۲-۳-۲- روش طیفی

برای تجهیزات پیچیده با مودهای متعدد ارتعاشی به اندازه کافی دور از هم، استفاده از تحلیل طیفی مطابق ضوابط بخش سازه‌های غیرساختمانی استاندارد ۲۸۰۰ قابل توصیه می‌باشد.

### ۲-۵-۲-۳-۲- روش تاریخچه زمانی

در ارزیابی لرزه‌ای تجهیزات پیچیده با مودهای ارتعاشی نزدیک به هم، استفاده از تحلیل تاریخچه زمانی مطابق ضوابط بخش سازه‌های غیرساختمانی استاندارد ۲۸۰۰ جهت کنترل نتایج بدست آمده از روش طیفی توصیه می‌گردد.

### ۲-۵-۲-۳-۴- مقایسه ظرفیت - نیاز لرزه‌ای تجهیزات

احراز آسیب‌پذیری تجهیزات منوط به تجاوز نیاز کل بدست آمده از ترکیب بارگذاری لرزه‌ای و سایر بارهای قابل اعمال (مانند بار مرده، بار هنگام بهره‌برداری و اتصال کوتاه) از ظرفیت لرزه‌ای اجزای تجهیزات می‌باشد. استفاده از ترکیب بارگذاری ذیل بدین منظور ضروری است.

اثر بار هنگام بهره‌برداری + اثر بار اتصال کوتاه + اثر بار مرده + اثر زلزله

ظرفیت لرزه‌ای قطعات از جنس سرامیک و چینی نظیر بوشینگ‌ها و مقره‌ها ۸۵٪ مقاومت نهایی مصالح به عنوان ظرفیت لرزه‌ای اجزا در نظر گرفته می‌شود.

ظرفیت لرزه‌ای اجزای فولادی ۱/۷ برابر تنش مجاز ارائه شده در "مبحث دهم مقررات ملی ایران" در نظر گرفته می‌شود. برای قطعات بتن مسلح مقاومت با ضریب توصیه شده توسط "آیین نامه بتن ایران" به عنوان ظرفیت لرزه‌ای اجزا در نظر گرفته می‌شود.

### ۲-۶- ملاحظه اثر اندرکنش لرزه‌ای سامانه‌ها

#### ۲-۶-۱- تعاریف

اندرکنش لرزه‌ای سامانه‌های نیروگاه عبارت است از مجموعه‌ای از تاثیرات بر رفتار لرزه‌ای و تشدید عواقب ناشی از زلزله شامل تغییر نامطلوب در مشخصات دینامیکی ناشی از اندرکنش سازه‌های سامانه‌های مجاور هم، برخورد سامانه‌های مجاور هم، سقوط سامانه‌های مجاور هم بر روی یکدیگر، تغییر مکان نسبی سامانه‌های مجاور هم و تغییر در شرایط محیطی و عملیاتی که موجب اختلال در عملکرد سامانه‌ها یا پرسنل گردد.

علل رایج اندرکنش در نیروگاه‌ها بصورت ذیل قابل طبقه‌بندی است:

۱- **مجاورت:** هرگونه تاثیر منجر به سوء عملکرد ناشی از همسایگی سامانه‌ها شامل برخورد، تغییر شکل نسبی و اندرکنش سازه‌ای

۲- **گسیختگی و سقوط:** هرگونه تاثیر منجر به سوء عملکرد ناشی از خرابی و گسیختگی و سقوط

۳- **آبفشان:** تاثیرات ناشی از گسیختگی لوله‌ها یا عملکرد آبفشان‌های اطفای حریق که ممکن است موجب بروز اتصال کوتاه یا عدم امکان دسترسی به اجزای نیروگاه گردد.

۴- **آبگرفتگی:** تاثیرات ناشی از غرقاب شدن سامانه‌ها و عدم امکان دسترسی به آنها

۵- **آتش سوزی:** تاثیرات ناشی از حریق اعم از پخش دود، انهدام سامانه‌ها



هر کدام از سامانه‌های نیروگاه که در معرض اثرات منفی ناشی از اندرکنش‌های فوق قرار داشته باشند "هدف اندرکنش" و سامانه‌هایی که سوء عملکرد آنها موجب اندرکنش‌های فوق گردد "منبع اندرکنش" می‌باشند. اندرکنش در صورتی که موجب خرابی یا سوء عملکرد سامانه مورد نظر گردد "اندرکنش قابل توجه" و در شرایطی که سوء اثر آن قابل صرفنظر باشد "اندرکنش غیرقابل توجه" می‌باشد.

## ۲-۶-۲- ارزیابی لوزه‌ای سامانه‌های نیروگاه با توجه به اثر اندرکنش

ملاحظه اثرات اندرکنش لوزه‌ای در ارزیابی سامانه‌های "هدف اندرکنش" می‌تواند با استفاده از یکی از ۴ رویکرد ذیل صورت پذیرد.

- ۱- صرفنظر کردن از اثرات اندرکنش (اندرکنش غیرقابل توجه)
- ۲- اصلاح سامانه‌های "منبع اندرکنش" جهت حذف اثرات اندرکنش (اندرکنش قابل توجه)
- ۳- افزایش اهمیت نسبی سامانه‌های "منبع اندرکنش" تا حد سامانه‌های هدف اندرکنش (اندرکنش قابل توجه)
- ۴- استفاده از پارامتر اصلاح عملکرد مناسب برای تجهیزات "هدف اندرکنش" در روش امتیازدهی (اندرکنش قابل توجه) مگر آنکه تجهیزات "منبع اندرکنش" با فرض اهمیت نسبی برابر با تجهیزات "هدف اندرکنش" (رویکرد ۳) مورد ارزیابی قرار گیرد.



## ۲-۷- مراجع

1. Gayle S. Johnson, Robert E. Sheppard, Marc D. Quilci, Stephen J. Edar and Charles R. Scowthorn, "Seismic Reliability Assessment of Critical Facilities: A Hand Book, Supporting Documents, and Model Code Provisions." Technical Report MCEER-99-0008
۲. "معیارهای قابلیت اطمینان و تحلیل خطر لرزه‌ای دستورالعمل (اصلاحی توسط نظرات کمیته راهبری)"، تهیه دستورالعمل ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای سازه‌ها و تاسیسات صنعت برق در سه بخش تولید، انتقال و توزیع، سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، مرکز تکنولوژی نیرو (شرکت متن) - بخش سازه‌های صنعتی.
۳. "آیین نامه طراحی لرزه‌ای تاسیسات و سازه‌های صنعت نفت"، وزارت نفت، معاونت مهندسی و ساخت داخل، ۱۳۸۶.
۴. "نظرات مصوب در جلسات کارشناسان کمیته راهبری"، تهیه دستورالعمل ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای سازه‌ها و تاسیسات صنعت برق در سه بخش تولید، انتقال و توزیع، سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، مرکز تکنولوژی نیرو (شرکت متن) - بخش سازه‌های صنعتی.
5. DOE/EH-0545 "Seismic Evaluation Procedure for Equipment in U.S Department of Energy Facilities. 1997
6. SSRAP Report, "Use of Seismic Experience Data to Show Ruggedness of Equipment in Nuclear Power Plants" , Revision 4, SAND92-0140 Part I, UC-523, Sandia National Laboratories, Albuquerque, New Mexico, prepared by Senior Seismic Review and Advisory Panel, February 28, 1991. (Volume 4 of DOE Binders).
7. EPRI Report NP-7149, "Summary of the Seismic Adequacy of Twenty Classes of Equipment Required for Safe Shutdown of Nuclear Plants" , Electric Power Research Institute, Palo Alto, Prepared by EQE, Inc., March 1991. (Volume 4 of DOE Binders)
8. EPRI Report TR-102180, "Guidelines for Estimation or Verification of Equipment Natural Frequency" , Electric Power Research Institute, Palo Alto , California, Prepared by ANCO Engineers, Inc., March 1993.





# فصل ۳

---

---

## ارزیابی مهارت‌های تجهیزات





[omoorepeyman.ir](http://omoorepeyman.ir)

### ۳-۱-۱- ملاحظات کلی

ارزیابی لرزه‌ای مهارها بر اساس ملاحظات مندرج در بخش (۱-۶) برای سطح عملکرد "ایمنی طرح"، انجام می‌پذیرد. ارزیابی برای سطح عملکرد "ایمنی بهره برداری" بنا به صلاحدید مشاور و یا درخواست کارفرما قابل انجام می‌باشد.

### ۳-۱-۱- محدوده کاربرد

ضوابط دستورالعمل در این فصل برای ارزیابی ظرفیت گل میخ‌ها و مهارهای درجا<sup>۱</sup> (۳-۱-۳)، مهارهای قلاب‌دار درجا<sup>۲</sup> (۳-۱-۳)، مهارهای چسبی<sup>۳</sup> (۳-۱-۴)، اتصال جوشی به فولاد مدفون و فولاد روکار<sup>۴</sup>، مهارهای سربی<sup>۵</sup> و مهارهای انبساطی<sup>۶</sup>، از جنس فولاد نرمه معمولی و یا مصالح با مقاومت بیشتر قرار گرفته در بتن سازه‌ای به کار می‌رود. مهارهای انبساطی ساخته شده از مصالح دیگر و یا آنهایی که سازوکار اتصال متفاوتی (نسبت به مهارهای انبساطی) دارند، همچنین مهارهای شیمیایی<sup>۷</sup>، مهارهای پلاستیکی، میخ‌های تفنگی<sup>۸</sup> و پیچ‌های بتنی<sup>۹</sup> و همچنین کلیه انواع مهارهای قرار گرفته در مصالح غیر از بتن سازه‌ای (مانند دیوار آجری و سفالی) تحت پوشش این دستورالعمل قرار نمی‌گیرند.

### ۳-۱-۲- مراحل ارزیابی

چهار مرحله اصلی در ارزیابی کفایت لرزه‌ای مهارت تجهیزات عبارتند از:

۱. بررسی وضعیت نصب مهار
۲. تعیین ظرفیت مهار
۳. تعیین نیاز لرزه‌ای و نیاز کل
۴. مقایسه نیاز کل و ظرفیت

### ۳-۲- بررسی وضعیت نصب مهار

#### ۳-۲-۱- کفایت وضعیت نصب مهار و ویژگی‌های آن

مرحله اول از ارزیابی کفایت لرزه‌ای مهار شامل بازرسی چشمی کلیه مهارهای قابل دسترسی از لحاظ وضعیت نصب و اتصال آن به تکیه‌گاه تجهیزات و بازبینی مدارک و نقشه‌های موجود می‌باشد. مشخصات و پارامترهایی از مهار که باید بررسی شوند عبارتند از:

- ابعاد و محل مهار (۳-۲-۲)
- طول آزاد میل مهار (۳-۲-۳)

1 Cast in Place Bolts and Headed Stud  
 2 Cast-on-Place J-Bolts  
 3 Grouted-in-Place Bolts  
 4 Welds to Embedded Steel or Exposed Steel  
 5 Lead Cinch  
 6 Expansion Anchors  
 7 Chemical Anchors  
 8 Powder Actuating fastener  
 9 Concrete Screws



- مسیر انتقال بار لرزه ای (۳-۲-۴)
- اتصال تجهیزات به قطعات فولادی مدفون و بالشتک ها (۳-۲-۵)
- نوع مهار (۳-۳-۲ و ۳)
- طول مهاری مدفون (۳-۳-۶)
- فاصله بین مهارها (۳-۳-۷)
- فاصله از لبه (۳-۳-۸)
- مقاومت و شرایط بتن (۳-۳-۹)
- محل و اندازه ترک های بتن (۳-۳-۱۰)
- رله های ضروری در کابینت ها (۳-۳-۱۱)
- کنترل سفتی (۳-۳-۱۲)
- مشخصات مکانیکی و دینامیکی تجهیزات (شامل تخمینی از جرم، محل مرکز جرم، فرکانس طبیعی و میرایی) (۳-۳-۱)

تمام مشخصات فوق برای تمام انواع مهارها قابل تعیین نیستند. دستورالعمل های کلی جهت تعیین این مشخصات در بخش های مورد نظر ارائه شده اند. در اعمال هریک از این کنترل ها باید قضاوت مهندسی نیز به کار گرفته شود.

### ۳-۲-۲- ابعاد و محل مهار

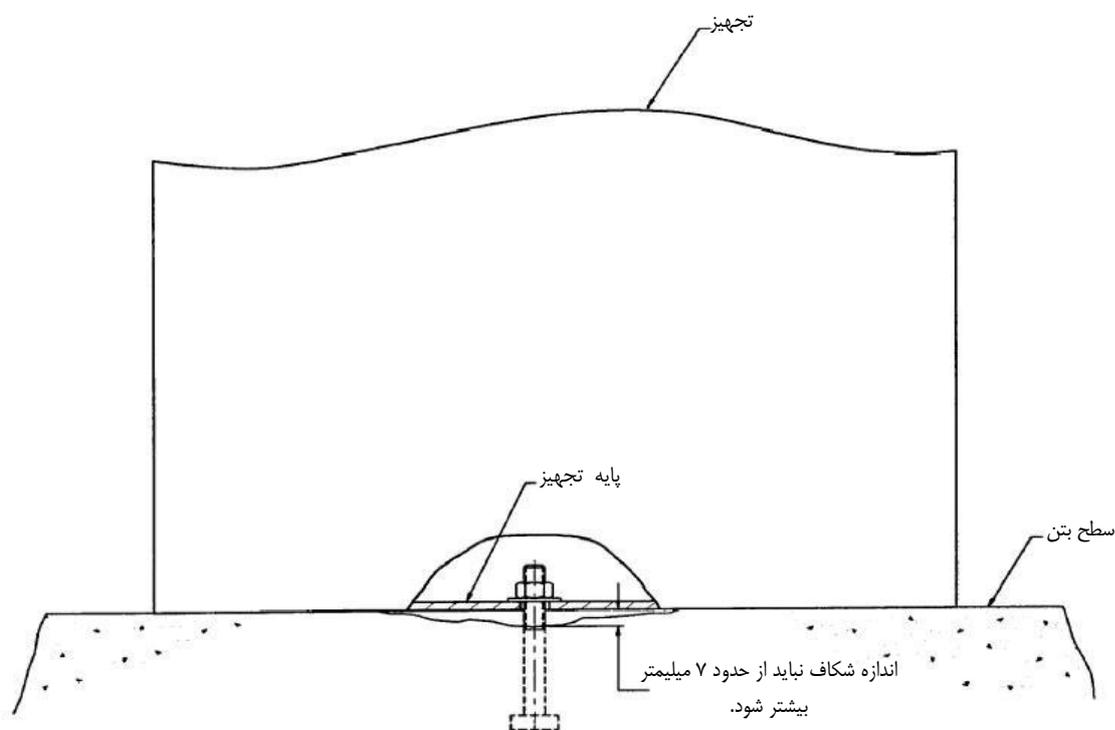
ابعاد مهارها و محل آنها، پارامترهای کلیدی در تعیین ظرفیت مهاری بخش مورد نظر از تجهیزات می باشد. در این دستورالعمل ظرفیت های اسمی مجاز با توجه به قطر و نوع مهار ارائه شده اند. همچنین قطر مهار به عنوان پارامتری کلیدی در تعیین حداقل طول مهاری، فاصله بین مهارها و فاصله از لبه بکار می رود. آرایش هندسی مهارها تعیین کننده چگونگی توزیع بار زلزله بین مهارها می باشد. باید توجه داشت که ظرفیت های اسمی مجاز برای مهارهایی که در ناحیه کششی بتن قرار دارند (برای مثال زیر سقف)، نیز بکار می رود. برای مهارهایی که در محیط های مرطوب و یا محیط های خورنده قرار دارند، زوال<sup>۱</sup> ناشی از خوردگی (در صورتیکه زنگ زدگی شدید مشاهده شود) نیز باید در محاسبه مقاومت منظور گردد.

### ۳-۲-۳- طول آزاد میل مهار

طول نمایان میل مهار یعنی فاصله بین سطح زیرین تجهیزات تا سطح بتن در محل مهارها (شکل ۳-۱) نباید بیشتر از ۷ میلیمتر باشد. این رواداری در مورد تجهیزات به همراه رله ضروری و همینطور در مورد مهارهای انبساطی به صفر کاهش می یابد. در صورت تجاوز فاصله فوق از رواداری های مربوطه ارزیابی مهار باید با ملاحظه خمش ثانویه ناشی از برش مورد ارزیابی دقیق تری قرار گیرد.

فاصله فوق می تواند بدون نیاز به دقت زیاد و تنها با چشم اندازه گیری شود.



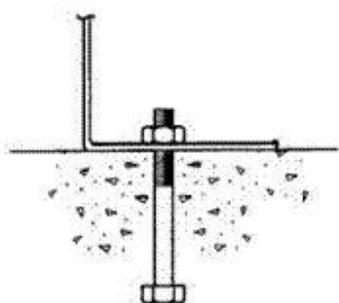


شکل (۳-۱): وجود شکاف در محل مهار تجهیزات

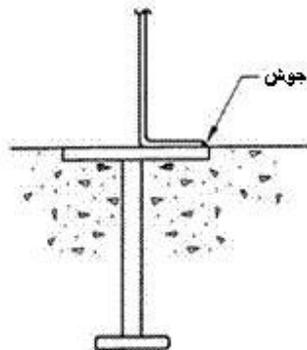
### ۳-۲-۴- مسیر انتقال بار لرزه‌ای

مسیر انتقال بار لرزه‌ای از تجهیزات به مهار و از مهار به بتن تکیه‌گاهی باید به نحوی باشد که از تغییر شکل ناخواسته در محل اتصال مهار به تجهیزات یا تغییر مکان نامطلوب تجهیزات مجهز به جداساز لرزه‌ای، کنش اهرمی ناشی از برون محوری نیروی جانبی وارده به میل مهار و تغییر شکل اتصالات اصطکاکی که موجب از بین رفتن مقاومت آنها می‌گردد جلوگیری به عمل آید. در شکل (۳-۲) نمونه‌هایی از اتصالات مطلوب و نامطلوب ارائه گردیده است. ساز و کار و ادوات سازه‌ای یا مکانیکی مثل استفاده از شیخ کننده، مهاربندی و واشر می‌توانند به عنوان روش‌های اصلاح مسیر و ساز و کار انتقال بار لرزه‌ای به کار روند.

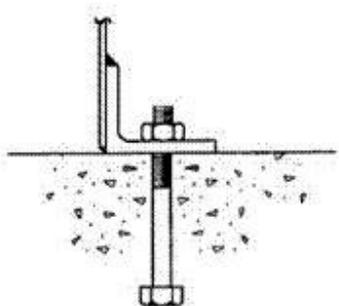




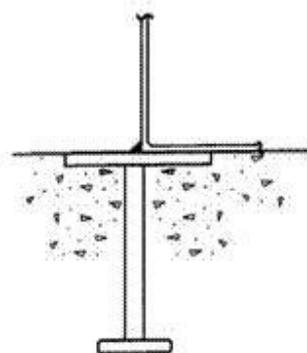
ب - مهار پیچی انعطاف پذیر - نامطلوب  
نیروی بالابرنده موجب خمش ورق فولادی می شود.



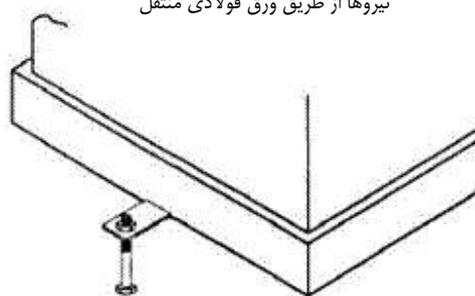
الف - مهار جوشی انعطاف پذیر - نامطلوب  
نیروی بالابرنده موجب خمش ورق فولادی می شود.



ت - مهار پیچی سخت - مطلوب  
نبشی پایه سختی کافی ایجاد می کند.



پ - مهار جوشی سخت - مطلوب  
نیروها از طریق ورق فولادی منتقل



ث - میل مهار انعطاف پذیر پایه - نامطلوب  
نیروهای بالابرنده منجر به خمش ورق و  
نیروی برشی باعث خمش میل مهار می شود.

شکل (۲-۳): نمونه های اتصالات مهار پی سخت و انعطاف پذیر



### ۳-۲-۵- اتصال تجهیزات به قطعات فولادی مدفون و بالشتک‌های بتنی

در صورتی که جزئی از تجهیزات به قطعات فولادی مدفون جوش شده باشد و یا بر روی بالشتک ملات<sup>۱</sup> یا بالشتک بتنی بزرگ قرار داشته باشد، کفایت لرزه‌ای قطعات فولادی مدفون، بالشتک ملات و بالشتک بتنی بزرگ باید با بازرسی چشمی همراه با اندازه‌گیری‌ها و استفاده از نقشه‌ها و مدارک مورد ارزیابی قرار گیرد.

معیارهای ارزیابی اتصالات جوشی براساس ضوابط مبحث دهم آیین‌نامه ساختمانی ایران می‌باشند. به علاوه ملاحظه رفتار نامناسب قطعات مدفون با اتصال جوشی برون از محور، مقاومت کششی پایین جوش انگشتانه و خال جوش و سایر معیارهای کیفی در ارزیابی ضروری است.

طول مهار میل مهار تنها شامل طولی از میل مهار می‌باشد که در بتن سازه‌ای قرار داشته باشد. بالشتک ملات در صورتی که دارای آرماتور بوده و به کمک چسب یا آرماتور قائم به بتن سازه‌ای زیرین متصل شده باشد می‌تواند به عنوان بتن سازه‌ای تلقی و در مهار میل مهارها شرکت داده شود. در غیر این صورت بالشتک ملات بتنی تنها قادر به انتقال نیروهای برشی به واسطه اصطکاک یا مقاومت چسبندگی چسب خواهد بود.

بدیهی است که ملاحظه اصطکاک در تامین مقاومت برشی منوط به تحت کشش قرار نگرفتن سطح تماس تجهیزات و بالشتک می‌باشد.

### ۳-۳- تعیین ظرفیت مهار

#### ۳-۳-۱- مقدمه

ظرفیت مهار شامل ظرفیت کششی و برشی می‌باشد. ظرفیت محاسباتی مهار از حاصل ضرب ظرفیت اسمی مهار در ضرایب کاهش ظرفیت بدست می‌آید. در بندهای بعدی ضرایب کاهش ظرفیت برای ظرفیت کششی و برشی ارائه شده‌اند. باید توجه داشت که ظرفیت‌های کششی و برشی ارائه شده بر این فرض استوار است که مسیر انتقال بار لرزه‌ای مطابق بند (۳-۲-۴) به نحوی می‌باشد که اتصال تجهیزات به مهار به اندازه کافی سخت بوده و از کنش اهرمی مهارها جلوگیری به عمل آمده باشد. در غیراینصورت ظرفیت‌های بدست آمده از بخش حاضر باید متناسباً کاهش یابند.

#### ۳-۳-۲- ظرفیت بیرون کشیده شدگی مهار

ظرفیت بیرون کشیده شدگی محاسباتی مهار با توجه به ظرفیت بیرون کشیده شدگی اسمی و ضرایب کاهش ظرفیت با استفاده از رابطه (۳-۱) قابل استخراج می‌باشد.

$$P_u = P_{nom} \cdot RT_p \cdot RL_p \cdot RS_p \cdot RE_p \cdot RF_p \cdot RC_p \cdot RR_p \cdot RI_p \quad (۳-۱)$$

که در آن:

$P_u$ : ظرفیت بیرون کشیده شدگی (kgf)

$P_{nom}$ : ظرفیت بیرون کشیده شدگی اسمی مهار (kgf) مربوط به:



(بند ۳-۳-۱-۶)	مهارهای انبساطی
(بند ۳-۳-۲-۴)	گل میخها و مهارهای درجا
(بند ۳-۳-۳-۴)	مهارهای قلابدار درجا
(بند ۳-۳-۴-۴)	مهارهای چسبی
(بند ۳-۳-۱۳-۲)	مهارهای سربی

$RT_p$  : ضریب کاهش برای مهار انبساطی (بند ۳-۳-۵)

$RL_p$  : ضریب کاهش برای طول مهاری کم مربوط به:

(بند ۳-۳-۱-۴)	مهارهای انبساطی
(بند ۳-۳-۲-۴)	گل میخها و مهارهای درجا
(بند ۳-۳-۳-۴)	مهارهای قلابدار درجا
(بند ۳-۳-۴-۴)	مهارهای چسبی

$RS_p$  : ضریب کاهش برای نزدیک بودن مهارها به یکدیگر، مربوط به:

(بند ۳-۳-۱-۷)	مهارهای انبساطی
(بند ۳-۳-۲-۷)	گل میخها و مهارهای درجا
(بند ۳-۳-۳-۷)	مهارهای قلابدار درجا
(بند ۳-۳-۴-۷)	مهارهای چسبی

$RE_p$  : ضریب کاهش برای نزدیک بودن مهارها به لبه، مربوط به:

(بند ۳-۳-۱-۸)	مهارهای انبساطی
(بند ۳-۳-۲-۸)	گل میخها و مهارهای درجا
(بند ۳-۳-۳-۸)	مهارهای قلابدار درجا
(بند ۳-۳-۴-۸)	مهارهای چسبی

$RF_p$  : ضریب کاهش برای کم مقاومت بودن بتن مربوط به:

(بند ۳-۳-۱-۹)	مهارهای انبساطی
(بند ۳-۳-۲-۹)	گل میخها و مهارهای درجا
(بند ۳-۳-۳-۹)	مهارهای قلابدار درجا
(بند ۳-۳-۴-۹)	مهارهای چسبی

$RC_p$  : ضریب کاهش برای بتن ترک خورده مربوط به:



(بند ۳-۳-۱۰-۱)	مهارهای انبساطی
(بند ۳-۳-۱۰-۲)	گل‌میخ‌ها و مهارهای درجا
(بند ۳-۳-۱۰-۳)	مهارهای قلاب‌دار درجا
(بند ۳-۳-۱۰-۴)	مهارهای چسبی

$RR_p$ : ضریب کاهش برای مهارهای انبساطی در تجهیزات حاوی رله‌های ضروری مربوط به:  
مهارهای انبساطی (بند ۳-۳-۱۱)

$RS_p$ : ضریب کاهش برای روش بازرسی گذرا<sup>۱</sup> مربوط به:  
مهارهای انبساطی (بند ۳-۳-۱۲-۲)

### ۳-۳-۳- ظرفیت برشی مهار

ظرفیت برشی محاسباتی مهار با توجه به ظرفیت برشی اسمی و ضرایب کاهش ظرفیت با استفاده از رابطه (۳-۲) قابل استخراج می‌باشد.

$$V_u = V_{nom} \cdot RT_S \cdot RL_S \cdot RS_S \cdot RE_S \cdot RF_S \cdot RR_S \cdot RI_S \quad (۳-۲)$$

که در آن:

$V_u$ : ظرفیت برشی محاسباتی مهار (kgf)

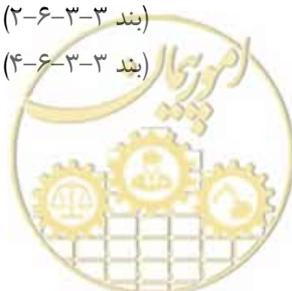
$V_{nom}$ : ظرفیت برشی اسمی مهار (kgf) مربوط به:

(بند ۳-۳-۴-۱)	مهارهای انبساطی
(بند ۳-۳-۴-۲)	گل‌میخ‌ها و مهارهای درجا
(بند ۳-۳-۴-۳)	مهارهای قلاب‌دار درجا
(بند ۳-۳-۴-۴)	مهارهای چسبی

$RT_S$ : ضریب کاهش برای مهار انبساطی (بند ۳-۳-۵)

$RL_S$ : ضریب کاهش برای طول مهاری کم مربوط به:

(بند ۳-۳-۶-۱)	مهارهای انبساطی
(بند ۳-۳-۶-۲)	گل‌میخ‌ها و مهارهای درجا
(بند ۳-۳-۶-۴)	مهارهای چسبی



$RS_S$ : ضریب کاهش برای نزدیک بودن مهارها به یکدیگر، مربوط به:

(بند ۳-۳-۷-۱)	مهارهای انبساطی
(بند ۳-۳-۷-۲)	گل میخها و مهارهای درجا
(بند ۳-۳-۷-۳)	مهارهای قلابدار درجا
(بند ۳-۳-۷-۴)	مهارهای چسبی

$RE_S$ : ضریب کاهش برای نزدیک بودن مهارها به لبه، مربوط به:

(بند ۳-۳-۸-۱)	مهارهای انبساطی
(بند ۳-۳-۸-۲)	گل میخها و مهارهای درجا
(بند ۳-۳-۸-۳)	مهارهای قلابدار درجا
(بند ۳-۳-۸-۴)	مهارهای چسبی

$RF_S$ : ضریب کاهش برای کم مقاومت بودن بتن مربوط به:

(بند ۳-۳-۹-۱)	مهارهای انبساطی
(بند ۳-۳-۹-۲)	گل میخها و مهارهای درجا
(بند ۳-۳-۹-۳)	مهارهای قلابدار درجا
(بند ۳-۳-۹-۴)	مهارهای چسبی

$RR_S$ : ضریب کاهش برای مهارهای انبساطی در تجهیزات حاوی رلههای ضروری مربوط به:

(بند ۳-۳-۱۱)	مهارهای انبساطی
--------------	-----------------

$RI_S$ : ضریب کاهش برای روش بازرسی گذرا مربوط به:

(بند ۳-۳-۱۲-۲)	مهارهای انبساطی
----------------	-----------------

### ۳-۳-۴- انواع مهار و ظرفیت‌های اسمی محاسباتی آنها

با توجه به این که انواع مختلف مهارها، ظرفیت‌ها و وضعیت نصب متفاوتی دارند، تعیین نوع مهار تجهیزات حین بازرسی، از اهمیت خاصی برخوردار است. در بخش‌های (۳-۳-۳ تا ۳-۳-۱۲) ویژگی‌های چهار نوع مهار ذیل ارائه شده‌اند.

۱. مهارهای انبساطی پوسته‌ای<sup>۱</sup> و غیرپوسته‌ای<sup>۲</sup>

۲. گل میخها و مهارهای درجا

۳. مهارهای قلابدار درجا

۴. مهارهای چسبی



جوش اتصال به قطعات فولادی مدفون و یا قطعات فولادی روکار و مهارهای سربی، بطور مستقل در بخش (۳-۳-۱۳) بررسی شده‌اند. در اغلب موارد، برای تعیین نوع مهار تجهیزات، باید از نقشه‌های تاسیسات و سایر مدارک موجود استفاده گردد. همخوانی وضعیت نصب مهارها با آنچه در نقشه‌ها و مشخصات فنی آنها آمده است، باید بصورت چشمی بررسی گردد. در صورتیکه مدارکی برای تعیین نوع مهار در دسترس نباشد، باید بازرسی‌های دقیق‌تری برای تعیین نوع مهار و کفایت آن انجام گیرد. تنوع زیادی در عملکرد لرزه‌ای انواع مختلف مهارهای انبساطی وجود دارد، لذا کاربر باید دقت ویژه‌ای جهت تعیین نوع و ساختار این مهارها مبذول دارد.

گل‌میخ‌ها و مهارهای قلاب‌دار درجا که طراحی و طول مهاری مناسبی دارند، شکل‌پذیر و قابل قبول می‌باشند. ظرفیت مهارهای چسبی به کیفیت اجرای آن بسیار وابسته است. در صورتی که در این گونه مهارها، ملات یا چسب دارای افت و جمع‌شدگی مشهودی باشد، مهار فاقد ظرفیت بیرون کشیده شدگی تلقی خواهد شد. در صورت وجود تردید در مورد فوق انجام آزمایش با توجه به بند (۲-۲-۳) فصل دوم دستورالعمل ضروری است.

### ۳-۳-۴-۱- مهارهای انبساطی

ظرفیت‌های اسمی قابل استفاده برای مهارهای انبساطی مورد بحث در این دستورالعمل (بند ۳-۳-۲)، در جدول (۳-۱) نشان داده شده است.

جدول (۳-۱): ظرفیت‌های اسمی مهارهای انبساطی

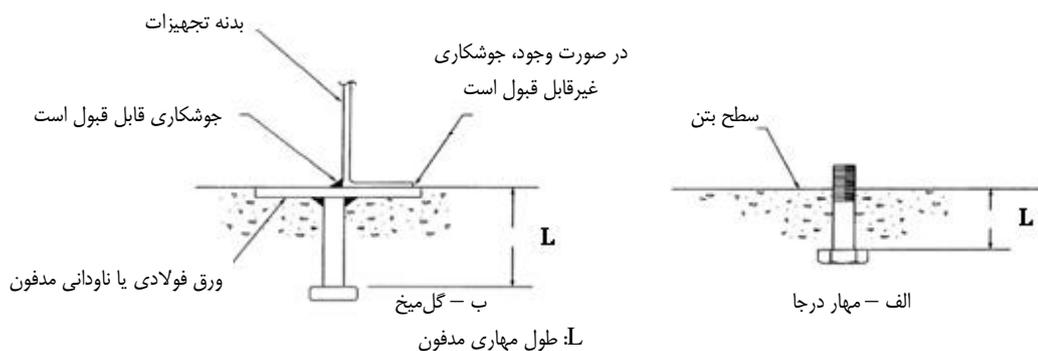
قطر مهار یا گل‌میخ (D, mm)	ظرفیت بیرون کشیده شدگی (P <sub>nom</sub> , kgf)	ظرفیت برشی (V <sub>nom</sub> , kgf)	حداقل فاصله محور تا محور مجاز (S <sub>min</sub> , cm)	حداقل فاصله مجاز از لبه (E <sub>min</sub> , cm)
۱۰	۶۴۵	۶۲۶	۱۰	۱۰
۱۳	۱۰۱۸	۱۰۵۵	۱۳	۱۳
۱۶	۱۴۰۳	۱۶۸۱	۱۶	۱۶
۱۹	۲۰۷۹	۲۴۳۳	۱۹	۱۹
۲۲	۲۷۰۵	۳۴۱۹	۲۲	۲۲
۲۵	۳۰۸۴	۴۲۳۴	۲۵	۲۵

- فاصله بین میل‌مهارها تا لبه بتن و یا میل‌مهار مجاور از مرکز میل‌مهار اندازه‌گیری می‌شود. در صورت استفاده از فاصله‌های کمتر از مقادیر جدول، باید ظرفیت مهار را با استفاده از ضرایب کاهش مناسب (بندهای ۳-۳-۷ و ۳-۳-۸-۱)، کاهش داد.
- ظرفیت‌های ارائه شده در این جدول برای انواع مهارهای انبساطی ارائه شده در بند (۳-۳-۵) که در بتن سالم و بدون ترک نصب شده‌اند می‌باشد. مقاومت فشاری بتن برای استفاده از این ظرفیت‌ها نباید از  $280 \text{ kgf/cm}^2$  (برای بیرون کشیده شدگی) و  $245 \text{ kgf/cm}^2$  (برای برش) کمتر باشد.



## ۳-۳-۴-۲- مهارها و گل میخ های درجا

ظرفیت های اسمی قابل استفاده برای مهارها و گل میخ های درجا، (شکل ۳-۳) در جدول (۳-۳)، ارائه شده است.



شکل (۳-۳): چگونگی استقرار گل میخ ها و مهارهای درجا

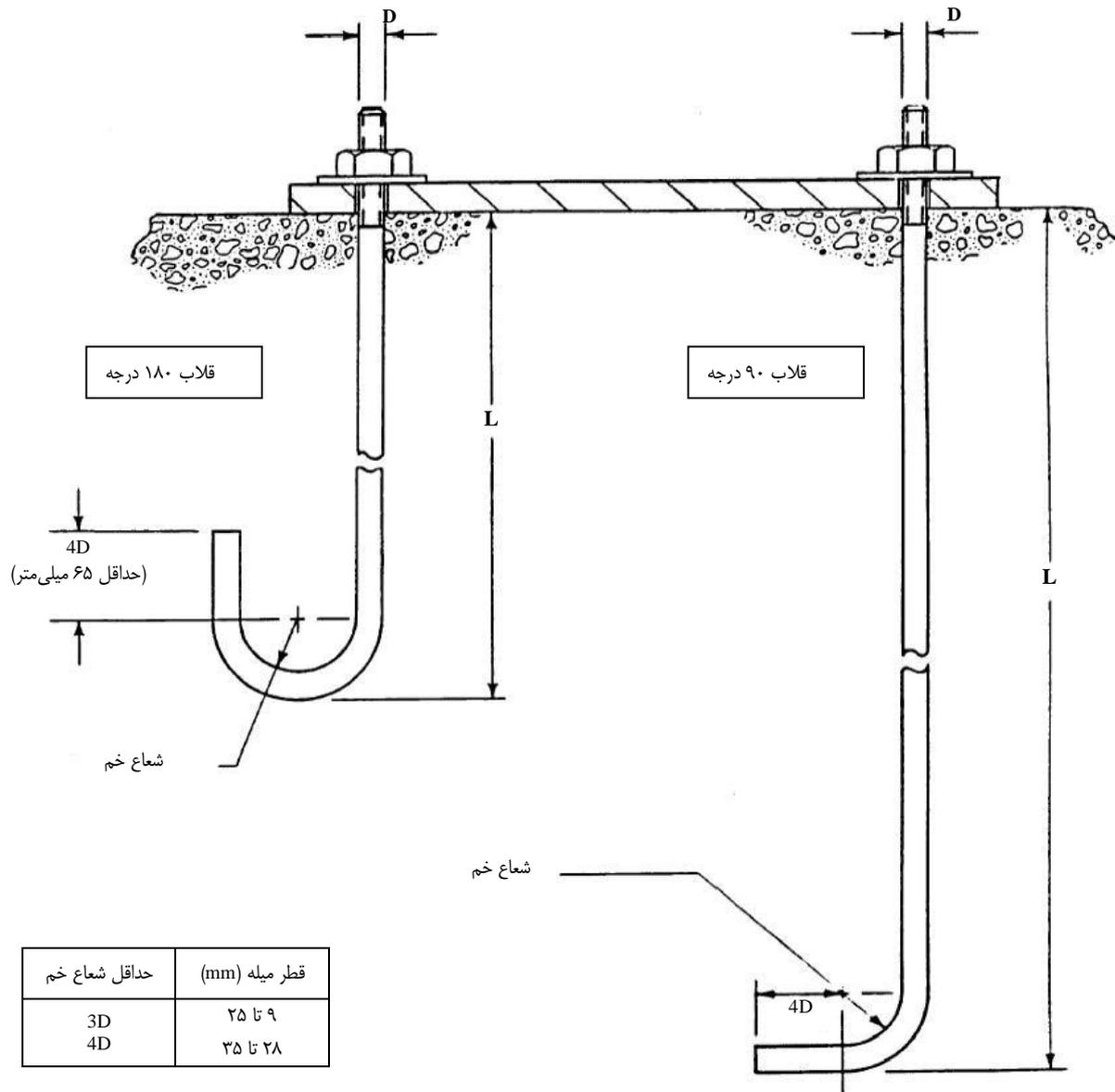
جدول (۳-۳): ظرفیت های ایمنی گل میخ ها و میل مهارهای درجا

قطر مهار / گل میخ (D , mm)	ظرفیت بیرون کشیده شدگی (P <sub>nom</sub> , kgf)	ظرفیت برشی (V <sub>nom</sub> , kgf)	حداقل طول مهاری مدفون (L <sub>min</sub> , cm)	حداقل فاصله مجاز (S <sub>min</sub> , cm)	حداقل فاصله مجاز از لبه (E <sub>min</sub> , cm)
۱۰	۱۶۵۶	۸۲۸	۱۰	۱۳	۹
۱۳	۲۹۵۸	۱۴۷۹	۱۳	۱۶	۱۱
۱۶	۴۶۳۹	۲۳۱۹	۱۶	۲۰	۱۴
۱۹	۶۶۷۴	۳۳۲۷	۱۹	۲۴	۱۷
۲۲	۹۰۵۳	۴۵۳۸	۲۲	۲۸	۲۰
۲۵	۱۱۸۵۶	۵۹۲۸	۲۵	۳۲	۲۲
۲۹	۱۵۰۱۶	۷۵۰۸	۲۹	۳۶	۲۵
۳۲	۱۸۵۳۷	۹۲۶۵	۳۲	۴۰	۲۸
۳۵	۲۲۳۹۲	۱۲۱۸	۳۵	۴۴	۳۱

- برای تعیین طول های مهاری (L) به شکل (۳-۳) توجه شود. اگر طول های مهاری کوتاه تر از حداقل های داده شده باشد، ظرفیت اسمی باید با استفاده از ضرایب کاهش ارائه شده در بند (۳-۳-۴-۲) محاسبه شود.
- ظرفیت های بیرون کشیده شدگی و برشی ارائه شده، برای فولاد ASTM A-307 ( $F_u = 4200 \text{ kgf/cm}^2$ ) و یا میل مهارهای هم مقاومت آن می باشد که در بتن سالم بدون ترک (در محل عبور میل مهار ترکی وجود نداشته باشد) قرار دارد. ضمناً بتن مورد نظر باید دارای مقاومت فشاری نمونه استوانه ای  $250 \text{ kgf/cm}^2$  یا بیشتر باشد. برای ظرفیت میل مهارهایی که در بتن با مقاومت فشاری کمتر از  $250 \text{ kgf/cm}^2$  قرار دارند، به بخش (۳-۳-۴-۲) مراجعه شود. همچنین ظرفیت مهارهایی که در بتن ترک خورده قرار دارند را می توان با استفاده از بخش (۳-۳-۴-۲) بدست آورد.
- حداقل فاصله بین میل مهارها یا بین میل مهار تا لبه بتن، از مرکز میل مهار اندازه گیری می شود. فاصله های کمتر از این حداقل ها را می توان با اعمال ضرایب کاهش مناسب ارائه شده در بندهای (۳-۳-۴-۲) و (۳-۳-۴-۲) استفاده نمود.

## ۳-۳-۴-۳- میل مهارهای قلابدار درجا

ظرفیت‌های اسمی قابل استفاده برای مهارهای قلابدار درجا، در جدول (۳-۳) ارائه شده اند. عبارت قلابدار به میلگردهای فولادی صافی گفته می‌شود که در انتهای مدفون خود، دارای شکلی قلاب مانند می‌باشند و در انتهای دیگر خود رزوه شده‌اند. یک میله مدفون در انتها را در صورتی می‌توان قلابدار دانست که در انتهای مدفون خود حداقل ابعادی مطابق شکل (۳-۴) داشته باشد.



شکل (۳-۴): میل مهار قلابدار و چگونگی استقرار آن



جدول (۳-۳): ظرفیت‌های اسمی میل‌مهاری قلاب‌دار درجا

حداقل فاصله مجاز از لبه ۲ (E <sub>min</sub> , cm)	حداقل فاصله مجاز ۲ (S <sub>min</sub> , cm)	حداقل طول مهاری مدفون (L <sub>min</sub> , cm)		ظرفیت برشی (V <sub>nom</sub> , kgf)	ظرفیت بیرون کشیده شدگی (P <sub>nom</sub> , kgf)	قطر مهار / گل‌میخ (D, mm)
		قلاب ۹۰ درجه	قلاب ۱۸۰ درجه			
۹	۳	۵۲	۴۱	۸۲۸	۱۶۵۶	۱۰
۱۱	۴	۶۹	۵۴	۱۴۷۹	۲۹۵۸	۱۳
۱۴	۵	۸۷	۶۸	۲۳۱۹	۴۶۳۹	۱۶
۱۷	۶	۱۰۴	۸۱	۳۳۳۷	۶۶۷۴	۱۹
۲۰	۷	۱۲۱	۹۵	۴۵۳۸	۹۰۸۲	۲۲
۲۲	۸	۱۳۸	۱۰۸	۵۹۲۸	۱۱۸۵۶	۲۵
۲۵	۹	۱۵۶	۱۲۲	۷۵۰۸	۱۵۰۱۶	۲۹
۲۸	۱۰	۱۷۳	۱۳۵	۹۲۶۵	۱۸۵۳۷	۳۲
۳۱	۱۰	۱۹۱	۱۴۹	۱۱۲۱۸	۲۲۳۹۲	۳۵

- ظرفیت‌های بیرون کشیده شدگی و برشی فوق برای میل‌مهار قلاب‌دار قرار گرفته در بتن سالم و ترک نخورده است. حداقل مقاومت فشاری نمونه استوانه‌ای ( $f'_c$ ) باید برابر با  $250 \text{ kgf/cm}^2$  باشد.
- طول مهاری در شکل (۳-۴) نشان داده شده است.
- فاصله بین میل‌مهاریها و فاصله از لبه از مرکز میل‌مهاریها اندازه‌گیری می‌شود.

### ۳-۳-۴-۴- مهاریهای چسبی

ظرفیت‌های اسمی بیرون کشیده شدگی و برشی قابل استفاده برای مهار چسبی در جدول (۳-۴) ارائه شده‌اند. در صورتی که از نصب صحیح مهاریهای چسبی اطمینان حاصل گردد، می‌توان از مقادیر جدول (۳-۲) برای ظرفیت‌های اسمی مهاریهای چسبی استفاده نمود. اطمینان از پاک بودن، اسید شویی، زبر نمودن سطح داخلی حفره بتنی قبل از نصب و استفاده از چسب یا ملات منبسط شونده به این منظور ضروری است.



جدول (۳-۴): ظرفیت‌های اسمی مهارهای چسبی

حداقل فاصله مجاز از لبه <sup>۲</sup> (E <sub>min</sub> , cm)	حداقل فاصله مجاز <sup>۲</sup> (S <sub>min</sub> , cm)	حداقل طول مهاری مدفون (L <sub>min</sub> , cm)	ظرفیت برشی (V <sub>nom</sub> , $\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$ )	ظرفیت بیرون کشیدگی (P <sub>nom</sub> , $\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$ )	قطر مهار / گل‌میخ (D, mm)
۹	۱۲	۱۰	۸۲۸	۱۶۴	۱۰
۱۱	۱۶	۱۳	۱۴۷۹	۳۹۱	۱۳
۱۴	۲۰	۱۶	۲۳۱۹	۴۶۱	۱۶
۱۷	۲۴	۱۹	۳۳۳۷	۶۶۴	۱۹
۲۰	۲۸	۲۲	۴۵۳۸	۹۰۴	۲۲
۲۲	۳۲	۲۵	۵۹۲۸	۱۱۸۲	۲۵
۲۵	۳۶	۲۹	۷۵۰۸	۱۴۹۸	۲۹
۲۸	۴۰	۳۲	۹۲۶۵	۱۸۵۲	۳۲
۳۱	۴۴	۳۵	۱۱۲۱۸	۲۲۳۷	۳۵

- ظرفیت‌های بیرون کشیده شدگی و برشی ارائه شده در جدول فوق، برای ASTM A-307  $F_u = 4200 \text{ kgf/cm}^2$  و یا مهارهای هم مقاومت آن می‌باشد که در بتن سالم و بدون ترک (یعنی هیچ ترکی از محل نصب میل مهار عبور نمی‌کند) نصب شده‌اند. مقاومت فشاری نمونه استوانه‌ای بتن  $(f'_c)$ ،  $250 \text{ kgf/cm}^2$  می‌باشد. برای تعیین ظرفیت بولت‌های درون بتن کم مقاومت‌تر  $(f'_c < 250 \text{ kgf/cm}^2)$  به بخش (۳-۹-۳-۳) مراجعه شود. همچنین برای تعیین ظرفیت بولت‌های درون بتن ترک خورده به بخش (۳-۸-۳-۳) مراجعه شود.
- ظرفیت‌های بیرون کشیدگی ( $P_{nom}$ ) فوق بر این اساس ارائه شده‌اند که تمهیدات ویژه‌ای در نصب مهار بکار نرفته باشد (و یا از بکار بردن تمهیدات ویژه، اطلاعاتی در دست نباشد).
- طول مهاری ( $L$ ) مورد نظر، در شکل (۳-۳) نشان داده شده است. برای طول‌های کمتر از حداقل می‌توان از ضرایب کاهش مناسب ارائه شده در بخش (۳-۶-۳-۳) استفاده نمود.
- حداقل فاصله بین یک میل مهار تا میل مهار مجاور و یا لبه بتن، از مرکز میل مهار در نظر گرفته می‌شود. فاصله‌های کمتر از حداقل‌های ارائه شده را می‌توان با استفاده از ضرایب کاهش مقاومت ارائه شده در بندهای (۳-۷-۳-۳) و (۴-۸-۳-۳) بکار برد.

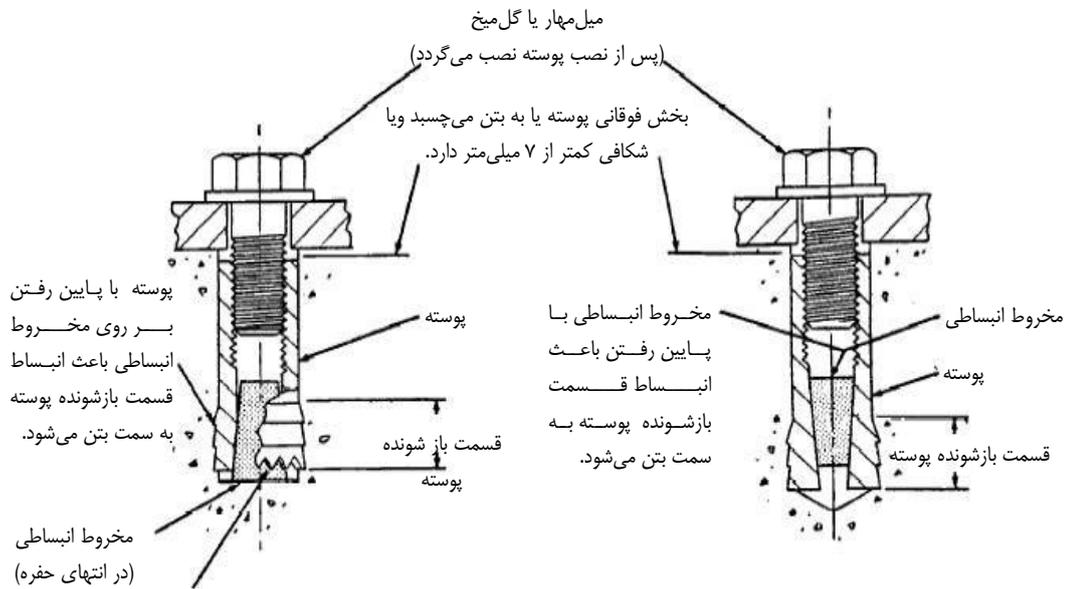
### ۳-۳-۵- انواع مهارهای انبساطی

در بخش حاضر انواع مهارهای انبساطی و تفاوت‌های کلی آنها معرفی و ضرایب کاهش مربوطه جهت محاسبه ظرفیت بیرون کشیده شدگی و برشی مهار ارائه می‌گردد. تنوع زیادی در عملکرد لرزه ای انواع مختلف مهار انبساطی وجود دارد، لذا کاربر باید دقت ویژه ای جهت تعیین نوع و ساختار این مهارها مبذول دارد.

در صورتیکه شرکت سازنده و نوع مهارهای انبساطی شناخته شده نباشد، می‌توان از ضریب کاهش مربوط به مهارهای ناشناخته، جدول (۳-۵) استفاده نمود. این ضریب کاهش تنها برای مهارهای انبساطی ساخته شده از فولاد نرمه معمولی و یا مصالح با مقاومت بیشتر قابل استفاده است.

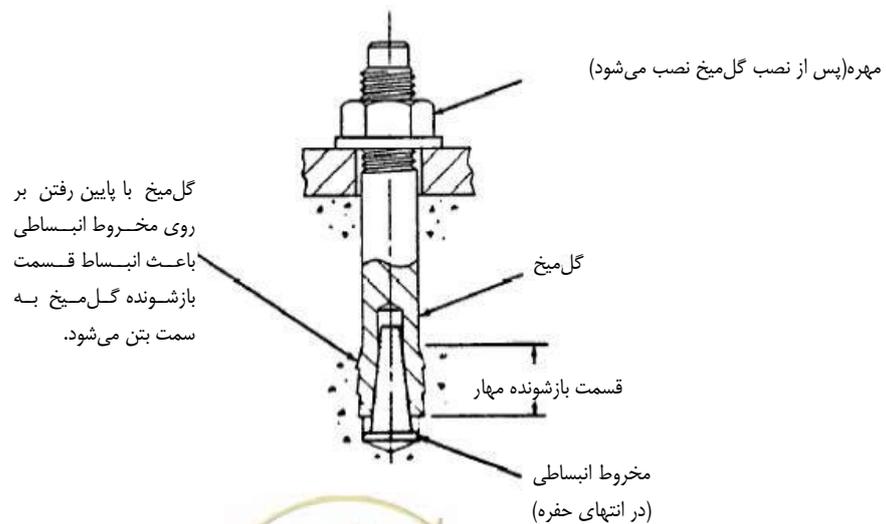
مهارهای انبساطی بجز مهار انبساطی زیر برشی (شکل ۳-۶) اساساً برای مهار تجهیزات تحت ارتعاشات مکانیکی (مانند پمپ‌ها و کمپرسورها) مناسب نیستند و به مرور زمان ظرفیت بیرون کشیده شدگی خود را از دست می‌دهند. در صورتی که تجهیزاتی برای مدت طولانی توسط مهارهای انبساطی مهار شده و همچنان محکم باشند، می‌توان از کفایت نصب آنها اطمینان داشت.





الف- نوع خودرو

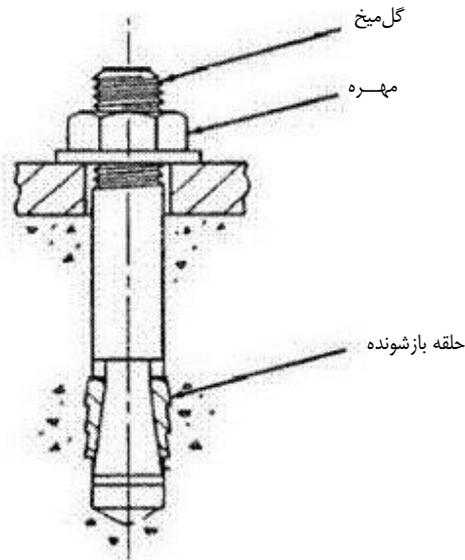
ب- نوع Drop-In (پوسته ای با پیچ)



ج- نوع گل میخ فیلیپ (Phillips)

شکل (۳-۵): نمونه هایی از مهرهای انبساطی پوسته ای





نوع گوه‌ای یا زیر برشی

شکل (۳-۶): نمونه‌ای از مهارت انبساطی غیر پوسته‌ای

آن دسته از مهارت‌های انبساطی و شرکت‌های سازنده آنها که در این دستورالعمل پوشش داده می‌شود، در جدول (۳-۵) آورده شده است. همچنین در این جدول، ضرایب کاهش ظرفیت ( $RT_p$  برای بیرون کشیدگی و  $RT_s$  برای برش) نیز ارائه شده است.



جدول (۳-۵): انواع مهارهای انبساطی تحت پوشش این دستورالعمل و ضرایب کاهش متناسب آنها

شرکت سازنده	نام محصول	نوع مهار	ضریب کاهش ظرفیت بیرون کشیدگی (RT <sub>p</sub> )	ضریب کاهش ظرفیت برشی (RT <sub>s</sub> )
Drillco	MaxiBolt	غیرپوسته ای	۱/۰	۱/۰
Hilti	Kwik-Bolt	غیرپوسته ای	۱/۰	۱/۰
	HDI	پوسته ای	۱/۰	۱/۰
	Sleeve(9.5mm)	غیرپوسته ای	۰/۵	۱/۰
	Sleeve(12.7 to 15.9mm)	غیرپوسته ای	۰/۷۵	۱/۰
	Dynaset	پوسته ای	۱/۰	۱/۰
ITW/Ramset	Dynabolt	غیرپوسته ای	۰/۷۵	۰/۷۵
	Trubolt	غیرپوسته ای	۰/۷۵	۰/۷۵
	Multiset Drop-In	پوسته ای	۱/۰	۱/۰
ITW/Ramset/Redhead	Self Drilling	پوسته ای	۱/۰	۱/۰
	Dynabolt Sleeve	غیرپوسته ای	۱/۰	۱/۰
	Nondrill	پوسته ای	۱/۰	۱/۰
	Stud	پوسته ای	۰/۷۵	۰/۷۵
	TRUBOLT	غیرپوسته ای	۰/۷۵	۰/۷۵
	Parasleeve	غیرپوسته ای	۱/۰	۱/۰
	MDI	پوسته ای	۱/۰	۱/۰
Molly	Parabolt	غیرپوسته ای	۰/۷۵	۰/۷۵
	Self Drilling	پوسته ای	۱/۰	۱/۰
	Wedge	غیرپوسته ای	۱/۰	۱/۰
Phillips	Sleeve	غیرپوسته ای	۱/۰	۱/۰
	Multi-set	پوسته ای	۱/۰	۱/۰
	Stud	پوسته ای	۱/۰	۱/۰
	Non-drilling	پوسته ای	۱/۰	۱/۰
	Drop-In	پوسته ای	۱/۰	۱/۰
	Stud	پوسته ای	۰/۷۵	۰/۷۵
	Saber-Tooth	پوسته ای	۰/۷۵	۰/۷۵
Rawl	Bolt	غیرپوسته ای	۰/۷۵	۰/۷۵
	Self Drill	پوسته ای	۰/۷۵	۰/۷۵
	Steel	پوسته ای	۰/۷۵	۱/۰
	Stud	پوسته ای	۰/۷۵	۰/۷۵
USE Diamond	Sup-R-Drop	پوسته ای	۱/۰	۱/۰
	Sup-R-Stud	پوسته ای	۱/۰	۱/۰
	Sup-R-Sleeve	غیرپوسته ای	۱/۰	۱/۰
	Sup-R-Drill	پوسته ای	۰/۷۵	۰/۷۵
WEJ-IT	Drop-In	پوسته ای	۱/۰	۱/۰
	Sleeve	پوسته ای	۱/۰	۱/۰
WEJ-IT	Wedge	غیرپوسته ای	۰/۷۵	۰/۵
	Stud	پوسته ای	۱/۰	۰/۷۵
ناشناخته	ناشناخته (D≤10mm)	ناشناخته	۰/۵	۰/۷۵
	ناشناخته (D>10mm)	ناشناخته	۰/۷۵	۰/۷۵

در صورتی که نام شرکت سازنده مهار انبساطی و نوع آن مشخص نباشد از ضرایب کاهش ظرفیت کلی زیر می‌توان استفاده نمود:

برای مهارهای با قطر کوچکتر از ۱۰ میلیمتر:  $RT_p = 0.5, RT_s = 0.75$

برای مهارهای با قطر بزرگتر از ۱۰ میلیمتر:  $RT_p = 0.75, RT_s = 0.75$

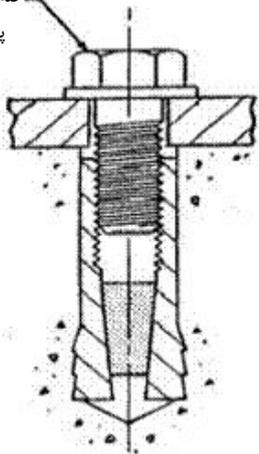
باید توجه داشت که ضرایب کاهش فوق تنها برای مهارهای انبساطی از جنس فولاد نرمه معمولی یا مصالح با مقاومت بیشتر قابل استفاده می‌باشد. برای حصول اطمینان از اینکه مهارهای "ناشناخته" از نوع مهارهای WEJ-IT گوه‌ای<sup>۱</sup> نمی‌باشند، باید مورد آزمایش قرار

گیرند. اینگونه مهارها را می‌توان با توجه به دو برش لوبیایی در دو وجه مقابل، موازی محور طولی مهار، از دیگر مهارها تشخیص داد. وجه تمایز مهارهای انبساطی پوسته‌ای و غیر پوسته‌ای از لحاظ نحوه عملکرد و ظاهر آنها پس از نصب در اشکال (۳-۵ تا ۳-۷) نشان داده شده است.

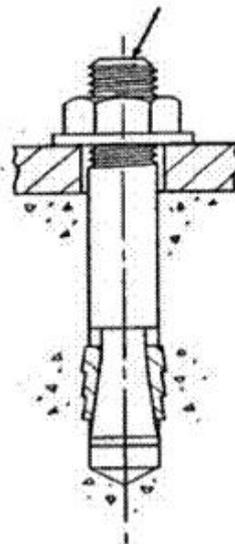


برش نرم پرداخت شده بیانگر نوع غیرپوسته‌ای می‌باشد.

کله‌گی مهار بیانگر نوع پوسته‌ای می‌باشد.

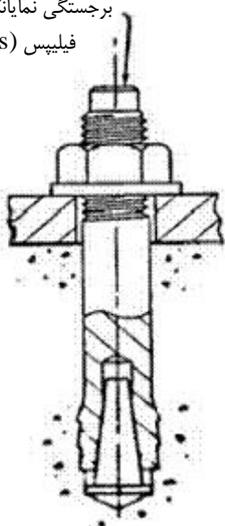


ب - نوع پوسته‌ای با بولت



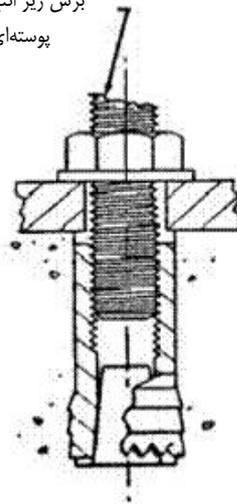
الف - نوع غیرپوسته‌ای

برجستگی نمایانگر گل میخ نوع پوسته‌ای فیلیپس (Philips) می‌باشد.



ت - گل میخ فیلیپس (Philips) نوع پوسته‌ای

برش زیر انتهای بیانگر نوع پوسته‌ای می‌باشد.



پ - نوع پوسته‌ای با میله رزوه شده

شکل (۳-۷): ویژگی‌های مشخص کننده نوع مهار انبساطی پس از نصب



### ۳-۳-۶- طول مهارتی

برای اطمینان از قابلیت مهار در مقاومت تا ظرفیت‌های اسمی، طول مهارتی مدفون آن باید کنترل گردد. برای مهارهای با طول مهارتی ناکافی، باید از ضریب کاهش ظرفیت مناسبی استفاده شده و ظرفیت کاهش یافته به کار گرفته شود. حداقل طول‌های مهارتی مدفون و ضرایب کاهش ظرفیت، در این بخش ارائه شده‌اند. طول‌های مهارتی مهارهای انبساطی تنها بر مبنای توصیه‌های سازندگان تعیین شده و با استناد به استفاده از ضرایب کاهش ظرفیت نمی‌توان این طول را کاهش داد. برای مهارهای انبساطی که طول‌های مهارتی مدفون بلندتری دارند می‌توان از ظرفیت‌های بالاتری (که توسط شرکت سازنده ارائه شده‌اند) به جای ظرفیت‌های اسمی استفاده نمود. حداقل طول مهارتی گل‌میخ‌ها و مهارهای درجا و نیز مهارهای چسبی به‌گونه‌ای تعیین شده است که گسیختگی مهار شکل‌پذیر باشد، یعنی گسیختگی در فولاد مهار یا گل‌میخ (و نه در بتن) به وجود آید. طول مهارتی مهارهای چسبی با مهارهای درجا یکسان است با این وجود، برای لحاظ نمودن عدم قطعیت‌های موجود در نصب مهارهای چسبی، ضرایب اطمینان بزرگتری در تعیین ظرفیت بیرون کشیده شدگی، برای آنها در نظر گرفته می‌شود. حداقل طول مهارتی مهارهای قالب‌دار صاف براساس تنش چسبندگی بین میلگرد و بتن تعیین شده است. طول مهارتی مهارهای انبساطی را می‌توان با حصول اطمینان از این‌که نوع و سازوکار مهار انبساطی مورد نظر جزء مهارهای انبساطی مجاز در این دستورالعمل می‌باشد و نیز اعمال بازرسی چشمی بر نصب آن، کنترل نمود. برای تعیین طول مهارتی موجود انواع بسیاری از مهارهای انبساطی غیرپوسته‌ای، می‌توان از آزمایش اولتراسونیک استفاده کرد. در صورتی که بخشی از پوسته و یا طول زیادی از گل‌میخ، بیرون زدگی داشته باشد، طول مهارتی کافی نخواهد بود. در صورتی که ظرفیت مهار انبساطی با فرض طول مهارتی کافی از دو برابر بار وارده به آن بیشتر باشد، کنترل طول مهارتی آن ضرورتی ندارد. طول مهارتی برای مهارهای دیگر را می‌توان با توجه به نقشه‌های اجرایی، آزمایش اولتراسونیک و یا ابزار مناسب دیگر تعیین نمود. در بندهای بعدی طول مهارتی مهارهای مختلف ارائه گردیده است.

### ۳-۳-۶-۱- طول مهارتی مهارهای انبساطی

در صورتی که طول مهارتی موجود، از مقادیر جدول (۳-۶) بزرگتر باشد، ضرایب کاهش ظرفیت بیرون کشیده شدگی (RLp) و برشی (RLS) برابر ۱ منظور می‌شوند. در غیر این صورت ضرایب کاهش مربوط به طول مهارتی مهار انبساطی برابر ۰/۵ در نظر گرفته می‌شوند. علاوه بر این در صورتی که از روش بازرسی گذرا مطابق بخش (۳-۳-۱۲-۲) نیز استفاده شود، نیازی به این کنترل نیست. مقادیر حداقل طول مهارتی مدفون توصیه شده در کاتالوگ شرکت‌های سازنده، در جدول (۳-۶) ارائه شده است.



جدول (۳-۶): حداقل طول مهارتی توصیه شده توسط شرکت های سازنده

حداقل طول مهارتی (L, mm) برای قطرهای (mm)						نام محصول (N: غیر پوسته ای، S: پوسته ای)	شرکت سازنده
۱۰	۱۳	۱۶	۱۹	۲۲	۲۵		
۴۲	۵۸	۷	۸۳	--	۱۱۵	Kwik-Bolt(N)	Hilti
۴۰	۵۱	۶۵۰	۸۱	--	--	HDI(S)	
۳۸	۵۱	۵۱	--	--	--	Sleeve(N)	
۴۲	۵۱	۶۷	۸۳	--	--	Dynaset(S)	ITW/Ramset
۵۱	۵۷	۵۷	--	--	--	Dynabolt(N)	
۳۸	۵۷	۷۰	۸۶	۱۰۲	۱۱۵	Trubolt(N)	
۴۲	۵۱	۶۴	۸۱	--	--	Multiset Drop-In(S)	ITW/Ramset/Redhead
۳۹	۵۲	۶۳	۸۳	--	--	Self Drilling(S)	
۴۸	۵۱	۵۷	--	--	--	Dynabolt Sleeve(N)	
۴۰	۵۳	۶۵	۸۱	--	--	Nondrill(S)	
۴۲	۴۸	۶۱	۷۴	--	--	Stud(S)	
۳۸	۵۷	۷۰	۸۳	۹۶	۱۱۵	TRUBOLT(N)	Molly
۳۸	۵۱	۵۱	--	--	--	Parasleeve(N)	
۴۰	۵۱	۶۴	--	--	--	MDI(S)	
۳۸	۵۷	۷۰	۸۳	۱۰۲	۱۱۵	Parabolt(N)	Philips
۳۹	۵۲	۶۳	۸۳	۹۴		Self Drilling(S)	
۴۵	۵۴	۶۷	۸۳	۹۴	۱۱۵	Wedge(N)	
۴۸	۵۱	۵۷	--	--	--	Sleeve(N)	
۳۵	۴۵	۵۷	۶۴	--	--	Multi-set(S)	
۴۲	۴۸	۶۱	۷۴	--	--	Stud(S)	Rawl
۴۰	۵۳	۶۵	۸۱	--	--	Non-drilling(S)	
۴۸	۶۱	۷۷	۸۹	--	--	Drop-In(S)	
۴۵	۵۷	۷۴	۸۶	۱۰۲	۱۱۵	Stud(S)	
۳۹	۵۲	۶۳	۸۳	۹۴	--	Saber-Tooth(S)	
۵۱	۶۴	۷۰	۷۷	--	--	Bolt(N)	Star
۳۹	۵۲	۶۳	۸۳	۹۴	--	Self Drill(S)	
۳۷	۵۰	۶۱	۷۷	--	--	Sleeve(S)	
۴۲	۴۵	۶۱	۷۴	--	--	Stud(S)	USE Diamond
۴۰	۵۱	۶۵	۸۱	--	--	Sup-R-Drop(S)	
۵۵	۷۲	۸۴	۱۰۸	۱۲۰	۱۴۲	Sup-R-Stud(S)	
۳۸	۵۱	۶۴	۷۷	--	--	Sup-R-Steel(N)	
۳۹	۵۲	۶۳	۸۳	--	--	Sup-R-Drill(S)	WEJ-IT
۴۲	۵۱	۶۴	۸۳	--	--	Drop-In(S)	
۳۸	۴۸	۵۱	۵۷	--	--	Sleeve(S)	
۳۸	۵۱	۷۷	۷۷	۱۱۵	۱۴۰	Wedge(N)	
۴۵	۵۴	۹۳	۸۳	--	۱۱۵	Stud(S)	

### ۳-۳-۶-۱-۱- مهارهای انبساطی پوسته‌ای

در صورتیکه مهار انبساطی یکی از انواع موجود در جدول (۳-۶) باشد، طول مهاری مدفون مناسب را می‌توان از جدول انتخاب نمود. در صورتی که پوسته این مهارها نسبت به سطح بتن بیرون‌زدگی نداشته باشد، وضعیت نصب آن قابل قبول است. برای اطمینان از اینکه پوسته مهارها با سطح زیرین ورق نشیمن تکیه‌گاهی<sup>۱</sup> تجهیزاتی که مهار شده است، تماسی نداشته باشند کنترل صورت گیرد. این کنترل باید پس از اعمال کنترل سفتی<sup>۲</sup> (بند ۳-۳-۱۲) صورت گیرد. با انجام کنترل‌های فوق، از محکم بودن مهار انبساطی در حفرة، اطمینان حاصل می‌گردد. در صورتی که برای اعمال دو کنترل فوق نیاز به بیرون آوردن مهار یا مهره از محل باشد، کنترل طول مهاری مدفون چند مهار به صورت تصادفی کافی است. در صورتی که با اعمال چنین کنترلی، مشخص گردد که مهارها به طور مناسب نصب نشده‌اند، این کنترل باید در تعداد بیشتری انجام شود. نصب دوباره مهارها باید با رعایت ضوابط کنترل سفتی بخش (۳-۳-۱۲) انجام گیرد.

### ۳-۳-۶-۱-۲- مهارهای انبساطی غیرپوسته‌ای

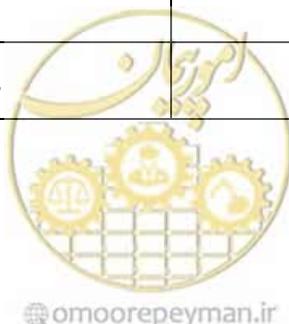
طول مهاری مناسب برای چنین مهارهایی به شرکت سازنده، مدل مهار و ضخامت ورق نشیمن تکیه‌گاهی تجهیزاتی که مهار شده است، بستگی دارد. به‌عنوان یک معیار کلی می‌توان از جدول (۳-۷) برای ارزیابی کفایت طول مهاری مدفون مهارهای انبساطی غیرپوسته‌ای استفاده نمود. در این جدول حداکثر مقادیر بیرون‌زدگی سر گل‌میخ (که به مدل و سازوکار مهار بستگی دارد) ارائه شده است. در صورتی که برآمدگی سطح گل‌میخ مهار غیرپوسته‌ای، بیش از حد پائینی ارائه شده در جدول باشد، طول مهاری مدفون بستگی به نوع مهار مورد استفاده خواهد داشت.

جدول (۳-۷): حداکثر مقدار بیرون‌زدگی مجاز گل‌میخ

قطر گل‌میخ (mm)	حداکثر بیرون‌زدگی مجاز گل‌میخ از بتن (mm)
۱۰	۱۳ - ۱۹
۱۳	۱۳ - ۱۹
۱۶	۱۳ - ۲۲
۱۹	۲۲ - ۳۸
۲۲	۳۸ - ۵۱
۲۵	۳۸ - ۵۱

1 Base Plate

2 Tightness Check



هنگام بازرسی چشمی مهارها باید ارزیابی دقیقی برای تعیین میزان بیرون زدگی (که به عواملی چون قطر مهار، ضخامت ورق نشیمن تکیه گاهی و بالشتک ملات وابسته است) انجام گیرد. در صورتیکه بیرون زدگی مهار از مقادیر جدول (۳-۷) بیشتر باشد، طول مهاری مدفون باید با توجه به مدارک طرح و ساخت مهار و اطلاعات شرکت سازنده تعیین گردد. می توان برای تعیین طول مهاری مدفون مهار یا گل میخ و مقایسه آن با مقادیر توصیه شده توسط شرکت سازنده (جدول ۳-۶)، از تکنیک های بازرسی اولتراسونیک استفاده نمود.

کنترل مقدار بیرون زدگی باید پس از اعمال کنترل سفتی بر مهارهای انبساطی غیرپوسته ای، انجام گیرد تا اثر کنترل سفتی در بیرون کشیدن نسبی مهار انبساطی، در نظر گرفته شود. برای تعیین ظرفیت مجاز مهارهای با طول مهاری مدفون بیش از حداقل های جدول (۳-۶)، در صورت امکان می توان از داده های موجود در کاتالوگ شرکت سازنده (به جای مقادیر جدول ۳-۱)، استفاده نمود. به عنوان یک روش جایگزین می توان مقاومت مهارهای انبساطی را با استفاده از آزمایش تعیین نمود.

### ۳-۳-۶-۲- گل میخ ها و مهارهای درجا

مقادیر ظرفیت های اسمی مجاز بیرون کشیدگی و برشی در جدول (۳-۲) با این فرض بدست آمده اند که طول مهاری میل مهار برای جلوگیری از خرابی بتن، کافی می باشد.

مقادیر حداقل طول مهاری ارائه شده در جدول (۳-۲)  $(L_{min})$  معادل ۱۰ برابر قطر میل مهار (D) می باشد. طول مهاری مدفون (L) برای مهار درجا و گل میخ، در شکل (۳-۳) نشان داده شده است. برای حصول اطمینان از کفایت طول مهاری مدفون باید از نقشه های اجرایی استفاده گردد.

در صورتی که نقشه های چون ساخت در دست نباشد، باید از آزمایش اولتراسونیک و یا روش های مناسب دیگر برای تعیین طول مهاری موجود استفاده گردد.

در صورتی که طول مهاری موجود (L)، از مقادیر حداقل جدول (۳-۲)  $(L_{min})$  کمتر باشد، باید در محاسبه ظرفیت مجاز مهار از ضرایب کاهش ظرفیت بیرون کشیدگی  $(RL_p)$  و برشی  $(RL_s)$ ، به شرح ذیل استفاده گردد.

$$RL_s = RL_p = 1.0 \quad \text{در صورتیکه } L \geq 10D \text{ باشد}$$

$$RL_s = RL_p = \frac{(L + D)L}{(L_{min} + D)L_{min}} \quad \text{در صورتیکه } 4D < L < 10D \text{ و } L > 7.5cm \text{ باشد}$$

- در صورتی که L از 4D یا ۷/۵ سانتی متر کوچکتر باشد، میل مهار یا گل میخ غیرقابل قبول شناخته می شود. در روابط فوق :

L : طول مهاری با توجه به شکل (۳-۳)

$L_{min}$  : حداقل طول مهاری مدفون از جدول (۳-۲)

D : قطر میل مهار یا گل میخ



### ۳-۳-۶-۳ - مهارهای قلاب‌دار درجا

مقادیر ظرفیت اسمی بیرون کشیدگی ارائه شده در جدول (۳-۳) بر این فرض استوارند که حداقل طول مهاری مدفون مندرج در این جدول تامین شده باشد.

در صورتی که طول مهاری مدفون ( $L$ ) از  $L_{min}$  کمتر باشد ضریب کاهش ظرفیت باید در ظرفیت اسمی مجاز ( $P_{nom}$ ) ضرب گردد. مهارهای قلاب‌دار حتی با طول مهاری مدفون بسیار کم، دارای ظرفیت برشی کامل می‌باشند و حتی اگر به علت نداشتن ظرفیت بیرون کشیدگی کافی، غیرقابل قبول محسوب شوند، نیازی به اعمال ضریب کاهش ظرفیت برشی برای چنین مهارهایی نیست.

ضریب کاهش ظرفیت بیرون کشیدگی ( $RL_p$ ):

- برای  $RL_p = 1.0$  ،  $L \geq L_{min}$  در نظر گرفته می‌شود.

- برای  $16D \leq L \leq L_{min}$  :

$$RL_p = \frac{L + 20D}{62.5D} \quad \text{مهار با قلاب } 180 \text{ درجه} :$$

$$RL_p = \frac{L + 8D}{62.5D} \quad \text{مهار با قلاب } 90 \text{ درجه} :$$

- اگر  $L < 16D$  باشد، مهار غیرقابل قبول می‌باشد.

در روابط فوق :

$L$  : طول مهاری مهار قلاب‌دار (بر حسب میلی‌متر) با توجه به شکل (۳-۵)

$L_{min}$  : حداقل طول مهاری مهار قلاب‌دار (از جدول ۳-۳)

$D$  : قطر میل مهار (بر حسب میلی‌متر)

### ۳-۳-۶-۴ - مهارهای چسبی

برای تعیین ضرایب کاهش ظرفیت مهارهای چسبی، که طول مهاری کمتر از طول‌های جدول (۳-۴) دارند، می‌توان از مقادیر ارائه شده در بخش (۳-۳-۴-۲) برای مهارهای درجا استفاده نمود. این ضرایب کاهش ظرفیت به مقادیر ظرفیت‌های اسمی کششی و برشی موجود در جدول (۳-۴) اعمال می‌گردند.

### ۳-۳-۷ - فاصله مهارها

برای اینکه بتوان از حداقل ظرفیت‌های اسمی مشخص شده در بخش‌های قبل برای میل مهارها استفاده نمود، فاصله بین دو میل مهار مجاور باید از حداقل تعیین شده، بیشتر باشد.

در صورتی که فاصله بین دو میل مهار مجاور از حداقل مزبور کمتر باشد، باید ظرفیت اسمی را به کمک ضریب کاهش، اصلاح نمود. حداقل فاصله بین دو میل مهار برای مهارهای با حداقل طول مهاری مدفون و ضرایب کاهش ظرفیت مناسب در این بخش ارائه شده‌اند. برای استفاده از تمام ظرفیت مهارهای با ظرفیت بالاتر و طول مهاری مدفون بیشتر، حداقل فاصله بین مهارها باید بزرگتر انتخاب گردد.

برای استفاده از تمام ظرفیت مهارهای انبساطی و مهارهای درجا فاصله بین دو میل مهار مجاور نباید کوچکتر از  $10D$  (  $D$  قطر میل مهار) باشد.



برخلاف ظرفیت بیرون کشیدگی، ظرفیت برشی مهارها چندان تحت تأثیر فاصله بین مهارها قرار ندارد. حداقل فاصله‌ها پیشنهادی برای استفاده از حداکثر ظرفیت برشی، به همراه ضرایب کاهش ظرفیت مناسب (برای مهارهای نزدیک به هم) در این بخش ارائه شده‌اند. برای هر مهار به تعداد مهارهای مجاوری که فاصله‌ای کمتر از حداقل‌های دستورالعمل با آن دارند، باید ضرایب کاهش ظرفیت در نظر گرفته شود. بعنوان مثال برای سه مهار متوالی که فاصله‌ای کمتر از حداقل آیین‌نامه دارند، برای مهار میانی، باید دو ضریب کاهش ظرفیت در نظر گرفته شود و برای مهارهای کناری، تنها یک ضریب کاهش ظرفیت. فاصله بین مهارها را می‌توان با بازرسی چشمی در محل و در صورت لزوم اندازه‌گیری فاصله (بین مرکز دو مهار مجاور)، کنترل نمود.

### ۳-۳-۷-۱- مهارهای انبساطی

در صورتی که فاصله یک مهار انبساطی از مهار مجاورش ( $S$ ) کمتر از حداقل‌های ارائه شده در جدول (۱-۳) ( $S_{min}$ ) باشد، ظرفیت‌های اسمی بیرون کشیدگی و برشی جدول (۱-۳) ( $V_{nom}, P_{nom}$ ) باید در ضرایب کاهش ظرفیتی که به صورت ذیل در نظر گرفته می‌شوند، ضرب گردند.

ضریب کاهش ظرفیت بیرون کشیدگی ( $RS_p$ ):

$RS_p = 1.0$  - در صورتی که  $S \geq 10D$  باشد :

$RS_p = \frac{S}{10D}$  - در صورتی که  $5D \leq S < 10D$  باشد :

$RS_p = 0.5$  - در صورتیکه  $2.5D \leq S < 5D$  باشد :

- و در صورتی که  $S < 2.5D$  باشد، مهار قابل پذیرش نمی‌باشد.

ضریب کاهش برشی ( $RS_s$ ):

$RS_s = 1.0$  - در صورتی که  $S \geq 2D$  باشد :

$RS_s = 0.5$  - و برای  $S < 2D$  :

در عبارتهای فوق،  $S$ ، فاصله بین مهارها و  $D$  قطر آنها بر حسب میلی‌متر می‌باشد.

### ۳-۳-۷-۲- گل‌میخ‌ها و مهارهای درجا

در صورتی که فاصله بین یک مهار درجا و مهار مجاور آن (از هر نوع)،  $S$ ، کمتر از حداقل‌های جدول (۲-۳) ( $S_{min}$ ) باشد، ظرفیت‌های اسمی بیرون کشیدگی و برشی در جدول (۲-۳) ( $V_{nom}, P_{nom}$ ) باید در ضرایب کاهش ظرفیتی که به صورت ذیل در نظر گرفته می‌شوند، ضرب گردند.

ضریب کاهش ظرفیت بیرون کشیدگی، ( $RS_p$ ):

$RS_p = 1.0$  - در صورتی که  $S \geq S_{min}$  باشد :

$RS_p = \frac{A_2}{A_1}$  - در صورتی که  $S < S_{min}$  باشد :

در عبارات فوق :

$S$ : فاصله مرکز مهار مورد نظر تا مرکز مهار مجاور.

$S_{min}$ : حداقل فاصله مجاز برای استفاده از کل ظرفیت بیرون کشیدگی ارائه شده در جدول (۲-۳).

$A_1$ : پارامتر سطح مخروط برشی که در جدول (۸-۳) ارائه شده است.



اگر آرایش مهارها بصورت ۵ تایی (۱ عدد در مرکز و ۴ عدد در پیرامون) باشد و فاصله آنها از  $S_{min}$  کمتر باشد، مهارها کلاً غیرقابل پذیرش بوده و نمی‌توان از ضریب کاهش ظرفیت استفاده نمود.

جدول (۳-۸): پارامتر  $A_1$  برای قطرهای مختلف گل‌میخ

قطر گل‌میخ (mm)	پارامتر $A_1$ (cm <sup>2</sup> )
۱۰	۲۷۰
۱۳	۴۷۸
۱۶	۷۴۸
۱۹	۱۰۸۰
۲۲	۱۴۶۶
۲۵	۱۹۱۸
۲۹	۲۴۳۱
۳۲	۲۹۹۴
۳۵	۳۶۲۷

$A_2$ : پارامتر سطح مخروط برشی کاهش یافته که از رابطه (۳-۳) زیر استخراج می‌گردد.

$$A_2 = \pi r^2 - \frac{1}{2} \left[ r^2 \theta - r.S \sin\left(\frac{\theta}{2}\right) \right] \quad (الف-۳-۳)$$

$$r = \frac{2L + D}{2} \quad (ب-۳-۳)$$

$$\theta = 2 \cos^{-1} \left[ \frac{S}{2L + D} \right] \quad (ج-۳-۳)$$

که در آن:

$S$ : فاصله مرکز تا مرکز مهار مورد نظر تا مهار مجاور،

$L$ : طول مهاری مدفون مهار مورد بررسی،

$D$ : قطر مهار یا گل‌میخ



$\theta$  : زاویه راس مخروط برشی بتن است که راس آن در انتهای مهار قرار دارد.

ضریب کاهش ظرفیت برشی،  $(RS_s)$  :

$$RS_s = 1.0 \quad \text{اگر } S \geq 2D$$

$$RS_s = 0.5 \quad \text{اگر } S < 2D$$

### ۳-۳-۷-۳- مهاریهای قلابدار درجا

ظرفیت‌های برشی اسمی ( $V_{nom}$ ) ارائه شده در جدول (۳-۳) برای مهاریهای قلابدار، برای حداقل فاصله مرکز تا مرکزی برابر با  $3D$  (D قطر مهار قلابدار) بین مهاریهای مجاور می‌باشند. در صورتیکه فاصله بین مهاریهای قلابدار کمتر از  $3D$  باشد، مهار قلابدار قابل پذیرش نخواهد بود.

### ۳-۳-۷-۴- مهاریهای چسبی

برای مهاریهای چسبی، با فاصله کمتر از مقادیر حداقل جدول (۳-۴) باید از ضرایب کاهش ظرفیت ارائه شده در بخش (۳-۳-۷-۲) (برای مهاریهای درجا) برای کاهش ظرفیت اسمی بیرون کشیدگی و برشی، استفاده نمود.

### ۳-۳-۸- فاصله از لبه

برای این که بتوان از تمام ظرفیت اسمی مهار استفاده کرد، نباید فاصله مهار از لبه آزاد بتن از حد معینی کمتر باشد. برای مهاریهایی که فاصله آنها از لبه آزاد بتن کم است، ظرفیت اسمی مهار را باید توسط ضریب کاهش ظرفیت، کاهش داد. این حداقلها و ضرایب کاهش ظرفیت متناسب آنها در این بخش ارائه شده‌اند. برای مهاریهای با ظرفیت بالاتر و طول مهاری مدفون بیشتر برای استفاده از تمام ظرفیت بیرون کشیدگی نیاز به فاصله بیشتری از لبه آزاد بتن می‌باشد. برای استفاده از تمام ظرفیت مهاریها حداقل فاصله از لبه بتن را می‌توان برابر با  $10D$  (D قطر میل مهار) در نظر گرفت. در صورتی که فاصله مهار از بیش از یک لبه آزاد بتن کمتر از حد مجاز باشد، برای هر لبه باید ضریب کاهش ظرفیت جداگانه‌ای در نظر گرفته شود. برای مثال در صورتی که مهاری در نزدیکی گوشه قرار داشته باشد، ۲ ضریب کاهش ظرفیت برای آن در نظر گرفته می‌شود. فاصله از لبه را می‌توان با بازرسی چشمی در محل و در صورت لزوم استفاده از وسایل اندازه‌گیری کنترل نمود. در این اندازه‌گیری‌ها باید فاصله تا لبه آزاد بتن از مرکز میل مهار اندازه‌گیری شود.

### ۳-۳-۸-۱- مهاریهای انبساطی

در صورتیکه فاصله یک مهار انبساطی از لبه آزاد بتن ( $E$ ) از حداقل مجاز ( $E_{min}$ ) ارائه شده در جدول (۳-۱) کمتر باشد، در تعیین ظرفیت مهار باید از ضرایب کاهش ظرفیت ( $RE_p$ ) برای بیرون کشیدگی و  $RE_s$  برای برشی) استفاده گردد.

ضریب کاهش ظرفیت بیرون کشیدگی،  $(RE_p)$  :

$$RE_p = 1.0 \quad \text{اگر } E \geq 10D \text{ باشد}$$

$$RE_p = \frac{E}{10D} \quad \text{اگر } 4D \leq E < 10D \text{ باشد}$$

اگر  $E < 4D$  باشد، مهار غیرقابل قبول بوده و  $RE_p$  برابر با صفر در نظر گرفته می‌شود.

ضریب کاهش ظرفیت برشی،  $(RE_s)$  :



- اگر  $E \geq 10D$  باشد :  $RE_s = 1.0$

- اگر  $4D \leq E < 10D$  باشد :  $RE_s = \left[ \frac{E}{10D} \right]^{1.5}$

- اگر  $E < 4D$  باشد، مهارت غیرقابل قبول بوده و  $RE_s$  برابر با صفر در نظر گرفته می‌شود.  
در عبارت‌های فوق :

$E$  : فاصله از مرکز میل مهار تا لبه آزاد بتن (بر حسب میلی‌متر).

$D$  : قطر میل مهار یا گل‌میخ (بر حسب میلی‌متر).

### ۳-۳-۸-۲- گل‌میخ‌ها و مهارهای درجا

در مورد گل‌میخ‌ها و مهارهای درجا، در صورتی که فاصله مهار از لبه آزاد بتن ( $E$ ) از حد مجاز ارائه شده در جدول (۳-۲) ( $E_{min}$ )، کمتر باشد، در محاسبه ظرفیت مهار باید از ضرایب کاهش ظرفیت بیرون کشیدگی ( $RE_p$ ) و برشی ( $RE_s$ ) استفاده گردد. این مقادیر در ظرفیت‌های اسمی بیرون کشیدگی و برشی ( $V_{nom}$ ,  $P_{nom}$ )، که در جدول (۳-۲) ارائه شده‌اند، ضرب می‌شوند.  
ضریب کاهش ظرفیت بیرون کشیدگی، ( $RE_p$ ) :

- اگر  $E \geq E_{min}$  باشد :  $RE_p = 1.0$

- اگر  $4D \leq E < E_{min}$  باشد :  $RE_p = \frac{A_2}{A_1}$

- اگر  $E < 4D$  باشد، مهار غیرقابل قبول بوده و  $RE_p$  برابر با صفر در نظر گرفته می‌شود.  
ضریب کاهش ظرفیت برشی، ( $RE_s$ ) :

- اگر  $E \geq 8.75D$  باشد :  $RE_s = 1.0$

- اگر  $4D \leq E < 8.75D$  باشد :  $RE_s = 0.0131 \left[ \frac{E}{D} \right]^2$

- و اگر  $E < 4D$  باشد، مهار غیرقابل قبول بوده و  $RE_s$  برابر با صفر در نظر گرفته می‌شود.  
علائم بکار رفته در عبارات فوق به شرح زیر می‌باشند:

$E$  : فاصله از مرکز مهار تا لبه آزاد بتن.

$E_{min}$  : حداقل فاصله لازم از لبه برای استفاده از تمام ظرفیت بیرون کشیدگی از جدول (۳-۲).

$D$  : قطر میل مهار یا گل‌میخ.

$A_1$  : پارامتر سطح مخروط برشی که از رابطه (۳-۴) استخراج می‌شود.

$$A_1 = 0.96 \frac{\pi}{4} (2L + D)^2 \quad (۳-۴)$$

که در آن :

$L$  : طول مهاری مدفون میل مهار مورد بررسی.

$A_2$  : پارامتر سطح مخروط برشی کاهش یافته که از رابطه (۳-۵) استخراج می‌گردد.

$$A_2 = \pi r^2 - \frac{1}{2} \left[ r^2 \theta - 2rE \sin \left( \frac{\theta}{2} \right) \right] \quad (۳-۵-الف)$$



$$\theta = 2 \cos^{-1} \left[ \frac{2E}{2L + D} \right] \quad (3-5-ب)$$

$$r = \frac{2L + D}{2} \quad (3-5-ج)$$

که در آن:

$\theta$ : زاویه راس مخروط برشی بتن است که راس آن در انتهای مهار قرار دارد.

### ۳-۳-۸-۳- مهاریهای قلابدار درجا

حداقل فاصله مجاز برای مهاریهای قلابدار درجا با مقادیر مربوط به گل‌میخ‌ها و مهاریهای درجا برابر است. به همین ترتیب ضرایب کاهش ظرفیت مربوط به این مهارها زمانی که فاصله آنها از لبه آزاد بتن کمتر از حد مجاز است، مشابه مقادیری است که در بخش (۳-۳-۶-۲) برای گل‌میخ‌ها و مهاریهای درجا ارائه گردید.

در محاسبه ضرایب کاهش ظرفیت مربوط به مهاریهای قلابدار، برای تعیین  $L$ ، باید از مقادیر ارائه شده در جدول (۳-۳) در مورد مهاریهای درجا استفاده گردد.

### ۳-۳-۸-۴- مهاریهای چسبی

ضرایب کاهش ظرفیت مربوط به مهاریهای چسبی که فاصله آنها از لبه آزاد، کمتر از مقادیر مندرج در جدول (۳-۳) می‌باشد، مشابه مقادیر ارائه شده در بند (۳-۳-۶-۲) برای مهاریهای درجا می‌باشد.

### ۳-۳-۹- مقاومت و شرایط بتن

برای استفاده از تمام ظرفیت اسمی مهار، مقاومت فشاری نمونه استوانه‌ای بتن  $f'_c$  نباید از حد معینی کمتر باشد. در غیر این صورت برای تعیین ظرفیت محاسباتی مهار باید از ضرایب اصلاحی که در این بخش ارائه می‌شوند، استفاده گردد. به علاوه کاربر باید از نبود عیب‌های کلی مانند وجود ترک در بتن که ممکن است مقاومت چسبندگی مهار و بتن را تحت تاثیر قرار دهند اطمینان حاصل نماید. این کنترل‌ها در بخش (۳-۳-۱۰) ارائه گردیده‌اند. از عیب‌های سطحی مانند ترک‌های مویی ناشی از جمع شدگی بتن صرف‌نظر می‌شود. مقاومت فشاری بتن را می‌توان با استفاده از مدارک طراحی و یا انجام آزمایش بدست آورد.

### ۳-۳-۹-۱- مهاریهای انبساطی

برای مهاریهای انبساطی در صورتی که مقاومت فشاری ۲۸ روزه بتن ( $f'_c$ ) از  $280 \text{ kgf/cm}^2$  کمتر باشد باید از ضریب کاهش ظرفیت بیرون کشیده شدگی ( $RF_p$ ) و در صورتی که از  $245 \text{ kgf/cm}^2$  کمتر باشد از ضریب کاهش ظرفیت برشی ( $RF_s$ )، به صورت زیر استفاده گردد. این مقادیر در ظرفیت‌های اسمی جدول (۳-۱) ضرب می‌شوند.

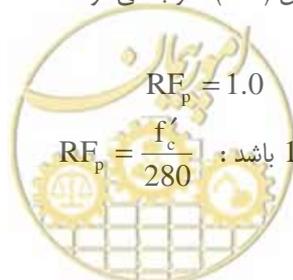
ضریب کاهش ظرفیت بیرون کشیدگی، ( $RF_p$ ):

- اگر  $f'_c \geq 280 \text{ kgf/cm}^2$  باشد:

$$RF_p = 1.0$$

- اگر  $140 \text{ kgf/cm}^2 \leq f'_c \leq 280 \text{ kgf/cm}^2$  باشد:

$$RF_p = \frac{f'_c}{280}$$



- اگر  $f'_c < 140 \text{ kgf / cm}^2$  باشد، مهار غیر قابل قبول می‌باشد.

ضریب کاهش ظرفیت برشی،  $(RF_s)$  :

- اگر  $f'_c \geq 245 \text{ kgf / cm}^2$  باشد :  $RF_s = 1.0$

- اگر  $140 \text{ kgf / cm}^2 \leq f'_c \leq 245 \text{ kgf / cm}^2$  باشد :  $RF_s = \frac{f'_c}{703} + 0.65$

- اگر  $f'_c < 140 \text{ kgf / cm}^2$  باشد، مهار غیر قابل قبول است.

در عبارت فوق،  $f'_c$ ، مقاومت فشاری ۲۸ روزه نمونه استوانه‌ای بتن می‌باشد.

### ۳-۳-۹-۲- گل میخ‌ها و مهارهای درجا

در مورد گل‌میخ‌ها و مهارهای درجا، در صورتیکه مقاومت فشاری ۲۸ روزه بتن ( $f'_c$ )، از  $245 \text{ kgf / cm}^2$  کمتر باشد، آنگاه ظرفیت‌های اسمی بیرون کشیدگی ( $P_{nom}$ ) و برشی ( $V_{nom}$ )، ارائه شده در جدول (۳-۲)، را باید با استفاده از ضرایب کاهش ظرفیت مناسب ( $RF_s$ ,  $RF_p$ ) کاهش داد.

برای چنین مهارهایی ضرایب کاهش ظرفیت بیرون کشی ( $RF_p$ ) و برشی ( $RF_s$ ) با هم برابر بوده و عبارتند از:

- اگر  $f'_c \geq 245 \text{ kgf / cm}^2$  باشد :  $RF_s = RF_p = 1.0$

- اگر  $175 \text{ kgf / cm}^2 \leq f'_c \leq 245 \text{ kgf / cm}^2$  باشد :  $RF_s = RF_p = \sqrt{\frac{f'_c}{245}}$

- اگر  $f'_c < 175 \text{ kgf / cm}^2$  باشد، مهار غیر قابل قبول است.

در عبارات فوق،  $f'_c$ ، مقاومت فشاری نمونه ۲۸ روزه استوانه‌ای بتن می‌باشد.

### ۳-۳-۹-۳- مهارهای قلاب‌دار درجا

در صورتی که مقاومت فشاری بتنی که مهارهای قلاب‌دار درجا در آن قرار دارند، کمتر از  $245 \text{ kgf / cm}^2$  باشد، ظرفیت‌های اسمی بیرون کشیده شدگی و برشی ( $P_{nom}$ ,  $V_{nom}$ ) را باید به وسیله ضرایب مناسبی ( $RF_s$ ,  $RF_p$ ) کاهش داد. برای چنین مهارهایی  $RF_p = RF_s$  می‌باشد و :

- اگر  $f'_c \geq 245 \text{ kgf / cm}^2$  باشد :  $RF_p = RF_s = 1.0$

- اگر  $175 \text{ kgf / cm}^2 \leq f'_c \leq 245 \text{ kgf / cm}^2$  باشد :  $RF_p = RF_s = \sqrt{\frac{f'_c}{245}}$

- اگر  $f'_c < 175 \text{ kgf / cm}^2$  باشد، مهار غیر قابل قبول است.

در عبارات فوق،  $f'_c$ ، مقاومت فشاری ۲۸ روزه نمونه استوانه‌ای بتن می‌باشد.

### ۳-۳-۹-۴- مهارهای چسبی

برای مهارهای چسبی که در بتن با مقاومت فشاری کمتر از  $245 \text{ kgf / cm}^2$  نصب شده‌اند، می‌توان از ضرایب کاهش ظرفیت ارائه شده در بخش (۳-۳-۹-۲) برای مهارهای درجا استفاده نمود. این ضرایب کاهش ظرفیت در مقادیر مندرج در جدول (۳-۴) ضرب می‌شوند.



### ۳-۳-۱۰- اندازه و محل ترک در بتن

ظرفیت‌های اسمی بیرون کشیده شدگی ارائه شده برای مهارها در صورتی قابل استفاده می‌باشند که بتن اطراف مهار، ترک‌های قابل ملاحظه سازه‌ای نداشته باشد.

در صورتی که عرض ترک‌های بتن در محل مهار از حد مجاز ارائه شده در این بخش بیشتر باشد، ظرفیت بیرون کشید شدگی اسمی باید به وسیله ضریب کاهش ظرفیت مناسبی که در این بخش ارائه شده‌اند کاهش داده شود. منظور از ترک‌های قابل ملاحظه، ترک‌هایی هستند که در سطح بتن دیده می‌شوند و از مخروط برشی بتن مربوط به مهار عبور می‌کنند.

از ترک‌های سطحی و یا ترک‌های ناشی از جمع‌شدگی که تنها در سطح بتن ظاهر می‌شوند، می‌توان صرف‌نظر نمود. کنترل وجود ترک در محل مهار را می‌توان با بازبینی چشمی مهار انجام داد. برای تعیین عمق ترک‌ها لازم است قضاوت مهندسی بکار گرفته شود. در صورت وجود تردید در مورد عمق ترک‌ها اندازه‌گیری‌های دقیق‌تر مانند آزمایش اولتراسونیک توصیه می‌گردد. در تعیین عرض ترک‌ها نیازی به اندازه‌گیری‌های دقیق نیست. کنترل‌های این بخش باید به همراه ارزیابی‌های بخش (۳-۳-۹) جهت یافتن نقائص کلی انجام گیرد.

از تاثیر ترک‌های بتن بر ظرفیت برشی مهارها صرف‌نظر می‌شود.

### ۳-۳-۱۰-۱- مهارهای انبساطی

در صورتیکه ترک‌های موجود در بتن اطراف مهار انبساطی عمیق باشند، در تعیین ظرفیت بیرون کشیدگی مهار، باید ضریب کاهش ظرفیت ( $RC_p$ ) در ظرفیت اسمی مهار ( $P_{nom}$ )، ارائه شده در جدول (۳-۱)، ضرب گردد. مقدار ضریب کاهش ظرفیت بیرون کشیده شدگی ( $RC_p$ ) در جدول (۳-۹) ارائه گردیده است.



جدول (۳-۹): ضرایب کاهش ظرفیت بیرون کشیده شدگی مهارهای انبساطی

شرایط بتن	ضریب کاهش ظرفیت بیرون کشیده شدگی ( $RC_p$ )
بدون ترک	۱٫۰
اندازه ترک کوچکتر از $0.3$ (mm) می باشد و تعداد مهارهایی که چنین ترکهایی دارند:	
بیشتر یا مساوی از $50\%$ کل مهارها می باشد.	۱٫۰
کمتر از $50\%$ کل مهارها می باشد.	۰٫۷۵
اندازه ترک بزرگتر از $0.3$ (mm)	
$0.6$ (mm) $\leq$ اندازه ترک $\leq 0.3$ (mm)	۰٫۷۵
$0.6$ (mm) $\geq$ اندازه ترک	مهار غیر قابل قبول است.

• ضریب کاهش ظرفیت مورد نظر باید برای تمامی مهارها (و نه فقط آنهایی که در محل ترک قرار دارند) استفاده گردد.

### ۳-۳-۱۰-۲ - گل میخها و مهارهای درجا

در صورتیکه در بتن اطراف گل میخها و مهارهای درجا، ترکهای عمیق وجود داشته باشد، ظرفیت بیرون کشیده شدگی اسمی مهار ( $P_{nom}$ )، باید توسط ضریب کاهش ظرفیت مناسبی ( $RC_p$ ) کاهش داده شود  
ضریب کاهش ظرفیت بیرون کشیدگی، ( $RC_p$ ):

$$RC_p = 1.0$$

- در صورتی که  $CS < 0.3$ mm باشد :

$$RC_p = 1.08 - 8CS$$

- در صورتی که  $0.3$ mm  $\leq CS \leq 1.5$ mm باشد :

- در صورتی که  $CS > 1.5$ mm باشد، مهار غیر قابل قبول است.

در عبارات فوق  $CS$  اندازه تقریبی ترک بر اساس ارزیابی چشمی می باشد.

### ۳-۳-۱۰-۳ - مهارهای قلاب دار درجا

اطراف محل نصب مهارهای قلاب دار باید جهت احراز وجود و یا عدم وجود ترکهای عمیق مورد ارزیابی قرار گیرد.  
در صورتیکه هر یک از شرایط زیر برقرار باشد، مهار قابل قبول نمی باشد.

- عرض ترک از  $0.5$  میلی متر بزرگتر بوده و ترک از محدوده نصب مهار یا فرض مخروط برشی با زاویه راس  $60$  درجه بگذرد.
- ترکهای با عرض بزرگتر از  $1.2$  میلی متر در محدوده نصب مهار یا فرض مخروط برشی با زاویه راس  $60$  درجه بگذرد.



### ۳-۳-۱۰-۴- مهاره‌های چسبی

در صورتیکه در محل نصب مهاره‌های چسبی ترک‌های قابل ملاحظه‌ای وجود داشته باشد، ظرفیت بیرون کشیده شدگی اسمی مهار باید با استفاده از ضریب کاهش ظرفیت عنوان شده در بخش (۳-۳-۸-۲) (مربوط به مهاره‌های درجا) کاهش داده شود. بدین منظور این ضرایب باید در ظرفیت‌های بیرون کشیده شدگی اسمی جدول (۳-۴) ضرب می‌گردند.

### ۳-۳-۱۱- ارزیابی مهار کابینت‌های حاوی رله‌های ضروری

در ارزیابی مهار کابینت‌های حاوی رله‌های ضروری ظرفیت‌های اسمی بیرون کشیده شدگی ( $P_{nom}$ ) و برشی ( $V_{nom}$ )، ارائه شده در جدول (۳-۱)، باید در ضریب کاهش ظرفیت بیرون کشیده شدگی ( $RR_p$ ) و برشی ( $RR_s$ )، به شرح ضرب شوند:

$$RR_p = 0.75, \quad RR_s = 0.75$$

### ۳-۳-۱۲- کنترل سفتی و روش باز بینی گذرا در مهاره‌های انبساطی

#### ۳-۳-۱۲-۱- کنترل سفتی در مهاره‌های انبساطی

در مهار انبساطی شل بودن مهره‌ها به منزله شل بودن مهار می‌باشد. سفتی یک مهار انبساطی را می‌توان با اعمال گشتاور پیچشی توسط آچار و به صورت دستی تا حدی که برای سفت کردن بیشتر نیاز به اعمال نیروی بیش از قدرت دست باشد، کنترل نمود. در صورتیکه میل مهار یا مهره کمتر از حدود یک چهارم دور دوران کند، سفتی مهار مناسب خواهد بود. کنترل سفتی را نمی‌توان به‌عنوان آزمایش گواه<sup>۱</sup> ظرفیت مهار در نظر گرفت. انجام آن تنها اطمینان قابل قبولی نسبت به شل نبودن مهار انبساطی به دلیل نقائص موجود در نصب به دست می‌دهد. در شرایطی که مهاره‌های انبساطی قابل دسترسی نبوده یا به نحو صحیحی نصب نشده باشند، جهت احراز کفایت یا عدم کفایت کنترل‌ها باید با توجه به تعداد و توزیع مهاره‌های کنترل شده و نتایج حاصله و همچنین صعوبت دسترسی به مهارها از قضاوت مهندسی استفاده شود. یک فرض قابل قبول در عدم کنترل سفتی برخی از مهارها، فرض عدم نصب مناسب آنها به دلیل صعوبت دسترسی می‌باشد. به هر حال علت صعوبت دسترسی در زمان تصمیم‌گیری مبنی بر عدم کنترل سفتی باید روشن باشد. اگر ظرفیت مهار با فرض سفت بودن مهار بیش از دو برابر بار وارده به آن باشد اعمال کنترل سفتی ضرورتی ندارد. برای مهاره‌های انبساطی که در اثر وزن تجهیزات در کشش قرار می‌گیرند، نیازی به کنترل سفتی نمی‌باشد. در مهاره‌های انبساطی پوسته‌ای، کنترل سفتی به تنهایی نمی‌تواند نمایانگر نقص‌های کلی وضعیت نصب مهار باشد. باید با بیرون آوردن برخی از مهارها و مهاره‌های انبساطی پوسته‌ای و انجام بازبینی‌های موضعی و نیز به کارگیری قضاوت مهندسی، از تماس پوسته با پایه تجهیزات اطمینان حاصل نمود. در صورتیکه با انجام کنترل‌های موضعی، مشخص شود که این نوع از مهارها به طور مناسب نصب نشده‌اند، کنترل باید به‌طور وسیع‌تری صورت پذیرد. در مواردی که باید گشتاور پیچشی به مقدار مشخص جهت سفت کردن وارد شود، باید از مقادیر "گشتاور کنترل سفتی"، ارائه شده در جدول (۳-۱۰) برای کنترل سفتی مهاره‌های انبساطی استفاده نمود.



جدول (۳-۱۰): مقادیر پیشنهادی گشتاور پیچشی برای کنترل سفتی

گشتاور کنترل سفتی (kg-cm)	گشتاور نصب (kg-cm)	قطر میل مهر (mm)
۹۵-۶۸	۴۶۷-۳۴۰	۱۰
۱۷۷-۱۲۲	۸۸۵-۶۱۲	۱۳
۲۴۵-۲۱۷	۱۲۲۵-۱۰۸۹	۱۶
۴۷۶-۳۴۰	۲۳۸۳-۱۷۰۲	۱۹
۶۸۱-۵۴۴	۳۴۰۵-۲۷۲۴	۲۲
۸۱۷-۶۸۱	۴۰۸۶-۳۴۰۵	۲۵
۱۳۶۲-۱۰۸۹	۶۸۱۰-۵۴۴۸	۳۲

مهارتی که به طور مناسب نصب شده باشد، تحت اثر این گشتاور پیچشی دوران نمی‌کند. وقوع دوران کمی (حدود یک چهارم دور) که باعث سفت شدن مهر یا مهره می‌شود، قابل قبول می‌باشد. در صورتیکه مهارتی دورانی بیش از یک چهارم دور داشته باشد اما در نهایت در مقابل گشتاور پیچشی مقاومت نشان دهد، باید آن را تا مقدار گشتاور توصیه شده توسط شرکت سازنده جهت نصب مهر تحت گشتاور پیچشی قرار داد. در این صورت مهر قابل قبول خواهد بود.

در برخی موارد نیاز است تا کنترل سفتی بر روی نمونه‌هایی از مهارها انجام گیرد. این نمونه‌ها بر این اساس انتخاب می‌شوند که اطمینان ۹۵ درصدی از اینکه کمتر از ۵٪ مهارها شرایط کنترل سفتی را احراز نمی‌کنند، حاصل شود. انتخاب نمونه‌ها با استفاده از ضوابط این بخش، در مورد تعداد نمونه‌ها، توزیع همگن آنها، تعداد مجاز مهارهای فاقد شرایط و استفاده از نتایج آزمایش سفتی اولیه انجام می‌گیرد.

- **تعداد نمونه‌ها:** تعداد مهارهای انبساطی نمونه جهت کنترل سفتی باید از حداقل‌های ارائه شده در جدول (۳-۱۱) بیشتر باشد.

جدول (۳-۱۱): حداقل تعداد نمونه‌ها برای کنترل سفتی مهارهای انبساطی

تعداد نمونه‌ها	شرایط مهار
۱۰۰٪ مهارهای قابل دسترسی	مهارهای انبساطی نگهدارنده تجهیزات حاوی رله‌های ضروری
۱۰۰٪ مهارهای قابل دسترسی	تعداد کل مهارهای مشابه از ۴۰ عدد کمتر می‌باشد
۴۰ مهر	تعداد کل مهارهای مشابه بیش از ۴۰ عدد و کمتر از ۱۶۰ عدد می‌باشد
۲۰٪ مهارهای قابل دسترسی	تعداد کل مهارهای مشابه بیش از ۱۶۰ عدد می‌باشد

- **توزیع یکنواخت:** تعداد حداقل نمونه‌ها با فرض یکنواختی توزیع مهارهای انبساطی می‌باشد. در ارزیابی یکنواختی توزیع نمونه‌ها، عواملی چون مشخصات نصب، روش کنترل کیفیت مشخصات نصب، شرکت سازنده و ... باید در نظر گرفته شوند. در صورتیکه بیش از یک مجموعه از مهارهای مشابه وجود داشته باشد، حداقل تعداد نمونه‌ها و تعداد مجاز مهارهای فاقد شرایط ارائه شده، برای هر مجموعه جداگانه قابل اعمال است.



- **تعداد مجاز مهارهای فاقد شرایط:** شرط ۹۵٪ اطمینان از اینکه ۵٪ مهارها فاقد شرایط هستند، در صورتی قابل حصول است که تعداد مهارهای انبساطی فاقد شرایط، از محدودیت‌های جدول (۳-۱۲) فراتر نرود. در صورتیکه تعداد مهارهایی که کنترل سفتی را احراز نمی‌کنند بیش از مقادیر جدول باشد، تعداد نمونه‌ها باید افزایش داده شود تا تعداد مهارهای فاقد شرایط در محدوده مجاز جدول قرار گیرد.
- **استفاده از نتایج آزمایش سفتی اولیه:** به منظور نمونه‌گیری مناسب در تعیین احتمال، عدم احراز شرایط باید از نتایج کنترل سفتی اولیه برای هر مهار انبساطی، استفاده گردد. برای مثال در صورتیکه بر روی ۱۰۰ مهار از ۴۰۰ مهار انبساطی موجود، کنترل سفتی انجام شده باشد و ۴ عدد از آنها شرایط لازم را احراز نکنند، تعداد نمونه‌ها باید افزایش یابد زیرا در جدول (۳-۱۲)، برای ۱۰۰ نمونه از ۴۰۰ مهار، تعداد مجاز مهارهای فاقد شرایط، ۳ عدد می‌باشد. حتی در صورتیکه هر ۴ مهار فوق، قابلیت اصلاح و سفت شدن را داشته باشند، تعداد نمونه‌ها باید افزایش یابد.

جدول (۳-۱۲): تعداد مجاز مهارهای انبساطی که نیاز به کنترل سفتی ندارند.

تعداد مجاز مهارهای نمونه‌ای که نیازی به کنترل سفتی آنها نیست												تعداد کل مهارها
۵۰۰	۴۵۰	۴۰۰	۳۵۰	۳۰۰	۲۵۰	۲۰۰	۱۵۰	۱۰۰	۸۰	۶۰	۴۰	N تعداد
---	---	---	---	---	---	---	---	۵	۳	۲	۱	۱۰۰
---	---	---	---	---	---	۱۰	۶	۳	۲	۱		۲۰۰
---	---	---	---	۱۵	۱۰	۷	۵	۳	۲			۳۰۰
---	---	۲۰	۱۵	۱۲	۹	۷	۵	۳				۴۰۰
۲۵	۲۰	۱۷	۱۴	۱۱	۹	۷	۵					۵۰۰
۲۲	۱۹	۱۶	۱۴	۱۱	۹	۷	۵					۶۰۰
۲۱	۱۸	۱۶	۱۳	۱۱	۹	۷						۷۰۰
۲۱	۱۸	۱۶	۱۳	۱۱	۹	۶						۸۰۰
۲۰	۱۸	۱۵	۱۳	۱۱	۸							۹۰۰
۲۰	۱۷	۱۵	۱۳	۱۱	۸							۱۰۰۰

در صورتیکه برخی از مهارهای انبساطی به دلایلی، مانند ریخته شدن بتن روی آن، و یا نیاز به پیاده‌سازی تجهیزات قابل دسترسی نباشند برای ارزیابی سفتی این مهارها انبساطی باید روش‌های دیگری به کار گرفته شود. این روش‌ها عبارتند از:

- استفاده از روش "بازبینی گذرا" (بخش ۳-۱۲-۲) به عنوان یک روش جایگزین در ارزیابی کفایت مهار (در این روش نیازی به کنترل سفتی نمی‌باشد).
- بکارگیری قضاوت مهندسی در ارزیابی کفایت مهار بر اساس ملاحظات دیگری مانند انجام کنترل‌های سفتی بر روی مهارهای مشابه در محل‌های دیگری که کیفیت نصب آشکار می‌باشد. البته این روش باید به عنوان آخرین گزینه استفاده قرار گرفته و اساس قضاوت‌ها نیز باید ثابت گردد.



### ۳-۱۲-۲- روش بازبینی گذرای<sup>۱</sup> مهارهای انبساطی

چنانچه ارزیابی مهاربندی با محافظه‌کاری بیشتری صورت پذیرد، می‌توان جهت بازرسی مهارهای انبساطی از روش بازبینی گذرا استفاده نمود. در این روش می‌توان از دو بازبینی زیر صرف‌نظر نمود:

- کنترل سفتی (بند ۳-۱۲-۱)

- کنترل طول مهارهای مدفون (بخش ۳-۳-۶)

برای استفاده از "روش بازبینی گذرا"، شرایط زیر باید احراز گردند:

۱. اعمال ضریب کاهش ظرفیت: در این روش ظرفیت‌های اسمی بیرون کشیده شدگی ( $P_{nom}$ ) و برشی ( $V_{nom}$ )، ارائه شده در جدول (۳-۱)، باید توسط ضرایب کاهش ظرفیت مربوطه ( $RI_s, RI_p$ )، کاهش داده شوند. مقادیر این ضرایب برابر با ۰٫۷۵ در نظر گرفته می‌شود. یعنی:

$$RI_p = RI_s = 0.75$$

۲. عوامل دیگر باعث کاهش ظرفیت مهار نگردند: هیچ یک از عوامل دیگری که موجب کاهش ظرفیت مهار می‌شوند موجود نباشند. بدین منظور باید نبود این اثرات با استفاده از کنترل‌های زیر، نشان داده شود:

- فضای آزاد: فضای آزادی بین سطح‌بتن و پایه تجهیزات نباشد (بخش ۳-۲-۳)

- فاصله بین مهارها: (بند ۳-۳-۷-۱):

$$S \geq 10D$$

- فاصله مرکز مهار تا لبه بتن: (بند ۳-۳-۸-۱):

$$E \geq 10D$$

- مقاومت بتن: (بخش ۳-۳-۹-۱):

- برای بیرون کشیده شدگی  $f'_c \geq 280 \text{ kgf / cm}^2$  باشد.

- برای برش  $f'_c \geq 245 \text{ kgf / cm}^2$  باشد.

- ترک‌های بتن: بتن، بدون ترک باشد.

- رله‌های ضروری: تجهیزات حاوی رله‌های ضروری نباشد.

۳. حداقل دو سوم مهارها قابل دسترسی باشند: حتی با فرض اینکه یک‌سوم از مهارهای نگهدارنده تجهیزات در تحمل بار مشارکت نکنند، باید اثر بارهای مرده و بارهای لرزه‌ای وارد بر مهار تجهیزات، از ظرفیت آنها کمتر باشند. به عبارت دیگر، تعداد مهارهای بکاررفته ۵۰٪ بیشتر از تعداد لازم برای مهاربندی تجهیزات باشد. چنین تجهیزاتی باید حداقل دارای ۶ مهار (که ۴ عدد از آنها در باربری شرکت می‌کنند) باشند.

### ۳-۱۳-۳- انواع دیگر مهارها

#### ۳-۱۳-۳-۱- جوش‌های اتصال قطعات فولادی مدفون و یا قطعات فولادی روکار

اتصالات جوشی که برای مهار تجهیزات به ورق فولادی مدفون یا روکار مورد استفاده قرار می‌گیرند باید مورد ارزیابی‌های زیر قرار داده شوند:

1 Reduced Inspection



- تعیین طول (L) و کمترین ضخامت جوش (t)
- کنترل سوختگی سرتاسری جوش در کابینت‌های ساخته شده از مصالح نازک
- کنترل کیفیت جوش، به ویژه در خال جوش‌ها که تحت بارهای کششی قابل ملاحظه‌ای قرار دارند.
- حداقل طول موثر جوش در جوش گوشه نباید از ۴ برابر بعد اسمی جوش کمتر باشد. در صورت عدم برقراری این شرط بعد جوش نباید از یک چهارم طول موثر فراتر رود.
- برای ارزیابی گل‌میخ‌ها و مهارهای درجا که به عنوان قطعات فولادی بکار می‌روند می‌توان از معیارهای بخش (۳-۳) استفاده نمود.

### ۳-۳-۱۳-۲- مهارهای سربی

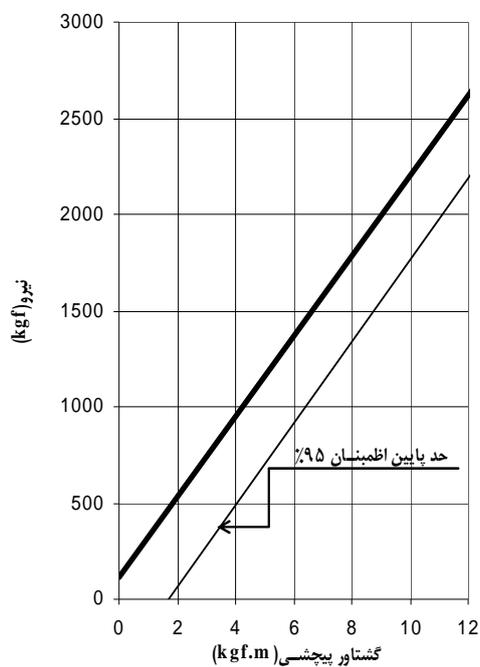
- ظرفیت اسمی مهارهای سربی در جدول (۳-۱۳) ارائه شده است.

جدول (۳-۱۳): ظرفیت‌های مجاز مهارهای سربی

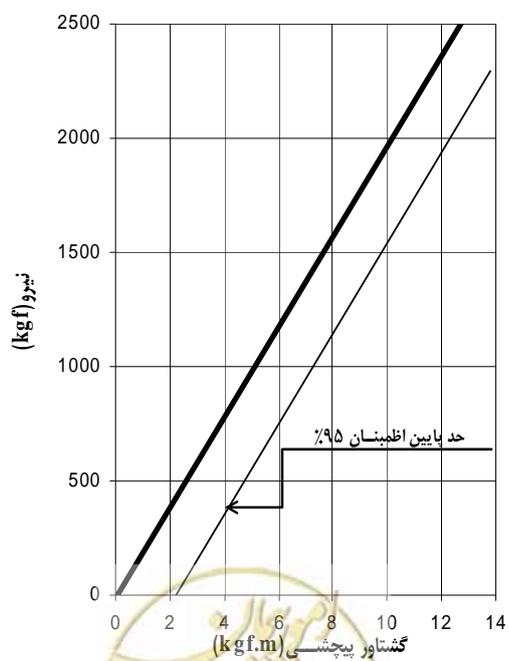
برش مجاز (kgf)	بیرون کشیده شدگی مجاز (kgf)	قطر میل‌مهار (mm)
۱۸۱٫۶	۲۷۲٫۴	۱۰
۳۶۳٫۲	۳۹۵٫۰	۱۳
۶۳۵٫۶	۴۴۰٫۴	۱۶
۹۰۸٫۰	۵۸۱٫۱	۲۰
۱۴۳۴٫۶	۱۴۳۴٫۶	۲۵

- در صورتیکه بتوان با اعمال گشتاور به مهارها امکان تحمل تنش بیشتری را ایجاد نمود، می‌توان از ظرفیت‌های بالاتر برای تنش مجاز استفاده کرد. حد پائینی نیرو در مقابل گشتاور پیچشی، برای رسیدن به اطمینان ۹۵٪ در شکل‌های (۳-۸ تا ۳-۱۱) نشان داده شده است. بر روی این نمودارها، نمی‌توان برون یابی انجام داد.
- پس از اعمال گشتاور اضافی، شکاف بین قسمت فوقانی پوسته و زیر پایه تجهیزات باید مورد ارزیابی مجدد قرار گیرد.
- ظرفیت‌های جدول (۳-۱۳) با فرض احراز حداقل معیارهای لازم برای مهارها، همچون حداقل فاصله ۱۰D بین دو مهار، فاصله حداقل ۱۰D تا لبه، نصب درست و مهار قابل دستیابی است. در صورتیکه این ضوابط احراز نشوند ظرفیت‌های اسمی را باید با استفاده از ضرایب کاهش ظرفیت مناسب (بندهای ۳-۷-۱ تا ۳-۱۰-۳-۱۰ و بخش ۳-۳-۱۱) کاهش داد.

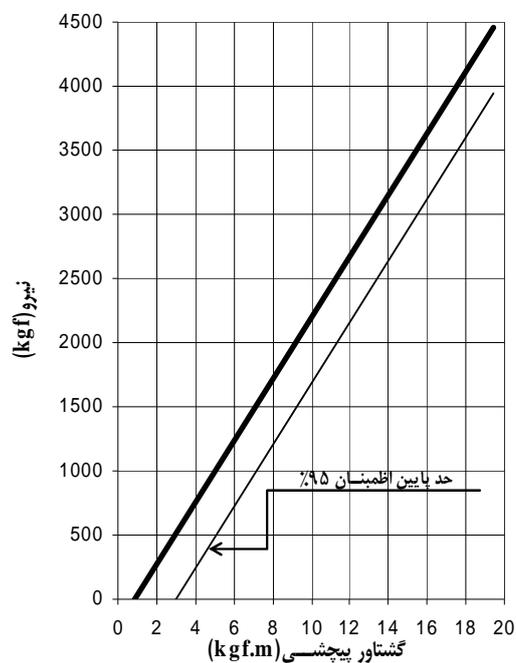




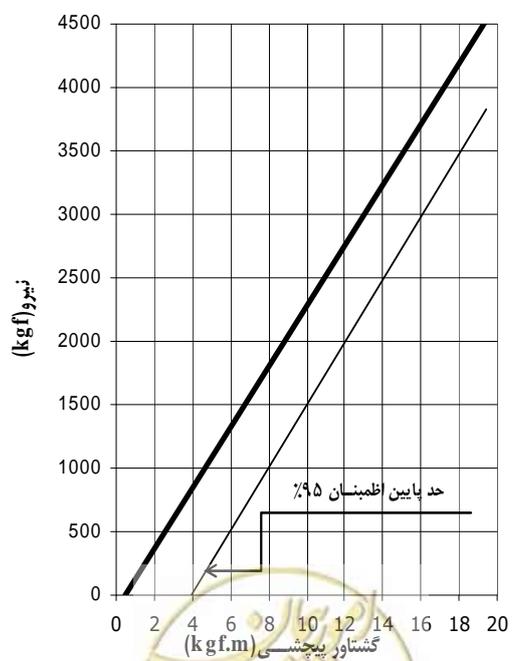
شکل (۸-۳): نتایج آزمایش گشتاور پیچشی در برابر نیروی کششی برای میل مهاری ۱۰ میلی متری



شکل (۹-۳): نتایج آزمایش گشتاور پیچشی در برابر نیروی کششی برای میل مهاری ۱۳ میلی متری



شکل (۳-۱۰): نتایج آزمایش گشتاور پیچشی در برابر نیروی کششی برای میل مهار ۱۶ میلی متری



شکل (۳-۱۱): نتایج آزمایش گشتاور پیچشی در برابر نیروی کششی برای میل مهار ۲۰ میلی متری

### ۳-۴- تعیین نیاز لرزه‌ای مهار

#### ۳-۴-۱- مشخصات تجهیزات

جهت تعیین نیاز لرزه‌ای بر تجهیزات و اتصالات مربوطه ضروری است که مشخصات مکانیکی و دینامیکی آنها نظیر جرم، مرکز ثقل، فرکانس طبیعی، میرایی اجزاء و یا کاتالوگ‌های موجود دوران پای تجهیزات در اثر لنگر واژگونی چنان که در این بخش شرح داده شده است تعیین شوند.

جرم تجهیزات را می‌توان با استفاده از نقشه‌ها یا کاتالوگ‌های موجود تعیین نمود. در صورت فقدان مدارک، تخمین محافظه کارانه از جرم تجهیزات بر اساس چگال‌ترین جز از تجهیزاتی که مورد بررسی قرار گرفته است قابل توجیه می‌باشد. در صورتیکه توزیع جرم در تجهیزات بر اساس بازرسی چشمی تقریباً یکنواخت باشد، مرکز جرم را می‌توان در محل مرکز هندسی در نظر گرفت. در صورتیکه توزیع جرم نامتوازن در تجهیزات تشخیص داده شود باید محل مرکز جرم با استفاده از محاسبات دقیق‌تری تعیین گردد.

اگر فاصله مرکز جرم از محور مرکزی تجهیزات زیاد باشد، اثرات پیچش نیز بر روی مهار باید در نظر گرفته شود. در تعیین شتاب وارد بر تجهیزات با استفاده از طیف نیاز طبقه باید از کمترین فرکانس طبیعی ( $f_n$ ) تجهیزات استفاده شود. محور دوران پایه تجهیزات برای تجهیزات صلب، لبه بیرونی یا محور مرکزی ردیف بیرونی مهارها و برای تجهیزات انعطاف‌پذیر محور مرکزی پایه تجهیزات در نظر گرفته می‌شود. تجهیزات با فرکانس طبیعی کوچکتر از ۲۰ هرتز انعطاف‌پذیر و تجهیزات با فرکانس طبیعی بزرگتر از ۲۰ هرتز صلب در نظر گرفته می‌شوند. تعیین فرکانس طبیعی و محور دوران تجهیزات به روشهای دقیق‌تر امکان‌پذیر می‌باشد.

در جدول (۶-۲)، مقادیر تقریبی (جرم، فرکانس طبیعی و میرایی انواع مختلف تجهیزات برای کاربرد در تعیین نیروهای لرزه‌ای مهارها ارائه شده است. برای تجهیزاتی که در جدول (۶-۲) وجود ندارند، سختی نسبی باید با استفاده از قضاوت مهندسی، تجربیات، مقایسه با تجهیزات این جدول، آزمایش یا تحلیل تعیین شود.

در مورد پمپ‌های افقی، کمپرسورهای هوا، موتور ژنراتور و موتور ژنراتور احتراقی در صورت سخت بودن مهار بنا به قضاوت کاربر، تجهیزات را می‌توان صلب فرض نمود.

مقادیر مندرج در جدول (۶-۲) عموماً منجر به نیروهایی بیش از نیروهای واقعی می‌شود، معذالک برای تجهیزات نامتعارف، مانند مرکز کنترل موتور با وزن زیاد کنترل‌های جداگانه‌ای توصیه می‌گردد تا از مناسب بودن مقادیر تعیین شده اطمینان حاصل گردد. سختی‌های نسبی ارائه شده در جدول (۶-۲)، برای تجهیزات نوعی موجود در تأسیسات می‌باشد. هنگام ارزیابی لرزه‌ای باید، مناسب بودن این سختی‌های نسبی را با توجه به سختی صفحه زیر تجهیزات و سختی مهار کنترل نمود. در تخمین فرکانس طبیعی تجهیزاتی که با مهارهای انبساطی مهار شده‌اند، باید امکان لغزش مهارها در نظر گرفته شود. این مسأله، بویژه زمانی که فرکانس طبیعی تجهیزات با استفاده از روش‌های تحلیلی تعیین می‌شود یا زمانی که از نتایج آزمایش میز لرزان (که در آن تجهیزات به میز جوش شده‌اند) استفاده می‌شود، حائز اهمیت است.

برای تجهیزات صلب نیاز لرزه‌ای تجهیزات همان حداکثر شتاب طبقه می‌باشد. در مورد تجهیزات انعطاف‌پذیر باید از بیشینه مقدار طیف طبقه (با میرایی ارائه شده در جدول (۶-۲) استفاده گردد. در صورتی که فرکانس طبیعی تجهیزات انعطاف‌پذیر معلوم باشد می‌توان از شتاب طیفی بیشینه در محدوده فرکانس تجهیزات تا ۳۳ هرتز به جای بیشینه شتاب طیفی استفاده نمود. برای تجهیزات صلب استفاده از میرایی ۵٪ توصیه می‌شود.



### ۳-۴-۲- نیروهای لرزه ای وارد بر مهارها

استفاده از روش استاتیکی معادل ارائه شده در بند (۲-۵-۲-۳-۱) فصل دوم در تعیین نیروهای لرزه ای وارد بر مهارها توصیه می گردد.

تحلیل لرزه ای تجهیزات باید در سه راستای افقی و قائم انجام پذیرد. محاسبه نیاز لرزه ای مهارها با ترکیب اثرات همزمان زلزله در سه امتداد براساس ضوابط استاندارد ۲۸۰۰ صورت می پذیرد. نیاز لرزه ای کل، مجموع نیاز لرزه ای بدست آمده از رابطه ذیل خواهد بود.

اثر بار هنگام بهره برداری + اثر بار اتصال کوتاه + اثر بار مرده + اثر زلزله

ملاحظه اثرات برشی ناشی از پیچش علاوه بر اثرات بیرون کشیده شدگی ناشی از لنگر واژگونی و بیرون کشیده شدگی ناشی از اثرات مولفه قائم زلزله در ارزیابی نیاز زلزله ای مهارها ضروری است.

### ۳-۵-۵- مقایسه نیاز و ظرفیت لرزه ای

مقایسه نیاز لرزه ای کل با ظرفیت لرزه ای مهار با استفاده از روابط اندرکنش برش- کشش، مطابق ضوابط این بخش صورت می پذیرد.

#### ۳-۵-۱- مهارهای انبساطی

مقایسه نیاز و ظرفیت لرزه ای مهار انبساطی که به طور همزمان تحت اثر برش و کشش قرار دارد، باید با استفاده از رابطه ترکیبی ذیل صورت پذیرد.

$$\frac{P}{P_u} \leq 1.0 \quad \text{اگر } \frac{V}{V_u} \leq 0.3 \text{ باشد: (۳-۶-الف)}$$

$$0.7 \frac{P}{P_u} + \frac{V}{V_u} \leq 1.0 \quad \text{اگر } 0.3 < \frac{V}{V_u} \leq 1.0 \text{ باشد: (۳-۶-ب)}$$

که در آن:

$P$ : نیروی بیرون کشیده شدگی ناشی از زلزله به اضافه بار مرده،

$V$ : برش ناشی از زلزله به اضافه بار مرده،

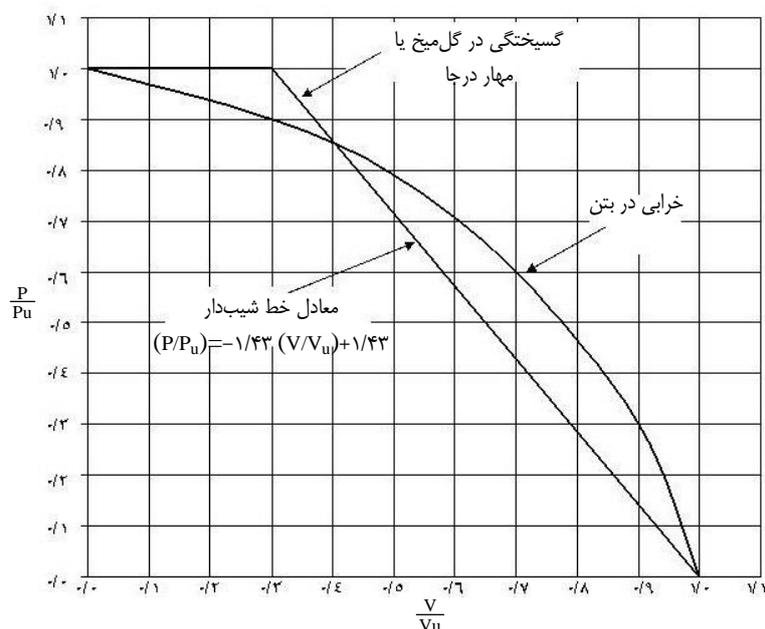
$P_u$ : ظرفیت بیرون کشیده شدگی محاسباتی مهار،

$V_u$ : ظرفیت برشی محاسباتی مهار

#### ۳-۵-۲- گل میخها و مهارهای درجا

برای گل میخها و مهارهای درجا باید از مقدار بحرانی حاصل از نمودارهای شکل (۳-۱۲) استفاده نمود.





شکل (۳-۱۳) رابطه اندرکنش برش - بیرون کشیده شدگی در گل میخ‌ها و مهارهای درجا

### ۳-۵-۳- مهارهای قلاب‌دار درجا

برای مهارهای قلاب‌دار درجا می‌توان از روش ارائه شده برای مهارهای درجا (بند ۳-۵-۲) استفاده نمود.

### ۳-۵-۴- مهارهای چسبی

برای مهارهای چسبی می‌توان از روابط ارائه شده برای مهارهای درجا (بند ۳-۵-۲) استفاده نمود.

### ۳-۵-۵- جوش اتصال قطعات فولادی مدفون و قطعات فولادی روکار

برای جوش‌هایی که تحت اثر همزمان برش و کشش قرار می‌گیرند، ظرفیت‌ها و بارهای وارده را می‌توان با استفاده از رابطه اندرکنشی زیر مقایسه نمود.

$$\left(\frac{P}{F_w}\right)^2 + \left(\frac{V}{F_w}\right)^2 \leq 1.0 \quad (۳-۸)$$

که در آن:

$P$ : نیروی بیرون کشیده شدگی وارد بر جوش،

$V$ : برش وارد بر جوش،

$F_w$ : ظرفیت کششی جوش که از رابطه ذیل بدست می‌آید.

$$(۳-۹)$$

که در آن:

$F_u$ : مقاومت کششی نهایی فلز جوش می‌باشد.

$$F_w = 0.5F_u$$



### ۳-۶- مراجع

1. DOE/EH-0545 "Seismic Evaluation Procedure", for equipment U.S. Department of energy facilities, 1997.



# فصل ۴

---

---

## ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای دیوارها با استفاده از روش تحلیلی





[omoorepeyman.ir](http://omoorepeyman.ir)

#### ۴-۱- ملاحظات کلی

ارزیابی لرزه‌ای دیوارهای موضوع فصل حاضر بر اساس ملاحظات مندرج در بخش (۱-۶) برای سطح عملکرد "ایمنی طرح" انجام می‌پذیرد. ارزیابی برای سطح عملکرد "ایمنی بهره برداری" بنا به صلاحدید مشاور و یا درخواست کارفرما قابل انجام می‌باشد.

#### ۴-۱-۱- محدوده کاربرد

در این بخش ضوابط ارزیابی لرزه‌ای میانقاب‌های بنایی غیرمسلح غیربرابر و همچنین دیوارهای بنایی جداکننده غیرمسلح که در ساختمان‌های با اسکلت بتنی با فولادی به کار می‌روند ارائه می‌گردد و تنها پایداری و مقاومت خارج از صفحه این دیوارها بررسی می‌گردد. ارزیابی پایداری و مقاومت دیوارها تحت بارهای لرزه‌ای داخل صفحه با استفاده از تحلیل سازه به همراه میانقاب در صورت لزوم صورت می‌پذیرد (بخش ۲-۳).

سه نوع اصلی دیوارهای با مصالح بنایی که این دستورالعمل شامل آنها می‌شود عبارت‌اند از: دیوار بلوک بنایی سیمانی، دیوار بلوک سفالی مجوف و دیوار آجر فشاری.

جهت تعیین نوع دیوار و مشخصات آن بازرسی و آزمایش باید صورت پذیرد. قبل از هرگونه آزمایش ارزیابی دیوار با استفاده از روش سرند ضروری است. برای روش سرند تنها اطلاعات مورد نیاز ضخامت و چگالی دیوار می‌باشد.

#### ۴-۲- ارزیابی آسیب پذیری لرزه‌ای دیوارها

مطابق ضوابط این دستورالعمل ارزیابی لرزه‌ای دیوارها به روش سرند و مدلسازی و تحلیل سازه‌ای و مطابق فهرست ذیل انجام می‌پذیرد:

۱- روش سرند کردن بر اساس نسبت ارتفاع به ضخامت

۲- روش ارزیابی ارتجاعی (تنش بهره برداری ACI)

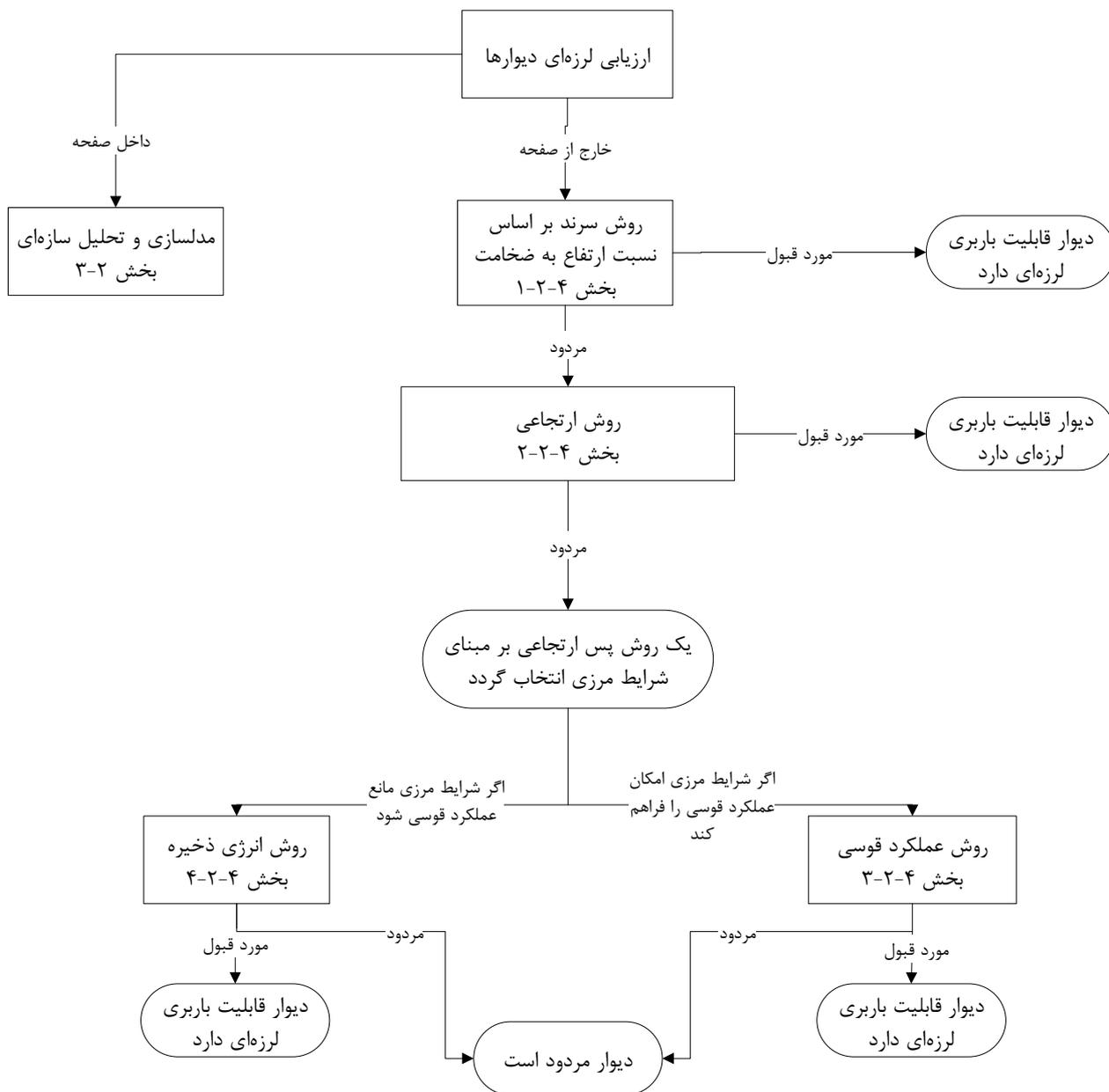
۳- روش انرژی ذخیره<sup>۱</sup>

۴- روش عملکرد قوسی<sup>۲</sup>

در روندنمای (۴-۱) مراحل و نحوه‌ی ارزیابی دیوارها براساس این چهار روش نمایش داده شده است.

1- Reserve Energy  
2- Arching Action





روندنامه (۱-۴): روند ارزیابی مقاومت خارج از صفحه دیوارهای غیرمسلح بنایی

با توجه به روندنامه (۱-۴) ابتدا ارزیابی به روش سرند بر اساس نسبت ارتفاع به ضخامت (بخش ۱-۲-۴) صورت می گیرد، چنانچه کفایت لرزه ای دیوار محرز نشود، ارزیابی دیوار به روش ارتجاعی (بخش ۲-۲-۴) انجام می پذیرد. اگر در این مرحله نیز عملکرد لرزه ای دیوار غیر قابل قبول ارزیابی شد بر اساس شرایط مرزی موجود از دو روش روش عملکرد قوسی (بخش ۳-۲-۴) و انرژی ذخیره (بخش ۴-۲-۴) کفایت لرزه ای دیوار بررسی می شود.

## ۴-۲-۱- روش سرند بر اساس نسبت ارتفاع به ضخامت

در شرایط خاصی می‌توان بجای انجام ارزیابی‌های دقیق و مفصل از روش ارزیابی محافظه‌کارانه‌ای بر اساس رفتار ارتجاعی استفاده نمود. شرط استفاده از این روش این است که، بالای دیوار دارای قیود مناسبی جهت جلوگیری از حرکت جانبی باشد. در صورتی که رابطه زیر برقرار باشد، می‌توان از ارزیابی‌های مفصل و دقیق دیوار صرف‌نظر نمود:

$$\left(\frac{H}{t}\right)_{\text{actual}} \leq \left(\frac{H}{t}\right)_{\text{max}} \quad (۱-۴)$$

که در آن

$$\left(\frac{H}{t}\right)_{\text{max}} = \left(\frac{H}{t}\right)_N \frac{\alpha_D}{\sqrt{\frac{S_{A_{\text{max}}}}{g}}} \quad (۲-۴)$$

که در آن

$\left(\frac{H}{t}\right)_{\text{actual}}$ : نسبت ارتفاع به ضخامت موجود

$\left(\frac{H}{t}\right)_{\text{max}}$ : بیشینه نسبت ارتفاع به ضخامت

$\left(\frac{H}{t}\right)_N$ : نسبت ارتفاع به ضخامت اسمی که می‌توان با استفاده از جدول (۱-۴) بعنوان تابعی از ضخامت اسمی دیوار (t) بدست آورد.

جدول (۱-۴) مقادیر  $\left(\frac{H}{t}\right)_N$  بر حسب ضخامت دیوار مورد استفاده در سرند دیوارهای بنایی غیر مسلح

$\left(\frac{H}{t}\right)_N$	t : ضخامت اسمی دیوار بنایی غیر مسلح (cm)
۱۳٫۵	۱۰
۱۱٫۵	۱۵
۱۰	۲۰
۹	۲۵
۸	۳۰

H : ارتفاع دیوار (m)



t : ضخامت اسمی یا واقعی دیوار (cm)

$\alpha_D$  ضریب چگالی وزنی است که از رابطه زیر بدست می آید.

t ضخامت دیوار در نسبت  $\left(\frac{H}{t}\right)$  ضخامت واقعی و نه ضخامت اسمی در نظر گرفته می شود.

$$\alpha_D = \sqrt{\frac{2.403}{\rho}} \quad (3-4)$$

$\rho$ : چگالی (وزن مخصوص) مصالح بنایی بر حسب  $\text{kg/m}^3$

$S_{A_{max}}$ : بیشینه شتاب طیفی بدست آمده از طیف نیاز یا طیف نیاز طبقه با میرایی ۵٪ برای تراز خطرلرزه ای موردنظر و موقعیت ارتفاعی دیوار مورد نظر از تراز پایه

g : شتاب ثقل

دیوارهایی که در این مرحله قابل قبول ارزیابی نمی شوند، با استفاده از روش های تحلیلی ارائه شده در بخش های (۴-۲-۲ تا ۴-۲-۴)، مورد ارزیابی قرار می گیرند.

#### ۴-۲-۲-۲- روش ارتجاعی

روش ارتجاعی مبتنی بر مقایسه تنش خمشی ناشی از بار زلزله با ظرفیت کششی ملات دیوار تحت خمش می باشد. شرایط تکیه گاهی دیوار تعیین کننده مقدار تنش کششی ناشی از خمش در دیوار می باشد.

#### ۴-۲-۲-۱- تعیین نیاز لرزه ای ( $S_{AD}$ )

برای تعیین نیاز لرزه ای خمشی بر حسب شتاب دیوار مورد نظر ( $S_{AD}$ )، باید از طیف نیاز با میرایی ۵٪ متناظر با فرکانس پایه طبیعی دیوار غیر مسلح بنایی استفاده نمود. در صورتیکه دیوار در تراز غیر از تراز زمین قرار داشته باشد، باید از طیف مناسب طبقه برای تعیین نیاز لرزه ای، استفاده نمود.

در هنگام ارزیابی دیوارهای غیرمسلح بنایی با استفاده از روش ارتجاعی موارد زیر باید مد نظر قرار گیرند:

- محل تنش بیشینه، به شرایط مرزی دیوار بستگی دارد.
- در مواردی که ملات از کیفیت مناسب برخوردار نباشد و یا ترک های قابل توجه در ملات یا در سطح بلوک های بنایی وجود داشته باشد، روش ارتجاعی کاربرد ندارد.
- در صورتیکه اتصال بالای دیوار بصورت کامل با ملات پر نشود می توان آن را به عنوان اتصال آزاد در نظر گرفت. در صورتی که جهت انتقال بارهای خارج از صفحه پانل دیوار به تکیه گاه، (هنگامیکه شرایط مرزی تکیه گاه ها ساده باشد)، ابزار مناسبی وجود نداشته باشد، دیوار باید به صورت طره ای مورد ارزیابی قرار گیرد. در صورتی که دیوار اجزای مرزی (تیر یا ستون) را دربر گرفته باشد و شاخک هایی از تیر یا ستون به داخل دیوار امتداد یافته باشد اتصال گیردار در نظر گرفته می شود.

مراحل ارزیابی دیوارها به روش ارتجاعی در بندهای بعدی ارائه می گردد.



## ۴-۲-۲-۲-۲- تخمین فرکانس پایه طبیعی ارتعاش دیوار

فرکانس طبیعی پایه براساس رابطه زیر تعیین می‌شود.

$$f = (B_f)(F)(\alpha_T)(\alpha_D)(\alpha_E) \quad (۴-۴)$$

که در آن

$F$ ، ضریب فرکانس که از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$F = (1/H^2) \times (EI'g/w)^{1/2} \quad (۵-۴)$$

$H$ : ارتفاع دیوار (m)

$E$ : مدول الاستیسیته دیوار ( $\text{kgf} / \text{m}^2$ )

$I'$ : ممان اینرسی موثر ( $\text{m}^4/\text{m}$ )

$g$ : شتاب ثقل ( $\text{m}/\text{s}^2$ )

$w$ : وزن واحد سطح دیوار ( $\text{kgf} / \text{m}^2$ )

$f$ : بر حسب دور در ثانیه (Hz)

$B_f$ ، ضریب شرایط مرزی برای محاسبه فرکانس پایه که از جداول (۴-۴) استخراج می‌گردد.

$\alpha_T$ ، ضریب تعدیل رفتار اورتوتروپیک که با توجه به ۴-۲-۲-۲-۲-۱ بدست می‌آید.

$\alpha_E$ ، ضریب مدول الاستیسیته که از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$\alpha_E = \sqrt{E / 703070000} \quad (۶-۴)$$

$\alpha_D$ ، ضریب چگالی وزنی که از رابطه (۴-۳) بدست می‌آید.

۴-۲-۲-۲-۱- ضریب تعدیل رفتار اورتوتروپیک ( $\alpha_T$ )

## الف) مصالح توپر

برای مصالح بنایی توپر (شامل مصالح مجوف با سوراخ‌های پر شده)

$$\alpha_T = 1.0$$

ب) مصالح مجوف<sup>۱</sup>

در مصالح مجوف کاهشی در فرکانس طبیعی خمش خارج از صفحه روی می‌دهد که بستگی به نسبت ابعاد صفحه و امتداد محور سوراخ‌ها دارد. در جدول (۴-۲) بدترین حالت ضرایب کاهش برای ضخامت‌های مختلف بلوک بنایی ارایه شده است.



جدول (۳-۴) : کمترین مقدار  $\alpha_T$  بر حسب ضخامت بلوک بنایی مجوف

ضخامت بلوک بنایی مجوف (cm)	$\alpha_T$ (کمترین مقدار)
۱۰	۰.۹۸
۱۵	۰.۹۷
۲۰	۰.۹۶
۲۵	۰.۹۴
۳۰	۰.۹۱

مقادیر دقیق تر برای  $\alpha_T$  با توجه به نسبت ابعاد دیوار از جدول (۳-۴) استخراج می شود. نسبت ابعاد دیوار عبارت از نسبت بعد دیوار موازی با محور سوراخها به بعد دیوار در راستای عمود بر محور سوراخها می باشد.

جدول (۳-۴) : مقدار  $\alpha_T$  با توجه به نسبت ابعاد دیوار

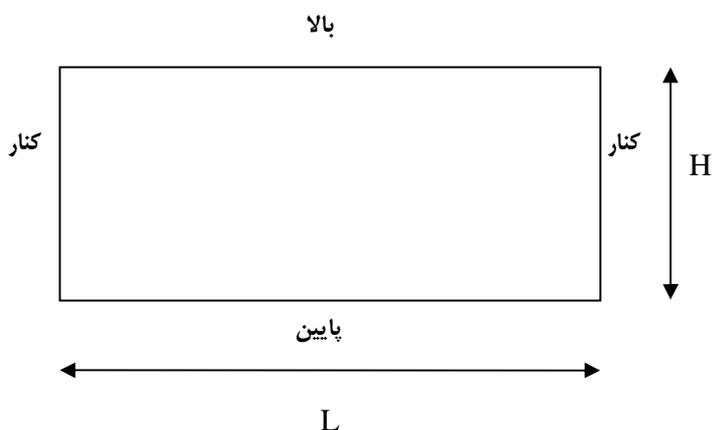
نسبت ابعاد دیوار	$\alpha_T$
$\leq 0.2$	۱.۰
۱.۰	۰.۹۶
$\geq 5.0$	۰.۹۱

برای نسبت های بین ۰.۲ و ۱.۰ و یا بین ۱.۰ و ۵.۰ به ترتیب از درون یابی خطی بین ۱.۰ و ۰.۹۶ یا ۰.۹۶ و ۰.۹۱ و برای  $\alpha_T$  استفاده می شود.





جدول (۴-۴): ضریب شرایط مرزی  $B_f$  برحسب نوع تکیه گاه و نسبت  $H/L$  برای محاسبه فرکانس پایه (در اینجا  $L$  عرض دیوار است)



جدول (۴-۴ الف): تکیه گاه ساده برای بالا و پایین دیوار و ترکیبات زیر برای تکیه گاه های دو طرف دیوار

گیردار-گیردار	ساده-گیردار	ساده-ساده	آزاد-گیردار	آزاد-ساده	آزاد-آزاد	H/L
۱,۵۷۱	۱,۵۷۱	۱,۵۷۱	۱,۵۷۱	۱,۵۷۱	۱,۵۷۱	$\leq 0.20$
۱,۹۳۱	۱,۸۷۰	۱,۸۲۲	۱,۶۲۲	۱,۶۱۲	۱,۵۷۱	۰.۴
۲,۷۶۵	۲,۴۸۰	۲,۲۷۰	۱,۷۴۸	۱,۶۹۸	۱,۵۷۱	۰.۶۶۷
۴,۶۰۸	۳,۷۶۴	۳,۱۴۲	۲,۰۲۰	۱,۸۵۹	۱,۵۷۱	۱.۰
۸,۹۶۸	۶,۷۶۹	۵,۱۰۶	۲,۶۷۷	۲,۱۸۲	۱,۵۷۱	۱.۵
۲۳,۱۶	۱۶,۵۴	۱۱,۳۹	۴,۸۷۵	۲,۹۹۲	۱,۵۷۱	۲.۵



جدول (۴-۴) ب): تکیه‌گاه گیردار برای بالا و پائین دیوار و ترکیبات زیر برای تکیه‌گاه‌های دو طرف دیوار

H/L	آزاد-آزاد	آزاد-ساده	آزاد-گیردار	ساده-ساده	ساده-گیردار	گیردار-گیردار
$\leq 0.20$	۳,۵۶۱	۳,۵۶۱	۳,۵۶۱	۳,۵۶۱	۳,۵۶۱	۳,۵۶۱
۰.۴	۳,۵۶۱	۳,۵۸۷	۳,۵۹۴	۳,۷۰۶	۳,۷۳۱	۳,۷۶۴
۰.۶۶۷	۳,۵۶۱	۳,۶۳۸	۳,۶۶۴	۳,۹۸۶	۴,۱۱۶	۴,۲۹۹
۱.۰	۳,۵۶۱	۳,۷۳۴	۳,۸۲۳	۴,۶۰۸	۵,۰۶۶	۵,۷۳۰
۱.۵	۳,۵۶۱	۳,۹۴۴	۴,۲۵۴	۶,۲۲۱	۷,۶۶۶	۹,۶۷۲
۲.۵	۳,۵۶۱	۴,۵۴۵	۵,۹۹۴	۱۲,۰۷	۱۷,۰۵	۲۳,۵۲

جدول (۴-۴) پ): تکیه‌گاه ساده برای بالا و تکیه‌گاه گیردار برای پائین دیوار یا بالعکس و ترکیبات زیر برای تکیه‌گاه‌های دو طرف دیوار

H/L	آزاد-آزاد	آزاد-ساده	آزاد-گیردار	ساده-ساده	ساده-گیردار	گیردار-گیردار
$\leq 0.20$	۲,۴۵۴	۲,۴۵۴	۲,۴۵۴	۲,۴۵۴	۲,۴۵۴	۲,۴۵۴
۰.۴	۲,۴۵۴	۲,۴۹۱	۲,۴۹۹	۲,۶۴۶	۲,۶۸۲	۲,۷۲۷
۰.۶۶۷	۲,۴۵۴	۲,۵۵۸	۲,۵۹۳	۳,۰۰۸	۳,۱۷۵	۳,۴۰۷
۱.۰	۲,۴۵۴	۲,۶۸۵	۲,۸۰۴	۳,۷۶۴	۴,۳۰۷	۵,۰۶۶
۱.۵	۲,۴۵۴	۲,۹۵۱	۳,۳۴۹	۵,۵۷۹	۷,۱۴۴	۹,۲۶۰
۲.۵	۲,۴۵۴	۳,۶۷۲	۵,۳۴۴	۱۱,۶۹	۱۶,۷۶	۲۳,۳۲



جدول (۴-۴-ت): تکیه گاه آزاد برای بالا و تکیه گاه گیردار برای پائین دیوار و ترکیبات زیر برای تکیه گاه های دو طرف دیوار

H/L	آزاد-آزاد	آزاد-ساده	آزاد-گیردار	ساده-ساده	ساده-گیردار	گیردار-گیردار
$\leq 0.20$	0.560	0.560	0.560	0.560	0.560	0.560
0.4	0.560	0.613	0.634	0.710	0.855	0.959
0.667	0.560	0.704	0.793	1.190	1.488	1.891
1.0	0.560	0.897	1.105	2.020	2.804	3.823
1.5	0.560	1.103	1.786	3.932	5.833	8.243
2.5	0.560	1.607	3.965	10.14	15.62	22.46

جدول (۴-۴-ث): تکیه گاه آزاد برای بالا و تکیه گاه ساده برای پائین دیوار و ترکیبات زیر برای تکیه گاه های دو طرف دیوار

H/L	آزاد-آزاد	آزاد-ساده	آزاد-گیردار	ساده-ساده	ساده-گیردار	گیردار-گیردار
$\leq 0.20$	.	0.107	0.159	0.224	0.258	0.285
0.4	.	0.210	0.257	0.479	0.587	0.727
0.667	.	0.356	0.491	0.971	1.313	1.755
1.0	.	0.536	0.854	1.859	2.685	3.734
1.5	.	0.800	1.585	3.821	5.755	8.186
2.5	.	1.313	3.834	10.08	15.57	22.42



۴-۲-۳-۴- تعیین ظرفیت لرزه‌ای ( $S_{AP}$ ) دیوار غیرمسلح بنایی

با توجه به مقدار تنش کششی - خمشی مجاز دیوار، ظرفیت لرزه‌ای دیوار بر حسب شتاب با استفاده از رابطه (۷-۴) بدست می‌آید.

$$S_{AP} = \frac{\sigma_b \alpha_D^2}{B_S S} \quad (7-4)$$

که در آن:

$\sigma_b$ ، ظرفیت کششی - خمشی بر حسب ( $\text{kgf} / \text{m}^2$ )

$S$ ، ضریب تنش که از رابطه زیر بدست می‌آید. ( $\text{kgf} / \text{m}^2$ )

(۸-۴)

$$S = H^2 \times (w.c / I')$$

$H$ ، ارتفاع دیوار (m)

$I'$ ، ممان اینرسی موثر صفحه (واحد  $\text{m}^4$ )

$C$ ، فاصله از محور خنثی تا تار انتهایی (m)

$w$ ، وزن واحد سطح دیوار ( $\text{kgf} / \text{m}^2$ )

$B_S$ ، ضریب شرایط مرزی که از جداول (۵-۴) بدست می‌آید.

$S_{AP}$ ، ظرفیت لرزه‌ای دیوار بر حسب شتاب (g)

$\alpha_D$ ، ضریب چگالی وزنی که از رابطه (۳-۴) بدست می‌آید.



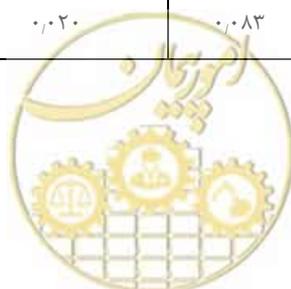
جدول (۴-۵): ضریب شرایط مرزی  $B_s$  برحسب نوع تکیه گاه و نسبت  $H/L$  برای محاسبه بیشینه تنش خمشی

جدول (۴-۵-الف): تکیه گاه ساده برای بالا و پائین دیوار و ترکیبات زیر برای تکیه گاه های دو طرف دیوار

H/L	آزاد-آزاد	ساده-ساده	گیردار-گیردار
$\leq 0.20$	0.125	0.125	0.125
0.4	0.125	0.110	0.122
0.667	0.125	0.081	0.105
1.0	0.125	0.048	0.070
1.5	0.125	0.036	0.037
2.5	0.125	0.018	0.013

جدول (۴-۵-ب): تکیه گاه گیردار برای بالا و پائین دیوار و ترکیبات زیر برای تکیه گاه های دو طرف دیوار

H/L	آزاد-آزاد	ساده-ساده	گیردار-گیردار
$\leq 0.20$	0.083	0.083	0.083
0.4	0.083	0.083	0.083
0.667	0.083	0.082	0.076
1.0	0.083	0.070	0.051
1.5	0.083	0.047	0.034
2.5	0.083	0.020	0.013



جدول (۴-۵-پ): تکیه‌گاه ساده برای بالا و تکیه‌گاه گیردار برای پائین دیوار یا بالعکس و ترکیبات زیر برای تکیه‌گاه‌های دو طرف دیوار

H/L	آزاد-آزاد	ساده-ساده	گیردار-گیردار
$\leq 0.20$	۰.۱۲۵	۰.۱۲۵	۰.۱۲۵
۰.۴	۰.۱۲۵	۰.۱۲۵	۰.۱۱۹
۰.۶۶۷	۰.۱۲۵	۰.۱۱۰	۰.۰۹۵
۱.۰	۰.۱۲۵	۰.۰۸۴	۰.۰۶۰
۱.۵	۰.۱۲۵	۰.۰۵۰	۰.۰۳۴
۲.۵	۰.۱۲۵	۰.۰۲۰	۰.۰۱۳

جدول (۴-۵-ت): تکیه‌گاه آزاد برای بالا و تکیه‌گاه گیردار برای پائین دیوار و ترکیبات زیر برای تکیه‌گاه‌های دو طرف دیوار

H/L	آزاد-آزاد	ساده-ساده	گیردار-گیردار
$\leq 0.20$	۰.۵۰	۰.۵۰	۰.۵۰
۰.۴	۰.۵۰	۰.۳۷۵	۰.۲۷۵
۰.۶۶۷	۰.۵۰	۰.۲۲۷	۰.۱۷۳
۱.۰	۰.۵۰	۰.۱۱۹	۰.۰۸۵
۱.۵	۰.۵۰	۰.۰۵۵	۰.۰۳۷
۲.۵	۰.۵۰	۰.۰۲۱	۰.۰۱۳



جدول (۴-۵-ث): تکیه‌گاه آزاد برای بالا و تکیه‌گاه ساده برای پائین دیوار و ترکیبات زیر برای تکیه‌گاه‌های دو طرف دیوار

H/L	آزاد-آزاد	ساده-ساده	گیردار-گیردار
$\leq 0,20$	*	0,78	0,78
0,4	*	0,34	0,34
0,667	*	0,187	0,187
1,0	*	0,112	0,085
1,5	*	0,057	0,027
2,5	*	0,021	0,013

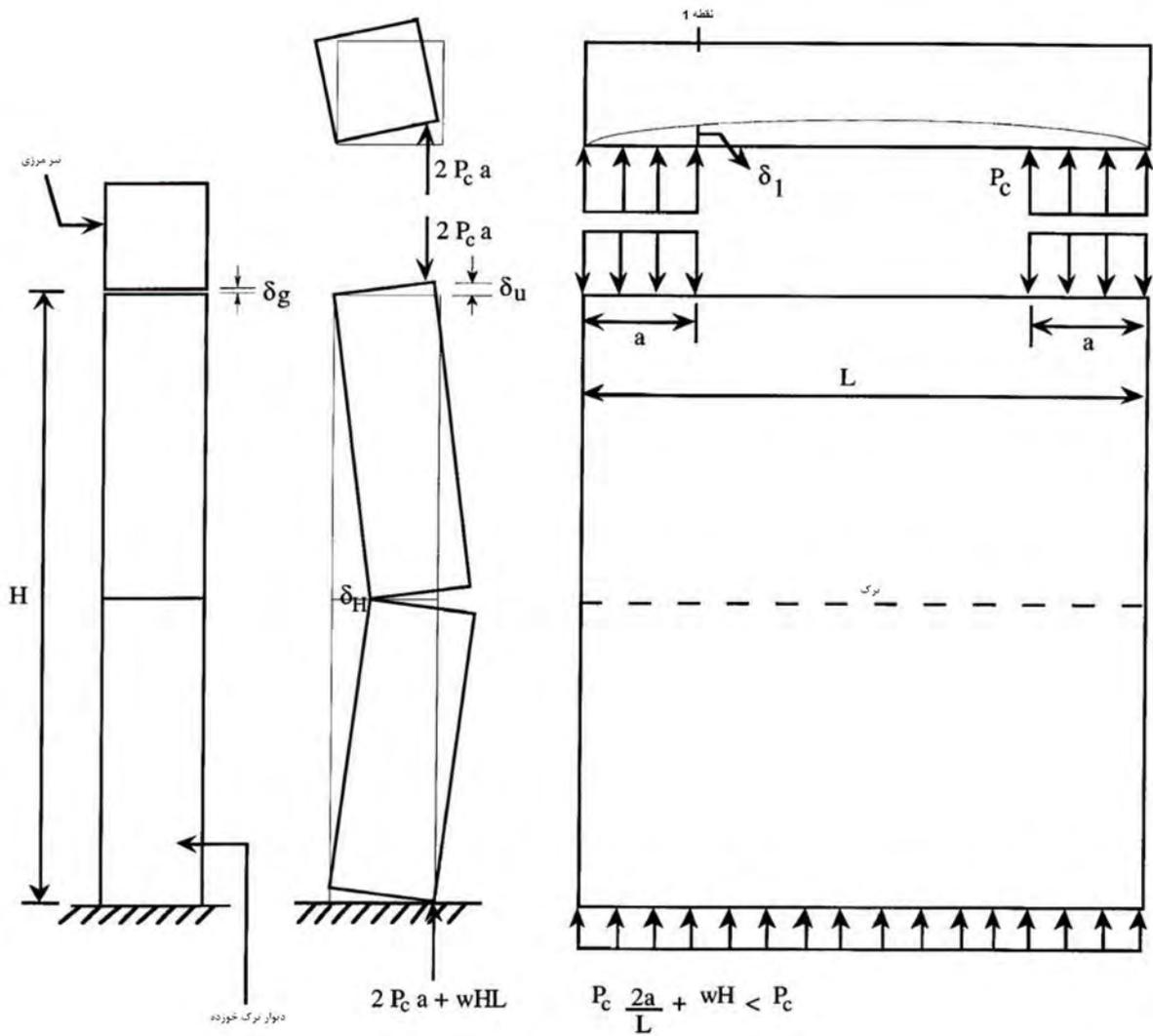
#### ۴-۲-۲-۴- معیار پذیرش

اگر نسبت  $S_{AD}$  (بند ۴-۲-۲-۱) به  $S_{AP}$  (بند ۴-۲-۲-۳)  $\left(\frac{S_{AD}}{S_{AP}}\right)$  از ۱ فراتر رود دیوار "آسیب‌پذیر" ارزیابی می‌گردد.

#### ۴-۲-۳- روش عملکرد قوسی

روش عملکرد قوسی در ارزیابی لرزه‌ای دیوارها مبتنی بر ملاحظه رفتار پس ارتجاعی دیوار بصورت حرکت گهواره‌ای دو بلوک صلب در امتداد خارج از دیوار می‌باشد (شکل ۴-۱). در این روش ظرفیت و نیاز لرزه‌ای خمش دیوار برحسب شتاب تعیین و نسبت آنها محاسبه می‌گردد. اگر نسبت نیاز به ظرفیت لرزه‌ای از ۱ فراتر رود دیوار آسیب‌پذیر ارزیابی می‌گردد. مقید بودن تراز فوقانی دیوار شرط لازم جهت تضمین عملکرد قوسی آن می‌باشد.





شکل ۴-۱- سازوکار عملکردی قوسی

#### ۴-۲-۳-۱- نکات و فرضیات مورد استفاده

- استفاده از روش عملکرد قوسی بیشترین ظرفیت لرزه‌ای خارج از صفحه را برای دیوارها به دست می‌دهد.
- فاصله بین بالای دیوار و تیر یا سقف بالا نباید از مقدار  $\frac{1}{6}$  میلیمتر تجاوز نماید.
- تنش مجاز فشاری بیشینه در بلوک بنایی باید کنترل شده و با تنش‌های بیشینه در لبه‌های بلوک بنایی بحرانی، مقایسه گردد.

#### ۴-۲-۳-۲- ظرفیت شتاب طیفی $S_{AP}$

ظرفیت شتاب طیفی به صورت تابعی از  $\delta_H$  از رابطه زیر به دست می‌آید.



$$\frac{S_{AP}}{g} = \phi \left( \frac{b}{H} \right) \left[ 2f_p \left( \frac{P_{R\delta}}{wH} \right) \left( 1 - \frac{\delta_H}{b} \right) + 6 \left( 1 - \frac{\delta_H}{2b} \right) \right] \quad (9-4)$$

که در آن

g: شتاب ثقل (m/s<sup>2</sup>)

φ: ضریب کاهش مقاومت (می توان برابر ۰/۶۷ در نظر گرفت)

t: ضخامت واقعی (cm)

b: ضخامت موثر دیوار (cm)

H: ارتفاع دیوار (cm)

w: وزن واحد سطح دیوار با مصالح بنایی طبق رابطه زیر (kgf / cm<sup>2</sup>)

$$w = \rho \times t \quad (10-4)$$

f<sub>p</sub>: ضریب بالا رفتگی طبق رابطه زیر

$$f_p = 1.03 + 3.0 \left( 0.5 + \frac{e}{b} \right)^{0.65} \quad (11-4)$$

که در آن

e، برون محوری نیروی P<sub>R</sub> که از محور مرکزی دیوار اندازه گیری می شود. (cm)

e<sub>b</sub>، برون محوری بار از محور تیر (cm)

e<sub>o</sub>، فاصله بین خط مرکزی تیر و خط مرکزی دیوار (cm)

P<sub>Rδ</sub>: نیروی محدود کننده در واحد طول در تغییر مکان δ<sub>H</sub> (که با افزایش تغییر مکان تا مقدار δ<sub>p</sub> که مقاومت دیوار به ظرفیت نهایی

خود می رسد، افزایش می یابد) (رابطه ۴-۲۰)

#### ۴-۲-۳-۱- تغییر مکان قائم تیر

تغییر مکان قائم تیر، δ<sub>۱</sub>، از رابطه زیر محاسبه می شود.

$$\delta_1 = \frac{P_c \cdot L^4}{32EI_B} \cdot f_R^3 \left[ 1 - \left( \frac{7}{12} \right) f_R \right] + \frac{P_c \cdot e_b^2 \cdot L^2 \cdot f_R^2}{8GJ_B} \quad (12-4)$$

که در آن

L: طول تیر و دیوار

I<sub>B</sub>: ممان اینرسی تیر حول محور افقی عمود بر جان تیر

J<sub>B</sub>: ممان اینرسی قطبی تیر

E: مدول ارتجاعی تیر

G: مدول برشی تیر

f<sub>R</sub>: ضریب انعطاف پذیری نسبی المان مرزی طبق بند (۴-۲-۳-۳)

P<sub>c</sub>: ظرفیت خردشدگی بلوک طبق رابطه (۴-۲۲)

همچنین رابطه زیر نیز برای تغییر مکان قائم تیر برقرار است.





چنانچه  $\delta_H < \delta_p$  مقدار  $f_R$  افزایش یافته و مجدداً مقادیر  $\delta_H$  و  $\delta_I$  محاسبه می گردد. آخرین مقداری که برای  $f_R$  از جدول فوق بدست می آید به عنوان ضریب انعطاف پذیری نسبی المان مرزی در نظر گرفته می شود. ملاحظه محدودیت ذیل برای  $f_R$  ضروری است.

$$f_R \leq \sqrt{\frac{8M_C}{P_C L^2}} \quad (19-4)$$

$$e_b \cdot f_R \leq \left( \frac{2T_C}{P_C \cdot L} \right) \quad (20-4)$$

با توجه به مقدار نهایی  $f_R$ ،  $P_{R\delta}$ ، طبق رابطه زیر تعیین می گردد. (kgf/cm)

$$P_{R\delta} = P_C \cdot f_R \quad (21-4)$$

که در آن

$P_C$ : ظرفیت خردشدگی بلوک طبق رابطه زیر

$$P_C = 0.125 t f'_m \quad (22-4)$$

$f'_m$ : مقاومت فشاری نهایی مصالح بنایی (مشابه مقاومت فشاری نهایی بتن،  $f'_c$ ، نوعاً برای بلوک بتنی ۷۰ تا  $105 \text{ kgf/cm}^2$  و معمولاً  $95 \text{ kgf/cm}^2$  و حدود  $19 \text{ kgf/cm}^2$  برای بلوک های سفالی مجوف می باشد).

عبارت اول در معادله ظرفیت عملکرد قوسی، (رابطه ۴-۹)، نشان دهنده اثر قوسی است که در اکثر مواقع غالب است. برای دیوارهای با  $H/t$  بزرگ و سختی کم مرزی ( $f_R$  کم) عبارت دوم می تواند بسیار حائز اهمیت باشد.

هنگامی که  $\delta_H$  به  $0.9 t$  می رسد، ممکن است ناپایداری رخ دهد. در صورتیکه  $\delta_H$  از  $\delta_p$  بزرگتر شود، می توان فرض کرد که دیوار ظرفیت درون صفحه ای خود را از دست داده است.

#### ۴-۳-۳- شتاب طیفی نیاز $S_{AD}$

شتاب طیفی نیاز،  $S_{AD}$  با متوسط گیری از مقادیر شتاب طیفی طبقات بالا و پایین (با میرایی ۵٪) دیوار، در فرکانس موثر  $f_e$  (Hz) که از رابطه زیر بدست می آید، محاسبه می گردد.

$$f_e = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1.5 \left( \frac{S_{AP}}{g} \right) g}{\delta_H}} \quad (23-4)$$

نکته:  $f_e$ ،  $S_{AP}$ ،  $S_{AD}$  توابعی از  $\delta_H$  می باشند که با ترسیم جدولی شامل این پارامترها و اختصاص مقدار دلخواهی برای  $\delta_H$  بین صفر و  $b$ ، آنها را باید محاسبه کرد.

در صورتیکه  $\frac{S_{AP}}{g} \geq \frac{S_{AD}}{g}$  باشد، کفایت لرزه ای دیوار قابل قبول است و تغییر مکان دیوار برابر با کمترین مقدار  $\delta_H$  که در آن  $S_{AP} = S_{AD}$  رخ می دهد، می باشد.

چنانچه ظرفیت برای تمامی مقادیر  $\delta_H$  از  $0$  تا  $b$  کمتر از نیاز باشد، کفایت لرزه ای دیوار غیرقابل قبول می باشد.



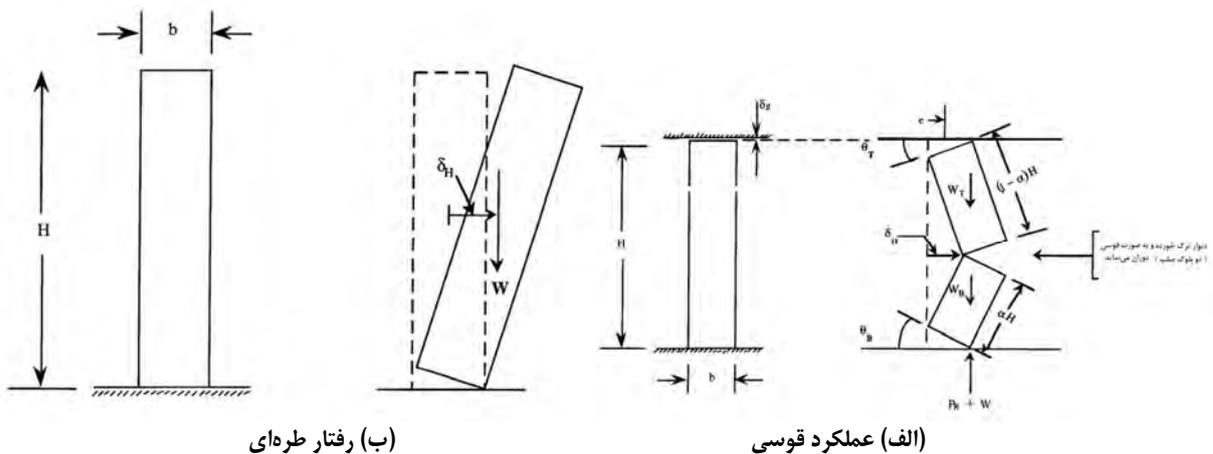
## ۴-۳-۲-۴ - معیار پذیرش

اگر نسبت  $S_{AD}$  (بند ۴-۳-۲-۴) به  $S_{AP}$  (بند ۴-۳-۲-۴) از  $\left(\frac{S_{AD}}{S_{AP}}\right)$  فراتر رود دیوار "آسیب پذیر" ارزیابی می‌گردد.

## ۴-۲-۴ - روش انرژی ذخیره

روش انرژی ذخیره در ارزیابی لرزه‌ای دیوار مبتنی بر ملاحظه رفتار پس ارتجاعی دیوار به یکی از صورت‌های ذیل است (شکل ۴-۲).  
۱- عملکرد قوسی با فرض اینکه تنش محوری سطح فوقانی دیوار برابر صفر باشد. قید کافی در تراز فوقانی دیوار برای تضمین عملکرد قوسی ضروری است.

۲- حرکت گهواره‌ای کل دیوار به صورت طره‌ای در صورت آزاد بودن تراز فوقانی آن  
در این روش ظرفیت و نیاز لرزه‌ای خمش دیوار برحسب شتاب تعیین و نسبت آنها محاسبه می‌گردد. اگر نسبت نیاز به ظرفیت لرزه‌ای از ۱ فراتر رود دیوار آسیب پذیر ارزیابی می‌گردد.



شکل (۴-۲): سازوکار عملکرد قوسی و رفتار طره‌ای دیوار در روش انرژی ذخیره

## ۴-۲-۴-۱ - نکات و فرضیات مورد استفاده

- از مقاومت ترک خوردگی دیوارهای با مصالح بنایی غیر مسلح صرف نظر می‌شود.
- حرکت دیوار به صورت جسم صلب ایده‌آل می‌باشد.
- دیوار غیرمسلح بنایی، غیر باربر در نظر گرفته می‌شود.
- فرو ریختگی دیوار غیرمسلح بنایی، زمانی رخ می‌دهد که پاسخ دیوار ( $\delta_H$ ) از ضخامت موثر آن  $b$  تجاوز کند.



در صورتی که اتصال بالای دیوار به صورت کامل با ملات پر نشود می توان آن را به عنوان اتصال آزاد در نظر گرفت. در صورتی که جهت انتقال بارهای خارج از صفحه پانل دیوار به تکیه گاه (هنگامی که شرایط مرزی تکیه گاه ها ساده باشد)، ابزار مناسبی وجود نداشته باشد، دیوار باید به صورت طره ای مورد ارزیابی قرار گیرد.

#### ۲-۴-۲-۴- ظرفیت شتاب طیفی $S_{AP}$

برای تعیین ظرفیت شتاب طیفی  $S_{AP}$  برای دو بلوک صلب با عملکرد گهواره ای از رابطه (۲۲-۴) و برای دیوار با عملکرد طره ای از رابطه (۲۴-۴) استفاده می شود.

$$\frac{S_{AP}}{g} = 6\phi \frac{b}{H} \left(1 - \frac{\delta_H}{2b}\right) \quad (23-4)$$

$$\frac{S_{AP}}{g} = 2\phi \frac{b}{H} \left(1 - \frac{\delta_H}{2b}\right) \quad (24-4)$$

که در آن :

$g$ : شتاب ثقل ( $m/s^2$ )

$\phi$ : ضریب کاهش ظرفیت (می توان برابر ۰٫۶۷ در نظر گرفت).

$t$ : ضخامت واقعی دیوار (cm)

$b$ : ضخامت موثر دیوار برابر با ۰٫۸ برابر ضخامت اسمی آن (cm)

$H$ : ارتفاع دیوار (cm)

$\delta_H$ : تغییر شکل خارج از صفحه که هر مقدار دلخواهی را برای آن می توان در نظر گرفت (برای حفظ پایداری دیوار، مقدار  $\delta_H$  باید به  $b$  محدود شود).

#### ۳-۴-۲-۴- شتاب طیفی نیاز $S_{AD}$

مراحل بدست آوردن  $S_{AD}$  مشابه (۳-۳-۲-۴) می باشد.

#### ۴-۴-۲-۴- معیار پذیرش

اگر نسبت  $S_{AD}$  (بند ۳-۴-۲-۴) به  $S_{AP}$  (بند ۲-۴-۲-۴)  $\left(\frac{S_{AD}}{S_{AP}}\right)$  از ۱ فراتر رود، دیوار آسیب پذیر ارزیابی می گردد.



### ۳-۴ - مراجع

1. DOE/EH-0545 "Seismic Evaluation Procedure", for equipment U.S. Department of Energy Facilities, 1997.
2. ACI 530-92/ASCE 5-92/TMS 402-92, "Building Code Requirements for Masonry Structure", American Concrete Institute, Detroit, Michigan, 1992.
3. "Technical Guidance for the Seismic Review of Masonry Structures at DOE Nuclear Facilities", ERAD/RSM-1 (95), R.J. Morante, Brookhaven National Laboratory, Upton, New York, March 1995.
4. "Comments on Out-of-Plane Capacity of Vertical Spanning In-Filled Hollow Clay Tile Block Walls", Kennedy, R.P. and Merz, K., Structural Mechanics Consulting, Yorba Linda, California, October 1995.
5. "Independent Review of Oak Ridge HCTM Test Program and Development of Seismic Evaluation Criteria", Revision 1, EQE and RPK Consulting, Irvin, California, October 1995 draft.
6. "Seismic Safety Manual - A Practical Guide for Facility Managers and Earthquake Engineers", UCRL-MA-125085, Lawrence Livermore National Laboratory, Livermore, California, Prepared by Eagling, D.G., September 1996.





# فصل ۵

---

---

## ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای مخازن روی زمین با استفاده از روش تحلیلی





[omoorepeyman.ir](http://omoorepeyman.ir)

### ۱-۵-۱- ملاحظات کلی

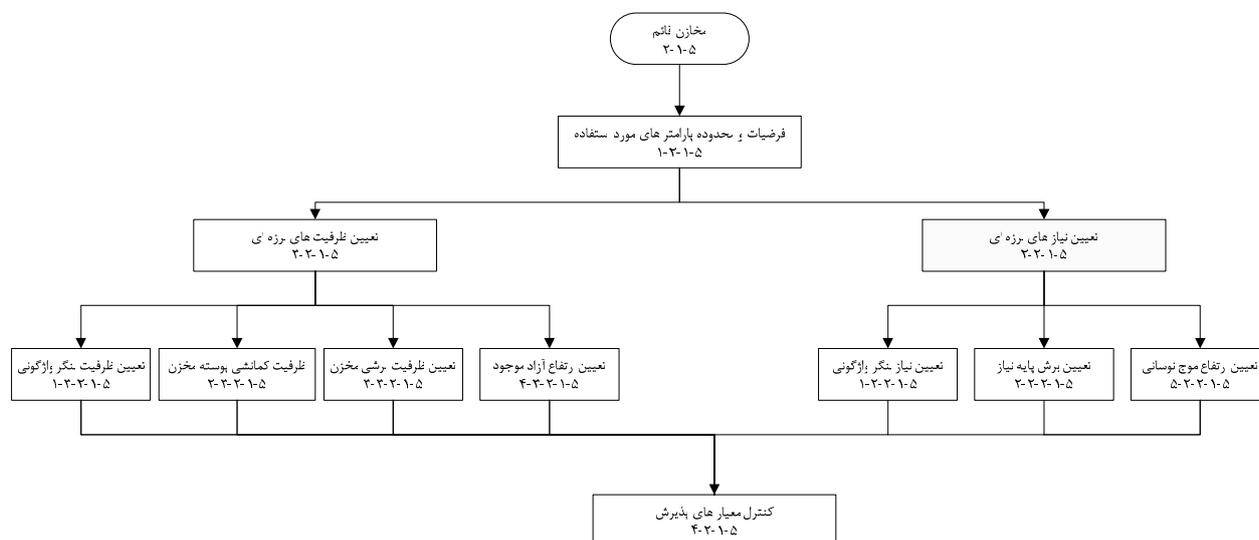
ارزیابی لرزه‌ای مخازن افقی (شامل مبدل‌های حرارتی) و قائم براساس ملاحظات مندرج در بخش (۱-۶) برای سطح عملکرد "ایمنی طرح" انجام می‌پذیرد. ارزیابی برای سطح عملکرد "ایمنی بهره برداری" بنا به صلاحدید مشاور و یا درخواست کارفرما قابل انجام می‌باشد.

### ۱-۵-۱-۱- محدوده کاربرد

مخازن استوانه‌ای قائم بزرگ با محور تقارن قائم و مشخصات مندرج در جدول (۱-۵)، با کف تخت، قرار گرفته روی سطح زمین یا بالشتک بتنی و همچنین مخازن افقی و مبدل‌های حرارتی با محور تقارن افقی متکی بر تکیه‌گاه‌های زبینی در محدوده این دستورالعمل قرار می‌گیرند. مخازن قائم قرار گرفته روی پایه‌های سازه‌ای یا شالوده حلقوی باید با دقت بیشتری جهت ملاحظه تنش‌های موجود در پوسته کف مخزن ناشی از وزن سیال و مقاومت برشی مخزن مورد ارزیابی قرار گیرند.

### ۱-۵-۲- مخازن قائم

مقطعی از یک مخزن قائم نوعی در شکل (۱-۵) نشان داده شده است. در روند نمای (۱-۵) روند ارزیابی لرزه‌ای مخازن قائم نشان داده شده است.

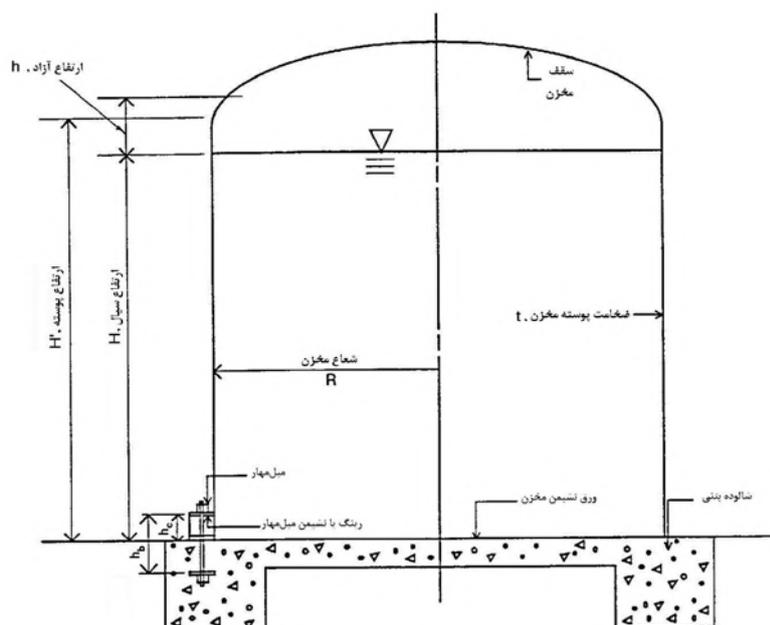


روند نمای ۱-۵: روند ارزیابی لرزه‌ای مخازن قائم

### ۱-۵-۲-۱- فرضیات و محدوده پارامترهای مورد استفاده

محدوده پارامترهای مورد استفاده در جدول (۱-۵) ارائه گردیده است.





شکل ۵-۱- مقطع از یک مخزن قائم نوعی

جدول (۵-۱): محدوده پارامترها و فرضیات برای مخازن قائم قابل ارزیابی توسط ضوابط این دستورالعمل

فولاد نرمه معمولی، فولاد ضدزنگ یا آلومینیوم	مصالح مخزن
آب و سایر سیالات مشابه	سیال درون مخزن
۱/۵ - ۱۰/۵ متر	شعاع اسمی مخزن (R)
۳/۰ - ۲۴/۵ متر	ارتفاع مخزن (H)
۳/۰ - ۲۴/۵ متر	ارتفاع سیال در حالتی که مخزن بیشترین حجم سیال را در خود جای می دهد (H)
۵ - ۲۵ میلی متر	حداقل ضخامت پوسته مخزن در محدوده ارتفاعی بین کف مخزن تا $H' \cdot 0.1$ (ts)
۵ - ۲۵ میلی متر	ضخامت موثر پوسته مخزن (tef) (میانگین ضخامت متوسط (tau) و حداقل ضخامت (t <sub>min</sub> ))
۱۲ - ۵۰ میلی متر	قطر میل مهارها (d)
۸ عدد یا بیشتر	تعداد میل مهارها (N)
۰/۰۰۱ - ۰/۰۱	نسبت ضخامت پوسته در پای مخزن به شعاع مخزن (ts/R)
۰/۰۰۱ - ۰/۰۱	نسبت ضخامت موثر پوسته مخزن به شعاع مخزن (log/R)
۵ - ۱	نسبت ارتفاع سیال به شعاع مخزن (H/R)

- مصالح مخزن از فولاد نرمه معمولی (ASTM A36 یا A283 درجه C)، فولاد ضدزنگ (ASTM A240 نوع 304)، آلومینیوم یا مصالح با مقاومت بیشتر می باشد.
- میل مهارها درجا یا قلابدار و ساخته شده از فولاد نرمه معمولی با مقاومت معمولی یا با مقاومت بالا (A307 یا ASTM A36 یا A325) می باشند.
- میل مهارها با فواصل حدوداً یکسان در اطراف محیط مخزن قرار گرفته اند.



## ۵-۱-۲-۲- نیاز لرزه‌ای مخازن قائم

نیاز لرزه‌ای مخازن قائم، به صورت بارهای هیدرودینامیکی وارد بر مخزن در قالب لنگر واژگونی (M) و برش پایه (Q) مشخص می‌گردند.

لنگر واژگونی و برش وارد بر مخازن، بر مبنای استفاده از طیف نیاز زمین یا طبقه با میرایی ۴٪ محاسبه می‌گردد. ارتفاع موج نوسانی سطح سیال در مخازن قائم بر پایه طیف نیاز زمین یا طبقه با میرایی ۰/۵٪ می‌باشد. در صورتیکه طیف نیاز مربوط به میرایی‌های ۴٪ و ۰/۵٪ مستقیماً در دسترس نباشد، می‌توان آن را از مقیاس کردن طیف نیاز میرایی‌های دیگر با استفاده از انواع روش‌های استاندارد و یا با استفاده از روش ارائه شده در فصل دوم (رابطه ۲-۲)، بدست آورد.

نیاز طیفی با میرایی ۰/۵ درصد حداکثر، ۱/۵ برابر نیاز طیفی با میرایی ۵ درصد در نظر گرفته می‌شود. مخزن برای حالتی که بیشترین حجم سیال را در دوره خدمت‌رسانی در خود جای می‌دهد، ارزیابی می‌گردد. این حالت، بحرانی‌ترین حالت بارگذاری برای یک مخزن می‌باشد. از انواع دیگر بارها مانند بار نازل‌ها<sup>۱</sup>، به علت کوچک بودن در مقایسه با بارهای ناشی از اینرسی مخزن، صرف‌نظر می‌شود.

## ۵-۱-۲-۲-۱- تعیین نیاز لنگر واژگونی (M)

ضریب لنگر واژگونی (M') با توجه به مقادیر  $\frac{H}{R}$  و  $\frac{t_{ef}}{R}$  از منحنی‌های شکل (۲-۵)، تعیین گردیده و با استفاده از رابطه زیر مقدار لنگر واژگونی وارد بر مخزن، M، محاسبه می‌گردد.

$$M = M' \cdot w \cdot H \cdot S_a_f \quad (۱-۵)$$

که در آن

w: وزن سیال درون مخزن طبق رابطه زیر (kgf)

$$w = \pi R^2 H \gamma_f \quad (۲-۵)$$

R: شعاع اسمی مخزن (cm)

H: ارتفاع سیال در بیشترین حالت ممکن (cm)

S<sub>a<sub>f</sub></sub>: شتاب طیفی متناظر با فرکانس مودی سیال - سازه طبق بند (۳-۲-۲-۱-۵)

t<sub>ef</sub>: ضخامت موثر پوسته مخزن که از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$t_{ef} = \frac{t_{av} + t_{min}}{2} \quad (۳-۵)$$

که در آن

t<sub>min</sub>: کمترین ضخامت پوسته در ارتفاع H' (cm) (این ضخامت حداقل معمولاً در بالای مخزن قرار دارد)

t<sub>av</sub>: ضخامت متوسط مخزن در ارتفاع H' طبق رابطه (۴-۵) (cm)

H': ارتفاع کل پوسته مخزن طبق رابطه (۵-۵) (cm)

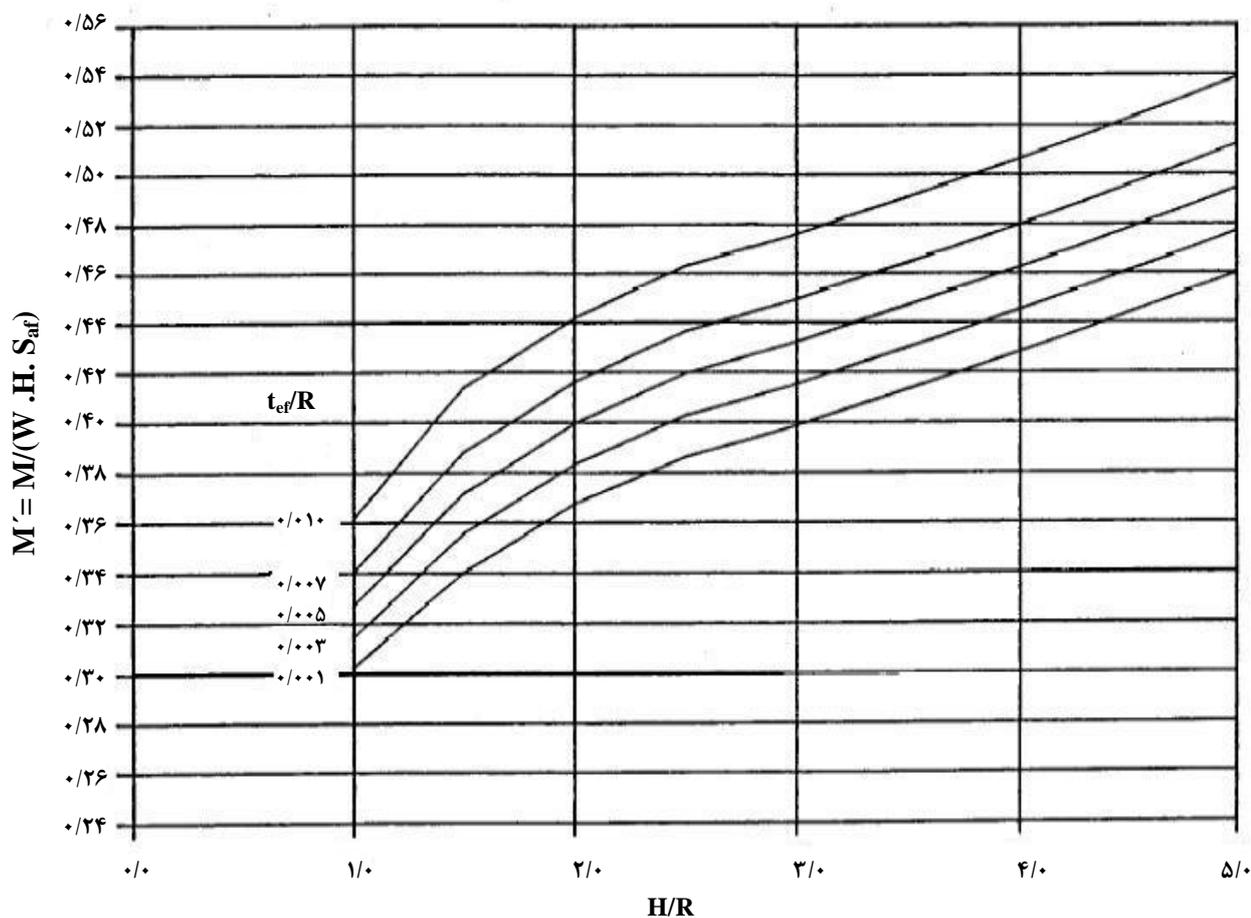


$$t_{av} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i h_i}{H'} \tag{۴-۵}$$

$t_i$  : ضخامت مقطع اام

$h_i$  : ارتفاع مقطع اام پوسته مخزن (cm)

$$\sum_{i=1}^n h_i = H' \tag{۵-۵}$$



شکل (۵-۲): ضریب لنگر واژگونی پایه مخازن



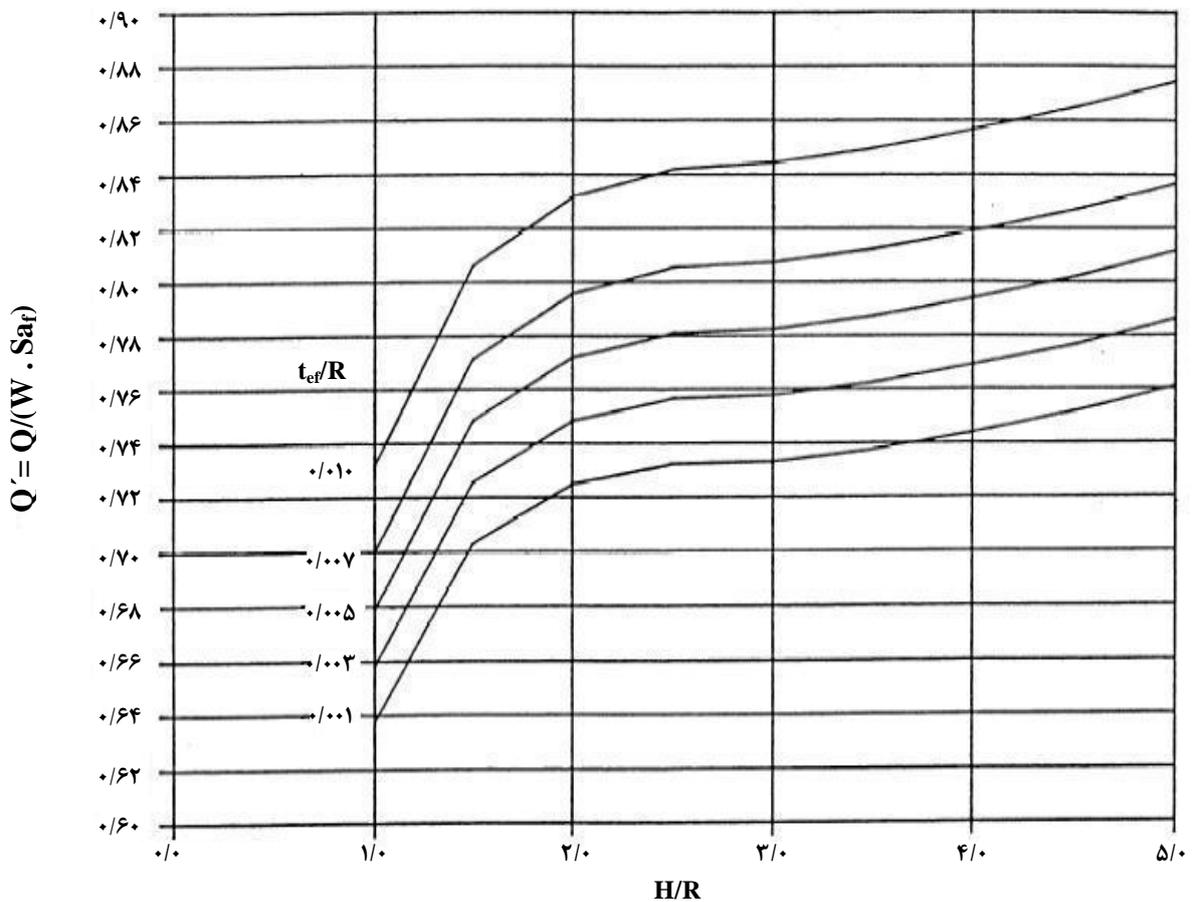
۵-۱-۲-۲-۲- تعیین برش پایه نیاز وارد بر مخازن قائم (Q)

ضریب برش پایه،  $Q'$ ، با توجه به مقادیر  $\frac{H}{R}$  و  $\frac{t_{ef}}{R}$  از منحنی‌های شکل (۳-۵)، تعیین گردیده و برش پایه،  $Q$ ، با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$Q = Q' \cdot W \cdot Sa_f \quad (۶-۵)$$

که در آن

$Sa_f$ : شتاب طیفی متناظر با فرکانس مودی سیال - سازه طبق بند (۴-۲-۱-۵)



شکل (۳-۵): ضریب برش پایه مخازن قائم (Q')



## ۵-۱-۲-۲-۳- تعیین فرکانس مودی سیال-سازه برای مخازن قائم ساخته شده از فولاد نرمه معمولی حاوی آب

فرکانس مودی سیال-سازه،  $F_f$ ، با توجه به مقادیر  $\frac{H}{R}$ ،  $\frac{t_{ef}}{R}$  و  $R$  از جدول (۲-۵) استخراج می گردد. همچنین می توان با توجه به مقادیر  $\frac{H}{R}$  و  $\frac{t_{ef}}{R}$  از شکل (۴-۵) ابتدا  $F'_f$  را تعیین و سپس با استفاده از رابطه زیر  $F_f$  را محاسبه نمود.

$$F_f = F'_f \left( \frac{3048}{R} \right) \quad (۷-۵)$$

که در آن

$F'_f$ : ضریب فرکانس مود ضربه ای سیال-سازه برای مخازن فولادی حاوی آب  
فرکانس فوق برای مخازن حاوی آب از جنس فولاد نرمه معمولی می باشد. برای مخازن از مصالح دیگر (فولاد ضدزنگ یا آلومینیوم) با مدول الاستیسیته  $E_s$  ( $\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$ ) و سیالی غیر از آب با وزن مخصوص  $\gamma_f$  ( $\frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$ )، فرکانس  $F_f(s, f)$  با استفاده از فرکانس مربوط به مخزن حاوی آب،  $F_f$ ، و رابطه زیر قابل محاسبه است.

$$F_f(s, f) = F_f \sqrt{\frac{1000}{\gamma_f}} \sqrt{\frac{E_s}{2.1 \times 10^6}} \quad (۸-۵)$$

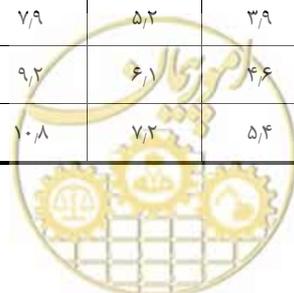


جدول (۵-۲): فرکانس مود ضربه‌ای سیال-سازه ( $F_f$ ) برای مخازن فولادی حاوی آب (Hz)

$\frac{H}{R}$	$\frac{t_{ef}}{R}$	شعاع مخزن (R) بر حسب متر						
		۱٫۵	۳٫۰	۴٫۵	۶٫۰	۷٫۵	۹٫۰	۱۰٫۵
۱٫۰	۰٫۰۰۱	۴۶٫۷	۲۳٫۳	۱۵٫۶	۱۱٫۷	۹٫۳	۷٫۸	۶٫۷
۱٫۰	۰٫۰۰۲	۶۵٫۲	۳۲٫۶	۲۱٫۷	۱۶٫۳	۱۳٫۰	۱۰٫۹	۹٫۳
۱٫۰	۰٫۰۰۳	۷۹٫۳	۳۹٫۷	۲۶٫۴	۱۹٫۸	۱۵٫۹	۱۳٫۲	۱۱٫۳
۱٫۰	۰٫۰۰۴	۹۱٫۲	۴۵٫۶	۳۰٫۴	۲۲٫۸	۱۸٫۲	۱۵٫۲	۱۳٫۰
۱٫۰	۰٫۰۰۵	۱۰۱٫۶	۵۰٫۸	۳۳٫۹	۲۵٫۴	۲۰٫۳	۱۶٫۹	۱۴٫۵
۱٫۰	۰٫۰۰۷	۱۱۹٫۵	۵۹٫۷	۳۹٫۸	۲۹٫۹	۲۳٫۹	۱۹٫۹	۱۷٫۱
۱٫۰	۰٫۰۱۰	۱۴۲٫۰	۷۱٫۰	۴۷٫۳	۳۵٫۵	۲۸٫۴	۲۳٫۷	۲۰٫۳
۱٫۵	۰٫۰۰۱	۳۲٫۲	۱۶٫۱	۱۰٫۷	۸٫۰	۶٫۴	۵٫۴	۴٫۶
۱٫۵	۰٫۰۰۲	۴۵٫۱	۲۲٫۶	۱۵٫۰	۱۱٫۳	۹٫۰	۷٫۵	۶٫۴
۱٫۵	۰٫۰۰۳	۵۵٫۰	۲۷٫۵	۱۸٫۳	۱۳٫۷	۱۱٫۰	۹٫۲	۷٫۹
۱٫۵	۰٫۰۰۴	۶۳٫۶	۳۱٫۶	۲۱٫۱	۱۵٫۸	۱۲٫۷	۱۰٫۵	۹٫۰
۱٫۵	۰٫۰۰۵	۷۰٫۶	۳۵٫۳	۲۳٫۵	۱۷٫۶	۱۴٫۱	۱۱٫۸	۱۰٫۱
۱٫۵	۰٫۰۰۷	۸۳٫۲	۴۱٫۶	۲۷٫۷	۲۰٫۸	۱۶٫۶	۱۳٫۹	۱۱٫۹
۱٫۵	۰٫۰۱۰	۹۹٫۰	۴۹٫۵	۳۳٫۰	۲۴٫۷	۱۹٫۸	۱۶٫۵	۱۴٫۱
۲٫۰	۰٫۰۰۱	۲۳٫۶	۱۱٫۸	۷٫۹	۵٫۹	۴٫۷	۳٫۹	۳٫۴
۲٫۰	۰٫۰۰۲	۳۳٫۰	۱۶٫۵	۱۱٫۰	۸٫۲	۶٫۶	۵٫۵	۴٫۷
۲٫۰	۰٫۰۰۳	۴۰٫۱	۲۰٫۱	۱۳٫۴	۱۰٫۰	۸٫۰	۶٫۷	۵٫۷
۲٫۰	۰٫۰۰۴	۴۶٫۱	۲۳٫۱	۱۵٫۴	۱۱٫۵	۹٫۲	۷٫۷	۶٫۶
۲٫۰	۰٫۰۰۵	۵۱٫۴	۲۵٫۷	۱۷٫۱	۱۲٫۸	۱۰٫۳	۸٫۶	۷٫۳
۲٫۰	۰٫۰۰۷	۶۰٫۵	۳۰٫۲	۲۰٫۲	۱۵٫۱	۱۲٫۱	۱۰٫۱	۸٫۶
۲٫۰	۰٫۰۱۰	۷۱٫۸	۳۵٫۹	۲۳٫۹	۱۸٫۰	۱۴٫۴	۱۲٫۰	۱۰٫۳
۲٫۵	۰٫۰۰۱	۱۷٫۸	۸٫۹	۵٫۹	۴٫۵	۳٫۶	۳٫۰	۲٫۵
۲٫۵	۰٫۰۰۲	۲۵٫۰	۱۲٫۵	۸٫۳	۶٫۲	۵٫۰	۴٫۲	۳٫۶

ادامه (جدول ۵-۲)

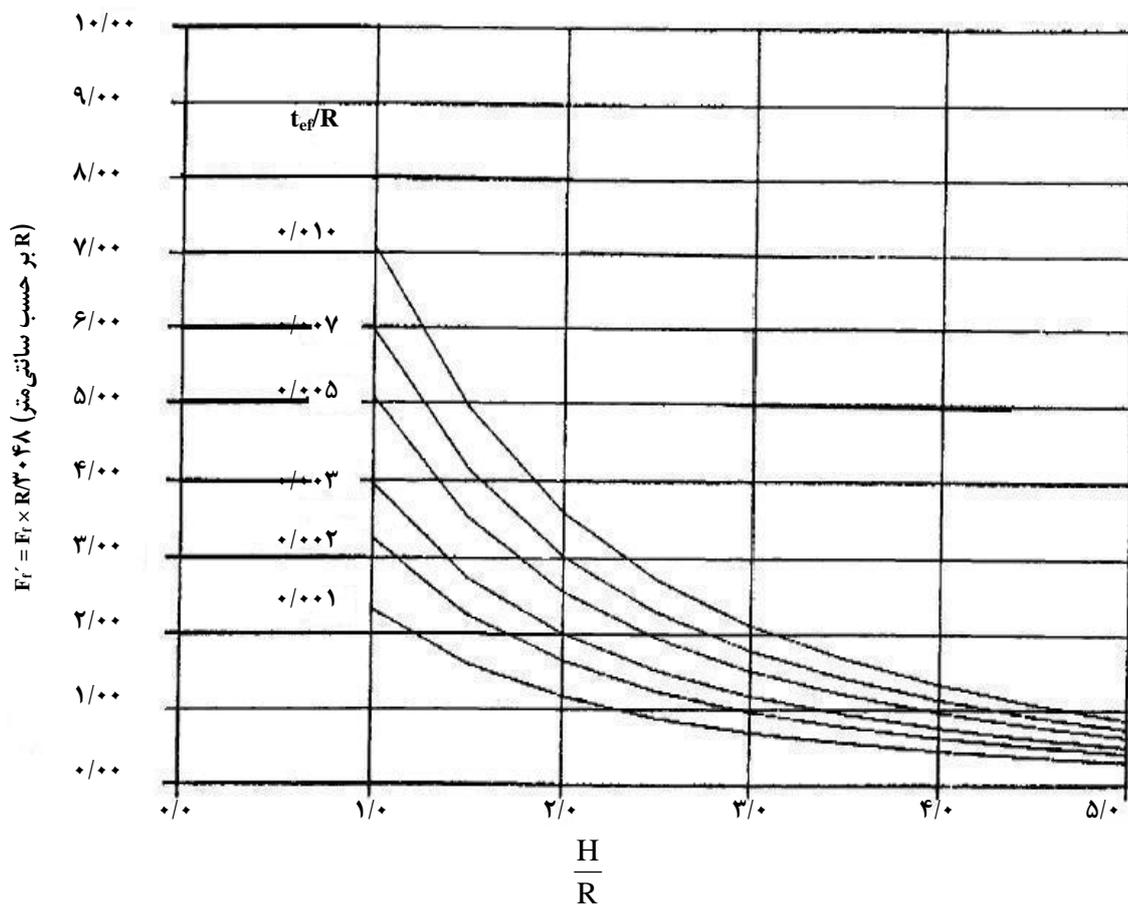
$\frac{H}{R}$	$\frac{t_{ef}}{R}$	شعاع مخزن (R) بر حسب متر						
		۱٫۵	۳٫۰	۴٫۵	۶٫۰	۷٫۵	۹٫۰	۱۰٫۵
۲٫۵	۰٫۱۰۰۳	۳۰٫۴	۱۵٫۲	۱۰٫۱	۷٫۶	۶٫۱	۵٫۱	۴٫۳
۲٫۵	۰٫۱۰۰۴	۳۵٫۰	۱۷٫۵	۱۱٫۷	۸٫۷	۷٫۰	۵٫۸	۵٫۰
۲٫۵	۰٫۱۰۰۵	۳۹٫۰	۱۹٫۵	۱۳٫۰	۹٫۷	۷٫۸	۶٫۵	۵٫۶
۲٫۵	۰٫۱۰۰۷	۴۵٫۹	۲۳٫۰	۱۵٫۳	۱۱٫۵	۹٫۲	۷٫۷	۶٫۶
۲٫۵	۰٫۱۰۱۰	۵۴٫۶	۲۷٫۳	۱۸٫۲	۱۳٫۷	۱۰٫۹	۹٫۱	۷٫۸
۳٫۰	۰٫۱۰۰۱	۱۳٫۹	۷٫۰	۴٫۶	۳٫۵	۲٫۸	۲٫۳	۲٫۰
۳٫۰	۰٫۱۰۰۲	۱۹٫۵	۹٫۷	۶٫۵	۴٫۹	۳٫۰	۳٫۲	۲٫۸
۳٫۰	۰٫۱۰۰۳	۲۳٫۷	۱۱٫۸	۷٫۹	۵٫۹	۴٫۷	۳٫۹	۳٫۴
۳٫۰	۰٫۱۰۰۴	۲۷٫۲	۱۳٫۶	۹٫۱	۶٫۸	۵٫۴	۴٫۵	۳٫۹
۳٫۰	۰٫۱۰۰۵	۳۰٫۳	۱۵٫۱	۱۰٫۱	۷٫۶	۶٫۱	۵٫۰	۴٫۳
۳٫۰	۰٫۱۰۰۷	۳۵٫۶	۱۷٫۸	۱۱٫۹	۸٫۹	۷٫۱	۵٫۹	۵٫۱
۴٫۰	۰٫۱۰۰۳	۱۵٫۲	۷٫۶	۵٫۱	۳٫۸	۳٫۰	۲٫۵	۲٫۲
۴٫۰	۰٫۱۰۰۴	۱۷٫۴	۸٫۷	۵٫۸	۴٫۴	۳٫۵	۲٫۹	۲٫۵
۴٫۰	۰٫۱۰۰۵	۱۹٫۳	۹٫۷	۶٫۴	۴٫۸	۳٫۹	۳٫۲	۲٫۸
۴٫۰	۰٫۱۰۰۷	۲۲٫۶	۱۱٫۳	۷٫۵	۵٫۷	۴٫۵	۳٫۸	۳٫۲
۴٫۰	۰٫۱۰۱۰	۲۶٫۷	۱۳٫۴	۸٫۹	۶٫۷	۵٫۳	۴٫۵	۳٫۸
۴٫۵	۰٫۱۰۰۱	۷٫۵	۳٫۸	۲٫۵	۱٫۹	۱٫۵	۱٫۳	۱٫۱
۴٫۵	۰٫۱۰۰۲	۱۰٫۳	۵٫۲	۳٫۴	۲٫۶	۲٫۱	۱٫۷	۱٫۵
۴٫۵	۰٫۱۰۰۳	۱۲٫۴	۶٫۲	۴٫۱	۳٫۱	۲٫۵	۲٫۱	۱٫۸
۴٫۵	۰٫۱۰۰۴	۱۴٫۲	۷٫۱	۴٫۷	۳٫۵	۲٫۸	۲٫۴	۲٫۰
۴٫۵	۰٫۱۰۰۵	۱۵٫۷	۷٫۹	۵٫۲	۳٫۹	۳٫۱	۲٫۶	۲٫۲
۴٫۵	۰٫۱۰۰۷	۱۸٫۳	۹٫۲	۶٫۱	۴٫۶	۳٫۷	۳٫۱	۲٫۶
۴٫۵	۰٫۱۰۱۰	۲۱٫۶	۱۰٫۸	۷٫۲	۵٫۴	۴٫۳	۳٫۶	۳٫۱



ادامه جدول (۵-۲)

$\frac{H}{R}$	$\frac{t_{ef}}{R}$	شعاع مخزن (R) بر حسب متر						
		۱٫۵	۳٫۰	۴٫۵	۶٫۰	۷٫۵	۹٫۰	۱۰٫۵
۵٫۰	۰٫۰۰۱	۶٫۲	۳٫۱	۲٫۱	۱٫۶	۱٫۲	۱٫۰	۰٫۹
۵٫۰	۰٫۰۰۲	۸٫۵	۴٫۲	۲٫۸	۲٫۱	۱٫۷	۱٫۴	۱٫۲
۵٫۰	۰٫۰۰۳	۱۰٫۲	۵٫۱	۳٫۴	۲٫۵	۲٫۰	۱٫۷	۱٫۵
۵٫۰	۰٫۰۰۴	۱۱٫۶	۵٫۸	۳٫۹	۲٫۹	۲٫۳	۱٫۹	۱٫۷
۵٫۰	۰٫۰۰۵	۱۲٫۸	۶٫۴	۴٫۳	۳٫۲	۲٫۶	۲٫۱	۱٫۸
۵٫۰	۰٫۰۰۷	۱۴٫۹	۷٫۴	۵٫۰	۳٫۷	۳٫۰	۲٫۵	۲٫۱
۵٫۰	۰٫۰۱۰	۱۷٫۵	۸٫۷	۵٫۸	۴٫۴	۳٫۵	۲٫۹	۲٫۵





شکل (۴-۵): ضریب فرکانس مود ضربه ای سیال-سازه برای مخازن فولادی حاوی آب



۵-۱-۲-۲-۴- تعیین شتاب طیفی ( $Sa_f$ ) متناظر با فرکانس مودی سیال-سازه

با استفاده از مقدار  $F_f(H_z)$  بند (۵-۱-۲-۲-۳) و ملاحظات بند (۵-۲-۲)، بیشینه شتاب طیفی  $Sa_f(g)$  در محدوده فرکانسی  $0.8F_f < F < 1.2F_f$  تعیین می‌گردد.

در مورد مخازنی که بر روی بالشتک بتنی نصب شده و بر روی زمین قرار می‌گیرند، در صورتی که  $V_s$  (سرعت متوسط موج برشی خاکی که مخزن بر روی آن قرار دارد کوچکتر از  $1067 \left(\frac{m}{sec}\right)$  باشد، باید اثر اندرکنش خاک-سازه بر فرکانس و به تبع آن  $Sa_f$ ، در نظر گرفته شود. برای لحاظ کردن اثرات اندرکنش خاک-سازه می‌توان روش ساده زیر را بکار برد:

الف) اگر فرکانس  $F_f$  از فرکانس متناظر مقدار بیشینه طیف نیاز مورد استفاده، کمتر باشد، می‌توان از اثرات اندرکنشی خاک-سازه، صرف‌نظر کرد.

ب) اگر فرکانس  $F_f$  از فرکانس متناظر مقدار بیشینه طیف نیاز مورد استفاده بیشتر باشد، از بیشینه مقدار طیفی برای  $Sa_f$  استفاده می‌شود.

## ۵-۱-۲-۲-۵- تعیین ارتفاع موج نوسانی

ارتفاع موج نوسانی،  $h_s$ ، با استفاده از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$h_s = 0.837R.Sa_s \quad (۹-۵)$$

که در آن

$Sa_s$ : شتاب طیفی (با میرایی ۰/۵٪) برای زمین یا طبقه‌ای که مخزن در آن قرار دارد طبق بند (۵-۱-۲-۲) در فرکانس مود نوسانی بدست آمده از رابطه (۵-۱۱)

بازه فرکانسی مود نوسانی مخازن قائم بین ۰/۲ تا ۰/۵ هرتز می‌باشد و مقادیر شتاب طیفی باید با دقت بیشتری در این بازه محاسبه گردند.

همچنین می‌توان با توجه به مقادیر  $\frac{H}{R}$  و  $R$  از جدول (۵-۳)، ارتفاع موج نوسانی را برای  $ZPA = 1g$  در پای مخزن، و ارتفاع موج

نوسانی سیال درون مخزن به ازای  $ZPA$  مورد نظر زمین یا طبقه‌ای که مخزن روی آن قرار دارد را از رابطه (۵-۱۰) تعیین نمود.

$$h_s = h'_s.ZPA \quad (۱۰-۵)$$

که در آن

$h'_s$ : برحسب سانتی‌متر بدست آمده از جدول (۵-۳)

$ZPA$ : شتاب طیفی به ازای پریود صفر



جدول (۵-۳): ارتفاع موج نوسانی ( $h_s$ ) در مخازن حاوی آب در اثر شتاب جانبی  $g$  (cm)

$\frac{H}{R}$	شعاع مخزن (R) بر حسب متر						
	۱/۵	۳/۰	۴/۵	۶/۰	۷/۵	۹/۰	۱۰/۵
۱/۰	۹۹,۱	۱۵۲,۹	۱۹۹,۹	۲۴۲,۶	۲۸۳,۲	۳۲۱,۸	۳۵۹,۲
۱,۵	۱۰۰,۶	۱۵۵,۴	۲۰۲,۷	۲۴۵,۹	۲۸۶,۸	۳۲۵,۹	۳۶۳,۷
۲,۰	۱۰۰,۸	۱۵۵,۷	۲۰۲,۹	۲۴۶,۶	۲۸۷,۵	۳۲۶,۴	۳۶۴,۲
$\geq ۲,۵$	۱۰۰,۸	۱۵۵,۷	۲۰۳,۲	۲۴۶,۶	۲۸۷,۵	۳۲۶,۴	۳۶۴,۲
$< ۵$							

فرکانس مود نوسانی با استفاده از رابطه زیر محاسبه می شود.

$$F_s = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{184g}{R} \cdot \tanh\left(\frac{1.84H}{R}\right)} \quad (۵-۱۱)$$

که در آن

$g$ : شتاب ثقل، برابر با ۹,۸۱ متر بر مجذور ثانیه

### ۵-۱-۲-۳- ظرفیت لرزه ای مخازن قائم

#### ۵-۱-۳-۲-۱- تعیین ظرفیت لنگر واژگونی

ظرفیت لنگر واژگونی مخزن،  $M_{CAP}$ ، از رابطه زیر تعیین می شود.

$$M_{cap} = (M'_{cap})(2F_r)(R^2 \cdot t_s) \left(\frac{h_b}{h_c}\right) \quad (۵-۱۲)$$

که در آن

$h_b$ : طول مهار کششی که معمولاً از بالای نشیمن تا ورق مهار مدفون در بتن اندازه گیری می شود. (cm)

$h_c$ : ارتفاع ناحیه فشاری پوسته در پای مخزن، معمولاً برابر با ارتفاع نشیمن<sup>۱</sup> (cm)

$M'_{cap}$ : ضریب لنگر واژگونی طبق روابط (۵-۲۲)

$F_r$ : ظرفیت کاهش یافته میل مهار که تابعی از ظرفیت بیرون کشیده شدگی مهار مطابق رابطه (۳-۱) فصل سوم، ظرفیت اتصال مهار به نشیمن مخزن و ظرفیت پوسته مخزن بوده و از رابطه ذیل محاسبه می گردد. ( $\text{kgf/cm}^2$ )

$$F_r = \min(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n) F_u \quad (۵-۱۳)$$

که در آن

$F_u$ : تنش نهایی بیرون کشیده شدگی میل مهار مطابق رابطه ذیل



$$F_u = \frac{P_u}{A_b} \quad (۱۴-۵)$$

که در آن

$P_u$ : ظرفیت بیرون کشیده شدگی محاسباتی مهار مطابق رابطه (۱-۳) فصل سوم (kgf)

$A_b$ : سطح مقطع میل مهار مدفون ( $cm^2$ )

$\alpha_1$ : ضریب کاهش مربوط به رفتار ورق فوقانی نشیمن (شکل ۵-۵) مطابق رابطه ذیل:

$$\alpha_1 = \frac{f_y \cdot f \cdot c^2}{(0.375g - 0.22d)P_u} \leq 1 \quad (۱۶-۵)$$

که در آن

$f_y$ : کمترین مقدار تنش تسلیم مربوط به پوسته مخزن، ورق‌های نشیمن میل مهار شامل ورق فوقانی، ورق سخت کننده قائم و ورق

تکیه‌گاهی

$c$ ،  $g$  و  $d$ : به شکل (۵-۵) مراجعه شود.

اگر ورق فوقانی نسبت به سخت کننده‌های قائم، بیرون زدگی داشته باشد نباید بیش از ۱۳ میلی‌متر از این بیرون زدگی در محاسبه مقدار  $f$  در نظر گرفته شود.

$\alpha_2$ : ضریب کاهش مربوط به سخت کننده‌های قائم مطابق رابطه ذیل

$$\alpha_2 = \frac{kj}{2.5 \left( 1 - \frac{k^2}{(h-c)^2} \right)} \leq 1 \quad \left( j \geq \frac{\sqrt{f_y} (h-c)}{1046} \text{ اگر} \right) \quad (۱۷-۵)$$

که در آن

$k$ ،  $h$  و  $c$ : به شکل (۵-۵) مراجعه شود.

$\alpha_3$ : ضریب کاهش مربوط به جوش نشیمن میل مهار به پوسته مخزن مطابق رابطه ذیل

$$\alpha_3 = \frac{0.71F_w}{P_u \sqrt{\left( \frac{2.54}{a+2h} \right)^2 + \left( \frac{2.54e}{ah+0.607h^2} \right)}} \leq 1 \quad (۱۸-۵)$$

که در آن

$F_w$ : ظرفیت کششی فلز الکتروود مطابق رابطه ذیل

$$F_w = 0.5F_u \quad (۱۹-۵)$$

که در آن

$F_u$ : ظرفیت نهایی فلز الکتروود

$\alpha_4$ : ضریب کاهش مربوط به ظرفیت پوسته مخزن در خمش مطابق رابطه ذیل



$$\alpha_4 = \frac{14.3f_y t_s^2}{P_u e \left[ \frac{1.32z}{\frac{1.43ah^2}{Rt_s} + (4ah^2)^{0.333}} + \frac{0.031}{\sqrt{Rt_s}} \right]} \leq 1 \quad (20-5)$$

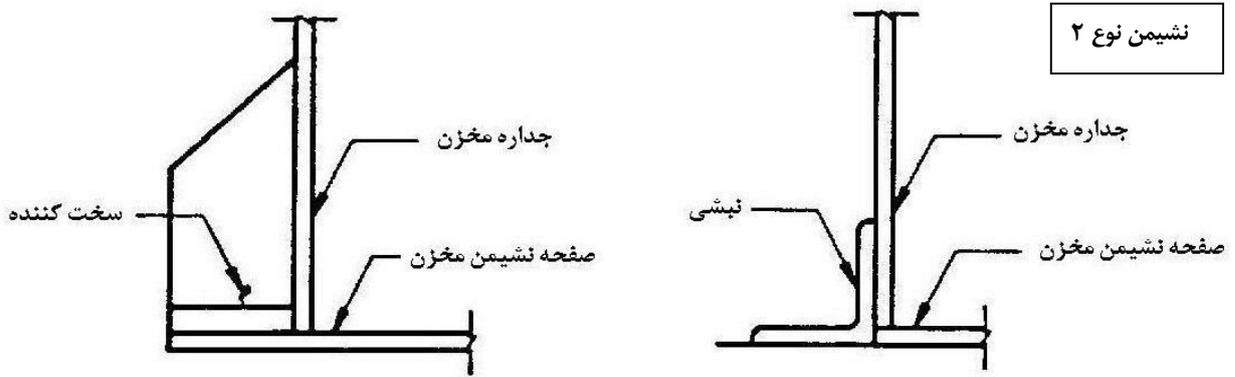
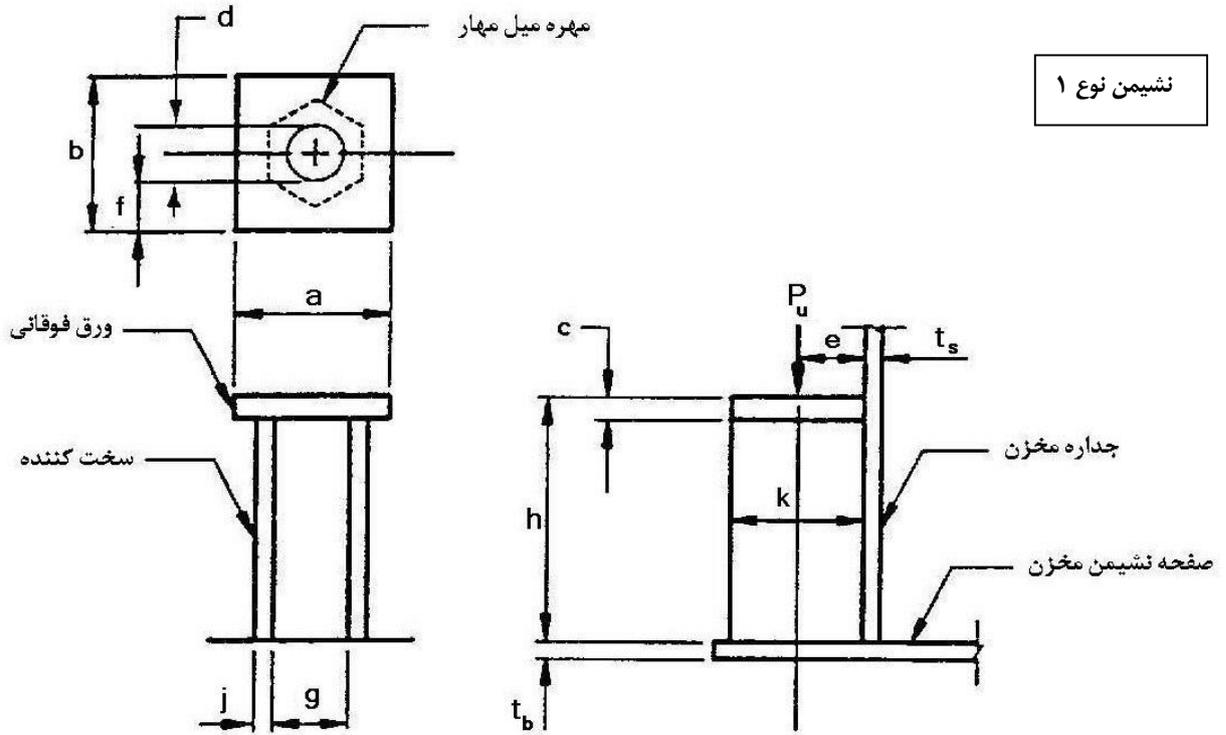
که در آن

$$Z = \frac{1.0}{\frac{0.07 a t_b}{\sqrt{Rt_s}} \left[ \frac{t_b}{t_s} \right]^2 + 1.0} \quad (21-5)$$

که در آن

$t_s$ : حداقل ضخامت پوسته مخزن در محدوده ارتفاعی بین کف مخزن تا  $0.1H$  (شکل ۵-۱) (cm)  
 $t_b$ : ضخامت ورق تحتانی مخزن (شکل ۵-۵) (cm)  
 واحدها kgf ، kg و cm می باشند.





ب- نمای کلی، پلان و نمای بیرونی

الف - نمای جانبی

شکل (۵-۵): شمای کلی نشیمن میل مهار



$M'_{cap}$  از روابط شرطی (۲۲-۵) بدست می آید.

(الف-۲۲-۵)

$$M'_{cap} = \min (M'_{cap_1}, M'_{cap_2})$$

اگر برای میل مهارها داشته باشیم  $P_u < P_{nom}$

و یا برای ورق های سخت کننده نشیمن میل مهار داشته باشیم  $J < \frac{\sqrt{f_y(\lambda - c)}}{1046}$

و یا برای جوش نشیمن به پوسته مخزن داشته باشیم  $\alpha_3 < 1$

(ب-۲۲-۵)

$$M'_{cap}, M'_{cap_1}$$

اگر برای میل مهارها داشته باشیم  $P_u, P_{nom}$

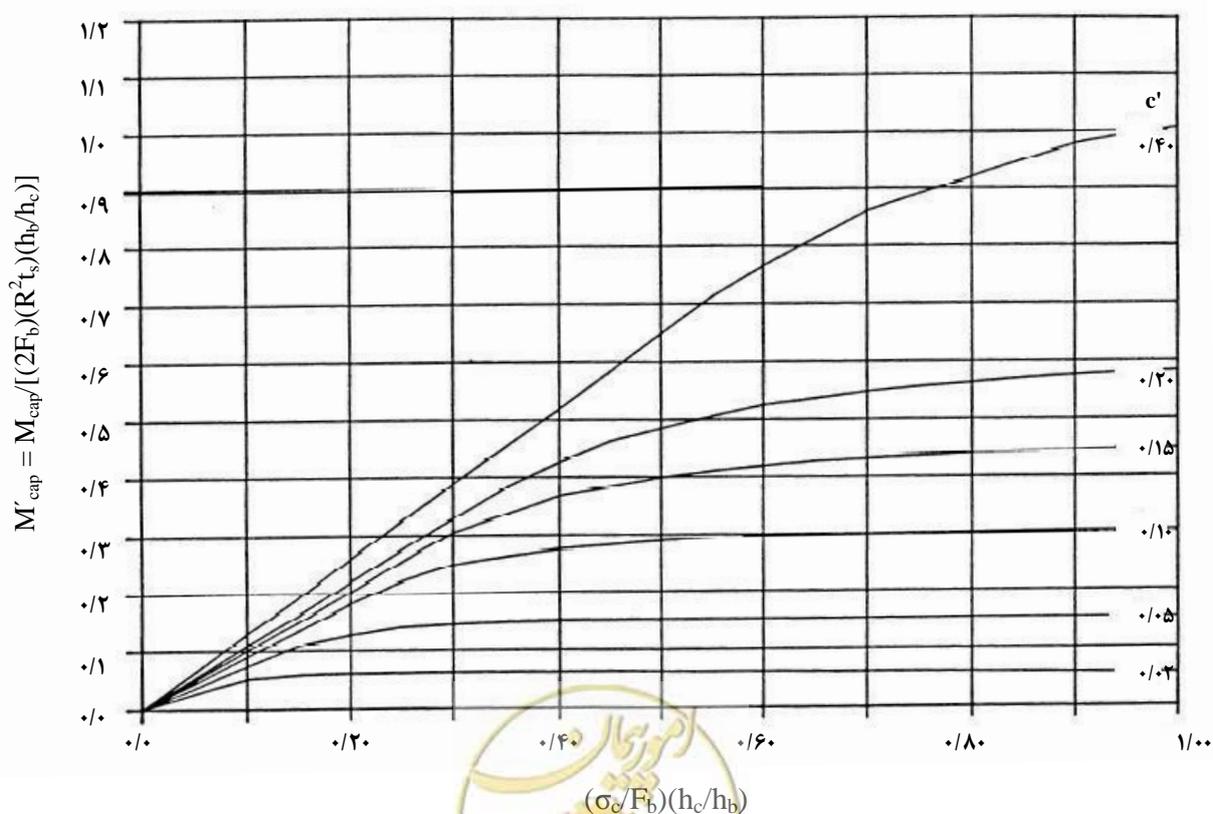
و یا برای ورق فوقانی نشیمن داشته باشیم  $\alpha_1 < 1$

و یا برای پوسته مخزن داشته باشیم  $\alpha_4 < 1$

که در آنها

$M'_{cap_1}$ : ضریب ظرفیت لنگر واژگونی مخزن قائم که با توجه به  $C'$  (رابطه ۲۳-۵) و پارامتر  $\left(\frac{\sigma_c}{F_b} \frac{h_c}{h_b}\right)$  از منحنی شکل (۶-۵) بدست

می آید.



شکل (۶-۵): ضریب ظرفیت لنگر واژگونی مخازن قائم

$M'_{cap_2}$ : ضریب ظرفیت لنگر واژگونی مخزن قائم که با توجه به  $c'$  و پارامتر  $\left(\frac{\sigma_c}{F_b} \frac{h_c}{h_b}\right)$  از جدول (۴-۵) استخراج می‌شود.

$$c' = \left(\frac{t'}{t_s}\right) \left(\frac{h_c}{h_b}\right) \quad (۲۳-۵)$$

که در آن

$t'$ : ضخامت پوسته معادل که سطحی برابر با سطح کل میل مهارها مطابق رابطه (۲۴-۵) دارد. (cm)

$$t' = \left(\frac{N A_b}{2\pi R}\right) \left(\frac{E_b}{E_s}\right) \quad (۲۴-۵)$$

که در آن

$N$ : تعداد کل میل مهارها

$A_b$ : سطح مقطع یک میل مهار ( $cm^2$ )

$E_b$ : مدول الاستیسته میل مهار ( $kgf/cm^2$ )

$E_s$ : مدول الاستیسته مصالح مخزن ( $kgf/cm^2$ )

جدول (۴-۵): مقادیر حدی ظرفیت لنگر خمشی ارتجاعی

$c'$	$\left(\frac{\sigma_c}{F_b}\right)\left(\frac{h_c}{h_b}\right)$	$M'_{cap}$
۰/۰۱	۰/۰۵۲	۰/۰۲۳۱
۰/۰۲	۰/۰۸۱	۰/۰۴۵۴
۰/۰۵	۰/۱۴۷	۰/۱۰۹۲
۰/۱۰	۰/۲۳۰	۰/۲۰۸۷
۰/۱۵	۰/۳۰۰	۰/۳۰۴۵
۰/۲۰	۰/۳۵۸	۰/۳۹۳۲
۰/۴۰	۰/۵۶۰	۰/۷۲۷۱

#### ۵-۱-۲-۳-۲- ظرفیت کمانشی پوسته مخزن

ظرفیت مخازن قائم در تحمل بار محوری قائم وابسته به ظرفیت کمانش پافیلی و لوزوی (الماسی) در نزدیکی پای دیواره مخزن می‌باشد. ضریب فشار کمانش پافیلی مخزن با استفاده از رابطه (۲۵-۵) محاسبه می‌گردد.

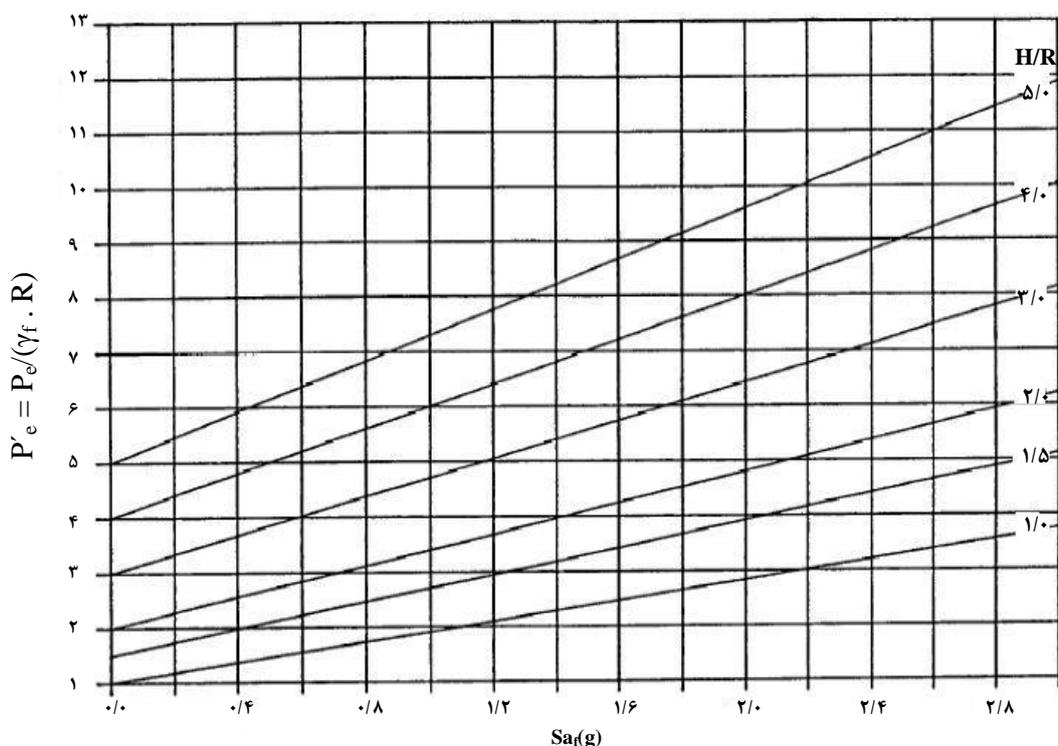
$$P_e = P'_e \gamma_f R \quad (۲۵-۵)$$

که در آن

$P'_e$ : ضریب فشار کمانش پافیلی مخزن که با توجه به مقادیر شتاب طیفی  $S_a(g)$  و  $\frac{H}{R}$  از منحنی شکل (۷-۵) استخراج می‌شود.



$\gamma_f$ : وزن مخصوص سیال درون مخزن ( $\text{kgf / cm}^2$ )



شکل (۵-۷): ضریب فشار کمانش پافیلی مخازن قائم

ظرفیت کمانش پافیلی مخزن برای مصالح از جنس فولاد نرمه با استفاده از مقادیر  $P_e$  ( $\text{kgf / cm}^2$ ) و  $\frac{t_s}{R}$  از منحنی شکل (۵-۸) استخراج می شود. برای مصالح دیگر از فرمول (۵-۲۶) استفاده می شود.

$$\sigma_{pe} = \frac{0.6E_s}{\left(\frac{R}{t_s}\right)} \left[ 1 - \left( \frac{P_e R}{\sigma_y t_s} \right)^2 \right] \left[ 1 - \frac{1}{1.12 + S_1^{1.5}} \right] \left[ \frac{S_1 + \left( \frac{\sigma_y}{E_s} \right) \left( \frac{2.1 \times 10^6}{2531} \right)}{S_1 + 1} \right] \quad (۵-۲۶)$$

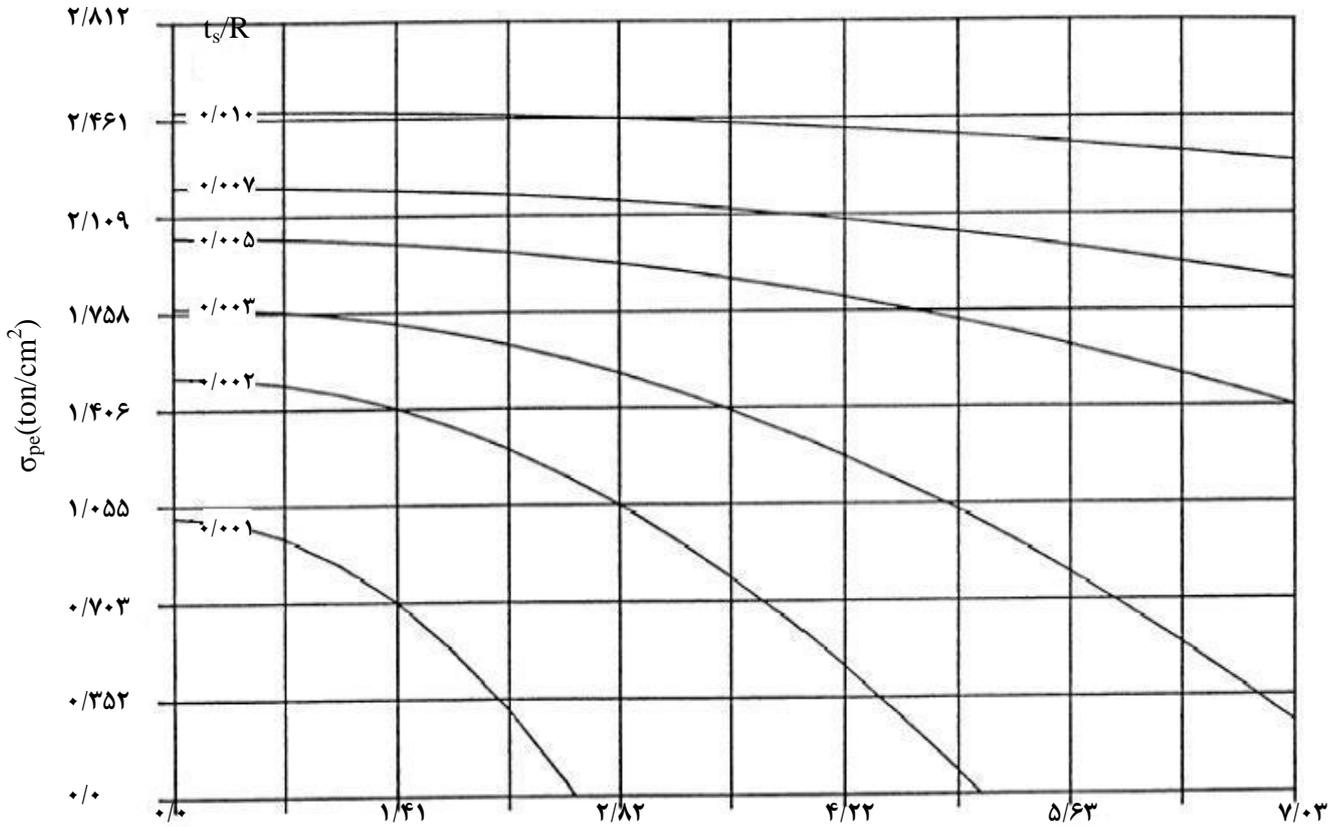
که در آن  $S_1$ : ضریب نسبت شعاع مخزن به ضخامت پوسته مطابق رابطه ذیل

$$S_1 = \frac{R}{400t_s} \quad (۵-۲۷)$$

$\sigma_y$ : تنش تسلیم مصالح پوسته مخزن ( $\text{kgf / cm}^2$ )

$E_s$ : مدول الاستیسیته مصالح پوسته مخزن ( $\text{kgf / cm}^2$ )





$$P_{pe} \left( \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \right)$$

شکل (۸-۵): ظرفیت فشاری محوری مخازن قائم برای کمانش پافیلی  
 (برای فولاد با  $F_y=2530$  و  $E=2/1 \times 10^6$  کیلوگرم بر سانتی متر مربع)

ضریب فشار کمانش لوزوی مخزن با استفاده از رابطه (۲۸-۵) محاسبه می‌گردد.

$$P_d = P'_d \gamma_f R \quad (28-5)$$

که در آن

$P'_d$ : ضریب فشار کمانش لوزوی مخزن که با توجه به مقادیر شتاب طیفی  $S_{af}(g)$  و  $\frac{H}{R}$  از منحنی شکل (۹-۵) استخراج می‌شود.

ظرفیت کمانش لوزوی مخزن برای مصالح از جنس فولاد نرمه با استفاده از مقادیر  $P_d(kgf/cm^2)$  و  $\frac{t_s}{R}$  از شکل (۱۰-۵) استخراج

می‌شود. برای سایر مصالح از فرمول (۲۹-۵) استفاده می‌شود.

$$\sigma_{pd} = (0.6\gamma + \Delta\gamma) \frac{E_s}{(R/t_s)} \quad (29-5)$$

که در آن



$\Delta\gamma$ : ضریب افزایش فشار داخلی که از شکل (۵-۱۱) به دست می آید.

$\gamma$ : از رابطه (۵-۳۰) بدست می آید.

$$\gamma = 1 - 0.73(1 - e^{-\phi})$$

(۵-۳۰)

که در آن

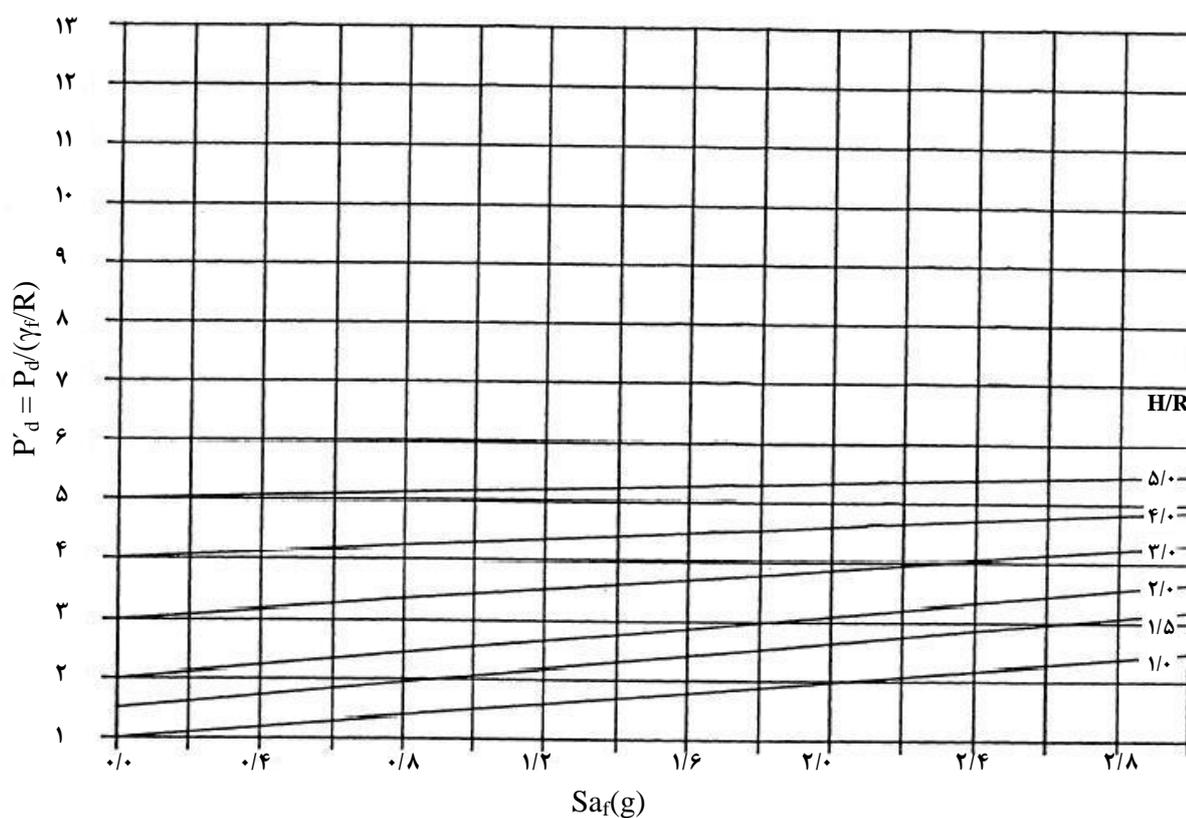
$$\phi = \frac{1}{16} \sqrt{\frac{R}{t_s}}$$

(۵-۳۱)

مقدار ظرفیت کمانش پوسته مخزن از رابطه (۵-۳۲) بدست می آید.

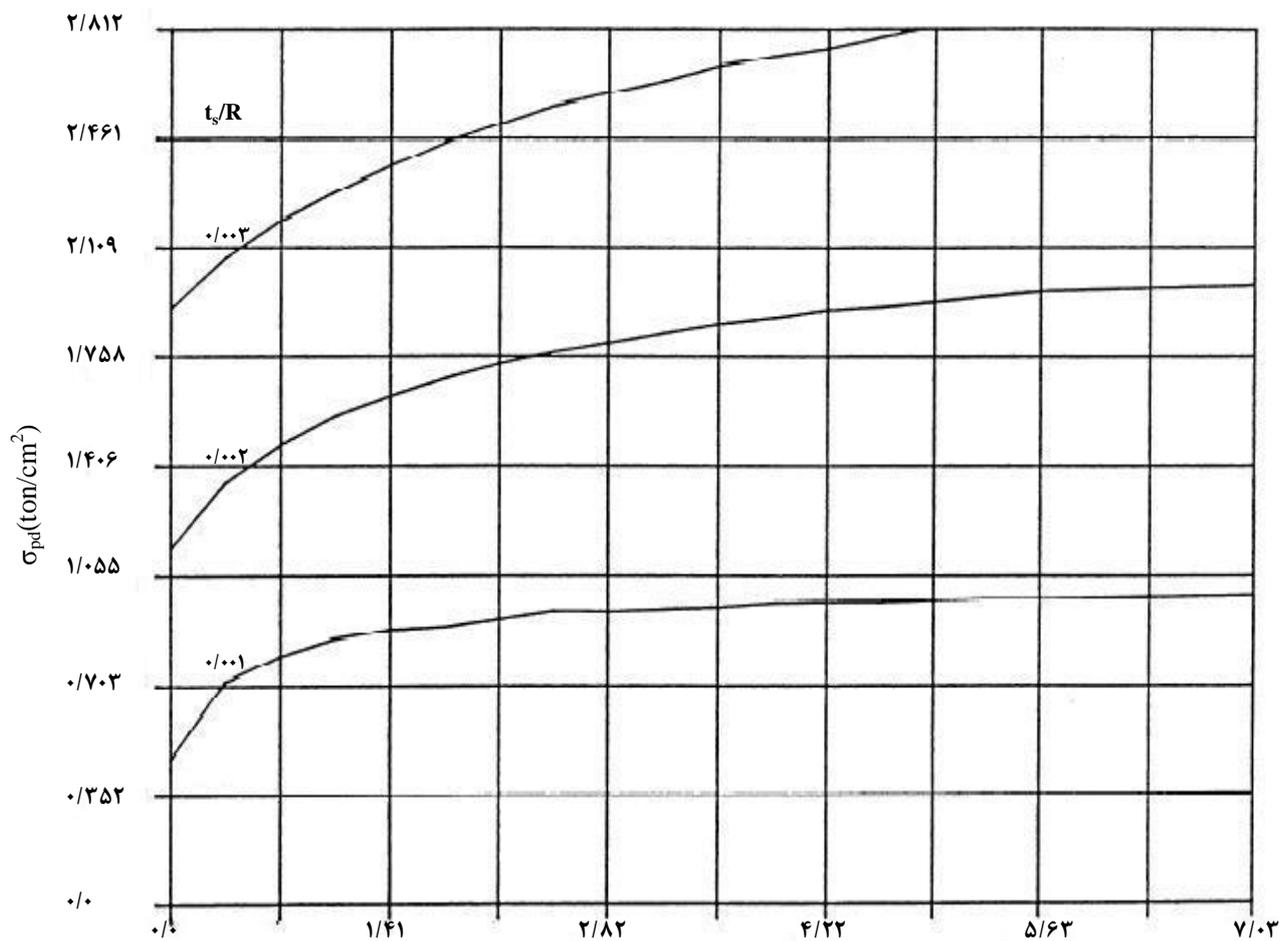
$$\sigma_c = \min(\sigma_{pe}, \sigma_{pd})$$

(۵-۳۲)



شکل (۵-۹): ضریب فشار کمانش لوزوی برای مخازن قائم



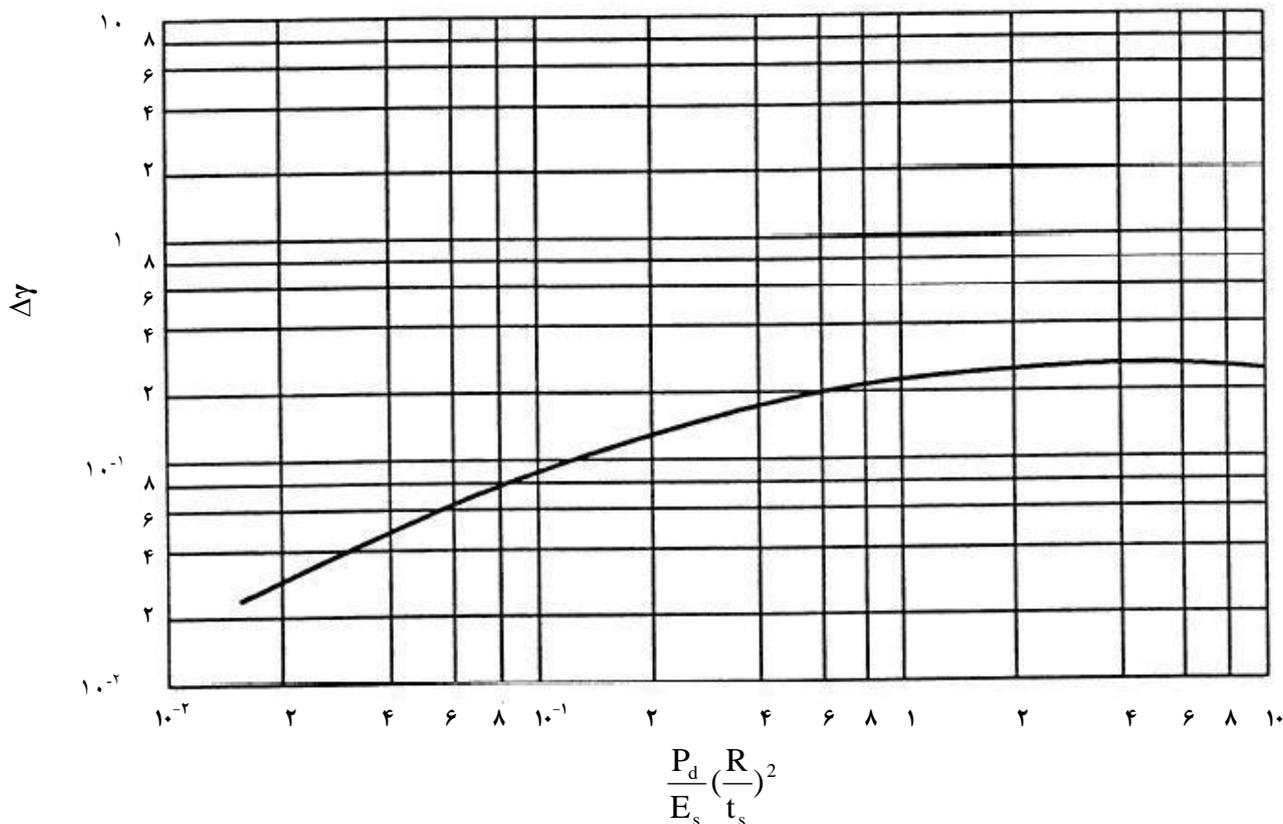


$$P_{pd} \left( \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \right)$$

شکل (۵-۱۰): ظرفیت فشاری محوری مخازن قائم برای کماتش لوزوی

(برای فولاد با  $E = 2.1 \times 10^6$  کیلوگرم بر سانتی متر مربع)



شکل (۵-۱۱): ضریب افزایش کمانش لوزوی،  $\Delta\gamma$ 

#### ۵-۱-۳-۳-۲-۱-۵- تعیین ظرفیت برشی مخزن

ظرفیت برشی مخزن تنها با اصطکاک کف مخزن با فونداسیون آن تامین گردیده و از رابطه ذیل تعیین می گردد.

$$Q_{cap} = 0.55(1 - 0.21S_{af})w \quad (۳۳-۵)$$

که در آن

$S_{af}$ : شتاب طیفی متناظر با فرکانس مودی سیال - سازه طبق بند (۵-۱-۲-۲-۳)

$w$ : وزن سیال داخل مخزن (kgf)

#### ۵-۱-۳-۲-۱-۵- تعیین ارتفاع آزاد موجود در بالای سطح سیال ( $h_f$ )

ارتفاع آزاد موجود در بالای سطح سیال در حالی که مخزن بیشترین مایع را درون خود دارد، محاسبه می شود. برای مخازن با سقف مخروطی، ارتفاع آزاد برابر با فاصله سطح سیال تا تقاطع دیوار و سقف (در فاصله  $R$  از محور مخزن) اندازه گیری می شود. برای مخازن با سقف گنبدی، ارتفاع آزاد برابر است با فاصله سطح سیال تا نقطه ای از سطح سقف که در فاصله  $0.9R$  از محور مخزن قرار دارد.



## ۵-۲-۱-۴- معیارهای پذیرش

مخزن در صورتی غیرآسیب‌پذیر ارزیابی می‌شوند که شرایط ذیل برقرار باشد.

- بزرگتر بودن ظرفیت لنگر واژگونی مخزن،  $M_{cap}$  (بند ۱-۳-۲-۱-۵) از نیاز لنگر واژگونی،  $M$  (بند ۱-۲-۲-۱-۵)
- بزرگتر بودن ظرفیت برشی مخزن  $Q_{cap}$  (بند ۳-۳-۲-۱-۵) از نیاز برش پایه،  $Q$  (بند ۲-۲-۲-۱-۵)
- بزرگتر بودن ظرفیت کمانش پوسته مخزن،  $\sigma_c$  (رابطه ۳۲-۵) از تنش فشاری ناشی از لنگر واژگونی،  $M$  (بند ۲-۲-۱-۵)
- بزرگتر بودن ارتفاع آزاد موجود در بالای سطح سیال،  $h_f$  (بند ۴-۳-۲-۱-۵) از ارتفاع موج نوسانی،  $h_s$  (بند ۵-۲-۲-۱-۵)
- انعطاف‌پذیری لوله‌های متصل شده به مخزن به خصوص به قسمت‌های فوقانی آن

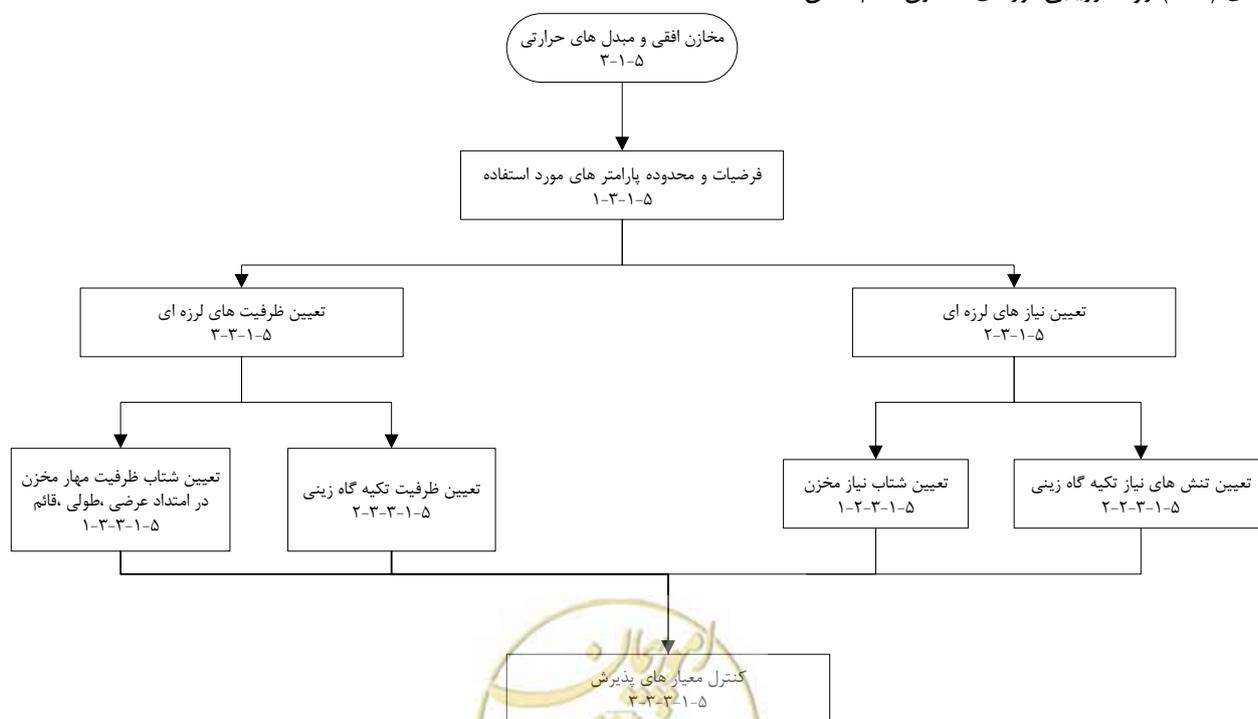
در ارزیابی انعطاف‌پذیری لوله‌ها، وزن نازل‌ها باید در نظر گرفته شود اما می‌توان از وزن لوله‌ها صرف‌نظر نمود.

در صورتی که مخزن هر کدام از شرایط فوق را دارا نباشد "آسیب‌پذیر" ارزیابی می‌گردد اما می‌تواند به یکی از روش‌های ذیل مجدداً مورد بررسی قرار گیرد.

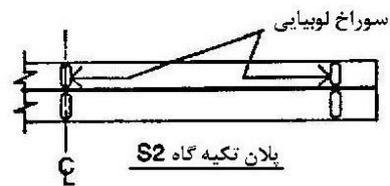
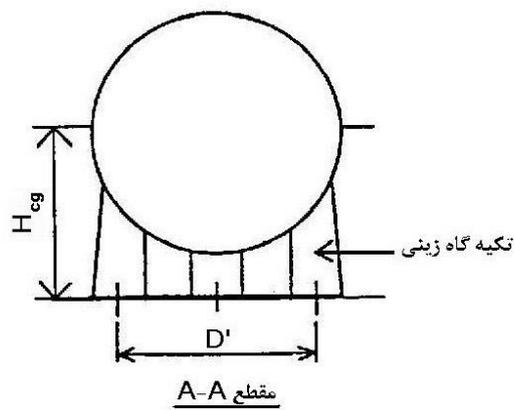
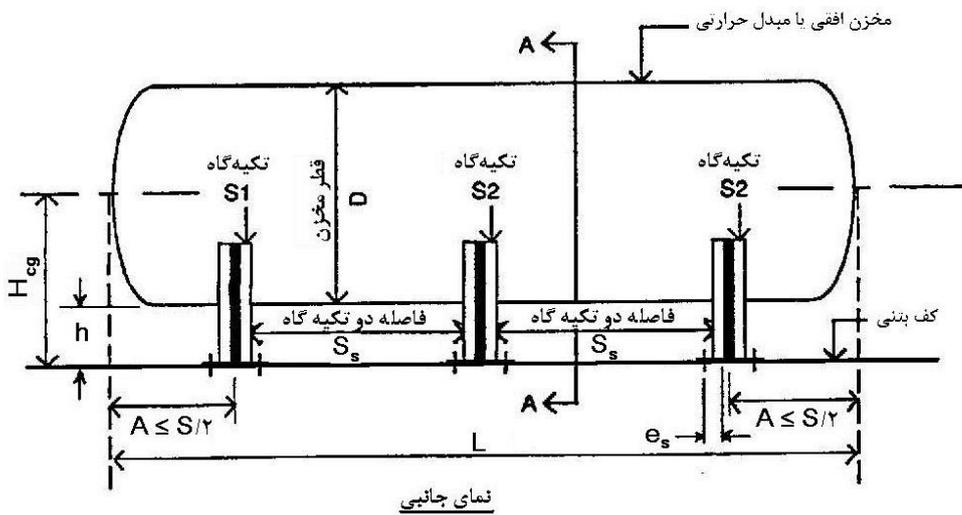
- استفاده از روش‌های تحلیلی دقیق‌تر
- ملاحظه تمهیداتی جهت افزایش ظرفیت لنگر خمشی و برشی مخزن
- ملاحظه تمهیداتی جهت افزایش ارتفاع آزاد مخزن

## ۵-۱-۳- مخازن افقی و مبدل‌های حرارتی

نمونه‌ای از مخازن افقی روی تکیه‌گاه زمینی که در محدوده این دستورالعمل قرار می‌گیرد در شکل (۵-۱۲) نشان داده شده است. در روند نمای (۵-۲) روند ارزیابی لرزه‌ای مخازن قائم نشان داده شده است.



روند نمای ۵-۲: روند ارزیابی لرزه‌ای مخازن افقی و مبدل‌های حرارتی



شکل (۵-۱۲): مخزن افقی



## ۵-۱-۳-۱- فرضیات و محدوده پارامترهای مورد استفاده

محدوده پارامترهای مورد استفاده در جدول (۵-۶) ارائه گردیده است.

جدول (۵-۶): محدوده پارامترها و فرضیات برای مخازن افقی قابل ارزیابی توسط ضوابط این دستورالعمل

۰٫۳ تا ۴٫۳ متر	قطر مخزن (D)
۱٫۲ تا ۱۸٫۳ متر	طول مخزن (L)
۰٫۳ تا ۳٫۷ متر	ارتفاع مرکز ثقل مخزن و سیال نسبت به سطحی که مخزن در آن مهاربندی شده است. ( $H_{cg}$ )
۲ تا ۶ عدد	تعداد تکیه‌گاه‌های زینی (NS)
۰٫۹-۶٫۱ متر	فاصله بین ورق‌های تکیه‌گاه زینی (S)
۲ یا ۳	تعداد محل‌های مهاربندی شده در هر ورق تکیه‌گاه زینی (NL)
۱ یا ۲	تعداد میل‌مه‌ارها در هر محل مه‌ار شده (NB)
۰٫۳ تا ۳٫۷ متر	فاصله بین میل مه‌ارهای انتهایی در ورق نشیمن تکیه‌گاه زینی ( $D'$ )
۰٫۵ تا ۲٫۰	نسبت ارتفاع مرکز ثقل به فاصله ورق‌های تکیه‌گاه زینی $\left(\frac{H_{cg}}{S}\right)$
۰٫۵ تا ۲٫۰	نسبت ارتفاع مرکز ثقل به فاصله بین میل مه‌ارهای انتهایی در ورق نشیمن تکیه‌گاه زینی $\left(\frac{H_{cg}}{D'}\right)$
۹۶۱ تا ۱۰۲۱ کیلوگرم بر متر مکعب ۲۰۸۲ تا ۲۸۸۳ کیلوگرم بر متر مکعب	وزن مخصوص مخزن افقی به همراه سیال درون آن ( $\gamma_i$ ) مبدل حرارتی افقی به همراه سیال درون آن ( $\gamma_h$ )



- فرضیات مورد استفاده در ارزیابی مخازن افقی عبارتند از:
- مخازن، استوانه‌ای، افقی و از جنس فولاد نرمه هستند.
  - مخازن بر روی ورق‌های فولادی نشیمن زینی قرار دارند و به یک شالوده سخت که مقاومت کافی برای مقابله با بارهای زلزله را دارد، مهار شده‌اند.
  - تکیه‌گاه‌های زینی در فواصل یکسان S قرار داشته و طول‌های بدون تکیه‌گاه (طره‌ای) مخزن در دو انتها کمتر از  $\frac{S}{2}$  می‌باشد.
  - در هر محل مهاربندی ۱ یا ۲ میل مهار قرار دارد.
  - تمامی ورق‌های نشیمن تکیه‌گاه‌های زینی (غیر از تکیه‌گاهی که در یک انتها گیردار شده است) در امتداد طولی دارای سوراخ‌های لوبیایی هستند.

### ۵-۱-۳-۲- نیاز لرزه‌ای مخازن افقی

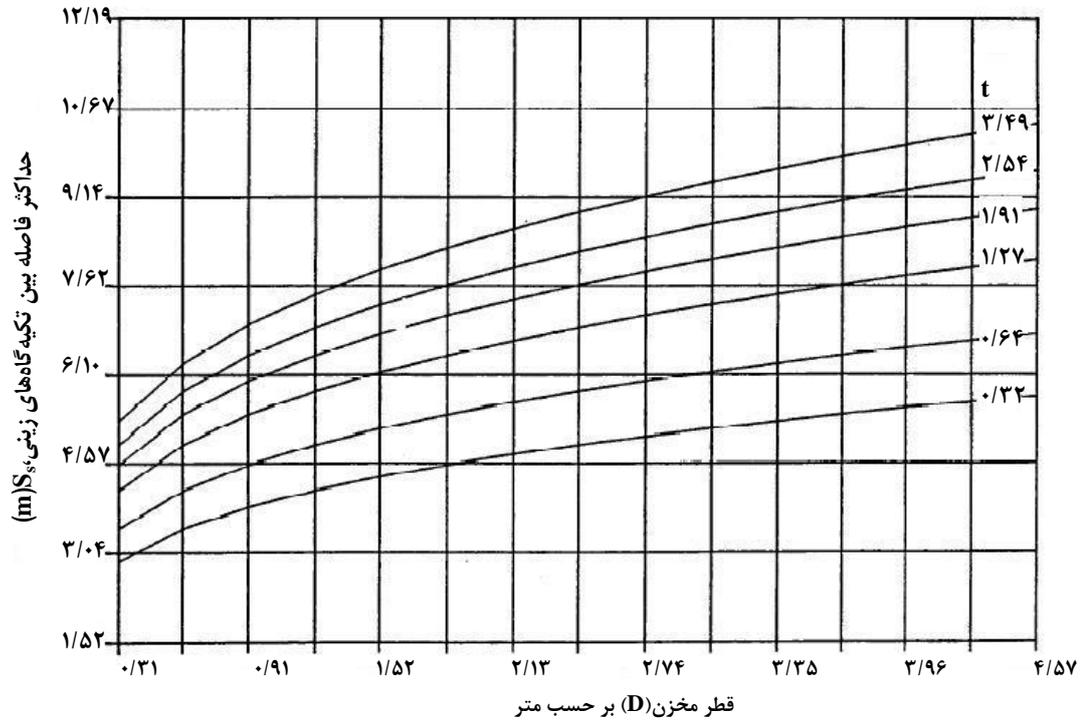
در تعیین نیاز لرزه‌ای مهار و تکیه‌گاه‌های مخازن افقی از روش استاتیکی معادل استفاده می‌شود.

### ۵-۱-۳-۱- شتاب نیاز مخازن افقی

شتاب نیاز لرزه‌ای به صلبیت یا انعطاف‌پذیری مخزن در هر یک از سه امتداد عرضی، طولی و قائم بستگی دارد. اگر مخزن در هر کدام از سه امتداد عرضی، طولی یا قائم صلب ارزیابی شود، مقدار شتاب نیاز آن برابر مقدار ZPA طیف طرح با میرایی ۴٪ در نظر گرفته می‌شود. اگر مخزن در هر کدام از سه امتداد فوق انعطاف‌پذیر تشخیص داده شود مقدار شتاب نیاز آن حداکثر شتاب طیفی طیف طرح با میرایی ۴٪ در نظر گرفته می‌شود.

برای تعیین صلبیت یا انعطاف‌پذیری مخازن افقی در امتداد عرضی یا قائم با وارد کردن مقادیر D (قطر مخزن (m)) و t (ضخامت پوسته مخزن (cm)) در شکل (۵-۱۳) برای مخازن افقی با وزن مخصوص  $\left(\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^3}\right) (\gamma_h \leq 1200)$  یا شکل (۵-۱۴) برای مبدل‌های حرارتی افقی با وزن مخصوص  $\left(\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^3}\right) (\gamma_h \leq 2880)$ ، حداکثر فاصله تکیه‌گاه‌های زینی برای تضمین صلب بدون مخزن در سمت عرضی و قائم (یعنی  $f_{\text{trans}} \geq 33 \text{ Hz}$ ،  $S_s$ )، تعیین می‌شود. اگر حداکثر فاصله مجاز بین تکیه‌گاه‌های زینی ( $S_s$ )، از فاصله موجود بیشتر یا مساوی با آن باشد، مخزن در امتداد عرضی و قائم صلب و در غیر اینصورت انعطاف‌پذیر است.

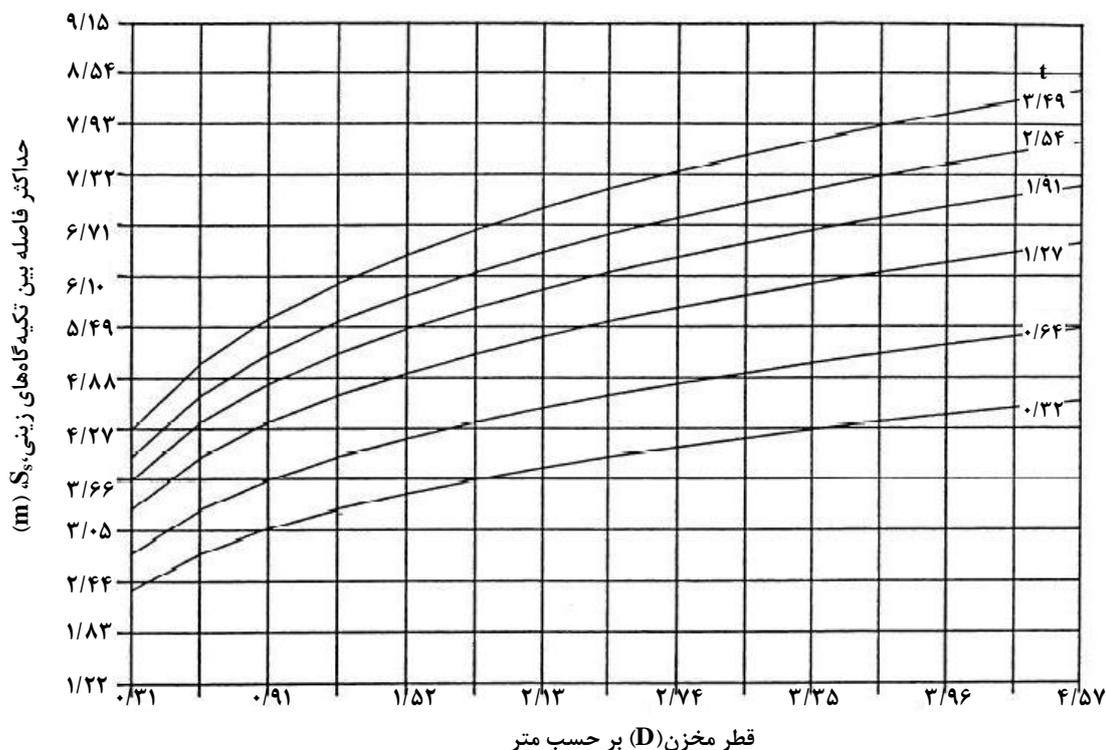




شکل (۵-۱۳): حداکثر فاصله مجاز تکیه‌گاه زینی در مخازن افقی صلب

$$\gamma_t \leq 1.021 \left( \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3} \right) \text{ با } (f_{\text{trans}} \geq 3.0 \text{ Hz})$$





شکل (۵-۱۴): حداکثر فاصله مجاز تکیه‌گاه زینی در مبدل‌های حرارتی صلب ( $f_{\text{tran}} \geq 30 \text{ Hz}$ ) با  $\left(\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}\right)$

$$\gamma_h \leq 2884$$

در صورتیکه فرکانس تشدید طولی مخزن ( $f_{\text{long}}$ ) که طبق رابطه (۵-۳۴) محاسبه می‌شود، بزرگتر یا مساوی ۳۳ هرتز باشد، مخزن در امتداد طولی صلب بوده و در غیر اینصورت انعطاف‌پذیر است.

$$f_{\text{long}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{100k_s \cdot g}{W_{\text{tf}}}} \quad (5-34)$$

که در آن

$W_{\text{tf}}$ : وزن مخزن و سیال درون آن (kgf)

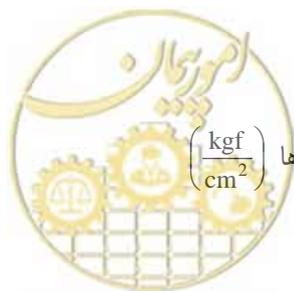
$g$ : شتاب ثقل زمین ( $\text{cm/s}^2$ )

$k_s$ : سختی تکیه‌گاه زینی طبق رابطه زیر

$$k_s = \frac{1}{\frac{h^3}{3E \cdot I_{yy}} + \frac{h}{A_s \cdot G}} \quad (5-35)$$

که در آن

$G$ : مدول برشی ورق تکیه‌گاه زینی و سخت کننده‌ها  $\left(\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}\right)$



$E$ : مدول الاستیسیته ورق تکیه‌گاه زینی و سخت‌کننده‌ها  $\left(\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}\right)$   
 $h$ : ارتفاع ورق تکیه‌گاه زینی از پائین مخزن تا ورق نشیمن تحتانی (cm)  
 $I_{yy}$ : ممان اینرسی سطح مقطع ورق تکیه‌گاه زینی و سخت‌کننده‌های آن که در مقطعی دقیقاً زیر بخش تحتانی مخزن استوانه‌ای، محاسبه می‌شود.  
 $A_s$ : سطح مقطع ورق تکیه‌گاه زینی و سخت‌کننده‌هایش ( $\text{cm}^2$ )

### ۵-۱-۳-۲- تنش‌های نیاز تکیه‌گاه زینی

تنش صفحات زینی و سخت‌کننده‌های آنها با استفاده از تحلیل و با در نظر گرفتن نیروهای ذیل باید محاسبه گردد.

- بارهای لرزه‌ای طولی
- نیروی فشاری قائم ناشی از بار مرده
- بارهای لرزه‌ای قائم
- لنگر واژگونی ناشی از بارهای لرزه‌ای عرضی (جانبی)

### ۵-۱-۳-۳- ظرفیت لرزه‌ای مخازن افقی

شتابی که مخزن می‌تواند تحمل کند، از شتاب  $\lambda$ ، در دو امتداد افقی و  $\frac{2}{3}\lambda$  در امتداد قائم تشکیل شده است. این سه مولفه شتاب با استفاده از روش جذر مجموع مربعات (SRSS)، با هم ترکیب می‌شوند.

### ۵-۱-۳-۳-۱- شتاب ظرفیت مهار مخزن

شتاب ظرفیت ( $\lambda$ ) مهار مخزن، برابر با کمترین مقدار از دو شتاب ظرفیت مهاربندی  $\lambda_u$  و  $\lambda_1$  طبق رابطه زیر تعریف می‌شود.

$$\lambda = \min(\lambda_u, \lambda_1) \quad (35-5)$$

که در آن

$$\lambda_1 = \left(\frac{V_u}{W_b}\right) \left(\frac{1}{F_1}\right) (g) \quad (36-5)$$

$$\lambda_u = \frac{\frac{V_u}{W_b} + \frac{0.7}{\alpha}}{\left(\frac{0.7}{\alpha}\right)F_2 + F_1} (g) \quad (37-5)$$

که در آن

$V_u$ : ظرفیت برشی محاسباتی مهار طبق رابطه (۲-۳) فصل سوم  
 $\alpha$ : نسبت ظرفیت بیرون کشیده شدگی محاسباتی به ظرفیت برشی محاسباتی طبق رابطه زیر:



$$\alpha = \frac{P_r}{V_u} \quad (38-5)$$

$W_b$ : وزن مخزن به ازای هر میل مهار بر اساس رابطه زیر:

$$W_b = \frac{W_{tf}}{NS.NL.NB} \quad (39-5)$$

$$F_1 = \sqrt{(NS)^2 + 1} \quad (40-5)$$

$$F_2 = \sqrt{(NL)^2 \left( \frac{H_{cg}}{D'} \right)^2 + \left( \frac{2}{3} \right)^2 + \left( \frac{H_{cg}}{S} \right)^2 \left[ \frac{(NS)^2}{(NS-1)^2} \right]} \quad (41-5)$$

که در آن

$P_r$ : ظرفیت کاهش یافته میل مهار که تابعی از ظرفیت بیرون کشیدگی مهار مطابق رابطه (۱-۳) فصل سوم، مقاومت خمشی ورق نشیمن تحتانی و مقاومت جوش پایه تکیه‌گاه زینی به ورق نشیمن تحتانی بوده و از رابطه ذیل محاسبه می‌گردد. (kgf)

$$P_r = \min(Rw, RB)P_u \quad (42-5)$$

$P_u$ : ظرفیت بیرون کشیده‌شدگی محاسباتی مهار مطابق رابطه (۱-۳) فصل سوم (kgf)

RB: ضریب کاهش مربوط به مقاومت خمشی ورق نشیمن تحتانی مطابق رابطه ذیل

$$RB = \frac{f_y t_b^2}{3P_u} \leq 1 \quad (43-5)$$

که در آن

$t_b$ : ضخامت ورق نشیمن تحتانی تکیه‌گاه زینی (cm)

Rw: ضرب کاهش مربوط به مقاومت جوش پایه تکیه‌گاه زینی به ورق نشیمن تحتانی مطابق رابطه ذیل

$$Rw = \frac{F_w}{\sigma_w} \leq 1 \quad (44-5)$$

که در آن

$F_w$ : ظرفیت کشش فلز الکتروود مطابق رابطه ذیل

$$F_w = 0.5F_u \quad (45-5)$$

که در آن

$F_u$ : ظرفیت نهایی فلز الکتروود جوش ( $\text{kgs/cm}^2$ )

NL: تعداد محل اتصال در هر تکیه‌گاه زینی

NB: تعداد میل‌مهاریها در هر محل اتصال

NS: تعداد تکیه‌گاه‌های زینی

$D'$ : فاصله بین میل‌مهاریهای انتهایی در ورق نشیمن تکیه‌گاه زینی (m)

S: فاصله بین تکیه‌گاه‌های زینی (m)

$W_{tf}$ : وزن مخزن به اضافه سیال (kgf)



$H_{cg}$ : ارتفاع مرکز ثقل مخزن و سیال بالای سطحی که مخزن در آن مهاربندی شده است (m)

#### ۵-۱-۳-۲- ظرفیت تکیه‌گاه زینی

ظرفیت تکیه‌گاه زینی براساس ضوابط مقررات ملی ایران برای اعضای سازه‌ای تعیین می‌گردد.

#### ۵-۱-۳-۳- معیارهای پذیرش

مخزن افقی یا مبدل حرارتی در صورتی غیرآسیب‌پذیر ارزیابی می‌شود که شرایط ذیل برقرار باشد:

- بزرگتر بودن شتاب ظرفیت مهار مخزن،  $\lambda$  (بند ۵-۱-۳-۱) از شتاب نیاز مخزن (بند ۵-۱-۳-۱) در هر سه امتداد عرضی، طولی
- بزرگتر بودن ظرفیت تکیه‌گاه و قائم زینی (بند ۵-۱-۳-۲) از تنش‌های نیاز تکیه‌گاه زینی (بند ۵-۱-۳-۲)
- در صورتی که مخزن هر کدام از شرایط فوق را دارا نباشد "آسیب‌پذیر" ارزیابی می‌گردد اما می‌تواند به یکی از روش‌های ذیل مجدداً مورد بررسی قرار گیرد.
- استفاده از روش‌های تحلیلی دقیق‌تر
- ملاحظه تمهیداتی جهت تقویت، تعویض یا اضافه نمودن ورق نشیمن، مهارها و یا تکیه‌گاه زینی



## ۵-۲- مراجع

1. DOE/EH-0545 "Seismic Evaluation Procedure", for equipment U.S. Department of energy facilities, 1997.



# فصل ۶

---

---

## ارزیابی لرزه‌های سامانه‌های لوله‌کشی با استفاده از روش سرند





[omoorepeyman.ir](http://omoorepeyman.ir)

## ۶-۱- ملاحظات کلی

ارزیابی لرزه ای سامانه‌های لوله‌کشی بر اساس ملاحظات مندرج در بخش (۶-۱) برای سطح عملکرد " ایمنی طرح " انجام می‌پذیرد. ارزیابی برای سطح عملکرد "ایمنی بهره برداری " بنا به صلاحدید مشاور و یا درخواست کارفرما قابل انجام می‌باشد. اگر مرور مدارک طراحی کفایت لرزه‌ای سامانه لوله‌کشی را با توجه به وضعیت فعلی آن تایید نماید نیازی به استفاده از روش سرند نیست، با این حال جهت ملاحظه وضعیت فعلی سامانه لوله‌کشی بهتر است روش سرند به کار گرفته شود. اگر احراز کفایت لرزه‌ای با استفاده از روش سرند مقدور نباشد، استفاده از روشهای مدلسازی و تحلیل عددی سازه ارائه شده در فصل دوم بنا به تشخیص کاربر قابل قبول می‌باشد. در صورت عدم احراز کفایت لرزه‌ای با استفاده از روش سرند بکارگیری اطلاعات تجربی و آزمایشگاهی، کاتالوگ‌ها بروشورها و غیره در تعیین آسیب‌پذیری لرزه‌ای سامانه لوله‌کشی توصیه می‌گردد. برای سامانه‌های لوله‌کشی با اهمیت نسبی  $I_1$  استفاده از روش‌های مدلسازی و تحلیل سامانه‌ای ضروری است.

### ۶-۱-۱- محدوده کاربرد

در شرایطی که سامانه لوله‌کشی در بالای سطح زمین بوده و مصالح ساخت لوله‌ها مطابق معیارهای ذیل باشند می‌توان از روش سرند ارائه شده در این فصل استفاده نمود. لوله‌های زیرزمینی باید با استفاده از ضوابط فصل سیزدهم "آیین‌نامه طراحی لرزه‌ای تاسیسات و سازه‌های صنعت نفت" مورد ارزیابی قرار گیرند.

۱- مصالح به‌کار رفته در ساخت لوله‌ها باید در دمای بهره‌برداری شکل‌پذیر بوده و در لحظه شکست، دارای کرنش بالاتر از ۱۰٪ باشند. مصالح چدنی و آلیاژهای غیر آهنی با مقاومت کششی نهایی کمتر از  $2110 \text{ kg/cm}^2$ ، آلومینیوم جوش شده و اتصالات لحیم نرم<sup>۱</sup> مگر در مناطق با لرزه‌خیزی پایین (مناطق ۳ و ۴ طبق آیین نامه ۲۸۰۰) و شرایطی که لوله‌کشی در معرض ضربه قرار نمی‌گیرند مورد قبول نمی‌باشند.

استفاده از مصالح فولادی، مسی و برنزی با مقاومت بیش از  $2110 \text{ kg/cm}^2$  مجاز می‌باشد. در لوله‌کشی مسی می‌توان از لحیم سخت (مقاومت جوش از مقاومت لوله بیشتر است) استفاده کرد.

در جدول (۶-۱) مشخصه‌های لازم برای مصالح لوله‌ها را در دمای اتاق ارائه گردیده‌اند. در هنگام ارزیابی شکل‌پذیری مصالح، افت این خصوصیات بویژه کاهش در میزان افزایش طول به علت کاهش شکل‌پذیری باید مورد توجه قرار گیرد.

۲- نسبت قطر به ضخامت لوله باید برابر یا کمتر از ۵۰ باشد

۳- دمای کارکرد باید بین  $30^{\circ}\text{C}$  و  $120^{\circ}\text{C}$  باشد. دمای کارکرد برای سامانه لوله‌کشی با سختی سازه‌ای بالا باید مورد تجدید نظر قرار گیرد.



جدول (۶-۱): ویژگی های متداول برای مصالح لوله ها، اتصالات و اعضای تکیه گاهی در دمای اتاق

توضیحات	مواد	تنش مجاز پایه (kg/cm <sup>2</sup> )	تنش تسلیم (kg/cm <sup>2</sup> )	تنش نهایی (kg/cm <sup>2</sup> )	قابلیت افزایش طول در مقطع دایره ای با قطر ۵ سانتیمتر (min. %)
فولاد سازه ای	A36	۱۲۵۱	۲۵۳۱	۴۰۷۷ تا ۵۶۲۴	۲۰-۲۳
فولاد نرمه	A53, GR. B	۱۴۰۶	۲۴۶۰	۴۲۱۸	۲۲-۲۳
فولاد نرمه معمولی	1A105,FR CL-70	۱۶۳۸	۲۵۳۱	۴۹۳۱	۱۸-۳۰
فولاد نرمه معمولی (لوله بی درز)	A106, GR. B	۱۴۰۶	۲۴۶۰	۴۲۱۸	۱۶-۳۰
اتصال لوله	A234 GR. WPB	۱۴۰۶	۲۴۶۰	۴۲۱۸	۱۴-۳۰
پیچ فولاد نرمه	A307, GR. B	۹۶۳	۲۵۳۱	۴۲۱۸ تا ۷۰۳۰	۱۸
لوله فولادی ضدزنگ	A312, GR. TP-304L	۱۱۷۴,۱	۱۷۵۷	۴۹۳۱	۲۵-۳۵
لوله مسی	انواع مختلف	۱۰۵۴ تا ۴۲۱	۲۸۱۲ تا ۶۳۲	۳۵۱۵ تا ۲۱۰۹	۲۵
لوله برنجی سرخ	B43 Temp.061	۵۶۲	۸۴۴	۲۸۱۲	۳۵

## ۶-۲- مراحل سردن

ارزیابی لرزه ای سامانه لوله کشی به روش سردن شامل ۱۳ مرحله ذیل می باشد.

- ۱- سردن کیفیت ساخت
- ۲- سردن تخریب داخلی
- ۳- سردن خوردگی خارجی
- ۴- سردن دهانه بین تکیه گاه های قائم
- ۵- سردن دهانه بین تکیه گاه های جانبی
- ۶- سردن حرکت تکیه گاهی
- ۷- سردن اتصالات مکانیکی لوله ها
- ۸- سردن اتصالات فلنجی
- ۹- سردن بارهای نازل تجهیزات
- ۱۰- سردن برون محوری نیروهای ثقلی
- ۱۱- سردن اتصالات انعطاف پذیر
- ۱۲- سردن ارزیابی تکیه گاه های لوله
- ۱۳- سردن اندرکنش با سازه های دیگر



## ۶-۲-۱- سرند ۱: کیفیت ساخت

- لوله‌ها، اجزای لوله‌کشی و تکیه‌گاه‌ها باید سالم بوده و ساختار مناسبی داشته باشند.
- قبل از آغاز مراحل سرند سامانه لوله‌کشی، باید یک ارزیابی بر روی مراحل طراحی، جوش کاری و کیفیت ساخت و همچون آسیب‌های مشهود لوله‌ها و تکیه‌گاه‌ها، انجام گیرد.
  - کفایت اتصال در محل اتصالات شاخه فرعی باید با توجه به میزان فشار داخل لوله کنترل گردند. سامانه‌هایی با فشار بیش از مقادیر مجاز ارائه شده در مرجع [۹] غیر قابل قبول تلقی می‌شوند.
  - اتصالات لوله‌ها باید حتی المقدور استاندارد بوده توانایی تحمل فشاری یکسان با لوله‌های متصله داشته باشند. اتصالات غیر استاندارد باید با سخت‌گیری بررسی شوند.
  - جهت بررسی کیفیت طراحی، ساخت، نصب و نگهداری، لوله‌کشی و تکیه‌گاه‌های آن باید مورد بازدید عینی قرار گیرند. در بخش‌هایی که لوله‌کشی در دسترس نمی‌باشد تا بازدید عینی از آن صورت گیرد (با عایق پوشیده شده یا در محل غیرقابل دسترسی قرار گرفته و غیره)، کیفیت ساخت می‌تواند بر مبنای نقشه چون ساخت و مدارک نگهداری معتبر به روز، کنترل شود.
  - علائم و نشانه‌های کیفیت ساخت پائین یا خرابی متعاقب آن عبارتند از:
    - ۱- اعوجاج بیش از حد لوله یا تکیه‌گاه‌ها.
    - ۲- اتصالات ایجاد شده با لحیم سخت<sup>۱</sup> که به ظاهر کیفیت خوبی دارند ولی در محلی دورتر از اتصال و در امتداد لوله، ضخامت نازکی از لحیم سخت یا نرم<sup>۲</sup> مشاهده نمی‌شود.
    - ۳- جوش‌های ناهموار، آسیب‌دیده یا جوش‌های با ابعاد کمتر از حد مورد قبول
    - ۴- ترمیم‌های موقتی یا غیرمعمول
    - ۵- نشانه‌های برخورد اشیای با لوله‌ها که باعث ایجاد لهیدگی‌های<sup>۳</sup> مشهود، خراش در سطح لوله و یا اعوجاج در لوله‌ها یا اجزای مربوطه شده باشد.
    - ۶- خارج شدن لوله از تکیه‌گاه به صورتیکه وزن لوله به صورت غیرمعمول و غیریکسان روی نشیمن یا نگهدارنده توزیع شده باشد.
    - ۷- تغییر شکل دیواره مجرای عبور لوله در نزدیکی محل تماس با لوله
    - ۸- خروج اجباری تکیه‌گاه‌های لوله از محل خود در اثر انبساط و انقباض لوله
    - ۹- حرکت صفحه نشیمن (پایه)، شکستگی در شالوده و یا برش میل‌مهارهای شالوده تجهیزات مکانیکی که لوله به آنها متصل است.
    - ۱۰- مفقود بودن پیچ‌ها یا مهره‌ها
    - ۱۱- مشاهده علائم نشت (تغییر رنگ، سطح خیس و غیره)
    - ۱۲- ترک در اتصالات فلنجی و یا محل‌هایی از پمپ‌ها یا توربین‌ها که لوله به آنها متصل است.
    - ۱۳- از بین رفتن پوشش‌دهنده‌های محافظ و ضد آتش
    - ۱۴- آسیب‌های فیزیکی کلی
    - ۱۵- حرکت یا تخریب در شالوده بتنی
    - ۱۶- تخریب یا شل‌شدگی در میل‌مهارهای شالوده

1. braze  
2. solder  
3. bearing



- ۱۷- اتصال غیرمطمئن قلابها و تیرها به تکیه‌گاه
- ۱۸- محدودیت و عدم آزادی حرکت در اتصالات انعطاف‌پذیر
- ۱۹- اتصال غیرمطمئن یا تنظیم نامناسب نگهدارنده‌های لوله
- ۲۰- شکستگی یا اعوجاج تکیه‌گاه‌های لوله
- ۲۱- بزرگ بودن بیش‌از حد سوراخ میل‌مه‌ارها

### ۶-۲-۲- سرند ۲: تخریب داخلی

- لوله‌کشی و اجزای آن نباید دارای پوسیدگی و خرابی داخلی باشند.
- مستعد بودن لوله‌ها برای تخریب داخلی باید از دو جهت زیر بررسی گردد.
- ۱- سابقه عملکرد و نگهداری سامانه لوله‌کشی
- ۲- بررسی متالورژیکی
- انجام آزمایشات جدید غیر مخرب سطحی یا حجمی سامانه لوله‌کشی برای این معیار سرند، ضرورتی ندارد. بازبینی آمار ثبت شده از عملکرد و ارزیابی متالورژیکی بر مبنای اطلاعات موجود صورت می‌پذیرد. در صورتی که هر یک از دو منبع اطلاعاتی بالا در دسترس نبوده و یا سامانه لوله‌کشی مستعد تخریب داخلی باشد، سامانه آسیب‌پذیر تلقی می‌گردد.
- اگر شرایط سامانه لوله‌کشی مناسب تشخیص داده شود ولی این انتظار وجود داشته باشد که در آینده دچار تخریب گردد، باید سامانه تحت سرویس‌های بازرسی دوره‌ای در حین فعالیت قرار گیرد و یا اثرات تخریب مورد انتظار ارزیابی گردند.

### ۶-۲-۲-۱- سابقه عملکرد و نگهداری

- عملیات نگهداری در گذشته و هرگونه ترمیم و تعویض انجام شده روی سامانه لوله‌کشی یا سامانه‌های مشابه باید مشخص شده و مورد ارزیابی قرار گیرد تا بتوان در مورد احتمال بروز مکانیزم تخریب مکانیکی یا متالورژیکی قضاوت کرد.
- مشخص نمودن هر گونه تاریخچه اتفاق‌ها یا بارگذاری‌های غیرعادی مانند لرزش‌های ناشی از جریان، ضربه قوچ، خروج از محوری، گریپاژ<sup>۱</sup> و سیکل گرمایی بیش از حد الزامی است، تا بتوان در مورد ایجاد تخریب سامانه ناشی از خستگی یا تسلیم قضاوت کرد.
- شواهدی چون نشت لوله، تعمیر لوله، تخریب‌های تکیه‌گاهی یا لرزش‌های غیرعادی می‌تواند نشان‌دهنده بارگذاری دوره‌ای قابل توجه باشد که باید بررسی گردند.

### ۶-۲-۲-۲- نواحی مستعد تخریب

- در نواحی اشاره شده در زیر بیشترین آمادگی برای ایجاد فرسودگی، خوردگی و انواع دیگر تخریب مواد و مصالح وجود دارد.
- ۱- نقاطی که احتمال وقوع میعان یا جوشش اسید یا آب در آن وجود دارد.
  - ۲- نقاطی که احتمال تولید اسید از فرآیندهای عملیاتی در آنها وجود دارد.
  - ۳- نقاطی که احتمال حضور نفتینیک<sup>۲</sup> یا اسیدهای آلی دیگر در فرآیند جریان وجود دارد.

1. binding  
2. Neftinic



- ۴- نقاطی که جریان سولفور غلیظ در دماهای متوسط به بالا وجود دارد.
  - ۵- نقاطی که احتمال هجوم هیدروژن گرم یا سرد وجود دارد.
  - ۶- نقاط انتهایی یا بن‌بست که احتمال بروز جریان آشفته در آنها وجود داشته باشد و یا نقاطی که مایع و بخار بدلیل تبخیر یا میعان امکان حضور همزمان داشته باشند.
  - ۷- بدنه‌های شیر و فلنج و متعلقات آن.
  - ۸- نواحی جوش شده تحت اثرات خاص.
  - ۹- لوله‌های فرآیند (کاتالیزور)، لوله‌های حامل دود و لوله‌های حامل مایعات غلیظ<sup>۱</sup>.
  - ۱۰- در محل‌هایی از سامانه که میعان رخ می‌دهد.
  - ۱۱- لوله‌های فولادی یا غیرفولادی تحت ترک‌های ناشی از خوردگی تنش.
  - ۱۲- لوله‌های حامل مواد قلیایی که در معرض خطر خوردگی و ترک خوردگی قرار می‌گیرند.
  - ۱۳- نواحی نزدیک فلنج‌ها یا متعلقات جوش شده که به عنوان فین‌های خنک‌کننده<sup>۲</sup> عمل می‌کنند و بدلیل تفاوت حرارت در معرض خوردگی موضعی قرار دارند.
  - ۱۴- محل‌های برخورد یا تغییر در سرعت مایع که می‌تواند ایجاد خوردگی یا فرسودگی موضعی نماید.
  - ۱۵- نقاطی که تماس‌های اتفاقی یا خرابی در عایق باعث تماس فلزهای غیرمشابه گردد.
  - ۱۶- محل تماس لوله حاوی بخار آب یا کابل برق با لوله‌های حامل مواد خورنده مثل سود سوزآور که به دلیل تمرکز حرارت می‌تواند موجب خوردگی شود.
  - ۱۷- نقاط واقع در مجاورت محل تزریق مواد شیمیایی که می‌تواند تحت خوردگی موضعی در ناحیه واکنش قرار گیرد.
  - ۱۸- نقاطی که دارای سابقه گرمایش (اطراف و داخل جوش) در لوله‌های فولادی با اتصالات جوشی بدون پیش‌گرمایش می‌باشند.
  - ۱۹- جوش فلزهای غیرمشابه.
  - ۲۰- لوله تحت لرزش ناشی از جریان یا لرزش‌های مکانیکی.
- امکان خوردگی و فرسودگی که می‌تواند نازک‌شدگی دیواره لوله را در بر داشته باشد باید مورد ارزیابی و بررسی قرار گیرد. در صورتی که احتمال نازک‌شدگی دیواره در ماده یا محیطی وجود داشته باشد، ابعاد نمونه باید اندازه‌گیری شوند.
  - اگر پیش‌بینی شود نازک‌شدگی در دیواره، در عمر مفید سامانه لوله‌کشی، از ۲۰٪ ضخامت دیواره لوله تجاوز کند، سامانه مردود تلقی می‌شود.
  - اگر ترک ناشی از خوردگی تنش محتمل باشد انجام آزمون جهت تعیین مقاومت لوله در محل خوردگی ضروری است.
  - خطر شکست ترد (ناشی از هیدروژن، ترک هیدروژن، تابش، خستگی حرارتی و غیره) برای عمر مفید سامانه لوله‌کشی باید مورد ارزیابی و بررسی قرار گیرد.
  - در صورتی که کاهش ۱۰ درصدی یا بیشتر در شکل‌پذیری لوله محتمل باشد، سامانه مردود محسوب می‌شود.

1. slurry piping  
2. cooling fins



## ۶-۲-۳- ارزیابی متالورژیکی

ارزیابی متالورژیکی سامانه‌های لوله‌کشی باید تحت نظر مهندسین مواد انجام پذیرد. احتمال کاهش ظرفیت ناشی از تخریب، فرسودگی یا خوردگی مواد باید مورد قضاوت قرار گیرد. شرایط متالورژیکی ذیل باید جهت اطمینان از سازگاری متالورژیکی فلزات در تماس کنترل شود.

۱- فولاد کربن دار و کم آلیاژ یا آلیاژ متوسط فولادی

الف) احتمال تردشکنی در صورتیکه لوله‌ها حاوی مواد قلیایی باشند.

ب) احتمال آسیب هیدروژنی مصالح لوله، زمانی که در معرض هیدروژن یا محلول رقیق اسید در شرایط حرارت و فشار خاص قرار گیرند.

ج) احتمال بروز ترک ناشی از خوردگی تنش در لوله، زمانی که در معرض سولفید هیدروژن مرطوب<sup>۱</sup> قرار گیرد و احتمال تخریب ناشی از سولفیداسیون در حضور سولفید هیدروژن در دماهای بالا وجود داشته باشد.

د) در شرایطی که نیاز به محدود کردن حداکثر چغرمگی<sup>۲</sup> فلزات بدلیل امکان خوردگی تنشی<sup>۳</sup> وجود داشته باشد.

۲- فولاد آلیاژ بالا (ضد زنگ)

احتمال بروز ترک ناشی از خوردگی تنش فولادهای ضدزنگ که تحت اثر موادی چون کلرایدها و هالیدهای داخلی یا خارجی دیگر قرار می‌گیرند، که ناشی از انتخاب یا اجرای نامناسب عایق‌های گرمایی می‌باشد.

۳- نیکل و آلیاژهای نیکل

احتمال بروز ترک ناشی از خوردگی تنش آلیاژ مس- نیکل (20Cu-70Ni) در بخار اسید هیدرو فلوریک در صورتی که آلیاژ تحت تنش‌های بالا قرار گرفته باشد یا در اثر شکل دادن یا جوش شدن تحت تنش پس ماند باشد.

۴- مس و آلیاژهای مس

الف) احتمال جدایش روی<sup>۴</sup> از آلیاژهای برنج.

ب) مستعد بودن آلیاژهای مس برای ترک ناشی از خوردگی تنش هنگامی که در معرض مایع‌هایی مثل آمونیاک یا ترکیبات آن قرار گیرند.

ج) تولید استیلن ناپایدار هنگام قرارگیری در تماس با استیلن.

1. wet hydrogen sulfide
2. hardness
3. Stress corrosion
4. Dezincification



### ۶-۲-۳- سرنده ۳: خوردگی خارجی

- لوله‌کشی، اجزای آن و تکیه‌گاه‌ها نباید دارای خوردگی خارجی قابل توجه باشند. معیار خوردگی قابل توجه، از بین رفتن بیش از ۲۰٪ ضخامت ماده است. رنگ رفتگی سطحی یا یک لایه زنگ در استحکام سازه‌ای تأثیری ندارد. تشکیل یک لایه زنگ زدگی، باعث پوشش سطحی و حفاظت از لایه‌های داخلی در برابر خوردگی‌های بیشتر نیز می‌گردد.
- فولاد ضدزنگ، مس، نیکل و آلیاژهای آنها [۳] در مقابل خوردگی جوی مقاوم هستند. این مواد می‌توانند بدون بازرسی بیشتر مورد قبول باشند.
- فولادهای کم‌آلیاژ کربن و آهن خصوصاً در نواحی مرطوب، در معرض آسیب هستند. در صورتیکه لوله‌کشی ساخته شده از فولاد کم‌آلیاژ و آهن عایق شده باشد، باید در سه نقطه قابل دسترس و مستعد برای خوردگی، عایق برداری شده و لوله برای خوردگی بازرسی شود.

### ۶-۲-۳-۱ خوردگی جوی

- در رطوبت‌های پائین (پائین‌تر از ۶۰٪) خوردگی در آهن و فولاد قابل صرف‌نظر کردن است.
- برای جلوگیری از خوردگی جوی، حفاظت از سطوح فلزات در مقابل آب ضروری است.
- قابلیت بالای تولید حفره‌های عمیق در لوله‌ها در محل خراشیدگی پوشش دهنده‌های محافظ باید با دقت بررسی شود.
- در تجهیزاتی که در نزدیکی دیگ بخار یا دودکش‌های کوره قرار دارند و در معرض گازهای خورنده مانند دی‌اکسید گوگرد و تری‌اکسید گوگرد می‌باشند، میزان خوردگی شدید است. همچنین کلریدها، سولفور هیدروژن، سرباره‌ها، خاکستر بادی و گرد و غبارهای شیمیایی که در مناطق جوی صنعتی وجود دارند می‌توانند به همین صورت عمل نمایند.

### ۶-۲-۳-۲ خوردگی مواد زیر عایق کاری و پوشش ضد آتش

- قابلیت بروز خوردگی پنهان لوله‌ها در صورت وجود کیفیت نامناسب محافظ‌های مقاوم در مقابل آسیب‌های جوی باید به دقت مورد بررسی قرار گیرد.
- بررسی دقیق سیستم‌های سرد کننده، صفحه تکیه‌گاهی دیگ‌ها و مخازن تحت فشار، صرف‌نظر از دمای کارکرد آنها، جهت کشف خوردگی‌های پنهان توصیه می‌شود.
- بررسی امکان بروز خوردگی در محل ترک‌های موجود در بتن محافظ ضد آتش، خصوصاً در بالا و قسمت بیرونی بتن، ضروری است.
- در صورت مشاهده نقص در پوشش‌های محافظ، پوشش در محل نقص باید به اندازه کافی برداشت شود تا شدت و میزان گسترش خوردگی لوله قابل تخمین باشد.
- مقاطعی از عایق در اتصالات کوچک مانند شبکه لوله‌های باریک و اتصالات گیج، باید جهت بازرسی لوله و اتصالات برداشته شوند، زیرا این نقاط در برابر حملات جوی ناشی از نواقص اجرای آب‌بندی عایق‌ها آسیب‌پذیری می‌باشند.

### ۶-۲-۳-۳ خوردگی لوله‌کشی در نقاط تماس

- بررسی امکان وجود خوردگی در لوله‌هایی که در تماس مستقیم با زمین یا محل رویش گیاهان می‌باشند ضروری است.



- بررسی امکان بروز ترک ناشی از خوردگی در محل تکیه‌گاه‌ها یا آویزها توصیه می‌گردد. خط لوله های لحیم شده در محل تماس تکیه گاه، مستعد خوردگی هستند. لوله‌هایی که بر روی تکیه گاه زینی نصب یا به تکیه گاه جوش می شوند تحت تاثیر رطوبت قرار گرفته و خورده می شوند.
- بررسی امکان خوردگی لوله‌های لحیم شده در محل تماس تکیه‌گاه یا لوله‌هایی که روی تکیه‌گاه‌های زمینی قرار گرفته یا به تکیه‌گاه جوش می‌شوند و در معرض رطوبت قرار دارند توصیه می شود.
- بررسی امکان خوردگی در لوله‌هایی که ماستیک آب بندی بخار در عایق آنها از بین رفته است ضروری است.

#### ۴-۳-۲-۶- خوردگی در سازه‌ها

بررسی امکان بروز خوردگی در سازه‌هایی که دارای درزهای مستعد نفوذ آب بوده و آب برای مدت طولانی در آنها باقی می‌ماند، مثل کف‌های دسترسی نزدیک سقف، یا سازه‌هایی که نزدیک دودکش کوره‌ها و برج‌های خنک کننده قرار دارند، توصیه می‌گردد.

#### ۴-۳-۲-۶- نشت

نشت مایعات و چکیدن آن بر روی سایر لوله‌ها و تجهیزات که از نشانه‌های آن تغییر رنگ موضعی یا سطوح خیس لوله‌ها یا بستر می‌باشد، باید مورد بررسی قرار گیرد.

#### ۴-۲-۶- سرند ۴: دهانه بین تکیه‌گاه‌های قائم

لوله‌ها باید به صورت مناسب در راستای قائم مقید شوند. یک سامانه لوله‌کشی در صورتی برای تحمل بارهای مرده به درستی مهار گردیده است که طول دهانه معادل بین تکیه‌گاه‌های قائم آن، با توجه به نوع سیال، مطابق با جدول (۶-۲) باشد. این جدول فاصله مورد قبول بین تکیه‌گاه‌های میانی برای این معیار سرند را ارائه می‌دهد.



جدول (۶-۲): طول دهانه معادل بین تکیه‌گاه‌های قائم

قطر اسمی لوله (اینچ)	انتقال مایع (متر)	انتقال گاز (متر)
۱	۳٫۰	۴٫۰
۲	۴٫۵	۵٫۵
۳	۵٫۵	۶٫۵
۴	۶٫۵	۷٫۵
۶	۷٫۵	۹٫۵
۸	۸٫۵	۱۱٫۰
۱۲	۱۰٫۰	۱۳٫۵
۱۶	۱۲	۱۵٫۵
۲۴	۱۴٫۵	۱۹٫۰

طول دهانه معادل  $L_{ei}$  در جهت مورد بررسی  $i$  به صورت زیر تعریف می‌شود.

$$L_{ei} = (W_{pi} + W_{ci})/W \quad (۶-۱)$$

$W_{pi}$ : وزن لوله در فاصله بین تکیه‌گاه‌های متوالی در جهت  $i$ ، شامل عایق کاری و محتویات [kgf]

$W_{ci}$ : وزن اجزای لوله در دهانه [kgf]

$W$ : وزن واحد طول لوله، عایق و محتویات در فاصله دو تکیه‌گاه لوله [kgf/m]

طول دهانه معادل برای لوله حامل گاز با فرض خالی بودن لوله و خشک بودن آن محاسبه می‌گردد.

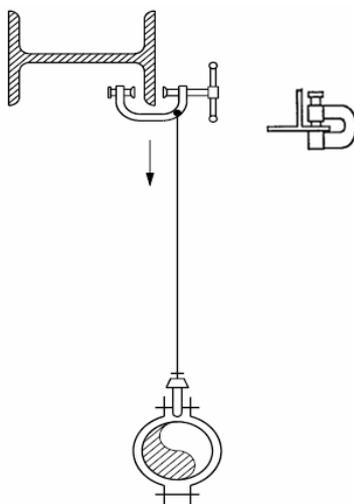
- بارهای قائم می‌توانند توسط تکیه‌گاه‌های وزنی<sup>۱</sup> طراحی شده و یا سازه‌هایی که به عنوان تکیه‌گاه‌های وزنی در نظر گرفته

نشده‌اند، مثل فرورفتگی دیوارها، برخی انواع تکیه‌گاه افقی تیرهای قوطی شکل و دال کف، تحمل شود.

- انواع پیکره‌بندی‌های تکیه‌گاهی قائم که در ادامه معرفی شده‌اند، غیر قابل قبول تلقی شده و مردود می‌باشند.

۱- اتصالات گیره‌ای اصطکاکی (شکل ۶-۱).



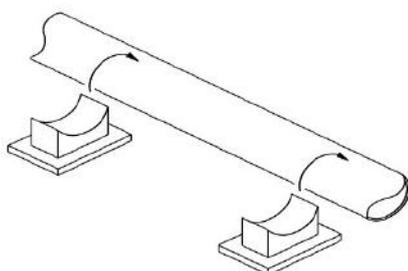


شکل (۱-۶): اتصال گیره‌ای اصطکاکی

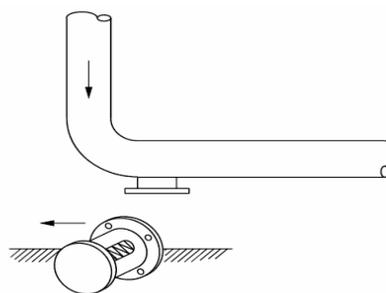
۲- نشیمن زینی کم عمق لوله یا رول لوله‌ها ۱. (شکل ۲-۶ و ۳)

۳- اگر تکیه‌گاه تحتانی به صورت مناسب به لوله یا کف طبقه متصل نشده باشد و حرکت جانبی لوله موجب ضربه زدن به تکیه‌گاه گردد.

۴- اتصالات گیره‌ای در یک کانال قائم بدون اتصال موثر با لوله.



شکل (۳-۶): نشیمن کم عمق لوله



شکل (۲-۶): حرکت تکیه‌گاهی

1. pipe rolls



### ۶-۲-۵- سرند ۵: دهانه بین تکیه‌گاه‌های جانبی

لوله‌کشی باید به صورت مناسب در مقابل حرکت جانبی مقید گردد. یک سامانه لوله‌کشی در صورتی دارای قید جانبی مناسب تلقی می‌شود که فاصله قیده‌های جانبی معادل از سه برابر مقادیر جدول (۶-۲) تجاوز ننماید. این فاصله، برای مقاطع لوله‌ای که اتصالات رزوه‌ای دارند تقسیم بر ۲/۳ می‌شود. (۲/۳ ضریب افزایش تنش برای اتصالات رزوه‌ای است). قیود جانبی ممکن است توسط طراحی مهندسی و یا به شیوه‌های زیر تامین شوند.

۱- تداخل عملکرد سیستم‌های مختلف

۲- عبور لوله از درون تیر قوطی شکل

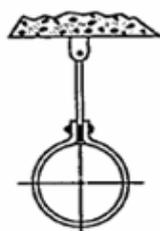
۳- میل‌مه‌ارهای U شکل

۴- نشیمن‌های تکیه‌گاهی زینی

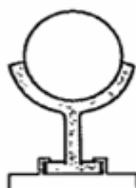
۵- پیشامدگی دیوار و کف

۶- میله آویز

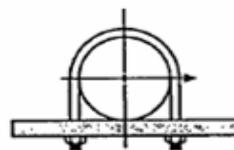
در شکل (۶-۴) برخی از انواع سیستم‌های مه‌ار جانبی لوله‌ها نشان داده شده است.



میله آویز



تکیه‌گاه زینی



شکل Uبولت

شکل (۶-۴): تکیه‌گاه‌های جانبی

### ۶-۲-۶- سرند ۶: حرکت تکیه‌گاهی

لوله‌کشی باید انعطاف‌پذیری لازم جهت سازگاری با حرکات لرزه‌ای سازه‌ها، تجهیزات و لوله‌های اصلی (سرشاخه) که به آنها متصل شده‌اند را دارا باشد. حرکات تکیه‌گاهی که سامانه لوله‌کشی باید در مقابل آنها انعطاف‌پذیری کافی داشته باشند عبارتند از:

۱- تغییر مکان‌های بزرگ مخازن و تجهیزات مه‌ار نشده.

۲- گسیختگی مه‌ارهای مخازن و تجهیزات.

۳- حرکات نسبی بزرگ در سازه‌هایی که لوله‌کشی به آنها متصل است.

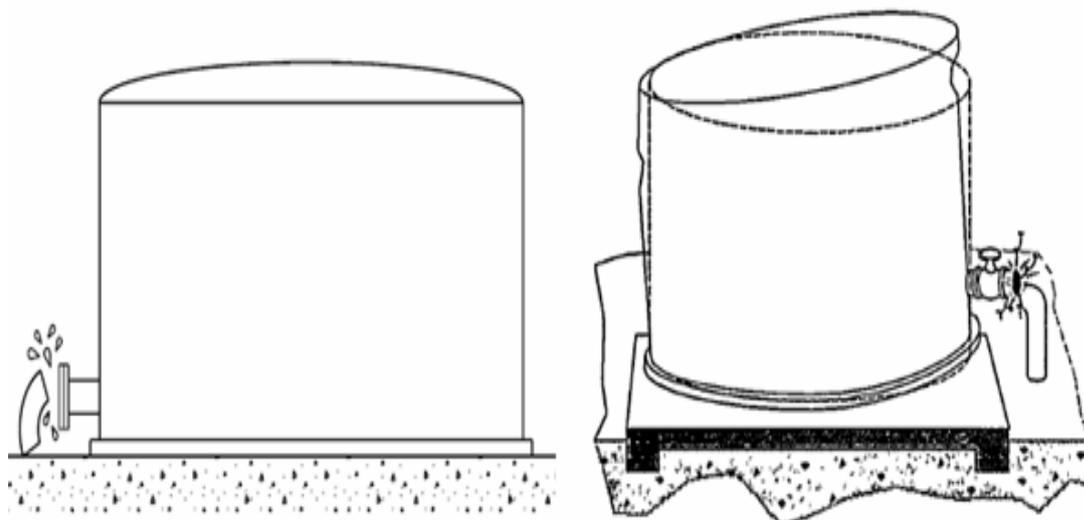
۴- حرکات بزرگ لوله اصلی سرشاخه که به لوله‌های فرعی کوچکتر تحمیل می‌شوند.

۵- حرکات نسبی ناشی از نشست خاک.

- در ارزیابی لرزه‌ای لوله‌ها باید به آسیب‌پذیری لوله‌هایی که توسط اتصالات غیرجوشی به مخازن، پمپ‌ها و لوله‌های اصلی سرشاخه، که دارای قید کافی نمی‌باشند، متصل می‌باشند توجه نمود.



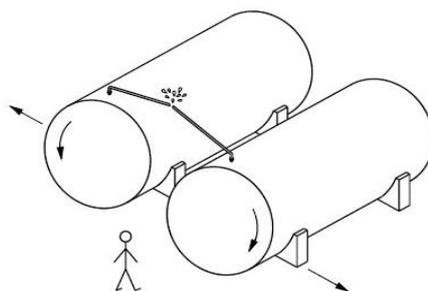
- مهار مناسب مخازن و تجهیزاتی که به لوله‌ها متصل هستند جهت جلوگیری از سر خوردن، حرکات رفت و برگشتی و یا واژگونی آنها باید ارزیابی گردد. ارزیابی مهارها باید بر مبنای ضوابط فصل ۳ انجام گیرد. (شکل ۵-۶)
- تکیه‌گاه مخازن و تجهیزاتی که به لوله‌کشی متصلند، باید به حدی سخت باشند که حرکات‌های تکیه‌گاهی به حداقل برسد. (شکل ۶-۶)



شکل (۵-۶-ب): حرکت و سر خوردن مخزن در نتیجه مهار نامناسب

شکل (۵-۶-الف): بلندشدگی مخزن در نتیجه مهار نامناسب

شکل (۵-۶): حرکت تکیه‌گاهی در لوله‌هایی که به مخزن متصلند.

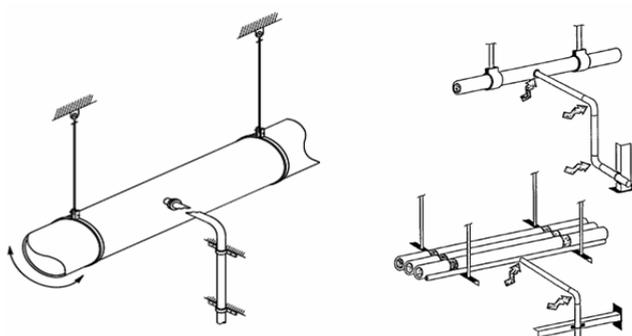


شکل (۶-۶): چرخیدن مخزن روی نشیمن در نتیجه مهار نامناسب

- لوله‌کشی‌هایی که به صورت صلب به دو ساختمان مختلف یا زیر سازه‌های یک ساختمان متصلند باید انعطاف‌پذیری لازم برای ایجاد سازگاری در حرکات نسبی در نقاط اتصال را دارا باشند. معمولاً تغییر مکان‌های سازه‌ای نسبتاً کوچکند و لوله‌ها می‌توانند

براحتی با خم شدن تغییرشکل‌های مربوطه را تحمل کنند. توجه ویژه باید به لوله‌کشی‌هایی که حرکت محوری آنها در نقاط تکیه‌گاهی در دو سازه مختلف محدود گردیده، معطوف گردد.

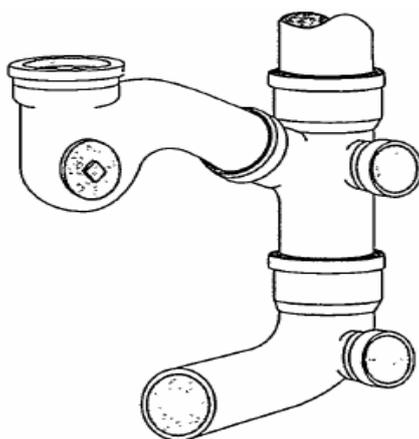
- حرکات تحمیل شده به شاخه‌های فرعی توسط سرشاخه‌های اصلی باید مورد ارزیابی قرار گرفته و یا سرشاخه‌های اصلی در نزدیکی شاخه‌های فرعی مقید شوند. (شکل ۶-۷). به عنوان یک معیار، مقدار تنش تشدید نشده ناشی از حرکت‌های تکیه‌گاهی لرزه‌ای ( $M/Z$ ) که بر مبنای روابط الاستیک بدست آمده باید به دو برابر تنش تسلیم مواد محدود شود. در هنگام بررسی حرکت جانبی لوله‌های سرشاخه و قیده‌های لوله‌های فرعی، تعیین قید جانبی بر مبنای موارد بیان شده راجع به فاصله مهارهای جانبی در بخش (۶-۲-۵) الزامی است.



شکل (۶-۷): حرکات تحمیل شده به شاخه‌های فرعی توسط سرشاخه‌های اصلی

#### ۶-۲-۷- سرند ۷: اتصالات مکانیکی لوله‌ها

در لوله‌کشی نباید از اتصال مکانیکی که منحصراً بر مبنای اصطکاک عمل می‌کند، استفاده گردد. (شکل ۶-۸)



شکل (۶-۸): نمونه‌ای از اتصالات مکانیکی



### ۶-۲-۸- سرند ۸: اتصالات فلنجی

- اتصالات فلنجی باید بدون بروز نشت، لنگر خمشی ناشی حرکات لرزه‌ای متحمل را تحمل نمایند.
- اگر اتصال فلنجی بر مبنای مرجع [۹]، پیش بارگذاری کافی داشته و فشار مجاز<sup>۱</sup> در آن بالاتر از فشار کارکرد باشد، فلنج قابل قبول است. بقیه اتصالات فلنجی که ظرفیت کمتری دارند نباید در نواحی با تنش بالا قرار گیرند.
- یک روش برای ارزیابی ظرفیت لنگر خمشی در فلنجهای، محاسبه ظرفیت فشار اضافی (فشار مجاز منهای فشار کارکرد) و تبدیل آن به لنگر معادل است.
- اگر نشانه‌ای از نشت اتصال در گذشته مشاهده شده باشد، اتصال فلنجی قابل قبول نیست.
- چنانچه در سامانه لوله‌کشی تنش لرزه‌ای تشدید نشده کمتر از  $70.4 \text{ kg/cm}^2$  باشد، فلنجهای سایشی<sup>۲</sup> قابل قبول می‌باشند.

### ۶-۲-۹- سرند ۹: بارهای نازل تجهیزات

- تجهیزات نباید تحت اثر بارهای لرزه‌ای بزرگ ناشی از سامانه‌های لوله‌کشی قرار گیرند. جهت حفظ قابلیت خدمت رسانی تجهیزات و اجزای فعال آنها (مانند پمپ‌ها و شیرها) الزامات زیر باید برقرار گردند.
- ۱- نازل تجهیزات و اجزای آنها، غیر از شیرها که قویتر از لوله‌ها می‌باشند، باید بوسیله قیود مناسب، در مقابل بارهای لرزه‌ای بزرگ حفاظت شوند. این موضوع به ویژه در نقاطی که نازل تجهیزات یا اتصالات ابعاد کوچکتری نسبت به لوله داشته باشند، حایز اهمیت است.
  - ۲- طراحی لوله‌کشی باید کنترل شود تا اطمینان حاصل گردد که بارهای لرزه‌ای بزرگ به نازل تجهیزات وارد نمی‌شود. یک مسئله بسیار مهم در این مورد، لوله‌های با طول زیاد، که در مقابل حرکت محوری فقط در محل نازل تجهیزات مهار شده‌اند، می‌باشد. اگر احتمال اعمال بارهای لرزه‌ای بزرگ وجود داشته باشد، تنش خمشی تشدید نشده در نازل باید به صورت الاستیک ارزیابی گردد و با دو برابر تنش تسلیم مصالح مقایسه شود.
  - ۳- تاثیر بارهای لرزه‌ای وارده توسط سامانه لوله‌کشی بر روی نازل تجهیزات دوار یا فعال باید تخمین زده شود. این بارها باید به اندازه کافی کوچک (تنش خمشی تشدید نشده کوچکتر از  $420 \text{ kg/cm}^2$ ) و یا در حدود ظرفیت تخمین زده شده تجهیزات باشند.

1. rated pressure  
2. slip-on flanges



### ۶-۲-۱۰ - سرند ۱۰: برون محوری نیروهای ثقلی

- اثر نیروهای ثقلی بزرگ که دارای خروج از مرکزیت می‌باشند در سامانه لوله‌کشی باید ارزیابی شوند.
- کفایت شیرها با اتصال برون محور باید بر مبنای ضوابط پیوست ۵ و فصل حاضر ارزیابی شود.
  - اجزای لوله‌کشی که دارای خروج از مرکزیت می‌باشند، مانند لوله‌های تهویه ۱ و زه‌کش مهار نشده، باید با استفاده از مقایسه تنش بدست آمده از بیشینه شتاب طیفی در میرایی ۵٪ (یا به عنوان یک تخمین بهتر، شتاب طیفی در فرکانس لوله) و تنش مجاز تشدید نشده که از روش‌های الاستیک بدست می‌آید (دو برابر تنش تسلیم مصالح)، ارزیابی گردند.

### ۶-۲-۱۱ - سرند ۱۱: اتصالات انعطاف پذیر

- اتصالات انعطاف‌پذیر باید به صورت مناسب مقید شوند تا حرکات نسبی انتهایی در محدوده اعلام شده توسط سازنده باقی بماند.
- برای اتصالات انعطاف‌پذیر مهار نشده مانند اتصالات انبساطی و اتصالات آکاردئونی ۲ نسبت تغییر مکان‌های نسبی باید محدود گردد تا از پارگی و کماتش اتصال جلوگیری شود. در صورت تجاوز از محدودیت‌های سازنده باید اطمینان حاصل شود که اتصال، قابلیت حرکت کافی برای جذب تغییر مکان‌های لرزه‌ای را دارا می‌باشد. زمانی که چنین اتصالاتی به قدر کافی در دو طرف مقید شده باشد، نیازی به چنین بررسی‌هایی وجود نخواهد داشت.
  - اگر پیکره‌بندی سامانه بگونه‌ای باشد که تغییر مکان‌های لرزه‌ای بزرگ در اتصال انبساطی بتواند پارگی یا کماتش ایجاد کند، اتصال انبساطی مردود تلقی می‌شود. محاسبه تغییر مکان‌های لرزه‌ای و مقایسه با تغییر مکان‌های مجاز جهت انجام این ارزیابی ضروری است.

### ۶-۲-۱۲ - سرند ۱۲: ارزیابی تکیه‌گاه‌های لوله

تکیه‌گاه‌های لوله باید ظرفیت مقاومت در مقابل بارهای لرزه‌ای را بدون ایجاد خرابی داشته باشند. منظور از خرابی تکیه‌گاه، شکست غیرشکل‌پذیر و یا از بین رفتن کامل عملکرد قید در تکیه‌گاه لوله است. بار لرزه‌ای و ظرفیت تکیه‌گاه‌هایی که در آنها احتمال گسیختگی وجود دارد باید مورد ارزیابی قرار گیرد.

نمونه‌هایی از تکیه‌گاه‌هایی که باید ارزیابی گردند عبارتند از:

- ۱- تکیه‌گاه‌هایی با بیشترین طول دهانه یا نزدیک به اجزای سنگین.
- ۲- تکیه‌گاه‌هایی که تحت بارهای ناشی از طولهای محوری زیاد قرار می‌گیرند.
- ۳- میله‌های کوتاه در مجاورت میله‌های بلندتر.
- ۴- تکیه‌گاه سخت در میان تکیه‌گاه‌های انعطاف‌پذیر.
- ۵- تکیه‌گاه‌های با کمترین یا کوچکترین پیچ و میل مهار.
- ۶- تکیه‌گاه‌های جمعی که بارهای ناشی از چندین لوله را تحمل می‌کنند.
- ۷- تکیه‌گاه‌هایی که به بتن یا فولاد سازه‌ای متصل نشده‌اند (مانند تکیه‌گاه‌هایی که به بقیه لوله‌کشی‌ها، سینی کابل یا دیوار متصل شده‌اند).

1. vent  
2. bellow



### ۶-۲-۱۲-۱ - نیاز لرزه ای

- بارگذاری لرزه ای افقی و قائم روی تکیه گاه های لوله از ضرب وزن دهانه بارگیر لوله کشی مجاور در یکی از ضرایب زیر محاسبه می شود.
- ۱- برای لوله کشی که به زمین مهار می شود، حداکثر شتاب طیفی طیف طرح با میرایی ۵٪.
  - ۲- برای لوله کشی که در تراز بالتر از کف مهار می شوند، حداکثر شتاب طیفی طیف طبقه با میرایی ۵٪.

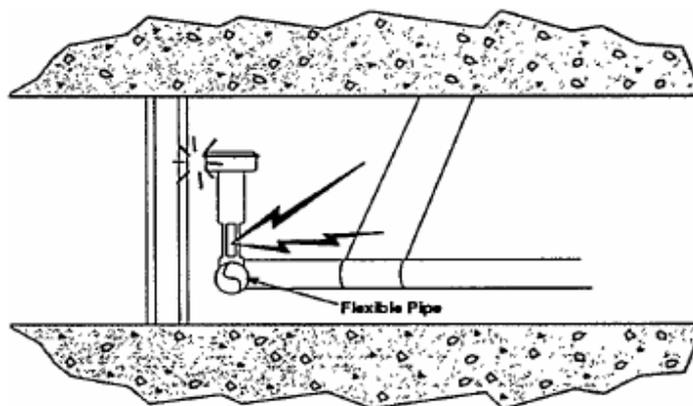
### ۶-۲-۱۲-۲ - ظرفیت لرزه ای

- چنانچه گسیختگی متحمل باشد، ظرفیت لرزه ای اجزای تکیه گاهی باید در راستای مسیر انتقال بار لرزه ای ارزیابی گردد. بدین منظور ظرفیت اعضای تکیه گاهی، جوش ها و اتصالات با استفاده از ضوابط "مبحث دهم مقررات ملی ایران" و ضرب نمودن مقادیر مجاز آن در ۱/۷ قابل محاسبه است. در شرایطی که محدودیت های سازنده برای اجزای تکیه گاهی استاندارد لوله تامین شده باشد، ظرفیت لرزه ای می تواند تا ۲ برابر ظرفیت لوله برای اعضای تحت بار کششی، خمشی یا برشی در نظر گرفته شود (بجز میل مهارهای تکیه گاهی مدفون در بتن). برای اعضای فشاری، در صورتی که محدودیت طرح براساس کمانش باشد، ظرفیت لرزه ای باید همانند محدودیت طرح سازنده در نظر گرفته شود.
- برای اعضای فولادی سرد نوردشده، تنش مجاز برای سرنده لرزه ای، می تواند ۱/۷ برابر معیارهای مرجع [۱۲] برای این اعضا باشد.
- مهار لوله ها باید بازرسی شده و ظرفیت آن باید محاسبه گردد. بدین منظور از ضوابط فصل (۳) این دستورالعمل باید استفاده کرد.
- اگر مقاومت جوش ها از مقاومت اعضای متصله بیشتر ارزیابی شود نیاز به محاسبات دقیق مقاومت جوش ها نیست.
- ظرفیت خستگی میله های نگهدارنده رزوه شده، با اتصال انتهایی ثابت به دیوار یا فولاد سازه ای، می تواند با استفاده از روش سرنده ارزیابی خستگی برای تکیه گاه های هدایت کننده ها و مجاری مطابق فصل (۸) این دستورالعمل ارزیابی گردند.



## ۶-۲-۱۳ - سرنده ۱۳: اندرکنش با سازه‌های دیگر

- سامانه لوله‌کشی نباید منبع و یا هدف اندرکنش باشد.
- تغییر مکان‌های سیستم‌های لوله‌کشی تحت بارهای لرزه‌ای باید جهت جلوگیری از برخورد کنترل گردد.



شکل (۶-۹): خطر اندرکنش برخورد و مجاورت

## ۶-۲-۱۳-۱ - تخمین تغییر مکان‌ها

بدون نیاز به انجام تحلیل‌های دقیق، می‌توان تغییر مکان‌های جانبی و یا تغییر شکل‌های نوسانی دهانه‌های لوله‌کشی را تخمین زد. تغییر مکان لوله‌ها از رابطه (۶-۲) قابل تخمین است.

$$S_d = \frac{1.3 \times S_a}{(2\pi f)^2} \quad (۶-۲)$$

در رابطه فوق:

f: فرکانس ارتعاشی لوله [HZ].

S<sub>a</sub>: شتاب طیفی [m/sec<sup>2</sup>].

S<sub>d</sub>: تغییر مکان لوله [m].

تغییر مکان‌های واقعی سامانه‌های لوله‌کشی که معیارهای سرنده را ارضا می‌نمایند بندرت از ۳۰ سانتیمتر فراتر می‌رود. نکته: فرکانس طبیعی سامانه لوله‌کشی آویزان با طول پاندولی L براساس رابطه (۶-۳) محاسبه می‌شود.

$$f_a = \frac{\left(\frac{g}{L}\right)^{0.5}}{2\pi} \quad (۶-۳)$$

که در آن:

g: شتاب ثقل (m/s<sup>2</sup>)



L: طول آویزان سامانه لوله کشی (m)

### ۲-۶-۱۳-۲- تخمین عواقب برخورد

- در تمامی شرایط باید میزان تغییر شکل لوله ها و ظرفیت جذب برخورد اجزا تخمین زده شود. عموماً در مورد اجزای زیر باید از برخورد جلوگیری به عمل آید.

۱- اجزای فعال<sup>۱</sup> (موتورها، فن ها، پمپها و غیره)

۲- ابزار دقیق

۳- لوله ها

۴- سازه های ناپایدار و سبک

۵- کابینت های الکتریکی و پانل ها

۶- هد آبپاش اطفای حریق

- عموماً<sup>۲</sup> در موارد زیر عواقب سنگینی را عموماً در پی نخواهد داشت.

۱- دیوارها

۲- سازه ها و قابهای بزرگ

۳- اجزای غیرفعال<sup>۲</sup> (مثل مخازن - شیرهای کنترل و غیره)

۴- لوله های تقریباً هم قطر و یا با قطر بزرگ

بطور کلی میزان تغییر مکان لوله ها و ظرفیت برخورد اجزا باید براساس قضاوت مهندسی تخمین زده شود.

1. active equipment  
2. passive equipment



## ۳-۶- مراجع

1. DOE/EH-0545 "Seismic Evaluation Procedure", for equipment U.S. Department of energy facilities, 1997.
2. ASME B31.1, "Power Piping", American Society of Mechanical Engineers, New York, New York., 1995.
3. ASME B31.3, "Chemical Plant and Petroleum Refinery (Process) Piping", American Society of Mechanical Engineers, New York, New York, 1996.
4. NFPA-13, "Installation of Sprinkler Systems", National Fire Protection Association, Quincy, Massachusetts, 1996.
5. AWWA Manual M11, "Steel Pipe-A Guide for Design and Installation", American Water Works Association, Denver, Colorado, 1989.
6. ASME Boiler and Pressure Vessel Code, American Society of Mechanical Engineers, New York, New York, July 1, 1992
7. "Manual of Steel Construction", 9th Edition, American Institute of Steel Construction, Inc., Chicago, Illinois, 1989.
8. "Specification for the Design of Cold-Formed Steel Structural Members", American Iron and Steel Institute, Washington, D.C., 1979.
9. ANSI B16.5, "Pipe Flanges and Flanged Fittings", American National Standards Institute, 1988
10. American Lifeline Alliance, Seismic Design and Retrofit of Piping Systems, July 2002.
11. "Procedure for the Seismic Evaluation of Piping Systems Using screening Criteria", Rev.1, WSRC-TR-94-0343, Westinghouse Savannah River Company, Aiken South Carolina, June 1995.
12. "Specification for the Design of Cold-Formed Steel structure Members", American Iron and Steel Institute, Washington, D.C., 1997.





# فصل ۷

---

---

**ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای سامانه  
کانال با استفاده از روش سرنده**





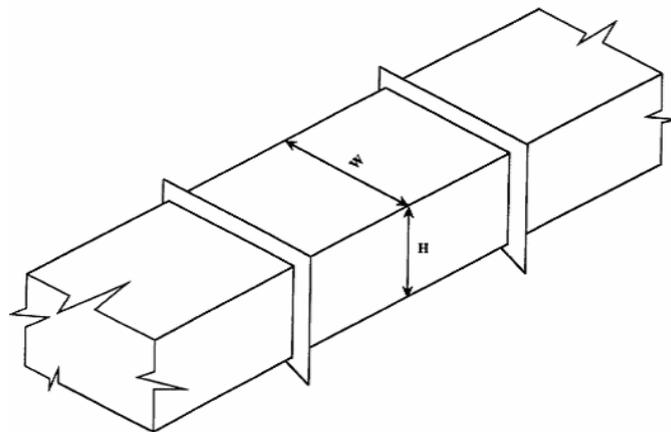
[omoorepeyman.ir](http://omoorepeyman.ir)

### ۱-۷- ملاحظات کلی

ارزیابی لرزه‌ای کانال‌های فولادی گرمایش و سرمایش بر اساس ملاحظات مندرج در بخش (۱-۶) برای سطح عملکرد "ایمنی طرح" انجام می‌پذیرد. ارزیابی برای سطح عملکرد "ایمنی بهره‌برداری" بنا به صلاحدید مشاور و یا درخواست کارفرما قابل انجام می‌باشد. ارزیابی لرزه‌ای سامانه‌های کانال‌های گرمایش و سرمایش در محدوده یا محدوده‌هایی لازم است که کارایی سامانه گرمایش و سرمایش در آن محدوده جهت تضمین عملکرد مناسب تاسیسات نیروگاه پس از زلزله ضروری باشد. در این صورت عدم کارایی سامانه کانال‌های گرمایش و سرمایش در حین و پس از وقوع زلزله تنها در صورتی مجاز است که راه‌اندازی مجدد آن به صورت دستی یا از راه دور امکان‌پذیر باشد.

### ۱-۱-۷- محدوده کاربرد

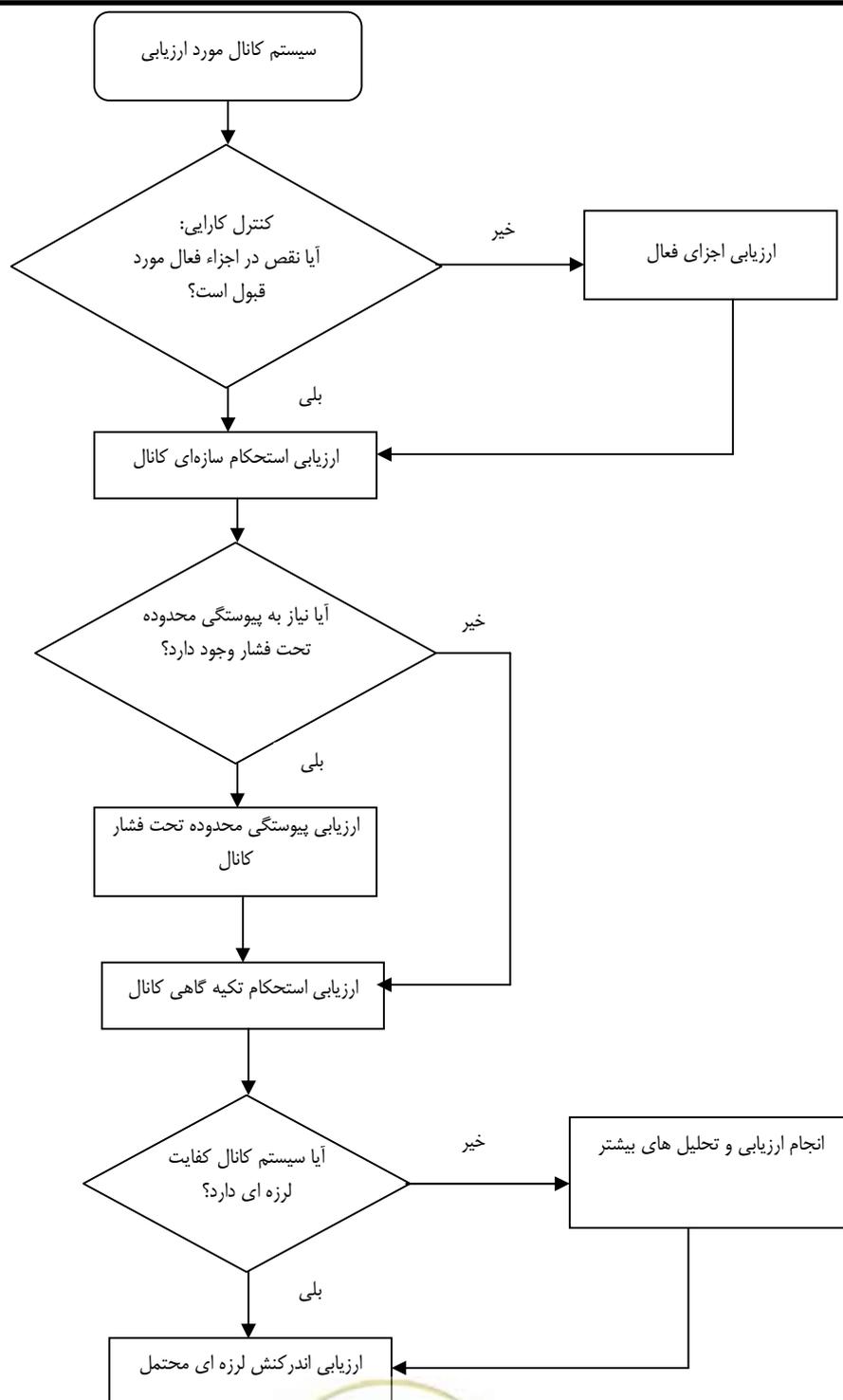
در این فصل الزاماتی جهت ارزیابی لرزه‌ای کانال‌های فولادی گرمایش و سرمایش به روش سرند ارائه گردیده است. ارزیابی فن‌ها (به انضمام دریچه‌های هوا<sup>۱</sup>) و هواسازها (به انضمام دریچه‌های تنظیم‌کننده هوا<sup>۲</sup>) با استفاده از ضوابط پیوست ۵ انجام می‌پذیرد. شکل (۱-۷) نمونه‌ای از کانال‌های گرمایش و سرمایش با مقطع مستطیلی را نشان می‌دهد. روند کلی ارزیابی لرزه‌ای کانال‌های فولادی گرمایش و سرمایش در روند نمای (۱-۷) نشان داده شده است.



شکل (۱-۷): مقطع مستطیلی کانال گرمایش و سرمایش

روند کلی ارزیابی لرزه‌ای کانال‌های فولادی گرمایش و سرمایش در روند نمای (۱-۷) نشان داده شده است.





روندنمای (۷-۱): مراحل ارزیابی لرزه‌ای کانال‌ها



## ۷-۲- مراحل سرند

ارزیابی لوزه‌های سامانه کانال‌های گرمایش و سرمایش در ۲ مرحله انجام می‌گیرد.

- ۱- ارزیابی استحکام سازه‌های کانال
- ۲- ارزیابی پیوستگی محدوده تحت فشار

### ۷-۲-۱- سرند ۱: ارزیابی استحکام سازه‌های کانال

اگر عملکرد مورد انتظار از سامانه گرمایش و سرمایش انتقال هوا برای راحتی و امنیت بهره‌برداران از ساختمان باشد، استحکام سازه‌های کانال به عنوان هدف اصلی مطرح خواهد بود. کمی نشت به داخل یا خارج کانال بشرط آنکه کانال پایداری خود را حفظ نموده و فرو نریزد مجاز می‌باشد.

ارزیابی سامانه‌های کانال باید بر مبنای ارزیابی ضعیف‌ترین بخش‌های آن مانند پانل‌هایی با بزرگترین عرض، کمترین ضخامت، بیشترین فاصله بین سخت‌کننده‌ها و ضعیف‌ترین خصوصیات مقطع صورت می‌گیرد. ارزیابی استحکام سازه‌های کانال شامل ارزیابی با توجه به مندرجات بندهای (۷-۲-۱ تا ۷-۲-۱۰) می‌باشد.

### ۷-۲-۱-۱- انتخاب محدوده ارزیابی سامانه کانال

انتخاب محدوده یا محدوده‌هایی از سامانه کانال که در آن استحکام سازه‌های سامانه کانال‌های سرمایش و گرمایش جهت تضمین عملکرد مناسب تاسیسات باید حفظ شود. ارزیابی لوزه‌های اجزای خارج از محدوده یا محدوده‌های فوق ضرورتی نداشته اما می‌تواند بنابه نیاز کارفرما انجام پذیرفته و مستندات آن گزارش گردد.

### ۷-۲-۱-۲- ارزیابی خرابی، نقص و فرسودگی در کانال

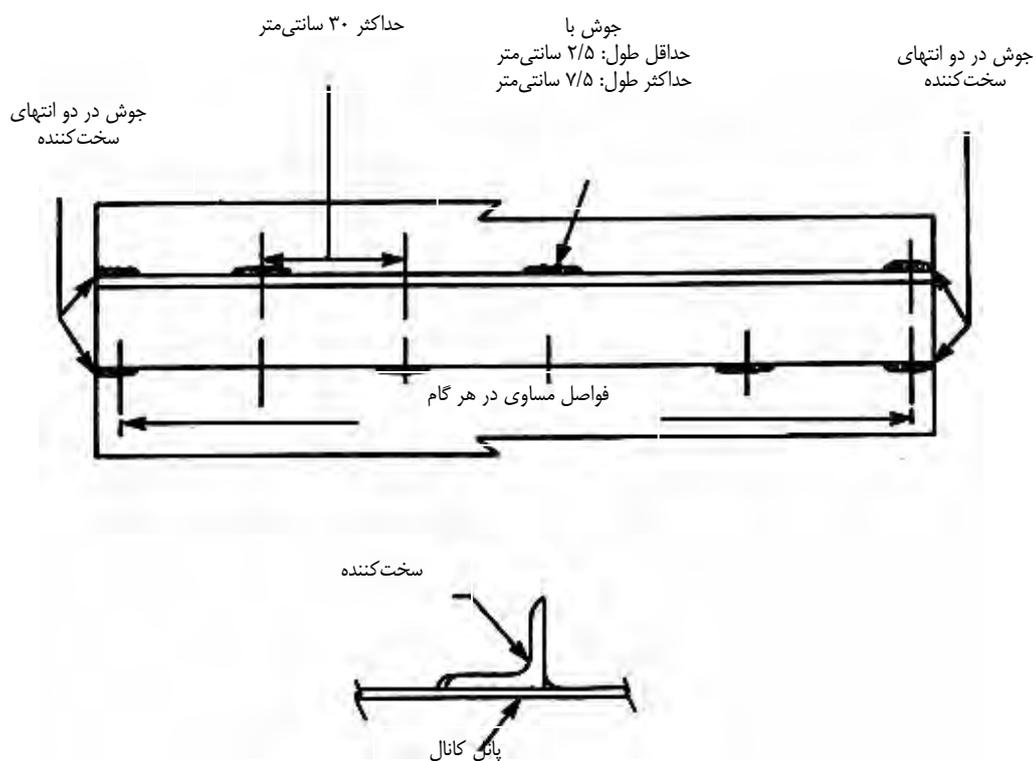
خرابی، نقص و فرسودگی‌های موجود در سیستم کانال باید با استفاده از بازرسی چشمی مورد ارزیابی و بررسی قرار گیرد. در این بازرسی نواحی مشکوک، بخش‌های فرسوده، اتصالات شکسته، طرح ساخت ضعیف و خوردگی قابل ملاحظه خصوصاً در اتصالات کانال، باید مورد بررسی قرار گیرند.

### ۷-۲-۱-۳- برقراری ضوابط SMACNA [9,8,7] در مورد سخت‌کننده‌ها و مصالح کانال

بازرسی چشمی جهت کنترل انطباق مصالح، سخت‌کننده‌ها و اتصالات کانال با ضوابط SMACNA، باید انجام شود. به علاوه ضوابط ذیل باید رعایت گردند.



- ۱- جنس مصالح باید فولاد نورد شده (برای دمای بهره‌برداری زیر  $340^{\circ}\text{C}$ )، فولاد گالوانیزه (برای دمای بهره‌برداری زیر  $200^{\circ}\text{C}$ ) یا فولاد ضدزنگ باشد.
- ۲- اتصال سخت‌کننده‌ها به کانال باید بوسیلهٔ خال‌جوش، جوش نقطه‌ای، پیچ یا پرچ با حداکثر فاصله  $30$  سانتی‌متر صورت گیرد. (شکل ۷-۲)



شکل (۷-۲): جوش سخت‌کننده به کانال

نکته: در اتصال دو قطعه، جوش‌ها باید برای مقاومتی برابر مقاومت قطعه با ضخامت کمتر طراحی گردند.

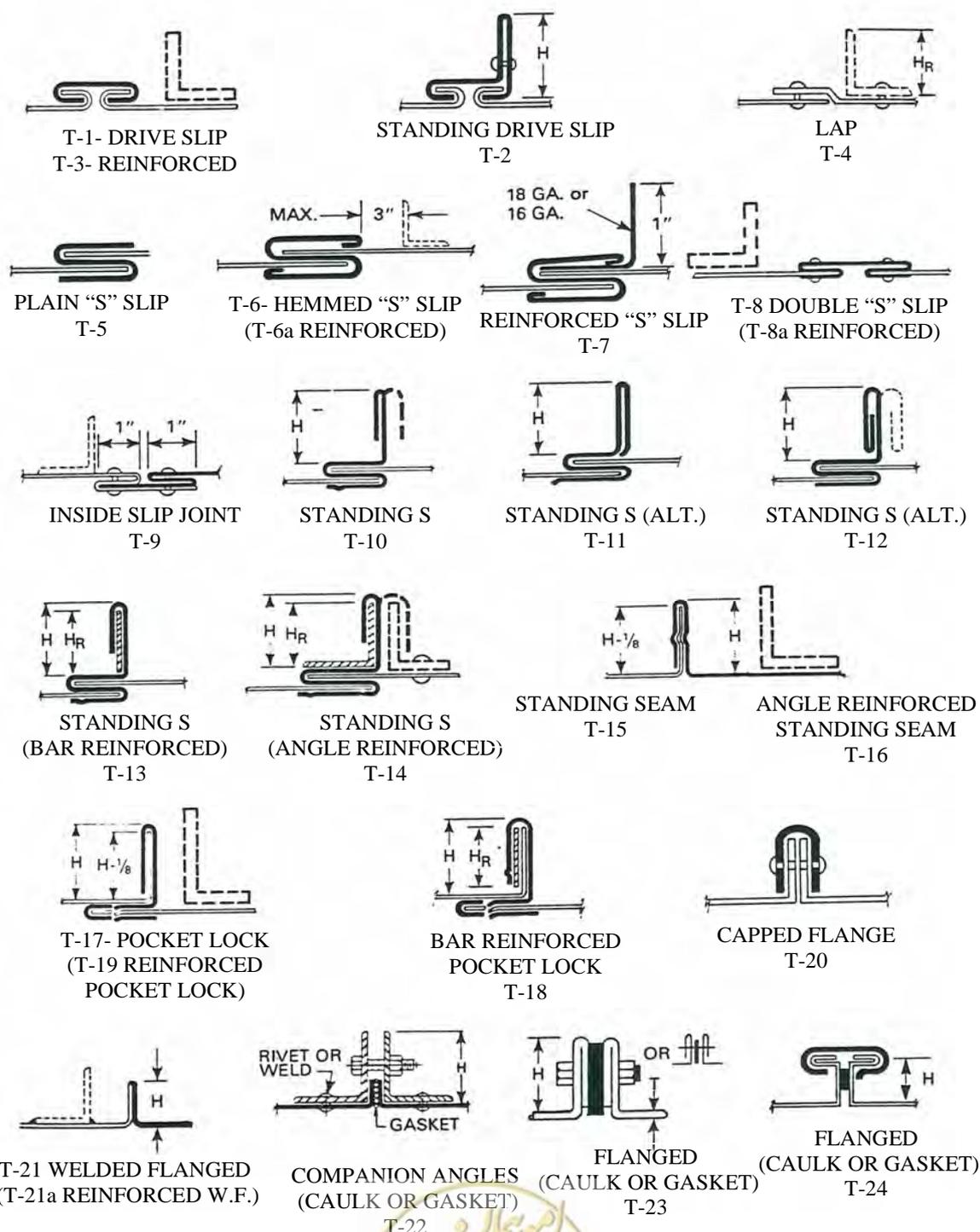


#### ۷-۲-۱-۴- مطابقت درز و اتصالات کانال با ضوابط SMACNA

- اتصالات و درزها باید مطابق با استاندارد SMACNA ، به نحو مناسبی اجرا شده باشند.
- اتصالات اصطکاکی یا پرچ شده مورد قبول نیستند. انواع اتصالات معکوس<sup>۱</sup> مورد قبول در شکل های (۷-۳ تا ۴) نشان داده شده- اند.
- درزهای جوش شیاری و گوشه (شکل های ۷-۵ تا ۱۱) و اتصالات قفلی<sup>۲</sup> (شکل ۷-۱۲) باستثنای شکاف های پرچ شده از جمله درزهای طولی مورد قبول می باشند.

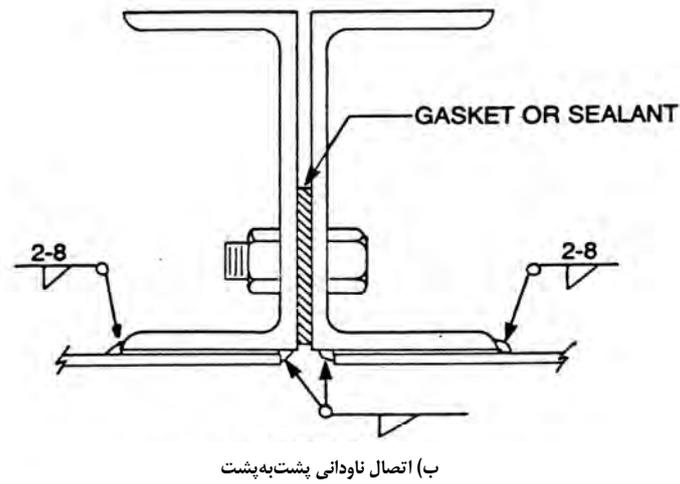
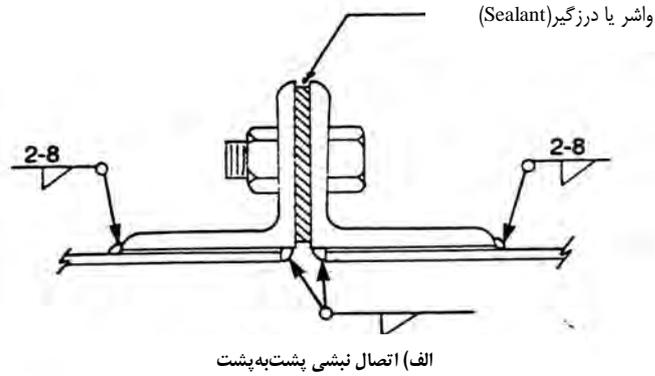
1 -Transverse Joint  
2 -Lock Type



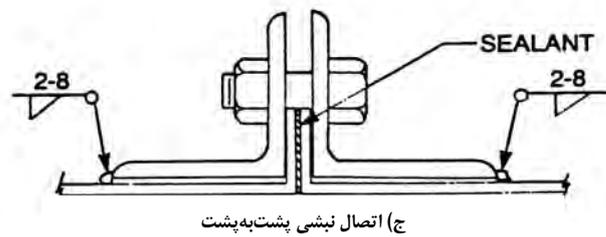


شکل (۷-۳): اتصالات معکوس





واشر یا درزگیر (Sealant)

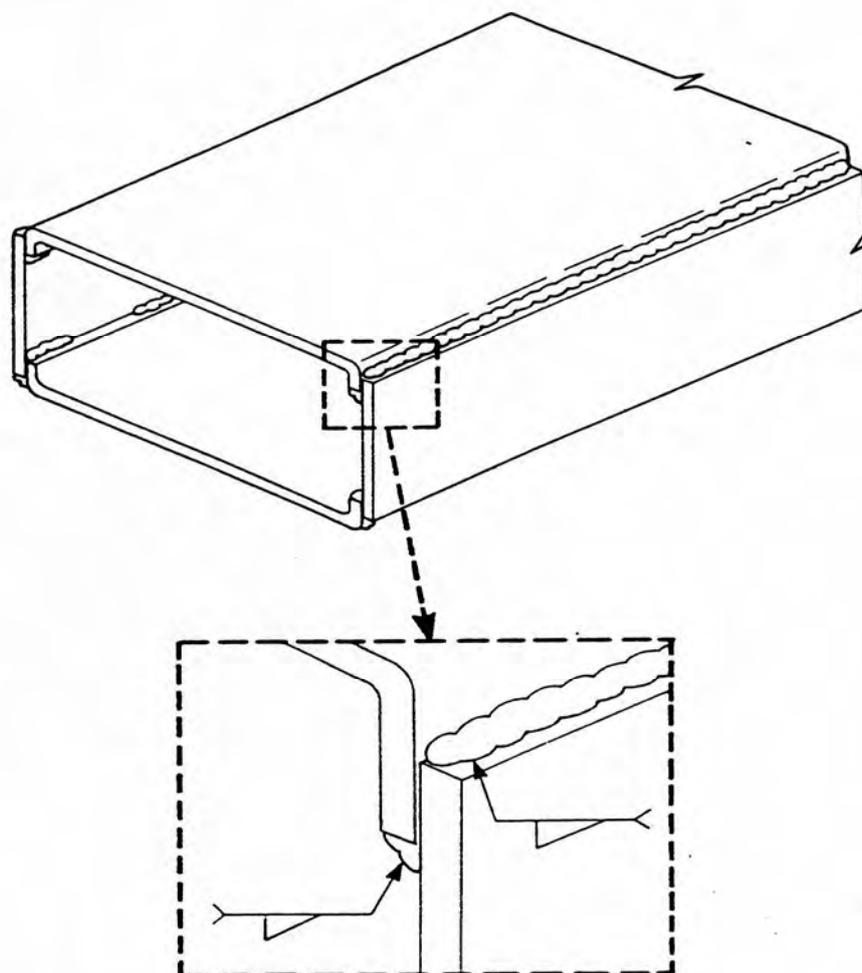


درزگیر (Sealant)

نکته: در اتصال دو قطعه، جوش ها باید برای مقاومتی برابر مقاومت قطعه با ضخامت کمتر طراحی گردند.

شکل (۷-۴): انواع اتصال نبشی پشت به پشت

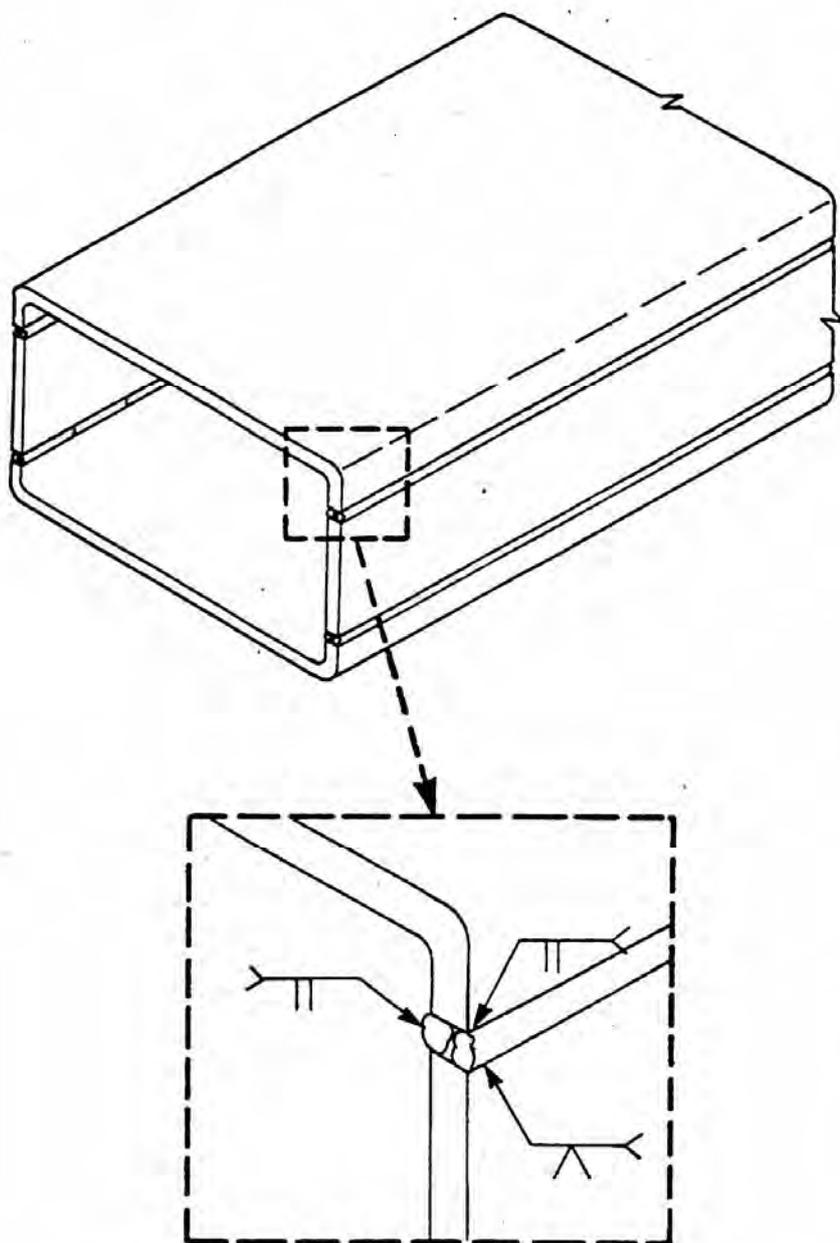




نکته: در اتصال دو قطعه، جوش ها باید برای مقاومتی برابر مقاومت قطعه با ضخامت کمتر طراحی گردند.

شکل (۷-۵): درزهای طولی با اتصال پوششی

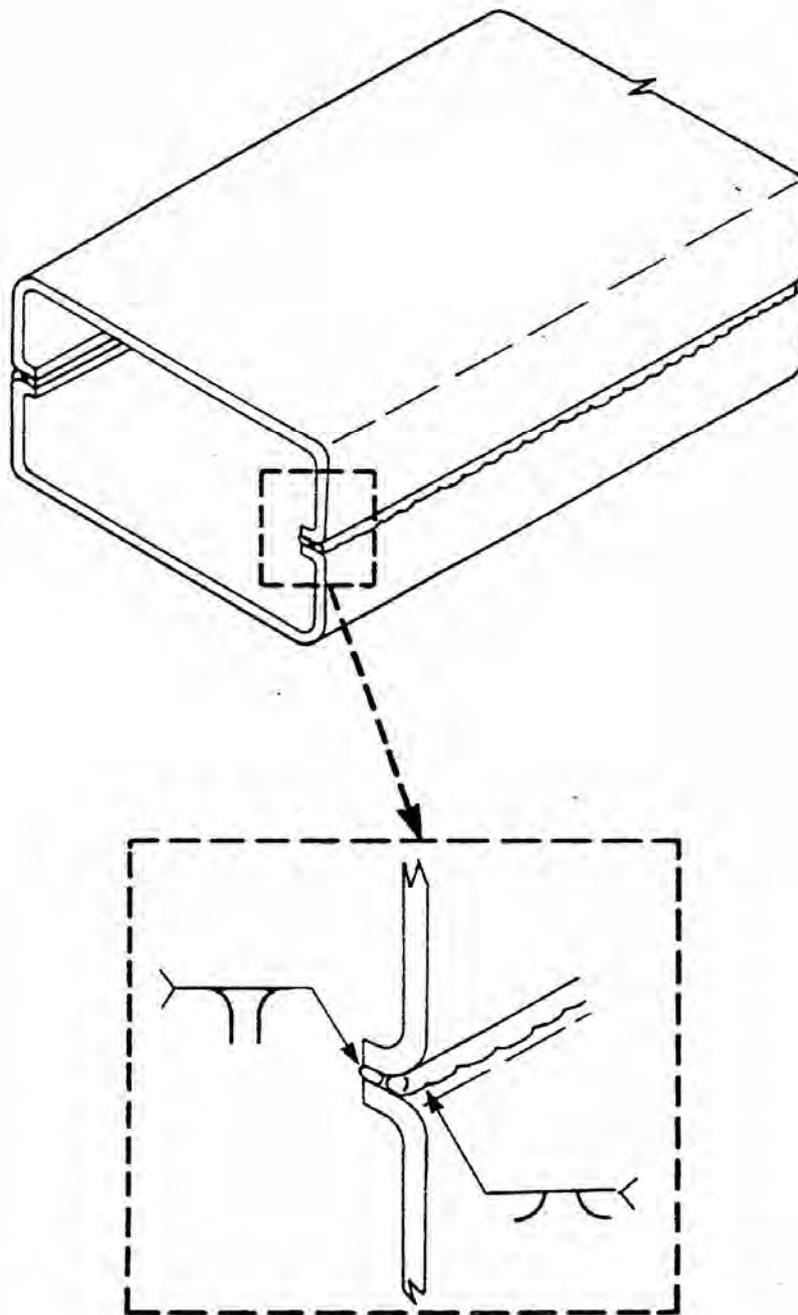




نکته: در اتصال دو قطعه، جوش‌ها باید برای مقاومتی برابر مقاومت قطعه با ضخامت کمتر طراحی گردند.

شکل (۶-۷): درزهای طولی با اتصال لب به لب

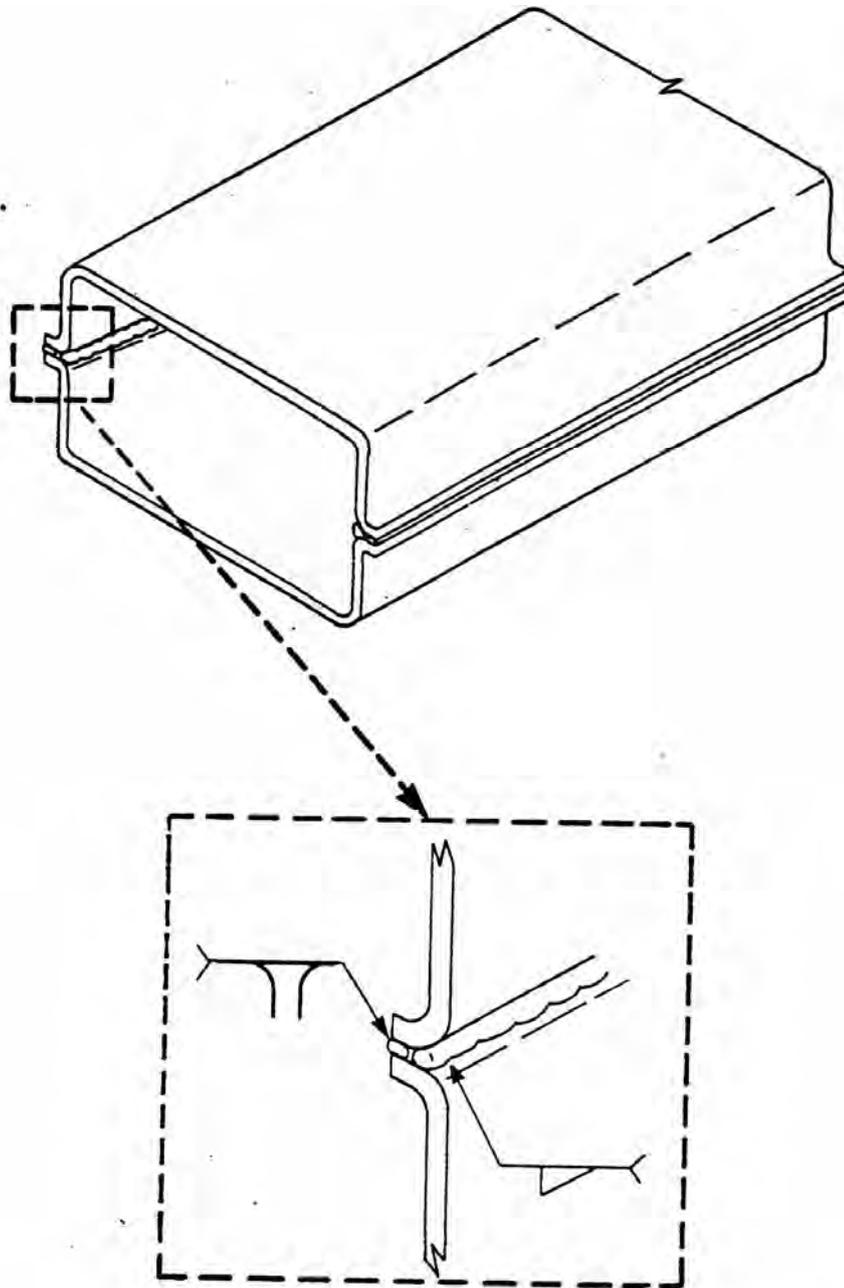




نکته: در اتصال دو قطعه، جوش ها باید برای مقاومتی برابر مقاومت قطعه با ضخامت کمتر طراحی گردند.

شکل (۷-۷): درزهای طولی خم به داخل

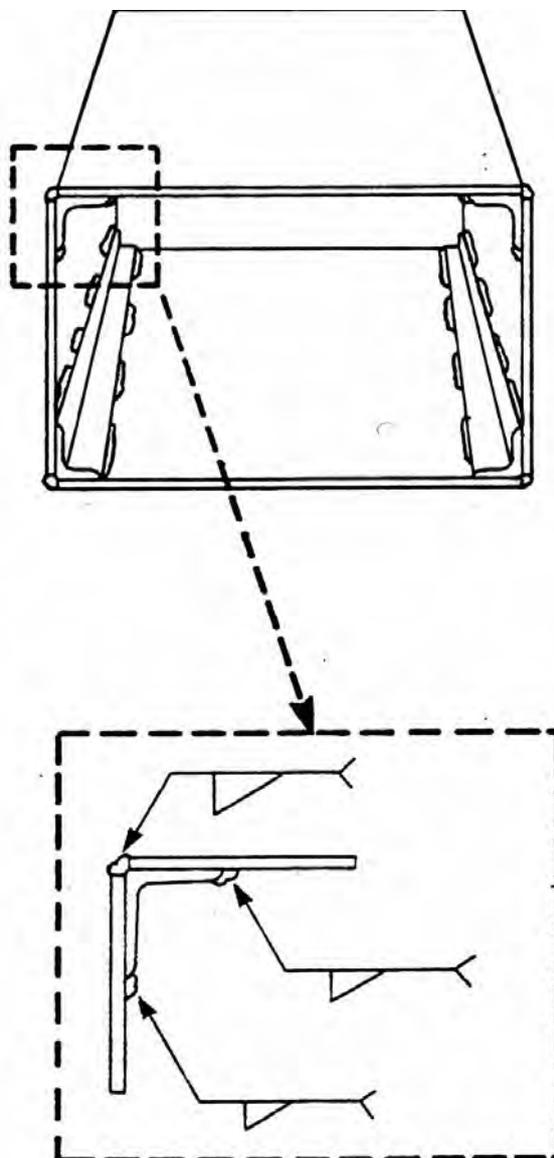




نکته: در اتصال دو قطعه، جوش‌ها باید برای مقاومتی برابر مقاومت قطعه با ضخامت کمتر طراحی گردند.

شکل (۷-۸): درزهای طولی خیم به خارج

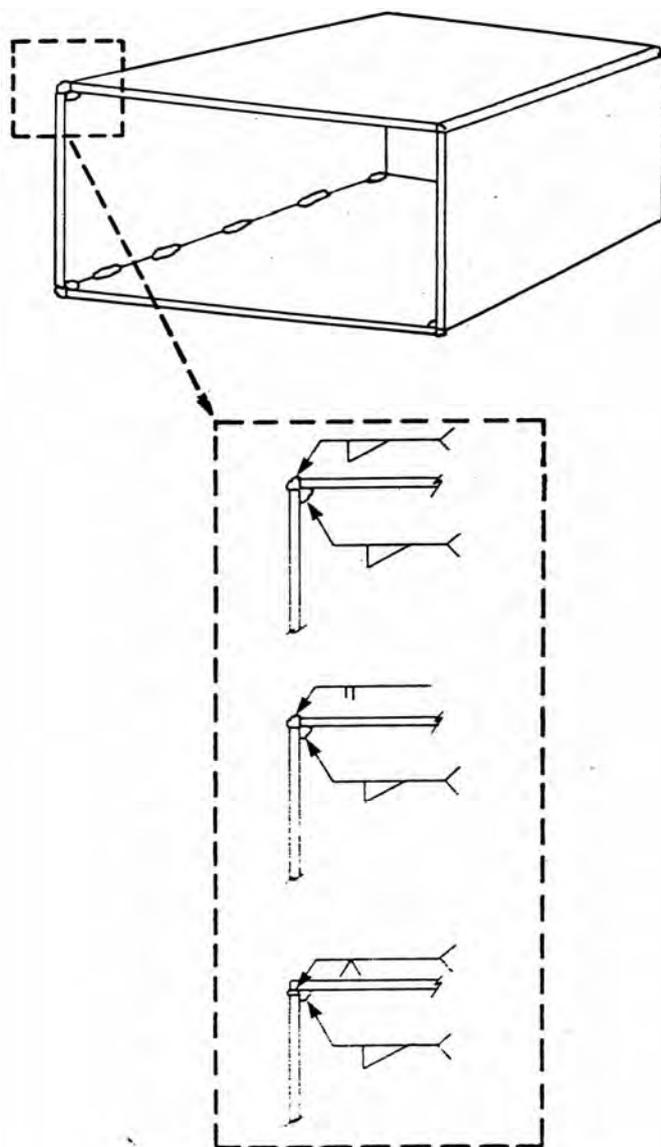




نکته: در اتصال دو قطعه، جوش ها باید برای مقاومتی برابر مقاومت قطعه با ضخامت کمتر طراحی گردند.

شکل (۷-۹): درز طولی جوش شده (با نبشی تقویت کننده)

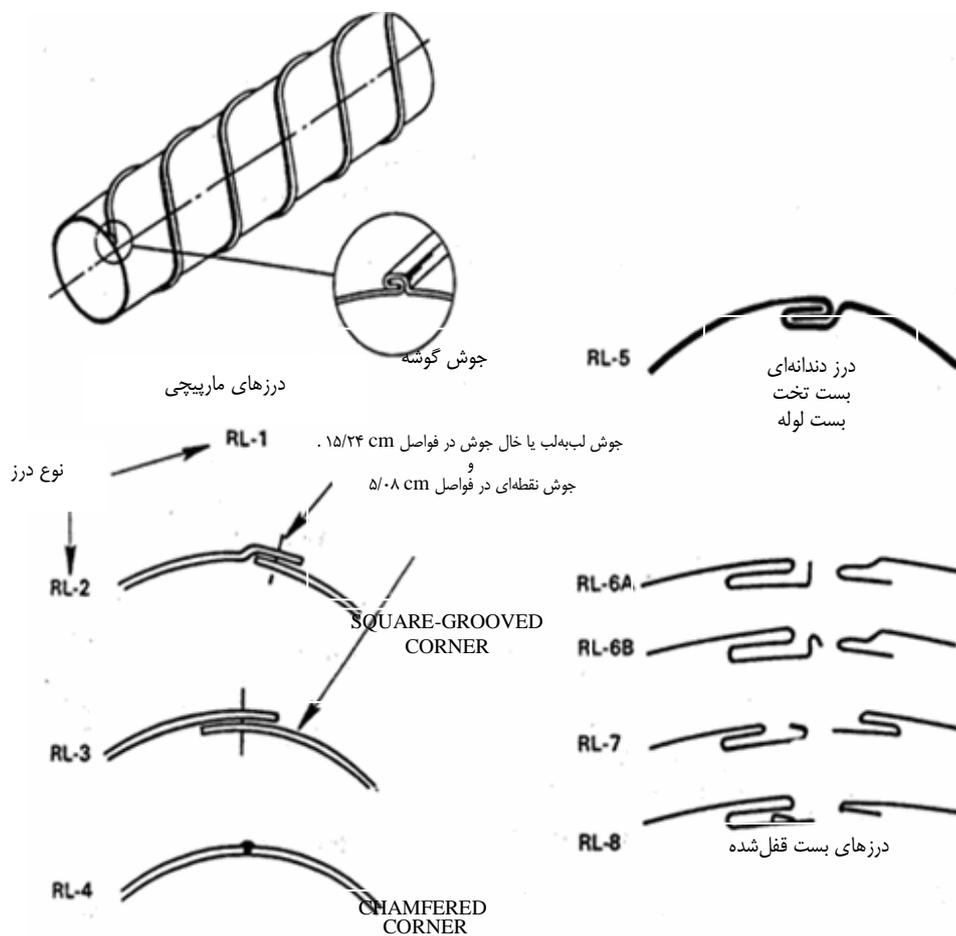




نکته: در اتصال دو قطعه، جوش‌ها باید برای مقاومتی برابر مقاومت قطعه با ضخامت کمتر طراحی گردند.

شکل (۷-۱۰): درزهای جوش شده

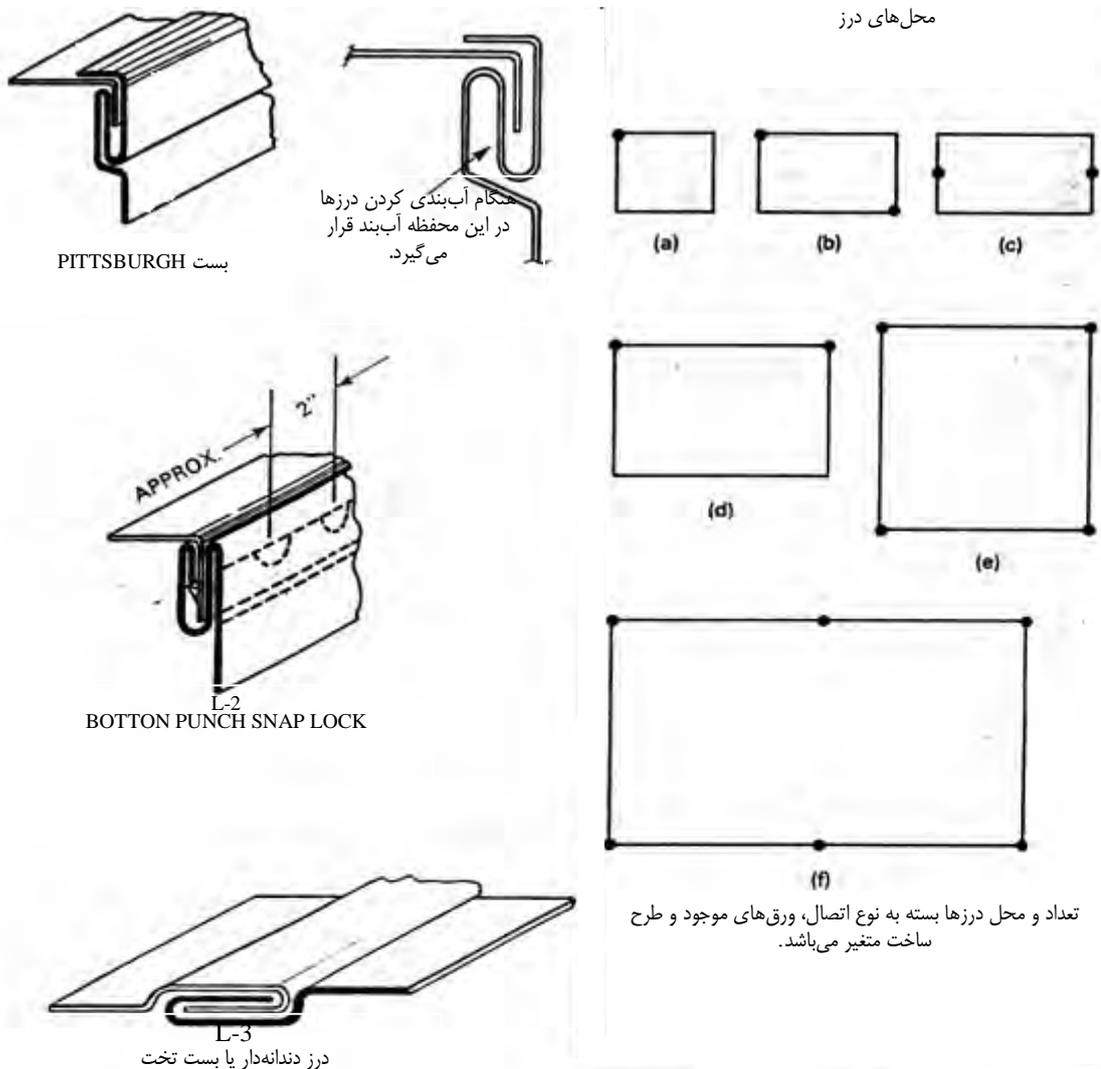




نوع درز مجاز	فشار
RL-1,4,5 RL-1,2,3,4,5 ALL	مثبت تا ۲۵,۴CM.WG. (10" WG.) تا ۷,۶۲CM.WG. (3" WG.) تا ۵,۰۸CM.WG. (2" WG.)
RL-1,2,3,4,5 ALL	منفی تا ۷,۶۲CM.WG. (3" WG.) تا ۲,۵۴CM.WG. (1" WG.)

شکل (۷-۱۱): درزها در کانالهای دایروی





### ۷-۲-۱-۵- رعایت ضوابط فاصله تکیه گاهها در کانالها مطابق با SMACNA

- کانالها باید در محل بازرسی گردند.
- رعایت فواصل مساوی تکیه گاهها ضروری است.
- تنش مجاز خمش مقطع کانال می تواند ۳۳٪ افزایش یابد. اگر اتصالات کانال از نوع T-۱۷ تا T-۲۴ در شکل (۷-۳) باشد.

### ۷-۲-۱-۵-۱- محاسبه طول دهانه مجاز برای کانال مستطیلی

دهانه مجاز برای مقطع کانال مستطیلی بر اساس رابطه (۷-۱) تعیین می شود. (cm)

$$L = \left[ \frac{80F_b}{(H + W)\rho K_R} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (7-1)$$

که در آن

$F_b$ : تنش خمشی مجاز  $\text{kgf/cm}^2$

$H$  و  $W$ : ارتفاع و عرض کانال (cm)

$\rho$ : چگالی معادل مصالح تشکیل دهنده کانال (شامل وزن عایق بندی و تقویت کننده ها)  $(\text{kgf/cm}^3)$

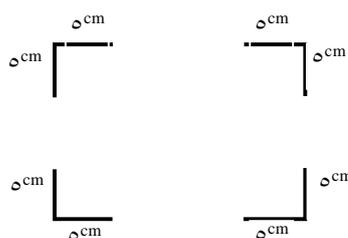
$K_R$ : پارامتر ضریب دهانه برای کانال مستطیلی طبق روابط (۷-۲ و ۳)  $1/\text{cm}^3$

- برای بررسی عملکرد کانال، کانال بصورت یک تیر خمشی مدل می شود.

- عرضی برابر ۵ سانتیمتر در دو انتهای هر ضلع کانال، چهار گوشه معادل مقطع تیر را تشکیل می دهند. (شکل ۷-۱۳)

- ظرفیت خمشی تیر معادل، با توجه به تنش مجاز ۵۶۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع محاسبه می شود.

- دهانه مجاز برای مقطع مستطیلی بر اساس توزیع بار یکنواخت، و لنگر خمشی  $M = \frac{qL^2}{10}$  تعیین می شود.



شکل (۷-۱۳): مقطع تیر خمشی معادل



## - ضریب دهانه برای کانال مستطیلی با راستای افقی

ضریب دهانه برای کانال مستطیلی با راستای افقی بر اساس رابطه زیر محاسبه می‌گردد.

$$K_R = \left\{ S_{hR}^2 R^4 W^2 / [(2.54 \times W^2 / 2) - 2.54^2 \times W + 2.54^3]^2 + S_v^2 H^2 / [(2.54 \times H^2 / 2) - 2.54^2 H + 2.54^3]^2 \right\}^{1/2} \quad (۲-۷)$$

$$+ H / [(2.54 \times H^2 / 2) - 2.54^2 H + 2.54^3]$$

که در آن

$S_H$ : شتاب طیفی افقی (g)

$S_v$ : شتاب طیفی قائم (g)

R: نسبت فاصله تکیه‌گاه افقی به قائم

W: عرض کانال. (cm)

H: ارتفاع کانال. (cm)

$K_R$ : ضریب دهانه ( $1, \text{cm}^2$ )

## - ضریب دهانه برای کانال مستطیلی با راستای قائم

ضریب دهانه برای کانال مستطیلی با راستای قائم بر اساس رابطه زیر محاسبه می‌گردد.

$$K_R = \left\{ S_{hw}^2 R^4 W^2 / [(2.54 \times W^2 / 2) - 2.54^2 \times W + 2.54^3]^2 + S_{hH}^2 H^2 / [(2.54 \times H^2 / 2) - 2.54^2 H + 2.54^3]^2 \right\}^{1/2} \quad (۳-۷)$$

که در آن

$S_{hw}$ : شتاب طیفی افقی موازی با ضلع W (g)

$S_{hH}$ : شتاب طیفی افقی موازی با ضلع H (g)

R: نسبت فاصله تکیه‌گاه جانبی در امتداد ضلع W

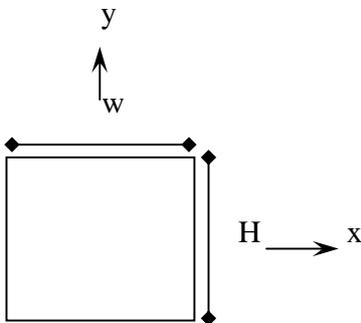
به فاصله تکیه‌گاه جانبی در امتداد ضلع H

L: ماکزیمم دهانه تکیه‌گاهی مجاز امتداد ضلع H (cm)

W: عرض کانال (cm)

H: ارتفاع کانال (cm)

$K_R$ : ضریب دهانه ( $1 / \text{cm}^3$ )



### ۷-۲-۱-۵-۲- محاسبه طول دهانه مجاز برای کانال دایروی

دهانه مجاز برای مقطع کانال دایروی بر اساس رابطه (۷-۴) تعیین می شود.

$$L = \left[ \frac{5F_b D}{2\rho K_c} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (۷-۴)$$

که در آن

D: قطر کانال (cm)

$K_c$ : پارامتر ضریب دهانه برای کانال دایروی طبق روابط (۷-۵ و ۶) (بی بعد)

- ظرفیت خمشی تیر معادل، با توجه به تنش مجاز ۷۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع محاسبه می شود.

- دهانه مجاز برای مقطع دایروی بر اساس توزیع بار یکنواخت، و لنگر خمشی  $M = \frac{qL^2}{10}$  تعیین می شود.

#### - ضریب دهانه برای کانال دایروی با راستای افقی

ضریب دهانه برای کانال دایروی با راستای افقی بر اساس رابطه (۷-۵) محاسبه می گردد.

$$K_c = 1 + (S_v^2 + R^4 S_h^2)^{\frac{1}{2}} \quad (۷-۵)$$

که در آن

$S_h$ : شتاب طیفی افقی (g)

$S_v$ : شتاب طیفی قائم (g)

R: نسبت فاصله تکیه گاه افقی به قائم

$K_c$ : ضریب دهانه (بی بعد)

#### - ضریب دهانه برای کانال دایروی با راستای قائم

- ضریب دهانه برای کانال دایروی با راستای قائم بر اساس رابطه (۷-۶) محاسبه می گردد.

$$K_c = (S_{h1}^2 + R^4 S_{h2}^2)^{\frac{1}{2}} \quad (۷-۶)$$

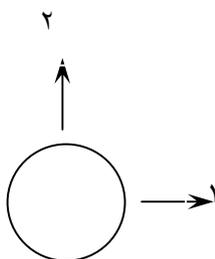
$S_{h1}$ : شتاب طیفی افقی در جهت ۱

$S_{h2}$ : شتاب طیفی افقی در جهت ۲

R: نسبت فاصله تکیه گاه جانبی در جهت ۲ به فاصله تکیه گاه جانبی در جهت ۱

L: ماکزیمم دهانه تکیه گاهی مجاز در جهت ۱ (cm)

$K_c$ : ضریب دهانه (بی بعد)



## ۷-۲-۱-۶- تأثیر وزن‌های متمرکز

اجزای سنگین موجود در مسیر کانال مانند دریچه‌های تنظیم‌کننده هوا که مهار نشده‌اند، تحت شتاب‌های لرزه‌ای، لنگر خمشی اضافی به کانال وارد می‌کنند. در این موارد باید دهانه مجاز تکیه‌گاه‌ها کاهش یابد تا تنش خمشی در محدوده مجاز،  $F_b$ ، باقی بماند. برای ترکیب آثار وزن گسترده و وزن متمرکز اجزاء می‌توان از روابط ساده تیرها (بند ۷-۲-۱-۶-۱)

## ۷-۲-۱-۶-۱- معادله تنش برای ملاحظه وزن متمرکز در وسط دهانه

تنش خمشی ناشی از وزن و بارهای لرزه‌ای در یک کانال افقی با مقطع مستطیلی و با وزن گسترده و وزن اجزای سنگین که در وسط دهانه قرار گرفته به صورت زیر می‌باشد.

$$f_b = 100 \times \left( qL^2 / 10 + PL / 9 \right) \left\{ 1 + \left[ \left( S_H W / 2I_{yy} \right)^2 + \left( S_v H / 2I_{xx} \right)^2 \right]^{1/2} \right\} \quad (7-7)$$

که در آن

$f_b$ : تنش خمشی کل ( $\text{kg/cm}^2$ )

$q$ : وزن گسترده کانال ( $\frac{\text{kg}}{\text{m}}$ )

$L$ : طول دهانه آزاد کانال (m)

$P$ : وزن متمرکز (kg)

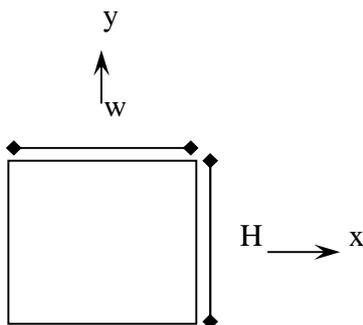
$S_v, S_H$ : شتاب‌های طیفی افقی و قائم (g)

$H, W$ : عرض و ارتفاع کانال (cm)

$I_{yy}, I_{xx}$ : ممان اینرسی کانال حول محور  $x$  و  $y$  ( $\text{cm}^4$ )

$R$ : نسبت فاصله تکیه‌گاه افقی به قائم، که برابر ۱ در نظر گرفته می‌شود.

- برای یک کانال دایروی افقی، تنش با استفاده معادله بالا با  $W = H = D$  (D قطر خارجی کانال) محاسبه می‌گردد.



## - ممان اینرسی کانال مستطیلی

ممان اینرسی کانال مستطیلی بر مبنای SMACNA به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$I_{xx} = 4t(2.54 \times H^2 - 2 \times 2.54^2 \times H + 2 \times 2.54^3)(\text{cm}^4) \quad (8-7)$$

$$I_{yy} = 4t(2.54 \times W^2 - 2 \times 2.54^2 \times W + 2 \times 2.54^3)(\text{cm}^4) \quad (9-7)$$

که در آن

$t$ : ضخامت کانال (cm)

$H$ : ارتفاع کانال (cm)

$W$ : عرض کانال (cm)

- اگر هر کدام از دو مقدار  $H$  و  $W$  از ۱۸۰ سانتی‌متر تجاوز کند، مقدار این پارامترها برای محاسبه  $I_{yy}$  و  $I_{xx}$  باید ۱۸۰ سانتی‌متر منظور

شود. محاسبه ممان اینرسی و مدول ارتجاعی مقطع باید بر مبنای  $180 \text{ cm} \leq \text{ابعاد باشد}$ . [۷]



**ممان اینرسی کانال دایروی**

ممان اینرسی مقطع دایروی از رابطه (۷-۱۰) بدست می آید.

$$I_{xx} = I_{yy} = 0.0491(D^4 - d^4) \quad (\text{cm}^4) \quad (7-10)$$

که در آن

D: قطر خارجی کانال (cm)

d: قطر داخلی کانال (cm)

**۷-۲-۱-۷- مهاری کانال در مقابل لغزش از تکیه گاه**

به منظور جلوگیری از لغزش و خروج کانال ها از روی تکیه گاه، باید از مهار یا نگهدارنده استفاده کرد.

**۷-۲-۱-۸- مهاری اجزای سنگین در مسیر کانال**

فن ها، کولرها<sup>۱</sup>، خشک کننده ها<sup>۲</sup>، دریچه های تنظیم کننده هوا، موتور محرک دریچه های تنظیم کننده هوا و دمنده ها اجزایی می باشند که ممکن است در مسیر کانال قرار گیرند. این اجزاء باید به نحو مناسبی به کانال متصل شوند.

- ظرفیت اتصالات اجزای سنگین به کانال در مسیر کانال باید ارزیابی گردد.

- تجهیزات قرار گرفته در مسیر کانال که در طبقات و یا بر روی جداگرهای لرزه ای نصب شده اند، باید بر مبنای سابقه خرابی ثبت شده آزمایشگاهی به صورت مجزا ارزیابی شوند.

**۷-۲-۱-۹- اتصال مناسب متعلقات به کانال**

متعلقات کانال ها شامل دریچه های تنظیم کننده هوا، دودکش ها، تبدیل ها و پرده های مشبک می باشند که باید به نحو مناسبی به کانال متصل شوند. جهت ممانعت از لغزش متعلقات از اتصالات پیچی یا پرچی استفاده می شود.

**۷-۲-۱-۱۰- عدم اتصال صلب شاخه های فرعی به سرشاخه های اصلی کانال**

کانال های فرعی باید برای سازگاری با حرکات محتمل کانال های اصلی اعم از محوری یا جانبی انعطاف پذیری لازم را دارا باشند. اتصال صلب کانال های فرعی به کانال اصلی ممکن است موجب وارد آمدن آسیب به کانال های فرعی یا اصلی در هنگام زلزله گردد.

**۷-۲-۱-۱۱- ارزیابی لرزه ای تکیه گاه ها سامانه کانال**

- کیفیت نصب و نحوه نگهداری تکیه گاه ها باید با بازدید چشمی کنترل شود. نشانه های ضعف در کیفیت ساخت شامل موارد ذیل می باشد.

۱- پیچش

۲- بیرون زدگی اعضای تکیه گاهی



- ۳- از بین رفتن لچکی  
 ۴- اتصال با گیره بدون تسمه مهار  
 ۵- از بین رفتن یا هرز شدن پیچ و مهره‌ها  
 ۶- اتصالات چدنی  
 - عدم تجاوز نیاز لرزه‌ای از ظرفیت لرزه‌ای اعضای تکیه‌گاه باید با توجه به موارد ذیل کنترل شود.  
 ۱- نیاز لرزه‌ای ۵ برابر بار مرده وارده بر تکیه‌گاه در نظر گرفته می‌شود.  
 ۲- ظرفیت لرزه‌ای ۱/۷ برابر تنش‌های مجاز بنابر ضوابط مقررات ملی در نظر گرفته می‌شود.

### ۷-۲-۱-۱۲- بررسی امکان اندرکنش لرزه‌ای

احتمال ایجاد اندرکنش لرزه‌ای ناشی از حرکات نسبی در بین سازه و تجهیزات و سامانه کانال‌ها باید با توجه به بخش (۲-۶) فصل دوم بررسی گردد.

### ۷-۲-۲-۲- سرند ۲: ارزیابی پیوستگی محدوده تحت فشار

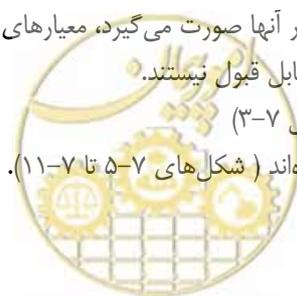
پیوستگی محدوده فشار به معنی محدودیت در نشت سیال از داخل کانال به خارج آن می‌باشد. اگر پیوستگی محدوده تحت فشار سامانه کانال در حین یا پس از وقوع زلزله حائز اهمیت باشد، این مرحله از سرند باید در محدوده یا محدوده‌هایی از سامانه کانال که این موضوع در آن اهمیت دارد انجام شود. انتقال گازهای خطرناک - که احتمالاً پس از وقوع یک زلزله در اثر حریق یا شکستگی دودروهای ممکن است در محوطه پخش شوند - به خارج از محوطه کاری از جمله عملکردهای مورد انتظار از سامانه سرمایش و گرمایش است که پیوستگی محدوده تحت فشار از مقتضیات آن محسوب می‌شود.  
 ارزیابی پیوستگی محدوده تحت فشار شامل ارزیابی با توجه به مندرجات بندهای (۷-۲-۲-۱ تا ۷-۲-۲-۵) می‌باشد.

### ۷-۲-۲-۱- انتخاب محدوده ارزیابی سامانه کانال

انتخاب محدوده یا محدوده‌هایی از سامانه کانال که در آن پیوستگی محدوده تحت فشار جهت تضمین عملکرد مناسب تاسیسات باید حفظ شود، ضروری است. این انتخاب می‌تواند با توجه به انتخاب محدوده ارزیابی برای بررسی استحکام سازه‌ای سامانه کانال (بند ۷-۲-۱-۱) و هماهنگی با آن صورت پذیرد.  
 ارزیابی لرزه‌ای اجزای خارج از محدوده یا محدوده‌های فوق ضرورتی نداشته اما می‌تواند بنا به نیاز کارفرما انجام پذیرفته و مستندات آن گزارش گردد.

### ۷-۲-۲-۲- استحکام اتصالات و درزهای کانال

- در کانال‌هایی که ارزیابی پیوستگی محدوده تحت فشار در آنها صورت می‌گیرد، معیارهای بند (۷-۲-۱-۴) باید رعایت شوند.  
 - موارد زیر جهت تامین پیوستگی محدوده تحت فشار قابل قبول نیستند.  
 ۱. اتصالات معکوس انواع T-۱ تا T-۱۶ (شکل ۷-۳)  
 ۲. درزهای طولی که جوش شیاری یا گوشه نشده‌اند (شکل‌های ۷-۵ تا ۷-۱۱).



### ۷-۲-۲-۳- جوش یا پیچ شدن سخت کننده ها و اتصالات به کانال

برای کانال های مستطیلی، حداکثر فاصله جوش یا پیچ و مهره از لبه کانال ۵ سانتیمتر می باشد (شکل ۷-۲). جوش های طرفین سخت کننده ها باید ۲/۵ تا ۷/۵ سانتیمتر طول داشته و مطابق شکل (۷-۲) اجرا شوند.

### ۷-۲-۲-۴- عدم امکان سوراخ شدگی دیواره کانال

- کانال ها نباید بر روی لبه های تیز تکیه داده شده باشند و یا تماس نقطه ای با اعضاء تکیه گاه داشته باشند.  
- کانال ها باید در دو جهت قائم و افقی به قدر کافی مهار شده باشند، بطوریکه معیارهای استحکام سازه ای مربوط به فاصله تکیه گاه های مجاور رعایت شده و از لغزش یا وارد کردن ضربه ناشی از نیروهای برکنش<sup>۱</sup> به کانال جلوگیری گردد.

### ۷-۲-۲-۵- ارزیابی قابلیت اتصالات آکاردئونی در سازگار کردن حرکتها

اتصالات آکاردئونی باید طوری تنظیم شده باشند که جابجایی های نسبی بوجود آمده ناشی از زلزله را تحمل نمایند.



## ۷-۳- مراجع

1. DOE/EH-0545 "Seismic Evaluation Procedure", for equipment U.S. Department of energy facilities, 1997.
2. "Criteria for the Seismic Evaluation of Steel HVAC Ducts at SRS Facilities", WSRC
3. Calculation No. T-CLC-G-00034, Westinghouse Savannah River Company, Aiken, South Carolina, prepared by EQE International, Inc., 1995.
4. ASME AG-1-1994, "Code on Nuclear Air and Gas Treatment", American Society of Mechanical Engineers, New York, New York, 1995
5. "Advanced Light Water Reactor (ALWR) First-of-a-kind-Engineering (FOAKE) Project on The Performance of HVAC Ducts and Supports in Earthquakes and Tests", Advanced Reactor Corporation, prepared by EQE Engineering Consultants, April 1995.
6. "Advanced Light Water Reactor (ALWR) First-of-a-kind-Engineering (FOAKE) Project on Design Concepts for HVAC Ducting and Supports", Advanced Reactor Corporation, prepared by EQE Engineering Consultants, San Francisco, California, April 1995.
7. " HVAC Duct Construction Standard, Metal and Flexible", SMACNA, Vienna, Virginia, 1985.
8. "Rectangular Industrial Duct Construction Standards", SMACNA, Vienna, Virginia, 1988.
9. "Round Industrial Duct Construction Standards", SMACNA, Vienna, Virginia, 1989.
10. EPRI Report NP-7151, "Cable Tray and Conduit System Seismic Evaluation Guidelines", Electric Power Research Institute, Palo Alto, California, prepared by EQE, Inc., March 1991. (Volume 6 of DOE Binders)
11. SSRAP Cable Tray Report, "Review Procedure to Assess Seismic Ruggedness of Cantilever Bracket Cable Tray Supports", Revision 3, SAND92-0140 Part II, UC-523, Sandia National Laboratories, Albuquerque, New Mexico, prepared by Senior Seismic Review and Advisory Panel, March 1, 1991. (Volume 6 of DOE Binders)
12. "Manual of Steel Construction", 9th Edition, American Institute of Steel Construction, Inc., Chicago, Illinois, 1989.





# فصل ۸

---

---

**ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای**

**هدایت‌کننده‌ها**

**با استفاده از روش سرنده**





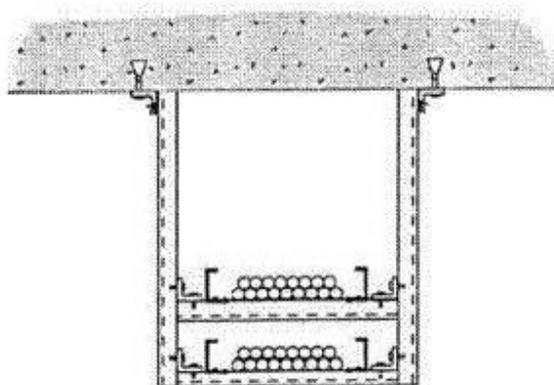
[omoorepeyman.ir](http://omoorepeyman.ir)

## ۸-۱- ملاحظات کلی

ارزیابی لرزه‌ای هدایت‌کننده‌ها بر اساس ملاحظات مندرج در بخش (۱-۶) برای سطح عملکرد "ایمنی طرح" انجام می‌پذیرد. ارزیابی برای سطح عملکرد "ایمنی بهره برداری" بنا به صلاحدید مشاور و یا درخواست کارفرما قابل انجام می‌باشد.

### ۸-۱-۱- محدوده کاربرد

هدایت‌کننده‌ها شامل سینی کابل و مجاری با تکیه‌گاه‌های آویزی، قابی مستطیلی یا دوزنقه‌ای مهار شده یا نشده در محدوده کاربرد این دستورالعمل قرار می‌گیرند. شکل (۸-۱) نمونه‌ای از هدایت‌کننده‌ها را نشان می‌دهد. وزن سینی کابل استاندارد با ۱۰ سانتی‌متر فضای کابل‌ها،  $4 \text{ kgf} / \text{m}^2$ ، در نظر گرفته می‌شود. برای مقادیر کمتر یا بیشتر کابل درون سینی، می‌توان از درون‌یابی یا برون‌یابی خطی استفاده نمود. وزن عایق‌کاری ضدحریق نیز به طور محافظه‌کارانه با وزن کابل‌های مربوطه یکسان در نظر گرفته می‌شود.



شکل ۸-۱- مقطعی از یک هدایت‌کننده نوعی

وزن‌های در نظر گرفته شده برای مجاری فولادی و آلومینیومی در جدول (۸-۱) ارائه گردیده است.



جدول (۸-۱): وزن مجاری

قطر مجاری (cm)	وزن مجاری به همراه کابل (kgf/cm)	
	فولادی	آلومینیومی
$(1/2^{\text{in}})۱,۳$	۱۳,۸	۶,۹
$(3/4^{\text{in}})۱,۸$	۱۹,۴	۹,۷
$(1^{\text{in}})۲,۵$	۳۰,۴	۱۵,۲
$(3/2^{\text{in}})۳,۸$	۴۹,۸	۲۴,۹
$(2^{\text{in}})۵,۱$	۷۰,۶	۳۸,۷
$(5/2^{\text{in}})۶,۳$	۱۲۳,۲	۷۲,۰
$(3^{\text{in}})۷,۶$	۱۷۷,۱	۱۰۹,۳
$(4^{\text{in}})۱۰,۲$	۲۲۸,۳	۱۳۱,۵
$(5^{\text{in}})۱۲,۷$	۳۱۸,۳	۱۸۸,۲

## ۸-۲- مراحل سرند

ارزیابی لرزه ای هدایت کننده ها در ۲۱ مرحله ذیل انجام می گیرد.

- ۱- کنترل دهانه هدایت کننده (سینی کابل و مجاری)
- ۲- کنترل مهار اجزای هدایت کننده روی تکیه گاه
- ۳- کنترل مهره چفت شونده
- ۴- کنترل اتصالات کلاهدک صلب
- ۵- کنترل گیره اتصال به تیر
- ۶- کنترل مهار چدنی مدفون
- ۷- کنترل ضعف مهار
- ۸- کنترل ترک خوردگی بتن
- ۹- کنترل خوردگی
- ۱۰- کنترل خیز هدایت کننده
- ۱۱- کنترل اجزای شکسته یا از بین رفته
- ۱۲- کنترل ضعف قید کابل ها
- ۱۳- کنترل فرسودگی گیره های پلاستیکی
- ۱۴- کنترل نقاط و اجزای با سختی بالا
- ۱۵- کنترل اندرکنش لرزه ای
- ۱۶- کنترل شکل پذیری تکیه گاه
- ۱۷- کنترل ظرفیت بار قائم



- ۱۸- کنترل ظرفیت بار جانبی  
 ۱۹- کنترل خستگی آویز میله‌ای  
 ۲۰- ارزیابی تکیه‌گاه‌های کف تا سقف  
 ۲۱- ارزیابی تکیه‌گاه‌های روی کف (واقع بر اجزای فشاری)

### ۸-۲-۱- سرند ۱: دهانه هدایت‌کننده

- طول آزاد سینی کابل بین دو تکیه‌گاه متوالی در طول مسیر نباید بیش از ۳ متر باشد. طول طره‌ای سینی کابل پس از تکیه‌گاه آخر نباید بیش از ۱/۵ متر باشد.  
 - فاصله مجاز بین تکیه‌گاه‌های مجاور و طول مجاز طره‌ای مجاری پس از آخرین تکیه‌گاه نباید از مقادیر مندرج در جدول (۸-۲) تجاوز کند.

جدول (۸-۲): مقادیر پیشینه دهانه مجاری

اندازه مجاری (میلی‌متر)	حداکثر فاصله تقریبی دو تکیه‌گاه متوالی (متر)	حداکثر طول طره‌ای تقریبی (متر)
۱۹ و ۱۲	۳٫۰	۱٫۵
۲۵	۳٫۶	۱٫۸
۳۲ و ۳۸	۴٫۲	۲٫۱
۴۹ و ۶۳	۴٫۹	۲٫۴
۷۶ و بزرگتر	۶٫۱	۳٫۰

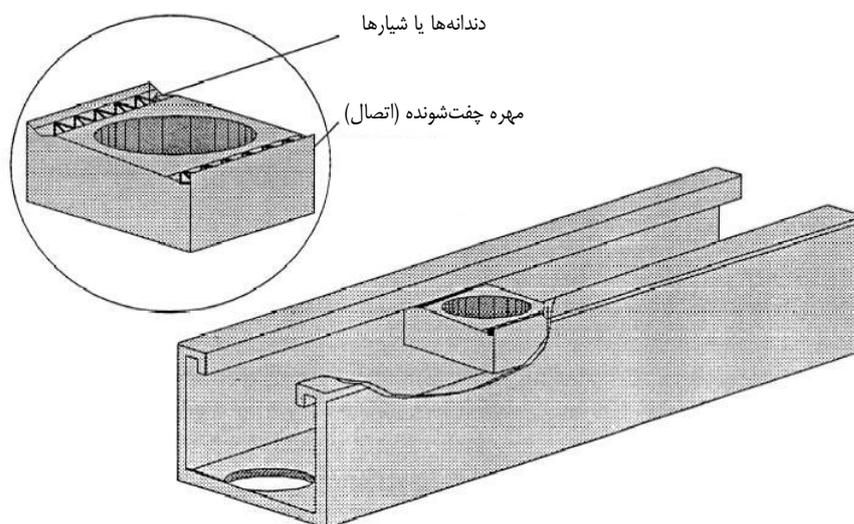
### ۸-۲-۲- سرند ۲: مهار اجزای هدایت‌کننده روی تکیه‌گاه

- ادوات اصطکاکی برای مهار اجزای هدایت‌کننده روی تکیه‌گاه کافی می‌باشد.  
 - اگر فاصله تکیه‌گاه مورد نظر تا تکیه‌گاه مجاور کمتر از فاصله مجاز ذکر شده در بند (۸-۲-۱) باشد مهار هدایت‌کننده بر روی تکیه‌گاه‌ها بصورت یک در میان کافی است.

### ۸-۲-۳- سرند ۳: مهره چفت شونده

- مهره‌هایی که جهت محکم نمودن سامانه‌های قاب با پروفیل‌های سبک خم سرد مورد استفاده قرار می‌گیرند باید دارای دندانه‌ها یا برآمدگی‌هایی جهت درگیری با لبه پروفیل باشند (شکل ۸-۲)



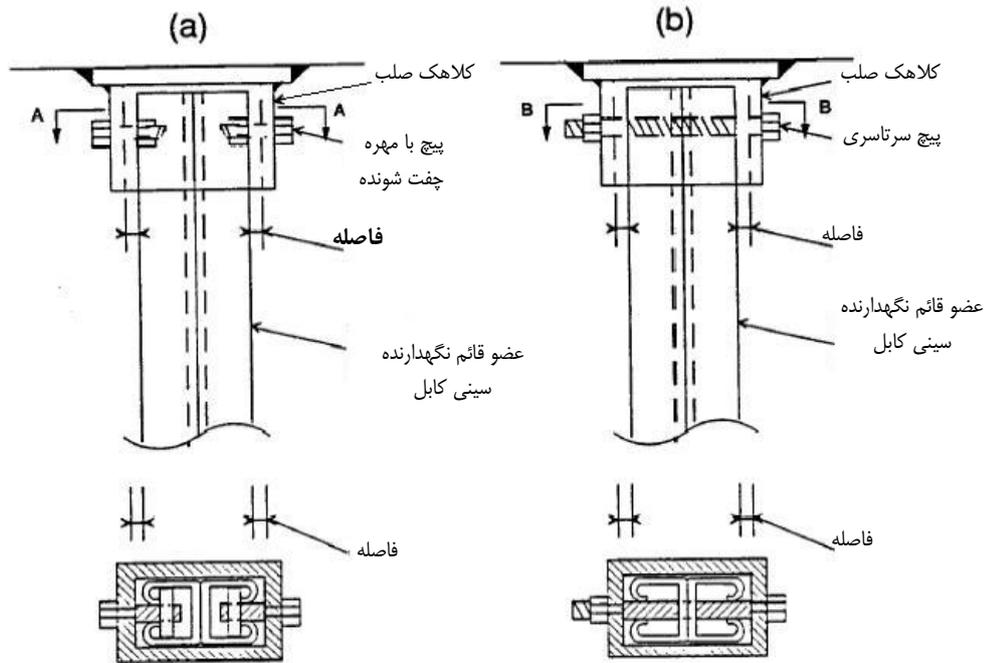


شکل (۸-۲): مهره چفت شونده به همراه پروفیل سبک جدار نازک

#### ۸-۲-۴- سرنند ۴: کلاhek صلب

- ظرفیت کلاhekهای صلب (شکل ۸-۳) در مقابل زلزله در شرایطی که بین عضو تکیه‌گاهی قائم و کلاhek فاصله وجود داشته باشد و از پیچ و مهره چفت شونده جهت اتصال استفاده گردد قابل قبول نسبت.
- استفاده از پیچ سرتاسری به جای پیچ و مهره چفت شونده اتصال کلاhek صلب را به یک اتصال قابل قبول تبدیل می‌نماید.





ب- اتصال کلاهیک صلب با فاصله

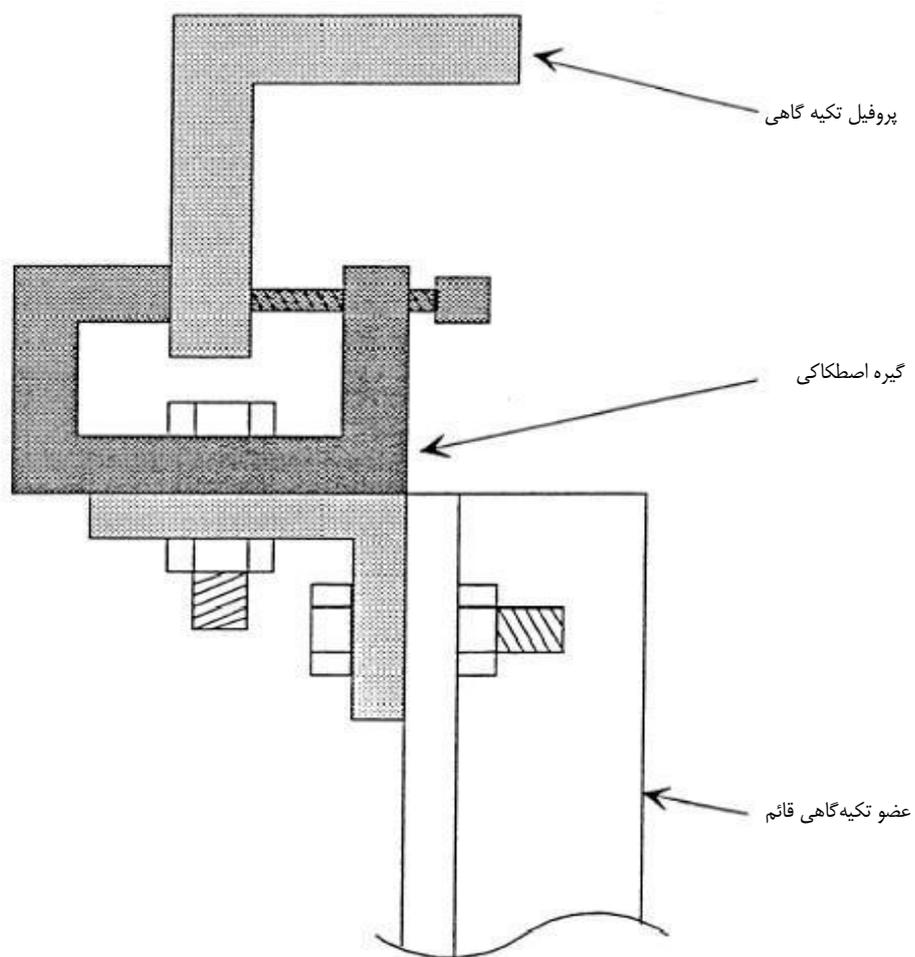
الف- اصلاح اتصال با استفاده از پیچ سرتاسری

شکل (۸-۳): اتصال کلاهیک صلب

۸-۲-۵- سرنده: گیره اتصال به تیر<sup>۱</sup>

اتصال نباید به گونه‌ای باشد که بارهای ثقلی منحصراً توسط نیروهای اصطکاک یا گیره‌ای ایجاد شده توسط گیره‌ها تحمل شود (شکل ۸-۴).





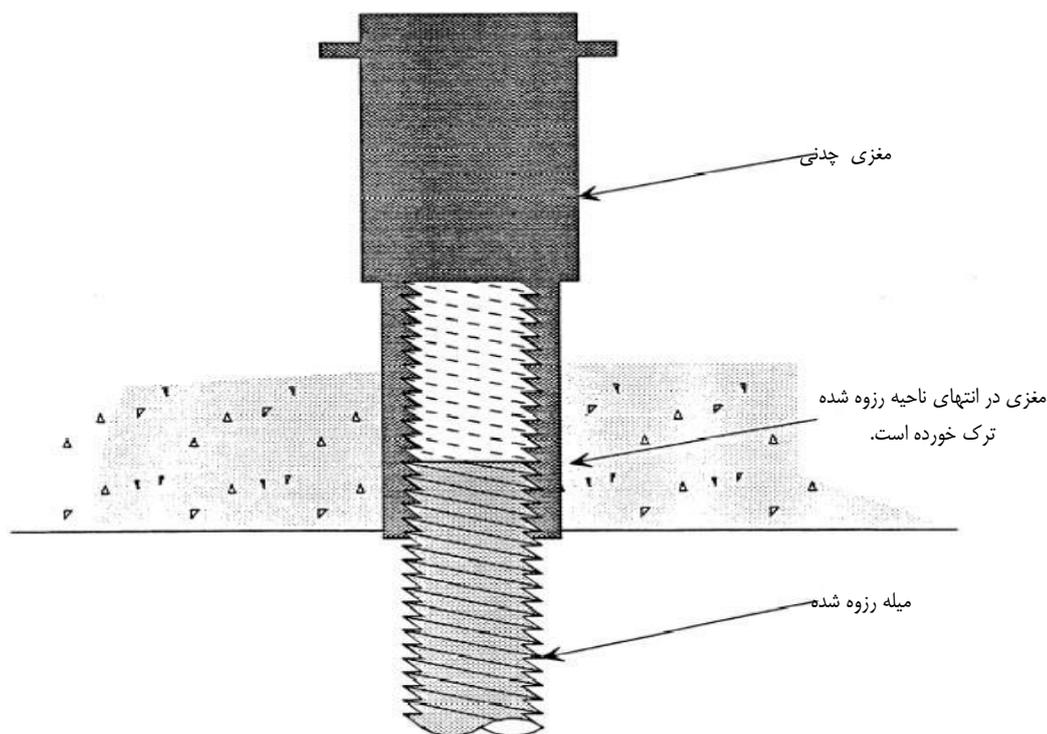
شکل (۴-۸) گیره اصطکاکی تیر

۸-۲-۶- سرند ۶: مهار چدنی مدفون<sup>۱</sup>

مهار چدنی مدفون به کفایت لرزه‌ای لازم را به عنوان وسیله اتصال در مقابل زلزله دارا نمی‌باشد، مگر آنکه آزمون و بررسی دقیق تر خلاف این موضوع را نشان دهد.

1 Cast-Iron Anchor Embedment





شکل (۸-۵): اتصال مهاري با مغزی چدنی

## ۸-۲-۷- سرند ۷: ضعف مهار

- در بازبینی مهار تکیه‌گاه‌های هدایت‌کننده باید توجه بیشتری به مهارهایی که زیر اثر بارهای سنگین‌تر قرار دارند، شود.
- کفایت مهارهایی چون مغزی‌های پلاستیکی و درپوش‌های محافظ سربی روی تکیه‌گاه‌های مجاری که بار کمی تحمل می‌کنند را می‌توان با رویکرد ارزیابی موردی، براساس اطلاعات شرکت سازنده و انجام آزمایش روی نمونه‌ها ارزیابی نمود.
- کاربرد مغزی‌های پلاستیکی و درپوش‌های محافظ سربی روی تکیه‌گاه‌های سینی کابل قابل قبول نیست.
- کفایت لرزه‌ای تکیه‌گاه‌هایی از مجاری راکه تحت اثر بار مرده کمتر از ۱۰ kgf قرار دارند و به دیوار یا سقف متصل می‌باشند، می‌توان با وارد نمودن کشش ناگهانی به آن با دست کنترل نمود.

## ۸-۲-۸- سرند ۸: ترک خوردگی بتن

- امکان خرابی مهار در اثر معیوب بودن بتن، ترک‌های بزرگ، خردشدگی‌های قابل توجه بتن، کرمبودن بتن و دیگر عیب‌های کلی بتنی که تکیه‌گاه‌های سینی کابل و مجاری به آن متصل‌اند، باید بررسی گردد.



**۸-۲-۹- سرند ۹: خوردگی**

اثر خوردگی زیاد سینی های کابل ها، مجاری، تکیه گاه ها یا مهارها در به خطر انداختن پایداری سازه ای، باید مورد ارزیابی قرار گیرد.

**۸-۲-۱۰- سرند ۱۰: خیز مجاری و سینی کابل**

- خیز مجاری و سینی های کابل نباید بزرگتر از ۲/۵cm در دهانه ای با طول ۳ متر، باشد. در صورتیکه خیز قابل ملاحظه ای مشاهده شود، قبل از اصلاح آن، باید عامل این خیز شناسایی گردد.  
- نیازی به اصلاح خیز ایجاد شده هنگام ساخت، که هیچ اثری بر پایداری سازه ندارد، نیست.

**۸-۲-۱۱- سرند ۱۱: اجزای شکسته یا از بین رفته**

- اجزای شکسته یا از بین رفته سینی کابل یا مجاری باید تعمیر یا جایگزین شوند.  
- در جاهایی که کابل در کنار لبه های زبر و تیز قرار گرفته است (مثل محل برش ورق های فلزی)، امکان بریدگی در کابل در جریان زلزله باید مورد ارزیابی قرار گیرد.

**۸-۲-۱۲- سرند ۱۲: ضعف قیود کابل ها**

- تمامی کابل های بالاتر از سطح ریل های کناری باید توسط قیودی محکم شوند تا در جریان زلزله درون سینی باقی بمانند.  
- نیازی به مقید کردن سیم های عایق بندی شده در مرکز سینی نمی باشد.  
- در صورتیکه کابل ها مقید نشده باشند، خطر احتمالی آن ها برای خودشان (مثل سوراخ شدن و یا قطع شدن در اثر افتادن از سینی و ...) و یا تاسیسات نزدیکشان (مثل ضربه زدن به اجزاء شکننده و ...)، باید مورد ارزیابی قرار گیرد.  
- زمانیکه سینی کابل ها آویز قائمی با ارتفاع بیش از ۶/۰ متر داشته باشند و بعلت آویختگی کابل ها در جریان زلزله امکان قطع شدگی و سوراخ شدن آنها و یا ضربه زدن به عناصر شکننده مجاور، وجود داشته باشد، این کابل ها باید توسط قیودی درون سینی نگهداری گردند.

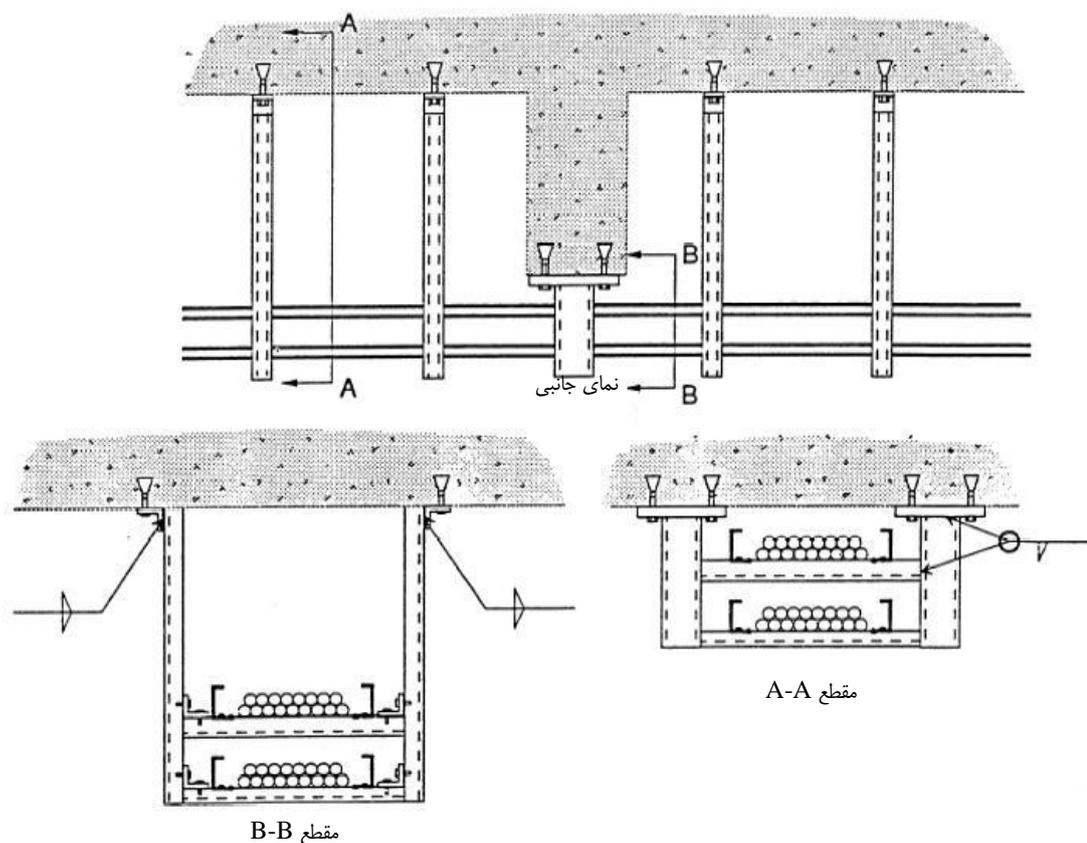
**۸-۲-۱۳- سرند ۱۳: فرسودگی گیره های پلاستیکی کابل ها**

مقاومت گیره هایی که از جنس پلاستیک می باشند و فرسوده شده اند باید بررسی گردد.

**۸-۲-۱۴- سرند ۱۴: نقاط و اجزای با سختی بالا**

- اثر حرکت بخش های انعطاف پذیر مسیر سینی کابل بر تکیه گاه های سخت، باید ارزیابی گردد. این نقطه ضعف اساساً مربوط به حرکات طولی سینی کابل می باشد.  
- در نقاطی که تکیه گاه سخت در خمیدگی های مسیر قرار گرفته است انعطاف پذیری و شکل پذیری ناحیه خم شده، از آسیب دیدن تکیه گاه سخت جلوگیری می کند.





توجه: در اثر حرکت طولی در جریان زلزله، بار قابل توجهی بر تکیه‌گاه کوتاه و سخت وارد می‌گردد.

شکل (۸-۶): تکیه‌گاه کوتاه و سخت در سیستم بلند و انعطاف‌پذیر

- تکیه‌گاه‌های با سختی بالا باید با استفاده از روش ارزیابی خستگی میله‌نگهدارنده ارائه شده در بخش (۸-۲-۱۹)، مورد ارزیابی قرار گیرند. سیستم‌های تکیه‌گاهی میله‌نگهدارنده دوزنقه‌ای که به صورت برون‌محور مهاربندی شده‌اند نیز باید به طور مشابه مورد ارزیابی قرار گیرند.

### ۸-۲-۱۵ - سرند ۱۵: اندرکنش لرزه‌ای

ارزیابی خطرات ناشی از اندرکنش اجزای مختلف، بر اساس ضوابط بخش (۲-۶) فصل دوم دستورالعمل صورت می‌گیرد.



### ۸-۲-۱۶- سرند ۱۶: شکل پذیری تکیه گاه

تکیه گاه هایی شکل پذیر در نظر گرفته می شوند که تحت اثر زلزله بدون نشان دادن زوال در مقاومت مهار و اتصال تکیه گاه فوقانی تغییر شکل دهند. این تغییر شکل می تواند در محدوده ارتجاعی یا غیرارتجاعی رخ دهد. نمونه هایی از جزئیات اتصالات شکل پذیر غیر شکل پذیر به ترتیب در اشکال (۸-۷ و ۸) نشان داده شده است.

- ظرفیت تکیه گاه هایی که غیر شکل پذیر تشخیص داده شوند باید در مقابل بار جانبی مطابق بند (۸-۲-۱۸) کنترل شوند.  
 - کفایت لرزه ای تکیه گاه هایی که شکل پذیر تشخیص داده شوند تنها با کنترل ظرفیت باربری قائم بند (۸-۲-۱۷) انجام می گیرد.  
 - تکیه گاه های متکی بر کف (واقع بر اجزای فشاری) یا قرار گرفته روی اعضای فشاری (تکیه گاه های از کف تا سقف) متکی بر کف بدلیل احتمال کمزش یا ناپایداری ناشی از اثر  $P-\Delta$  غیر شکل پذیر در نظر گرفته می شوند. مگر آنکه بررسی دقیق تر خلاف این موضوع را نشان دهد.

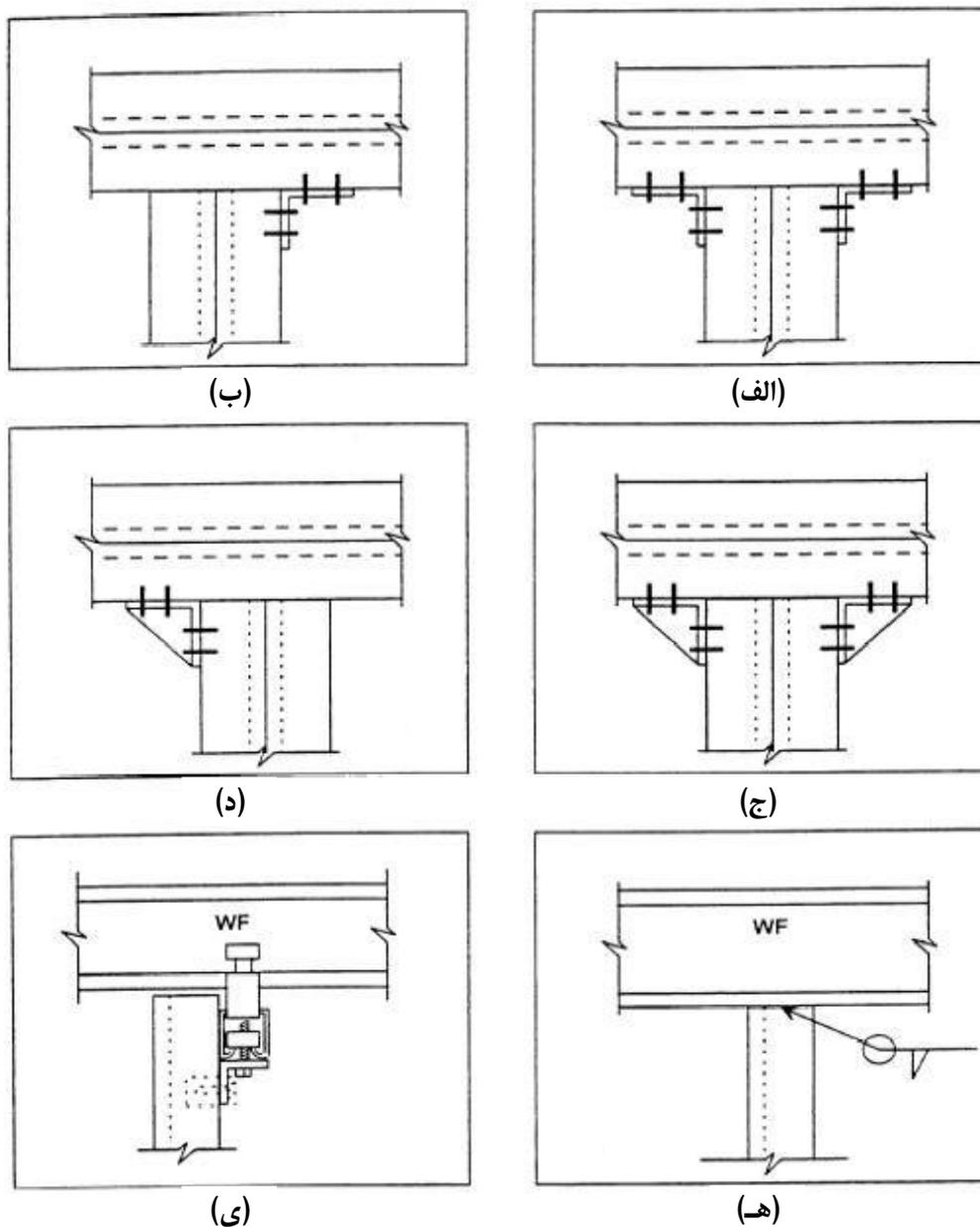
- تکیه گاه های آویزان در صورتی که احتمال تغییر شکل های خمشی ناشی از اتصالات صلب در آنها وجود نداشته باشد شکل پذیر در نظر گرفته می شوند. تکیه گاه های با اتصالات خمشی صلب مثل تکیه گاه های دوزنقه ای باید با دقت بیشتری مورد بررسی قرار گیرند.

### ۸-۲-۱۶-۱- اتصالات متشکل از پروفیل های سبک جدارنازک استاندارد<sup>۱</sup>، ناودانی های خم سرد<sup>۲</sup>، نبشی های بست و

#### پیچ و مهره های چفت شونده

تکیه گاه های مهاربندی نشده آویزان که از پروفیل های سبک جدارنازک استاندارد، ناودانی های خم سرد، نبشی های بست و پیچ و مهره های چفت شونده ساخته شده اند را می توان به عنوان تکیه گاه های شکل پذیر در نظر گرفت (شکل ۸-۷-الف، ب، ج، د).

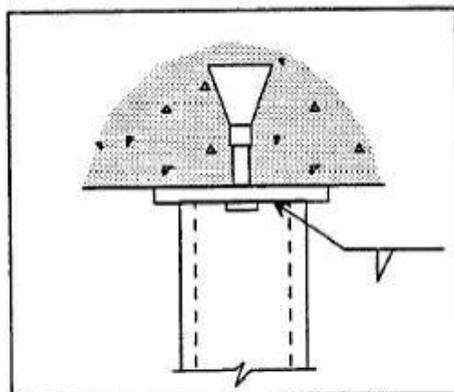




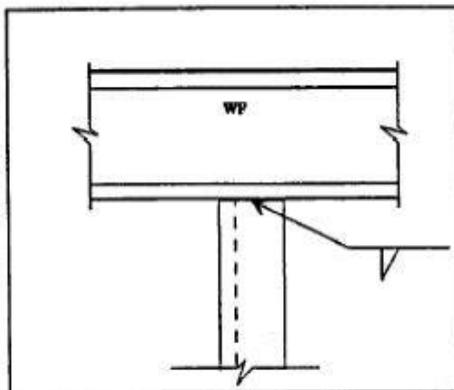
- اتصالات (الف)، (ب)، (ج)، (د) اتصالات شکل پذیری از پروفیل سبک جدارنازک می باشند.
- شکل (ی) گیره تیری با انتهای مفصلی (شکل پذیر) است که در جهت مناسبی قرار گرفته است.
- شکل (ه) ، جوش گوشه دورتادور مقطع نبشی : در صورتیکه ضخامت گلوی جوش مرکب از ضخامت پال نبشی بزرگتر باشد، اتصال شکل پذیر است.
- در صورتیکه پیچها در اتصالات (ج) و (د) بصورت نشان داده شده قرار گیرند، این اتصالات شکل پذیر خواهند بود. در صورتیکه پیچ قائم به بتن متصل باشد، شکل پذیری اتصال باید بررسی گردد.

شکل (۷-۸): اتصالات و پیکربندی نمونه هایی از تکیه گاه های شکل پذیر

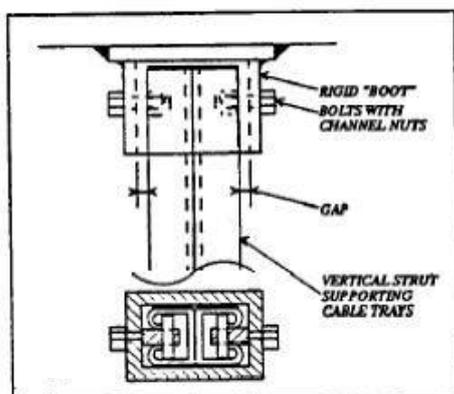
الف،



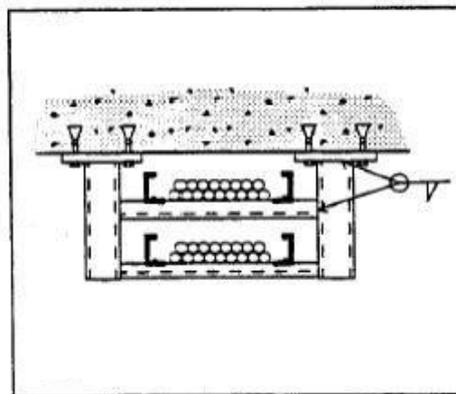
(ب)



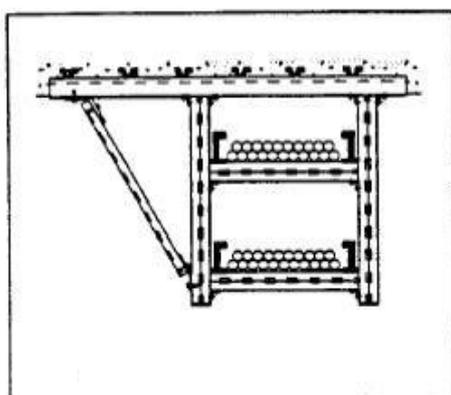
(الف)



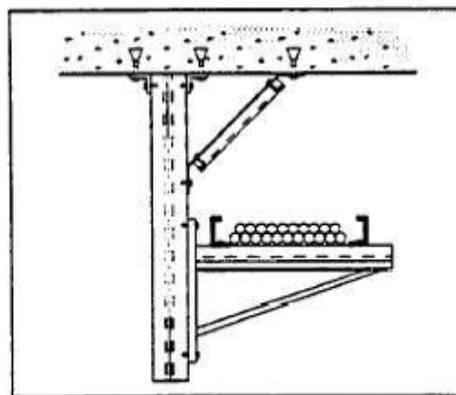
(د)



(ج)



(ی)



(هـ)

- اتصالات (الف) و (ب) دارای جوش های منقطع هستند. جوش های منقطع توانایی ایجاد ظرفیت لنگر خمیری عضو قائم را ندارند و بهمین دلیل غیر شکل پذیر می باشند.
- اتصال (د) اتصال کلاهیک صلب غیر شکل پذیر می باشد.
- اتصال (ج) ، قاب خمشی صلبی است که مقاومت آن در برابر بار افقی باید ارزیابی گردد.
- مقاومت اتصالات (هـ) و (ی) که بصورت قطری مهاربندی شده اند در برابر بار افقی باید بررسی گردد.

شکل (۸-۸): اتصالات و پیکربندی نمونه هایی از تکیه گاه های غیر شکل پذیر.

### ۸-۲-۱۶-۲-۸- اعضا فلزی جوش شده

- اگر ظرفیت خمیری عضو تکیه‌گاهی قاب از ظرفیت جوش بیشتر باشد، اتصال تکیه‌گاه غیرشکل‌پذیر در نظر گرفته می‌شود.
- برای مقطع ناودانی، جوش گوشه سرتاسری با ضخامت گلویی بزرگ‌تر از ضخامت اعضای متصله را می‌توان جوشی مناسب برای تشکیل مفصل خمیری در عضو قائم ناودانی، در نظر گرفت.
- برای اتصالات متشکل از پروفیل‌های سبک و ناودانی خم سرد اتصالات جوشی غیرشکل‌پذیر در نظر گرفته می‌شوند.

### ۸-۲-۱۶-۳- صفحه اتصال سقفی نگهداری شده با مهارهای انبساطی

- تکیه‌گاه‌هایی از سیستم هدایت‌کننده که در آنها اتصال بالایی با ورق متصل به بتن به کمک مهارهای انبساطی تامین گردیده است، ممکن است شکل‌پذیر باشند. بعلاوه، شکل‌پذیری می‌تواند از ضعیف بودن ورق اتصال سقف ناشی شود.

### ۸-۲-۱۶-۴- تکیه‌گاه‌های لچکی طره‌ای مهاربندی شده و قاب دوزنقه‌ای

- وجود مهاربندهای قطری در یک تکیه‌گاه (شکل ۸-۸ ه) و (ی) می‌تواند قابلیت تحمل بارهای بیرون‌کشیدگی را زمانیکه تکیه‌گاه تحت اثر بارهای افقی قرار می‌گیرد، به مقدار قابل ملاحظه‌ای افزایش دهد که تابعی از پیکربندی هندسی تکیه‌گاه، ظرفیت مهاربند و ظرفیت پیچ یا جوش‌های مهار می‌باشد.
- اگر مجموع نیروی مهاربند تحت بارهای افقی و نیروی ناشی از بار مرده امکان تجاوز از ظرفیت مهار تکیه‌گاه را داشته باشد، رفتار تکیه‌گاه احتمالاً غیر شکل‌پذیر خواهد بود.
- در صورتیکه پیش از رسیدن به ظرفیت پیچ یا جوش‌های اتصال اصلی تکیه‌گاه، مهاربند کمانش کرده و یا اتصال آن دچار خرابی گردد، تکیه‌گاه را می‌توان بعنوان تکیه‌گاهی شکل‌پذیر در نظر گرفت.

### ۸-۲-۱۶-۵- قاب‌های دوزنقه‌ای صلب مهاربندی نشده<sup>۱</sup>

- قاب‌های خمشی دوزنقه‌ای، مانند قاب‌هایی با تعدادی تیر عرضی<sup>۲</sup> سخت و جوش شده به دو تکیه‌گاه قائم (شکل ۸-۸ ج)، می‌توانند مقاومت بیرون‌کشیدگی میل مهارها را، هنگامی که قاب تحت حرکت افقی قرار می‌گیرد، به مقدار قابل توجهی افزایش دهند.
- اگر مجموع نیروی ناشی از بار افقی و بار مرده در مهار از ظرفیت مهار تجاوز کند، رفتار قاب احتمالاً غیرشکل‌پذیر خواهد بود.

### ۸-۲-۱۶-۶- تکیه‌گاه‌های روی طبقه

- رفتار خمیری تکیه‌گاه‌های روی کف، ممکن است منجر به ناپایداری سازه‌ای شود.
- تکیه‌گاه‌های روی کف، غیرشکل‌پذیر شناخته شده و مقاومت افقی آنها در بندهای (۲۰-۲-۸) و (۲۱-۲-۸) با تمرکز بر پایداری، باید مورد بررسی بیشتری قرار گیرد.



1. Unbraced Rigid Trapeze Frames  
2. Cross-beam

### ۸-۲-۱۶-۷- تکیه گاه های دوزنقه ای میله ای<sup>۱</sup>

تکیه گاه های ساخته شده از میله های رزوه شده با اتصالات گیردار در دو انتهای میله نگهدارنده، در حرکت افقی رفتاری شکل پذیر دارند، اما باید دقت نمود که میله های نسبتاً کوتاه ممکن است در اثر خمش ناشی از حرکت لرزه ای افقی، در انتهای گیردارشان، کرنش های بسیار بزرگی متحمل شوند. پاسخ این تکیه گاه ها ممکن است توسط خستگی ناشی از حرکات با دوره تناوب کم<sup>۲</sup> کنترل گردد.

### ۸-۲-۱۷- سرند ۱۷: کنترل ظرفیت بار قائم

تکیه گاه های شکل پذیر با توجه به مفاد بند (۸-۲-۱۶) باید تحت بار قائم معادل ۳ برابر بار مرده با تنش مجاز کنترل شوند.

### ۸-۲-۱۸- سرند ۱۸: کنترل ظرفیت بار جانبی

ظرفیت بار جانبی تکیه گاه های غیر شکل پذیر و با شکل پذیری مشکوک باید کنترل شود.

- هدایت کننده های قرار گرفته روی زمین باید تحت شتاب افقی برابر با حاصل ضرب 2g در بیشترین نسبت طیف طرح به طیف آسیب پذیری (۲-۲-۲-۵-۱) در محدوده زمان تناوب ۰ تا ۰/۵ ثانیه به همراه بار مرده کنترل شوند.

- هدایت کننده های قرار گرفته روی کف طبقات باید تحت شتاب افقی برابر با ۲/۵ برابر ZPA طیف نیاز طبقه (۲-۲-۲-۵-۲) به همراه بار مرده کنترل شوند.

- در صورت بروز کمناش اعضای فشاری تکیه گاه مثل مهاربندها در شتابی کمتر از شتاب بار جانبی، بیشترین مقدار ۰/۸g یا شتاب حد کمناش فوق به عنوان شتاب بار جانبی مورد استفاده قرار می گیرد.

- در ارزیابی آویزهای بلند در هدایت کننده های آویزان، لنگر خمشی وارده بر آویز باید با استفاده از حداکثر تغییر مکان ناشی از زلزله بدست آمده از جابجایی طیفی طبقه در بالاترین فرکانس محتمل محاسبه گردد.

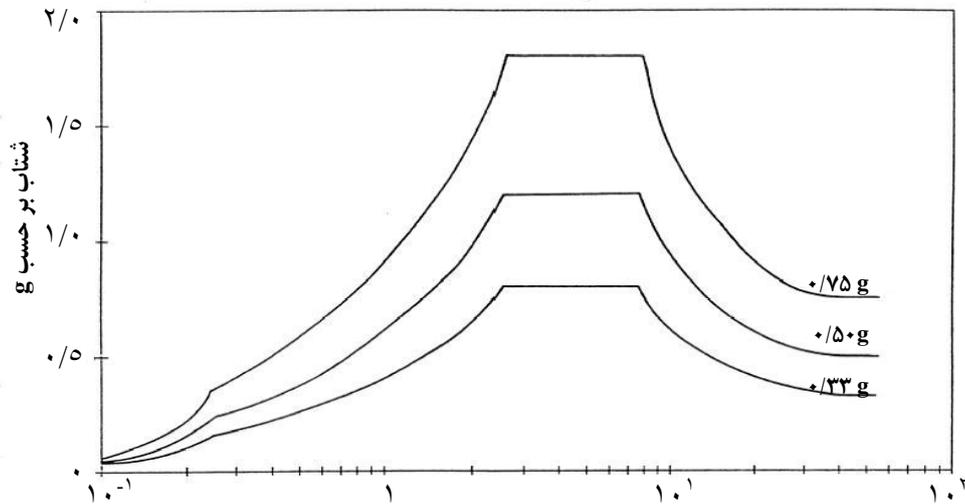
- برای تکیه گاه هایی که به صورت قطری مهاربندی شده اند و مهاربندی آنها شکل پذیر نیست، آن بخش از بار جانبی که توسط مهاربند تحمل نمی شود باید دوباره به صورت تنش های خمشی در اتصال فوقانی توزیع شود.

### ۸-۲-۱۹- سرند ۱۹: ارزیابی های خستگی آویز میله ای در تکیه گاه دوزنقه ای

کاربر باید توجه نماید که ظرفیت لرزه ای تکیه گاه های دوزنقه ای میله ای گیردار توسط خستگی میله های نگهدارنده محدود می گردد.

ارزیابی خستگی آویزهای میله ای، براساس طیف آسیب پذیری میله (شکل ۸-۹) و نمودارهای کلی ارزیابی خستگی میله (شکل های ۸-۱۰ تا ۸-۱۴)، صورت می گیرد [۸].





شکل (۸-۹): طیف آسیب‌پذیری میله‌هایی که برای مهار در شتاب‌های  $0.75g$ ،  $0.5g$  و  $0.33g$  بکار رفته‌اند

نمودارهای ارزیابی خستگی، برای مسیرهای هدایت‌کننده با نگهدارنده‌های هم‌اندازه و میله‌های تمام رزوه بطور مستقیم قابل استفاده‌اند. همچنین می‌توان از این نمودارها برای ارزیابی تکیه‌گاه‌های با میله‌های رزوه شده در محل و برای ارزیابی میله‌های کوتاه گیردار منفرد که وجود آن پس از زلزله ضرورتی ندارد، در سیستم‌های انعطاف‌پذیرتر، با میله‌های نگهدارنده بلندتر، استفاده نمود.

#### ۸-۲-۱۹-۱- میله‌های تمام رزوه شده کارخانه‌ای

برای ارزیابی خستگی آویزهای میله‌ای گیردار کوتاه (تمام رزوه) در مسیرهای تکیه‌گاه هدایت‌کننده‌هایی که در آن تمام میله‌ها هم‌اندازه هستند، باید به ترتیب زیر عمل شود.

۱- طیف نیاز طبقه با میرایی ۵٪ (بند ۲-۳-۳-۴) برای محل تکیه‌گاه تهیه شود.

۲- با مراجعه به شکل (۸-۹) که شامل طیف آسیب‌پذیری میله مهارشده برای  $0.75g$ ،  $0.5g$  و  $0.33g$  می‌باشد، طیفی را که طیف نیاز طبقه را پوش می‌دهد انتخاب گردد. در صورتیکه طیف انتخاب شده، تماماً طیف نیاز طبقه را پوش ندهد، طیفی که طیف نیاز طبقه را در فرکانس تشدید تکیه‌گاه پوشش می‌دهد، انتخاب شود. فرکانس تشدید تکیه‌گاه از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$f_{\text{support}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K_s}{M_s}} \quad (۸-۱)$$

که در آن:

$$K_s = 2 \left( \frac{12EI}{L^3} \right) + \frac{W}{L} \quad (۸-۲)$$

$$M_s = \frac{W}{g} \quad (۸-۳)$$

W: کل وزن مرده قرار گرفته روی تکیه‌گاه‌های هر جفت میله آویز



g: شتاب ثقل

E: مدول الاستیسیته فولاد

I: ممان اینرسی مقطع ریشه میله

L: طول میله در بالای ردیف فوقانی

۳- با توجه به قطر میله رزوه شده، به یکی از نمودارهای ارزیابی خستگی در شکل‌های (۸-۱۰) تا (۸-۱۴) مراجعه و منحنی مرتبط با شتاب (۰/۳۳g، ۰/۵g، ۰/۷۵g) طیف آسیب‌پذیری میله که در مرحله قبل تعیین شده، انتخاب می‌گردد. این نمودارها در مورد میله‌هایی که قسمتی از آن‌ها رزوه شده، باشد، قابل کاربرد نیستند. به عنوان یک معیار، استفاده از نصف وزن و طولی معادل  $1/3$  برابر طول میله در نمودارها توصیه می‌شود.

۴- مقادیر طول و وزن آویز میله‌ای، با ترکیب‌های قابل قبول طول و وزن در نمودارهای سرند، مقایسه می‌گردد. نواحی قابل قبول در نمودارهای ارزیابی خستگی، در زیر و سمت راست منحنی‌های انتخاب شده در مرحله قبل، قرار دارند. در صورتیکه پارامترهای تکیه‌گاه در ناحیه مجاز قرار داشته باشند، آویز میله‌ای از کفایت لرزه‌ای برخوردار است. نمودارهای ارزیابی خستگی، شامل حدود ۳ برابر حد بار مرده در کنترل ظرفیت باربری قائم (بند ۸-۲-۱۷) هستند که می‌توان از آن‌ها برای تسهیل ارزیابی مهارهای انبساطی نیز (براساس ضریب کاهش ۰/۷۵ برای تعیین ظرفیت مهار در فصل سوم) استفاده نمود.

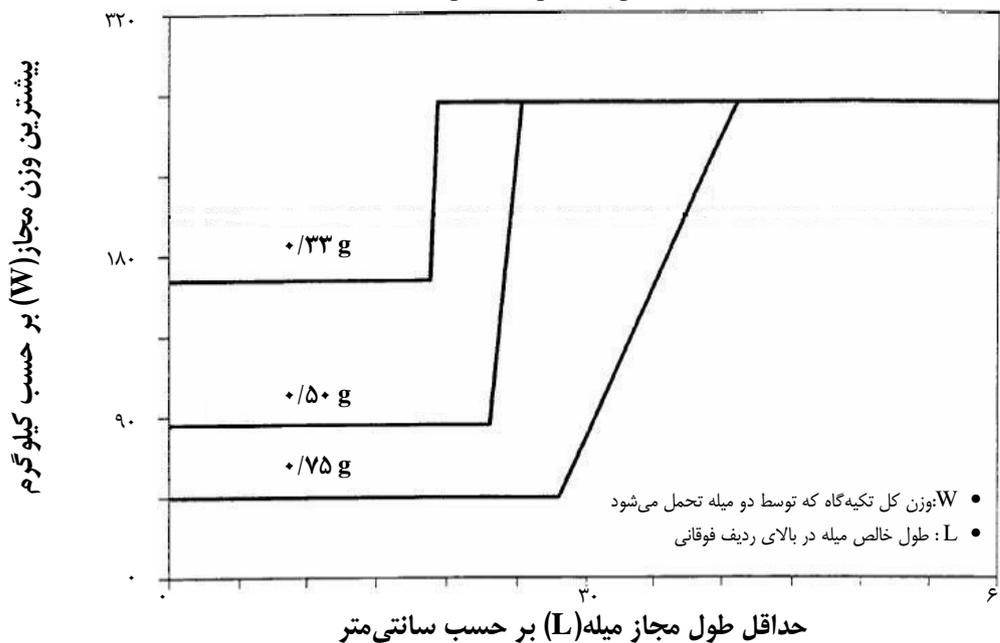
#### ۸-۲-۱۹-۲- میله‌های رزوه شده در محل

میله‌های رزوه شده در محل، عمر خستگی کمتری نسبت به میله‌های تمام رزوه کارخانه‌ای دارند. روش ارزیابی میله‌های رزوه شده در محل مشابه روش مورد استفاده برای میله‌های تمام رزوه می‌باشد، به جز اینکه باید از وزن‌ها و طول‌های متعادل شده در نمودارهای ارزیابی خستگی استفاده گردد. برای چنین میله‌هایی از دو برابر وزن و  $\frac{2}{3}$  طول میله در نمودارها استفاده می‌شود.

اگر مقادیر اصلاح شده در محدوده مجاز نمودارهای ارزیابی خستگی قرار بگیرند، آویز میله‌ای کفایت لرزه‌ای لازم را دارد.

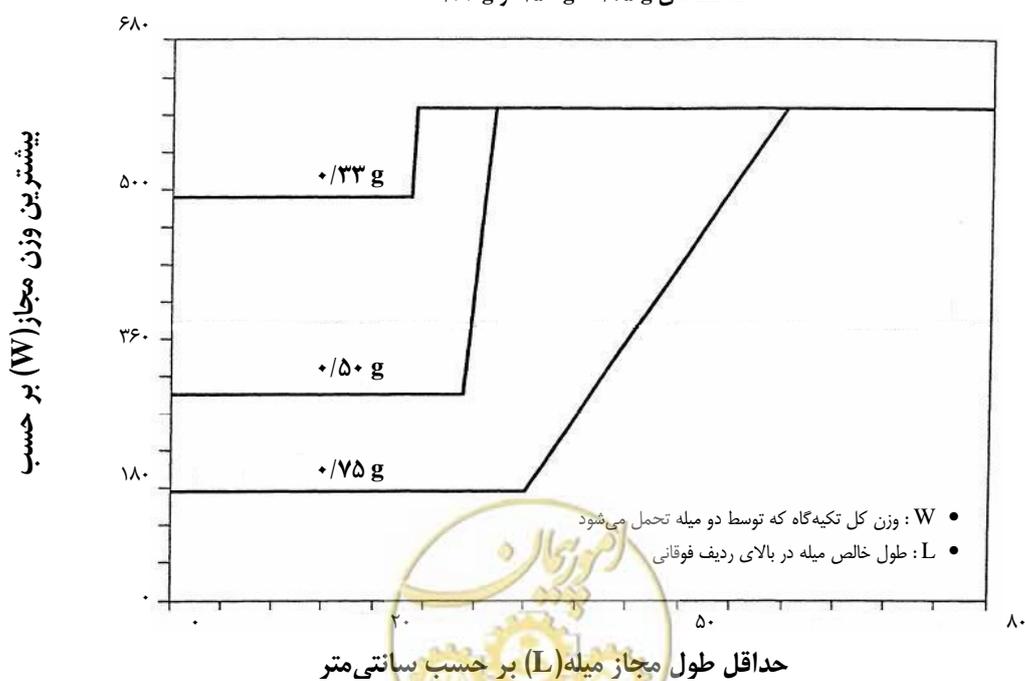


میله‌های رزوه شده با قطر ۷ میلی‌متر  
ZPA های ۰/۷۵ g ، ۰/۵۰ g و ۰/۳۳ g



شکل (۸-۱۰): نمودار ارزیابی خستگی میله‌های تمام رزوه کارخانه‌ای با قطر ۷ میلی‌متر

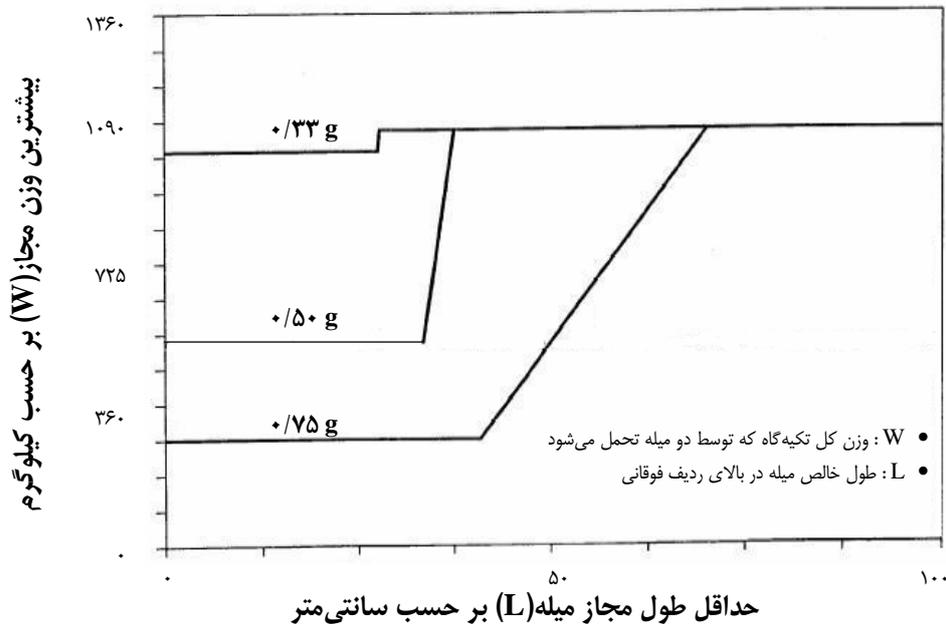
میله‌های رزوه شده با قطر ۱۰ میلی‌متر  
ZPA های ۰/۷۵ g ، ۰/۵۰ g و ۰/۳۳ g



شکل (۸-۱۱): نمودار ارزیابی خستگی میله‌های تمام رزوه کارخانه‌ای با قطر ۱۰ میلی‌متر

## میله‌های رزوه شده با قطر ۱۳ میلی‌متر

ZPA های ۰/۷۵ g ، ۰/۵۰ g و ۰/۳۳ g



شکل (۸-۱۲): نمودار ارزیابی خستگی میله‌های تمام رزوه کارخانه‌ای با قطر ۱۳ میلی‌متر

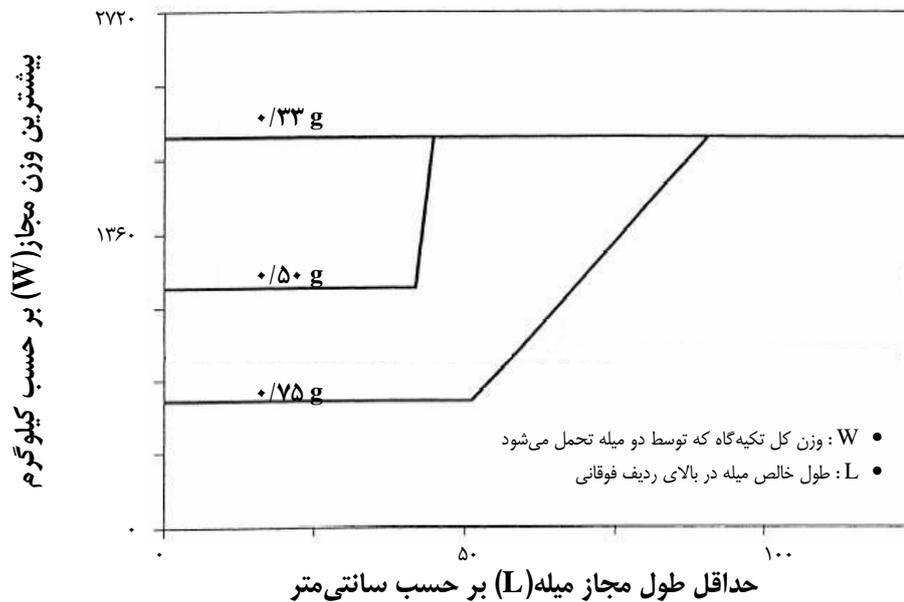
## میله‌های رزوه شده با قطر ۱۶ میلی‌متر

ZPA های ۰/۷۵ g ، ۰/۵۰ g و ۰/۳۳ g



شکل (۸-۱۳): نمودار ارزیابی خستگی میله‌های تمام رزوه کارخانه‌ای با قطر ۱۶ میلی‌متر

میله‌های رزوه شده با قطر ۱۹ میلی‌متر  
ZPA های ۰/۷۵ g ، ۰/۵۰ g و ۰/۳۳ g



شکل (۸-۱۴): نمودار ارزیابی خستگی میله‌های تمام رزوه کارخانه‌ای با قطر ۱۹ میلی‌متر

### ۸-۲-۱۹-۳- آویزهای میله‌ای کوتاه گیردار منفرد

در صورت وجود آویز میله‌ای کوتاه و گیردار در سیستمی که اغلب آویزهای آن بلند و انعطاف‌پذیرند، ارزیابی ویژه‌ای باید انجام گیرد. برای تعیین فرکانس سیستم تکیه‌گاه با صرف‌نظر از میله منفرد کوتاه می‌توان از رابطه فرکانس ارائه شده در رابطه (۸-۱)، استفاده نمود (باید از طول بلندترین میله در این رابطه استفاده گردد).

محاسبه وزن معادل آویز میله‌ای منفرد کوتاه، با استفاده از فرکانس بلندترین آویز میله‌ای تکیه‌گاه از رابطه زیر تعیین می‌شود.

$$W_{\text{equiv}} = \frac{24EIg}{(2\pi f)^2 L^3 - gL^2} \quad (۸-۴)$$

با استفاده از مقادیر محاسبه شده در مراحل قبل به نمودارهای ارزیابی خستگی مناسب (از شکل‌های ۸-۱۰ تا ۸-۱۴) مراجعه شود. در صورتیکه پارامترهای فوق در محدوده قابل قبول نمودار ارزیابی خستگی قرار داشته باشند، آویز میله‌ای کوتاه گیردار، کفایت لرزه‌ای خواهد داشت.



### ۸-۲-۲۰- سرند ۲۰: ارزیابی تکیه گاه های کف تا سقف

- استحکام لرزه ای تکیه گاه های کف تا سقف، که به اتصال کف وابسته است، را می توان به صورت زیر ارزیابی نمود.
- ۱- کمناش ستون تکیه گاه قائم پائینی، باید کنترل شود. بار کمناشی وارده باید بخشی از ۳ برابر بار مرده باشد که توسط مهار بالایی قابل تحمل نمی باشد.
  - ۲- تکیه گاه باید برای بار جانبی (بند ۸-۲-۱۸) کنترل گردد.
  - ۳- اتصالات بالایی و پائینی و مهارها باید برای عکس العمل های بار مرده به اضافه بار جانبی (بند ۸-۲-۱۸) کنترل شوند. در این کنترل می توان از تنش های خمشی در نبشی بست صرف نظر کرد و اجباری در کنترل ستون های تکیه گاهی برای بار جانبی نیست.
  - ۴- ظرفیت بار قائم تمامی تکیه گاه ها باید مطابق بند (۸-۲-۱۷) کنترل شوند.

### ۸-۲-۲۱- سرند ۲۱: ارزیابی تکیه گاه های روی کف (واقع بر اجزای فشاری)

- تکیه گاه های روی کف و واقع بر اجزای فشاری باید تحت اثر بار مرده و بار جانبی که به طور غیرهمزمان و در راستای متعامد وارد می شوند کنترل شوند.
- نیازی به کنترل ظرفیت بار قائم (بند ۸-۲-۱۷) نمی باشد.
  - ارزیابی تکیه گاه های فشاری باید با ملاحظه از  $P-\Delta$  انجام پذیرد.
  - اثر  $P-\Delta$  باید با در نظر گرفتن احتمال لغزش در اتصالات پیچ و مهره قفل شوند. (حدود ۲ میلیمتر) و اتصالات مهارهای انبساطی غیرپوسته ای (حدود ۳ میلیمتر) محاسبه شود.
  - تغییر شکل هدایت کننده ها با استفاده از دوران پایه و ملاحظه تغییر مکان ناشی از انعطاف پذیری تکیه گاه قائم محاسبه می گردد. از ضرب کردن این تغییر شکل اضافی دربار مرده، لنگر پایه موثر ناشی از  $P-\Delta$  بدست می آید.
  - اگر این لنگر بیش از ۵٪ لنگر کل ناشی از اثر بار مرده به اضافه بار جانبی باشد، باید در کنترل اثر بار مرده به اضافه بار جانبی در نظر گرفته شود. می توان از لنگرهای پیشی در پای عضو قائم تکیه گاه، که ممکن است نتیجه اثر بارهای عرضی و طولی باشند، صرف نظر کرد.

### ۸-۳- رواداری های روش سرند

ملاحظه ظرفیت های خمیری موجود در سازه حاصل از افزونگی و بیش مقاومت مصالح می تواند به عنوان روشی جهت کاهش آسیب پذیری هدایت کننده ها مورد استفاده قرار گیرد. در بندهای بعدی رواداری های قابل قبول در ارزیابی به روش سرند ارائه گردیده است.



**۸-۳-۱- دهانه هدایت‌کننده‌ها**

طول بیش از حد دهانه هدایت‌کننده‌ها در صورتی که تغییر مکان قائم آنها توسط تاسیسات مجاور محدود شده باشد می‌تواند قابل قبول باشد. به علاوه می‌توان از آزمایش‌های بار استاتیکی قائمی مساوی با ۳ برابر بار مرده برای نشان دادن مقبولیت دهانه بلند استفاده نمود.

**۸-۳-۲- بست‌های اعضای هدایت‌کننده**

بست‌ها باید به‌گونه‌ای نصب شوند که ضوابط سرند بند (۸-۲-۲) برآورده شود. با انجام آزمایش بار کششی جانبی استاتیکی نیز می‌توان نشان داد که سینی‌ها و یا مجاری قابلیت سقوط از تکیه‌گاه را ندارند. مقدار بار استاتیکی مورد استفاده در این ارزیابی باید با یکی از موارد ارائه شده برای کنترل بار جانبی در بند (۸-۲-۸)، سازگار باشد.

**۸-۳-۳- مهره‌های قفل‌شونده**

مهره‌های قفل‌شونده بدون دندانه باید با مهره‌های دندانه‌دار جایگزین شود و یا آزمون‌های دینامیکی نشان دهند که این مهره‌های بدون دندانه، قابلیت تحمل بارهای لرزه‌ای را دارند.

**۸-۳-۴- اتصال کلاهک صلب**

کلاهک‌های صلب، حتی در صورتیکه فاصله کمی بین کلاهک و عضوی که نگه‌داشته است وجود داشته باشد، بعنوان جزء مردود در نظر گرفته می‌شوند.

در صورتیکه کلاهک در محل به صورتی نصب شده باشد که فاصله‌ای بین کلاهک و عضوی که نگه‌داشته است وجود نداشته باشد و کلاهک با عضو محکم بهم متصل باشند، اتصال قابل قبول خواهد بود. یک راه ساده اصلاح کلاهک صلب با فاصله، جایگزین کردن پیچ‌های تکی با پیچ سرتاسری می‌باشد (شکل ۸-۳).

**۸-۳-۵- گیره‌های تیرها**

گیره‌ها باید با اتصال مناسب جایگزین شوند و یا به گونه‌ای دوران یابند که بارهای ثقلی توسط اصطکاک گیره تحمل نگردند. در صورتیکه بارهای وارده از حدود  $10 \text{ kgf}$  کمتر باشند، کفایت لرزه‌ای گیره با دوران نامناسب را می‌توان با لرزاندن و یا کشیدن با دست، ارزیابی نمود. در صورتیکه تمام مسیر یک مجرای کوچک با بارهای مرده‌ی کم (کمتر از  $10 \text{ kgf}$  برای هر تکیه‌گاه) توسط گیره‌هایی که تنها با اصطکاک بار مرده را تحمل می‌کنند، مهار شده باشد، تعدادی از تکیه‌گاه‌ها باید به عنوان نماینده تمام مسیر مجاری تحت اثر کشش ناگهانی قرار گیرند تا کفایت لرزه‌ای آن‌ها بررسی گردد.

**۸-۳-۶- مهار چدنی مدفون**

مهار چدنی مدفون باید با مهارهای قابل قبولی جایگزین شوند، در غیر این صورت تکیه‌گاه باید بصورت افقی مهاربندی و تنش در مهار بسیار پائین نگه داشته شود.



**۸-۳-۷- ارزیابی بار جانبی**

برای ارزیابی اجزای مردود شده‌ای که کنترل ظرفیت بابری قائم در بند (۸-۲-۱۷) را برآورده نمی‌کنند، از کنترل بار جانبی بند (۸-۳-۱۸) می‌توان استفاده نمود.

**۸-۳-۸- ارزیابی افزونگی**

چنانچه در بین دو تکیه‌گاه مردود، دست‌کم دو تکیه‌گاه آویز که کنترل‌های ظرفیت بار قائم بند (۸-۲-۱۷)، کنترل شکل‌پذیری بند (۸-۲-۶) و کنترل بار جانبی بند (۸-۲-۱۸) در آنها برآورده شود، وجود داشته باشد، کفایت لرزه‌ای مجموعه تکیه‌گاه‌ها قابل قبول می‌باشد.



## ۸-۴- مراجع

1. DOE/EH-0545, "Seismic Evaluation Procedure for Equipment in U.S. Department of Energy Facilities"
2. EPRI Report NP-5228, "Seismic Verification of Nuclear Plant Equipment Anchorage" , Revision 1, Volume 4.
3. John A. Blume & Associates, Engineers, "Guidelines for Tanks and Heat Exchangers" , URS Corporation, Electric Power Research Institute, Palo Alto, California, June 1991.(Volume 3 of DOE Binders)
4. EPRI Report NP-7150, "The Performance of Raceway Systems in Strong Motion Earthquakes" , Electric Power Research Institute, Palo Alto, California, prepared by EQE, Inc., March 1991.(Volume 6 of DOE Binders)
5. SSRAP Cable Tray Report, "Review Procedure to Assess Seismic Ruggedness of Cantilever Bracket Cable Tray Supports" , Revision 3, SAND92-0140 Part II, UC-523, Sandia National Laboratories, Albuquerque, New Mexico, prepared by Senior Seismic Review and Advisory Panel, March 1, 1991.(Volume 6 of DOE Binders)
6. EPRI Report NP-7151, "Cable Tray and Conduit Systems Seismic Evaluation Guidelines" , Electric Power Research Institute, Palo Alto, California, prepared by EQE, Inc., March 1991.(Volume 6 of DOE Binders)
7. American Institute of Steel Construction, "Manual of Steel Construction" , 9th Edition, Inc., Chicago, Illinois, 1989.
8. EPRI Report NP-7153, "Longitudinal Load Resistance in Seismic Experience Data Base Raceway Systems" , Electric Power Research Institute, Palo Alto, California, prepared by EQE, Inc., March 1991.(Volume 6 of DOE Binders)
9. EPRI Report NP-7152, "Seismic Evaluation of Rod angle Supports for Electrical Raceway Systems" , Electric Power Research Institute, Palo Alto, California, prepared by EQE, Inc., March 1991.(Volume 6 of DOE Binders)
10. NEMA Standard VE 1-1984, "Metallic Cable Tray Systems" , National Electric Manufacturers Association, Washington, D.C., 1984.





# فصل ۹

---

---

## ارزیابی لرندهای دودکش با استفاده از روش تحلیلی





[omoorepeyman.ir](http://omoorepeyman.ir)

## ۹-۱- ملاحظات کلی

ارزیابی لرزه‌ای دودکش‌ها بر اساس ملاحظات مندرج در بخش (۶-۱) برای سطح عملکرد "ایمنی طرح" انجام می‌پذیرد. ارزیابی برای سطح عملکرد "ایمنی بهره برداری" بنا به صلاحدید مشاور و یا درخواست کارفرما قابل انجام می‌باشد.

### ۹-۱-۱- محدوده کاربرد

دودکش‌ها در انواع مختلف بتن مسلح و بتن پیش ساخته در محدوده کاربرد این دستورالعمل قرار می‌گیرند. ارزیابی لرزه‌ای دودکش‌های خرابایی فلزی مطابق ضوابط بند (۲-۴-۱-۲) فصل دوم انجام می‌پذیرد.

### ۹-۱-۲- اجزای دودکش

دودکش‌ها عمدتاً شامل دو جزء "سازه نگهدارنده" و "دود رو" می‌باشند که در بخش‌های (۹-۲ و ۳) به آنها پرداخته شده است.

## ۹-۲- ارزیابی لرزه‌ای سازه نگهدارنده

مدلسازی و تحلیل سازه نگهدارنده بر مبنای معیارهای ارائه شده در بندهای بعدی و کنترل ظرفیت‌های لرزه‌ای براساس آیین نامه بتن ایران با توجه به شرایط موجود سازه نگهدارنده انجام می‌پذیرد.

کفایت لرزه‌ای سازه نگهدارنده دودکش در صورتی که شرط ذیل برقرار باشد احراز می‌شود.

ظرفیت لرزه‌ای  $\leq$  نیاز کل

نیاز کل، مجموع اثر نیاز لرزه‌ای بدست آمده از بند (۹-۲-۲) و بار مرده سازه نگهدارنده به همراه وزن ملحقاتی که به سازه نگهدارنده وارد می‌شود در نظر گرفته می‌شود.

### ۹-۲-۱- مدلسازی

مطابق ضوابط این دستورالعمل، سازه نگهدارنده دودکش به دو روش ذیل مدلسازی می‌شود.

۱- مدلسازی اجزای محدوده با استفاده از اجزای پوسته

۲- مدلسازی بصورت تیر طره‌ای

- در مدلسازی بصورت تیر طره‌ای، دودکش باید حداقل با استفاده از ۱۰ جزء تیری و یا به صورت پیوسته مدل گردد.

- در صورتیکه دودکش با ارتفاع زیاد روی خاک نرم ساخته شود، مدلسازی اندرکنش خاک و سازه ضروری است.



### ۹-۲-۲- روش های تحلیل

روش های تحلیل سازه ای مورد توصیه این دستورالعمل عبارتند از:

- روش استاتیکی معادل

- روش طیفی

برای تحلیل لرزه ای، در نظر گرفتن یک مولفه افقی زلزله کافی است و در نظر گرفتن اثر مولفه قائم زلزله ضروری نیست.

در بندهای بعدی روش های فوق تشریح گردیده اند.

### ۹-۲-۲-۱- روش استاتیکی معادل

#### ۹-۲-۲-۱-۱- نیاز لرزه ای

نیاز لرزه ای با استفاده از برش پایه و توزیع آن در ارتفاع دودکش ارزیابی می گردد.

برش پایه،  $V_u$ ، از رابطه زیر محاسبه می شود.

$$V_u = C_u W \quad (۱-۹)$$

که در آن

$W$ : وزن کل دودکش شامل سازه نگهدارنده و ملحقات

$C_u$ : ضریب زلزله طبق رابطه (۲-۹)

$$C_u = \frac{S_a}{R_u} \quad (۲-۹)$$

که در آن

$S_a$ : مقدار شتاب طیفی بر اساس زمان تناوب اصلی دودکش (رابطه ۳-۹)

$R_u$ : ضریب رفتار سازه که برابر ۳ در نظر گرفته می شود.

#### ۹-۲-۲-۱-۲- زمان تناوب اصلی دودکش

زمان تناوب اصلی دودکش،  $T$ ، از رابطه زیر بدست می آید.

$$T = \frac{1.6h^2}{d_b} \sqrt{\frac{\rho}{E} \left[ \frac{t_h}{t_b} \right]^{0.3}} \quad (۳-۹)$$

که در آن

$t_h$ : ضخامت دودکش در بالاترین نقطه (m)

$t_b$ : ضخامت دودکش در پایین ترین نقطه (m)

$d_b$ : قطر متوسط در کف (m)

$h$ : ارتفاع دودکش از تراز پایه (m)

$E$ : ضریب ارتجاعی ( $\text{kgf} / \text{m}^2$ )



$\rho$ : جرم حجمی ( $\text{kg/m}^3$ )

### ۹-۲-۱-۳- توزیع نیروی جانبی

توزیع نیروی جانبی در ارتفاع دودکش از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$F_i = V_u \frac{w_i h_i^2}{\sum w_i h_i^2} \quad (۹-۴)$$

که در آن

$F_i$ : نیروی افقی در مرکز جرم قطعه  $\lambda$ م.

$w_i$ : وزن قطعه  $\lambda$ م که شامل

$h_i$ : ارتفاع مرکز جرم قطعه  $\lambda$ م از تراز پایه

### ۹-۲-۲- روش طیفی

از روش طیفی جهت ملاحظه اثرات مودهای بالاتر در رفتار و سازه نگهدارنده دودکش استفاده می‌شود. طیف نیاز ساختگاه دودکش جهت تحلیل به روش طیفی به کار گرفته می‌شود. ضوابط و معیارهای به کارگیری روش طیفی مطابق استاندارد ۲۸۰۰ می‌باشد.

### ۹-۳- الزامات کنترل و ارزیابی لرزه‌ای دودروها

کنترل رعایت و ملاحظه نکات ذیل در مورد ارزیابی دودروها ضروری است.

- دودروها باید قابلیت تحمل بار ثقیلی ناشی از وزن خود را داشته باشند.
- محل بازشوها در قسمت پایین دودکش (محل اتصال کانال‌ها با دودکش) باید برای اثرات تمرکز تنش مورد ارزیابی قرارگیرد.
- دودرو و تکیه‌گاه‌ها و اتصالات مربوطه باید توانایی تحمل تغییر شکل‌های ناشی از زلزله اعمال شده از طریق سازه نگهدارنده را داشته باشند.
- کنترل تنش‌های ادوات اتصال و تکیه‌گاه‌ها براساس ضوابط مقررات ملی ایران انجام می‌پذیرد.
- تکیه‌گاه‌های جانبی دودروها نباید در مقابل تغییر طول یا شعاع دودروها در اثر تغییر درجه حرارت محدودیت ایجاد نماید.
- اتصالات جوش شده باید مورد بازرسی و با توجه به ضوابط مقررات ملی ایران مورد ارزیابی قرار گیرند.



## ۹-۴- مراجع

1. ACI 307-88, "Standard Practice for the Design and construction of Cast-in-Place Reinforced Concrete chimney, 1988.
2. ASCE, "Design and Construction of Steel chimney Liners ", American Society of Civil engineers , 1975
3. ASCE, "Task Committee on Steel Chimney Liner publication Design and Construction of Steel Chimney Liners
4. ASME, " Steel Stacks", ASME publication, STS-1-1992
5. "Model Codes for Concrete Chimneys and Liners and model Code for Steel Chimneys", CICIND publications.

۶. "آیین نامه طراحی لرزه ای تاسیسات و سازه های صنعت نفت"، معاونت مهندسی و ساخت داخل وزارت نفت، ۱۳۸۶



# فصل ۱۰

---

---

## ارزیابی لرزه‌های برج‌های خنک‌کننده با استفاده از روش تحلیلی





[omoorepeyman.ir](http://omoorepeyman.ir)

### ۱-۱-۱۰ - ملاحظات کلی

ارزیابی لرزه‌ای برج‌های خنک‌کننده بر اساس ملاحظات مندرج در بخش (۱-۶) برای سطح عملکرد "ایمنی طرح" انجام می‌پذیرد. ارزیابی برای سطح عملکرد "ایمنی بهره‌برداری" بنا به صلاحدید مشاور و یا درخواست کارفرما قابل انجام می‌باشد.

### ۱-۱-۱۰ - محدوده کاربرد

برج‌های خنک‌کننده خشک و تر در دو نوع فولادی و بتنی در محدوده کاربرد این دستورالعمل قرار می‌گیرند. نحوه ارزیابی لرزه‌ای برج‌های خنک‌کننده در بخش‌های بعدی ارائه می‌گردد.

### ۱-۲-۱۰ - ارزیابی لرزه‌ای سازه برج خنک‌کننده

مدلسازی و تحلیل سازه برج‌های خنک‌کننده خشک بر مبنای معیارهای معرفی شده در بندهای بعدی فصل حاضر و کنترل ظرفیت‌های لرزه‌ای براساس ضوابط مقررات ملی ایران انجام می‌پذیرد. برج‌های خنک‌کننده تر مطابق ضوابط استاندارد ۲۸۰۰ و براساس طیف نیاز ساختگاه برج مورد ارزیابی لرزه‌ای قرار می‌گیرند. کفایت لرزه‌ای سازه برج خنک‌کننده در صورتی که شرط ذیل برقرار باشد احراز می‌شود. ظرفیت لرزه‌ای  $\leq$  نیاز کل

نیاز کل، مجموع اثر نیاز لرزه‌ای بدست آمده از بند (۱۰-۲-۲) و بار مرده سازه برج خنک‌کننده به همراه وزن ملحقاتی که به سازه وارد می‌شود، در نظر گرفته می‌شود.

### ۱-۲-۱۰ - مدلسازی

شرایط مرزی که برای مدلسازی سازه برج خنک‌کننده خشک در نظر گرفته می‌شود باید با شرایط واقعی سازه سازگار باشد. شرایط مرزی در قسمت فوقانی برج خنک‌کننده یا به صورت لبه آزاد و یا به صورت تیر حلقوی سخت‌کننده می‌باشد. شرایط مرزی تحتانی پوسته به صورت ستون‌هایی نزدیک به هم می‌باشد که باید در مدلسازی آن ملاحظه شود.

### ۱-۲-۲-۱۰ - روش‌های تحلیل

روش‌های تحلیل سازه‌ای مورد توصیه این دستورالعمل عبارتند از:

- روش استاتیکی معادل

- روش طیف

برای تحلیل لرزه‌ای، در نظر گرفتن یک مولفه افقی زلزله کافی است و در نظر گرفتن اثر مولفه قائم زلزله ضروری نیست. در بندهای بعدی روش‌های فوق تشریح گردیده‌اند.



## ۱۰-۲-۲-۱- روش استاتیکی معادل

## ۱۰-۲-۲-۱-۱- نیاز لرزه ای

نیاز لرزه ای با استفاده از برش پایه و توزیع آن در ارتفاع برج خنک کننده ارزیابی می گردد. برش پایه،  $V_u$ ، از رابطه زیر در هر راستا محاسبه می شود.

$$V_u = C_u W \quad (۱-۱۰)$$

که در آن

$W$ : وزن موثر لرزه ای سازه

وزن موثر لرزه ای شامل بار مرده سازه نگهدارنده و قسمت غیر ساختمانی در حالت بهره برداری می باشد. علاوه بر آن در محاسبه  $W$  وزن برف یا یخ هنگامی که بیشتر از  $0.25W$  باشد (یا مطابق موارد یاد شده در مبحث ششم مقررات ملی ساختمان) باید در نظر گرفته شود.

$C_u$ : ضریب زلزله طبق رابطه زیر

$$C_u = \frac{S_a}{R_u} \quad (۲-۱۰)$$

که در آن

$S_a$ : مقدار شتاب طیفی بر اساس زمان تناوب اصلی برج خنک کننده (بند ۱۰-۲-۲-۱-۲)

$R_u$ : ضریب رفتار سازه که برابر ۳/۵ در نظر گرفته می شود.

ضریب زلزله بدست آمده از رابطه (۲-۱۰) نباید از مقادیر روابط (۳-۱۰) و (۴-۱۰) کمتر شود.

$$C_{u1} = 0.03 \quad (۳-۱۰)$$

$$C_{u2} = \frac{0.8S_1}{R_u} \quad (۴-۱۰)$$

که در آن

$S_1$ : شتاب طیفی پیروی یک ثانیه طیف سنگ بستر با استفاده از مطالعات تحلیل خطر ویژه ساختگاه یا طیف خاک نوع I براساس استاندارد ۲۸۰۰.

چنانچه اطلاعات ویژه ساختگاه در دسترس نباشد، بجای رابطه (۴-۱۰) می توان از رابطه (۵-۱۰) استفاده کرد.

$$C_{u3} = \frac{1.6ZPA}{R_u} \quad (۵-۱۰)$$

که در آن

$ZPA$ : شتاب طیفی محدوده پیروی صفر

## ۱۰-۲-۲-۱-۲- زمان تناوب برج خنک کننده

برای تعیین زمان تناوب اصلی برج خنک کننده می توان از روش ریلی مطابق ضوابط استاندارد ۲۸۰۰ استفاده کرد.



## ۱۰-۲-۲-۱-۳- توزیع نیروی جانبی

نیروی جانبی،  $F_x$ ، در هر تراز از رابطه (۶-۱۰) محاسبه می‌شود.  
(۶-۱۰)

$$F_x = C_{vx} V_u$$

که در آن

$V_u$ : برش پایه طبق رابطه (۱-۱۰)

$C_{vx}$ : ضریب توزیع در ارتفاع طبق رابطه زیر

$$C_{vx} = \frac{w_x h_x^k}{\sum_{i=1}^n w_i h_i^k} \quad (۷-۱۰)$$

که در آن

$w_x$ : وزن موثر لرزه‌ای در تراز  $x$  ام

$h_x$ : ارتفاع تراز  $x$  ام از تراز پایه

$k$ : ضریب وابسته به زمان تناوب اصلی سازه که به شرح زیر محاسبه می‌شود.

برای سازه با زمان تناوب ۰٫۵ ثانیه یا کمتر:  $k = 1$

برای سازه با زمان تناوب ۲٫۵ ثانیه یا بیشتر:  $k = 2$

برای سازه با زمان تناوب بین ۰٫۵ تا ۲٫۵ ثانیه از درون‌یابی خطی محاسبه می‌شود.

## ۱۰-۲-۲-۲- روش طیفی

از روش طیفی جهت ملاحظه اثرات مودهای بالاتر در رفتار برج خنک‌کننده استفاده می‌شود. جهت تحلیل به روش طیفی از طیف نیاز ساختگاه برج خنک‌کننده استفاده می‌شود.

ضوابط و معیارهای به کارگیری روش طیفی مطابق ضوابط استاندارد ۲۸۰۰ می‌باشد.



## ۱۰-۳- مراجع

1. Mungan,I., Wittek,U., "Natural Draught Cooling Towers", Proceeding of 5th international Symposium on natural drought cooling towers, 2004, Istanbul, Turkey, A.A. Balkema Publishers.

۲. "آیین نامه طراحی لرزه ای تاسیسات و سازه های صنعت نفت"، معاونت مهندسی و ساخت داخل وزارت نفت، ۱۳۸۶



# پیوست ۱

---

---

فرهنگ مصور تاسیسات نیروگاه و

کلید واژه‌ها



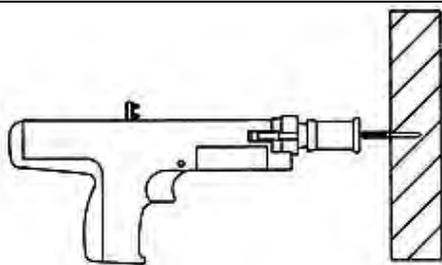


[omoorepeyman.ir](http://omoorepeyman.ir)

(الف)

Powder Driven Tool

ابزار میخ تفنگی



وسیله‌ای که توسط آن میخ تفنگی به درون محل مورد نظر کوبیده می‌شود.

Basic Score

امتیاز پایه

معمولا این امتیاز به عنوان معیاری است از قابلیت اعتماد یک تجهیز در مواردی که از استاندارد "خوب" جهت نصب در یک منطقه لرزه‌ای به همراه مهارهای طراحی شده استفاده شده باشد.

Total Component Score

امتیاز کل تجهیز

امتیاز کل یک تجهیز که با کم کردن بدترین حالت PMF از امتیاز پایه محاسبه می‌گردد.

Significant Interaction

اندرکنش قابل توجه

تاثیر نامطلوب ناشی از سوء عملکرد رفتار و یا بروز خرابی یک سامانه روی سامانه دیگر بطوریکه عملکرد یا رفتار آن را مختل و یا آن را با خرابی مواجه سازد.

Non-Significant Interaction

اندرکنش غیرقابل توجه

تاثیر ناشی از سوء عملکرد یا رفتار و یا بروز خرابی یک سامانه روی سامانه دیگر به طوری که عملکرد یا رفتار آن را مختل ننماید.

(ب)

Battery

باطری



به مجموعه‌ای از سلول‌ها که در آنها فعل و انفعالات الکترو شیمیایی قابل رفت و برگشت صورت می‌گیرد، باطری می‌گویند. هر سلول متشکل از صفحات مثبت و منفی و ماده‌ای به نام الکترولیت تشکیل شده است.



<b>Battery Room</b>	<b>باطری خانه</b>
	محل قرار گرفتن باطری در پست یا نیروگاه را باطری خانه گویند.
<b>Dry/Natwrol Dragth Cooling Tower</b>	<b>برج خنک کننده خشک</b>
	تاسیساتی که وظیفه خنک کردن بخار آب و میعان آن در نیروگاههای حرارتی را با استفاده از سازوکار جریان طبیعی هوا (به همراه دمیدن هوا) برعهده دارد.
<b>Wet Cooling Tower</b>	<b>برج خنک کننده تر</b>
	تاسیساتی که وظیفه خنک کردن بخار آب و میعان آن در نیروگاههای حرارتی را با استفاده از سازوکار آب پاشی و دمیدن هوا برعهده دارد.
(ت)	
<b>Facility</b>	<b>تاسیسات</b>
مجموعه‌ای از سامانه‌ها که در تعامل با هم فرآیندی (مانند تولید، انتقال یا توزیع) را در شبکه محقق می‌سازند. مثل نیروگاه، پست، خط انتقال یا توزیع.	
<b>Power Transformer</b>	<b>ترانس قدرت</b>
	دستگاهی است که می‌تواند ولتاژ را بالا برده (پست انتقال) و یا ولتاژ را بنا به نیاز پایین آورده (پست کویلاژ) و یا ثانویه آن جهت مصرف‌کننده‌های خانگی یا صنعتی مورد استفاده قرار گیرد (پست توزیع).



**Distribution Transformer**

**ترانس توزیع**



برای کاهش ولتاژ از ۲۰ کیلوولت به ولتاژ مصرف استفاده می‌شود. به طور معمول بین دو تیر و در ارتفاع نصب می‌شود. به دو شکل استوانه‌ای و مکعبی وجود دارند. نوع دیگر این ترانس‌ها روی سکوی بتنی و در روی زمین نصب می‌شوند.

**Station Service Transformer**

**ترانس مصرف داخلی**



برق ولتاژ بالا را از ترانس‌های قدرت گرفته و به برق با ولتاژ مصرف کننده‌ها تبدیل می‌کند. ورودی این ترانس‌ها غالباً از خروجی ثالث ترانس قدرت اصلی تامین شده و از خروجی آنها نیز جهت مصارف داخلی پست استفاده می‌شود.

**Current Transformer(CT)**

**ترانس جریان**



برای اندازه‌گیری جریان عبوری در مدارهای فشاری قوی استفاده می‌شود. این دستگاه به صورت سری در مدار قرار می‌گیرد. داده‌های حاصل از این دستگاه برای محافظت سیستم، اندازه‌گیری‌های الکتریکی و کارهای کنترلی شبکه بکار می‌روند.

**Current Voltage Transformer(CVT)**

**ترانس ولتاژ**



برای اندازه‌گیری ولتاژ درون خط بکار می‌رود و اطلاعات خروجی آن می‌تواند برای محافظت از سیستم، اندازه‌گیری‌های الکتریکی و کارهای کنترلی بکار رود. این دستگاه به صورت موازی در مدار قرار می‌گیرد.

(د)

**Stack**

**دودرو**

مجاری انتقال گازهای حاصل از احتراق در نیروگاه‌های حرارتی و گازی

**Chimney**

**دودکش**

تاسیساتی که وظیفه انتقال گازهای حاصل از احتراق در نیروگاه‌های حرارتی و گازی را به ارتفاع قابل قبولی از سطح زمین به عهده دارد و شامل دودرو و سازه نگهدارنده می‌باشد.



**Diesel Generator**

**دیزل ژنراتور**



در مواقع اضطراری که برق ترانس قدرت و ترانس توزیع به هر دلیلی قطع می شود، برای تولید برق استفاده می شود.

**Dispatching**

**دیسپاچینگ**

مرکز کنترل پستهای انتقال و نیروگاهها می باشد. ثبت وقایع ایستگاهها، فرمان قطع و وصل، رویت مقادیر جریان و ولتاژ و... از وظایف آنها است.

**(ر)**

**رادیاتور**



مخزنی است که در آن آب یا روغن در حال گردش وجود دارد که در اثر گردش در رادیاتور، آب یا روغن خنک شده و باعث خنک شدن سیستم می شود.

**(س)**

**Chimney Structure/ Support**

**سازه نگهدارنده**

سازه ای که وظیفه مهار جانبی دودرو در دودکش را برعهده دارد.

**System**

**سامانه**

مجموعه ای از زیر سامانه ها در داخل تاسیسات که وظیفه ای را به انجام می رسانند.

**Critical Systems**

**سامانه های بحرانی**

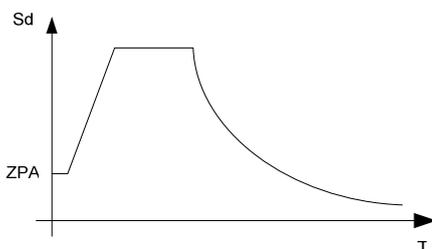
به سامانه هایی گفته می شود که نقش کلیدی در تامین عملکردهای ضروری شامل ایمنی جانی و یا خدمت رسانی، ایفاء نمایندند.



(ش)

Zero Period Acceleration (ZPA)

شتاب طیفی پریود صفر



به شتاب طیفی محدوده پریود صفر (حرکت صلب) طیف نیاز گفته می‌شود که با حداکثر شتاب طبقه یا کف (PGA) تقریباً برابر است.

Schematic Diagram

شکل شماتیک



نقشه‌ای که سه فاز و آرایش تجهیزات را نشان می‌دهد.

Busses

شین‌ها

شین یک رسانای رابط است که امکان ارتباط الکتریکی چندین مدار مختلف را مهیا می‌سازد.

(ض)

Performance Modification Factor (PHF)

ضرائب اصلاح عملکرد

کمیتی که نشان دهنده از این که چه میزان از امتیاز یک تجهیز تحت شرایط بخصوص کاسته می‌شود.

(ف)

Fuse

فیوز



برای قطع جریان در مواقعی که جریان زیادی از مدار می‌گذرد استفاده می‌شود. به طور معمول در ترانس‌های هوایی برای هر فاز یک فیوز وجود دارد.



## (ق)

## Insulators

## قطعات سرامیکی (مقره‌ها)



مواد سرامیکی به دلیل ویژگی‌های عایقی که دارند، تجهیزات ولتاژ بالا جهت جدا نمودن قسمت‌های برق دار مورد استفاده قرار می‌گیرند.

## (ک)

## Cable

## کابل



وظیفه انتقال جریان با ولتاژ بالا را در سیستم انتقال به عهده دارد. جنس آن معمولاً از آلیاژ آلومینیوم می‌باشد و مفتولی فولادی که میان آن می‌گذرد و مقاومت مکانیکی آن را افزایش می‌دهد.

## Elephants Foot Buckling

## کمانش پافیلی



ناپایداری موضعی در پوسته (مخازن) در مود غیرارتجاعی

## Diamond Buckling

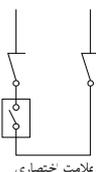
## کمانش الماسی - لوزوی



ناپایداری موضعی در پوسته (مخازن) معمولاً در مود ارتجاعی بدلیل ضخامت نسبتاً پایین پوسته

## کلید کوپلاژ

از یک دیژنکتور و دو سکسیونر تشکیل شده است.



علامت اختصاری

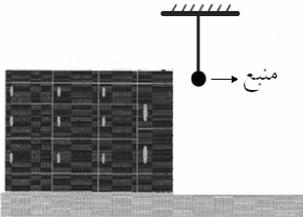
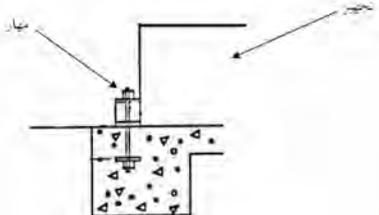
## Conductor

## کنداكتورها



به کابل‌های رابط بین تجهیزات گفته می‌شود.

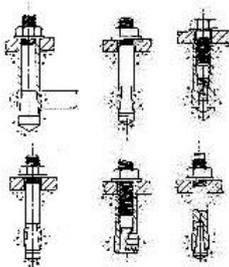


<b>(گ)</b>	
<b>Gantry</b>	<b>گنتری</b>
	این سازه‌ها وظیفه اتصال خطوط ورودی به پست، خروج خطوط انتقال از پست به بیرون و نیز ارتباطات کابلی داخلی را خصوصاً در محدوده ترانس‌ها به عهده دارند.
<b>(م)</b>	
<b>Conduit</b>	<b>مجاری</b>
	کانالی که محل عبور لوله و سیم می‌باشد.
<b>Acceptance Criteria</b>	<b>معیار پذیرش</b>
	قابلیت اعتماد (امتیاز) سیستم‌ها و کل تاسیسات، باید جهت تعیین ضرورت اعمال اصلاحات و کاهش خطر، با معیارهای پذیرش مقایسه گردند.
<b>Source Of Interaction</b>	<b>منبع اندرکنش</b>
	سامانه‌هایی که خرابی یا تغییر شکل آنها موجب افزایش شدت خرابی یا سوءعملکرد سایر سامانه‌ها یا زیر سامانه‌ها شوند.
<b>Wave Trap (LT)</b>	<b>موج گیر</b>
	تجهیزی است که برای جلوگیری از ورود فرکانس‌های نامطلوب مورد استفاده قرار می‌گیرد و در واقع یک القاگر الکتریکی می‌باشد.
<b>Anchor</b>	<b>مهاری</b>
	کنترل نیروهای جانبی یا بلند شدگی به کمک پیچ یا میل مهاری.

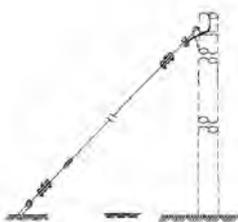


**Expansion Anchor****مهاردنبندی**

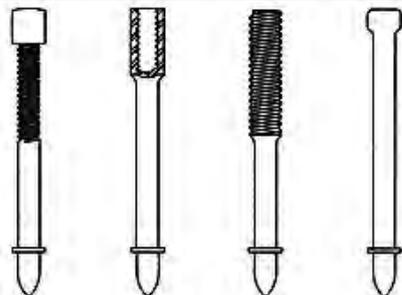
پیچی که به کمک حرکت یک قطعه گوه مانند در درون یک پوسته منبسط شونده که باعث ایجاد اصطکاک بین پیچ و بدنه داخلی سوراخ می شود،

**Bracing****مهاردبندی**

سازوکاری جهت کنترل تغییرشکل یک سیستم سازه ای یا تجهیزاتی.

**Powder Driven Fastener****میخ تفنگی**

میخی که به کمک انفجار چاشنی به درون بدنه مورد نظر کوبیده میشود.



(۵)

**Raceway****هدایت کننده**

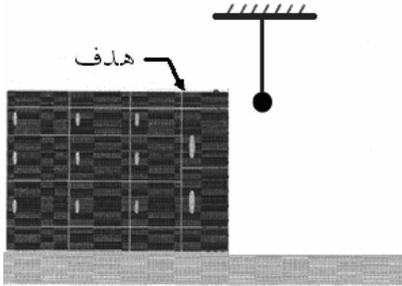
سیستم های نگهداری، انتقال و عبور سینی کابل، مجاری و لوله ها



Target Of Interaction

هدف اندرکنش

سامانه‌ها و زیر سامانه‌هایی که تحت تاثیر منبع اندرکنش قرار می گیرند.





# پیوست ۲

---

---

## کاربرگ‌های امتیازدهی تجهیزات نیروگاه‌ها





[omoorepeyman.ir](http://omoorepeyman.ir)

لوله کشی بالای سطح زمین			DS-01																																																															
	شماره تجهیز: ..... توضیحات: نوع زمین: I <input type="checkbox"/> II <input type="checkbox"/> III <input type="checkbox"/> IV <input type="checkbox"/> ..... ..... ..... تعیین شاخص پاسخ																																																																	
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">تراز محل نصب تجهیزات</th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">پهنه بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">یک سوم فوقانی</th> <th style="text-align: center;">یک سوم میانی</th> <th style="text-align: center;">یک سوم تحتانی</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">۴</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">۳</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">۲</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">۱</td> </tr> </tbody> </table>			تراز محل نصب تجهیزات			پهنه بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+	یک سوم فوقانی	یک سوم میانی	یک سوم تحتانی	E	C	A	۴	E	C	A	۳	F	D	B	۲	F	D	B	۱																																								
	تراز محل نصب تجهیزات			پهنه بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+																																																														
	یک سوم فوقانی	یک سوم میانی	یک سوم تحتانی																																																															
E	C	A	۴																																																															
E	C	A	۳																																																															
F	D	B	۲																																																															
F	D	B	۱																																																															
<b>امتیازها و ضرایب</b> (یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه بندی خطر نسبی زلزله انتخاب گردند)																																																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="6" style="text-align: center;">شاخص پاسخ</th> <th rowspan="7" style="text-align: center; vertical-align: middle;">P M F</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">F</th> <th style="text-align: center;">E</th> <th style="text-align: center;">D</th> <th style="text-align: center;">C</th> <th style="text-align: center;">B</th> <th style="text-align: center;">A</th> <th style="text-align: center;">امتیاز پایه</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">۴/۰</td> <td style="text-align: center;">۴/۲</td> <td style="text-align: center;">۴/۴</td> <td style="text-align: center;">۴/۷</td> <td style="text-align: center;">۴/۹</td> <td style="text-align: center;">۵/۱</td> <td style="text-align: center;">۱. فاقد تکیه گاه جانبی - امکان سقوط لوله</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۱/۹</td> <td style="text-align: center;">۲. سوال برانگیز بودن سیستم تکیه گاهی قائم لوله</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۲/۴</td> <td style="text-align: center;">۳. انشعابات کوتاه سخت، متصل به شاه لوله بلند انعطاف پذیر</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۱/۵</td> <td style="text-align: center;">۴. عدم انعطاف پذیری کافی درمحل های تقاطع لوله با درزهای لرزهای</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۱/۹</td> <td style="text-align: center;">۵. امکان برخورد لوله کشی با اعضای سازه ای صلب</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۱/۲</td> <td style="text-align: center;">۶. دیگر موارد</td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="text-align: center;">بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				شاخص پاسخ						P M F	F	E	D	C	B	A	امتیاز پایه	۴/۰	۴/۲	۴/۴	۴/۷	۴/۹	۵/۱	۱. فاقد تکیه گاه جانبی - امکان سقوط لوله	۱/۹	۱/۹	۱/۹	۱/۹	۱/۹	۱/۹	۲. سوال برانگیز بودن سیستم تکیه گاهی قائم لوله	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۳. انشعابات کوتاه سخت، متصل به شاه لوله بلند انعطاف پذیر	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۴. عدم انعطاف پذیری کافی درمحل های تقاطع لوله با درزهای لرزهای	۱/۹	۱/۹	۱/۹	۱/۹	۱/۹	۱/۹	۵. امکان برخورد لوله کشی با اعضای سازه ای صلب	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۶. دیگر موارد	بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی						
شاخص پاسخ						P M F																																																												
F	E	D	C	B	A		امتیاز پایه																																																											
۴/۰	۴/۲	۴/۴	۴/۷	۴/۹	۵/۱		۱. فاقد تکیه گاه جانبی - امکان سقوط لوله																																																											
۱/۹	۱/۹	۱/۹	۱/۹	۱/۹	۱/۹		۲. سوال برانگیز بودن سیستم تکیه گاهی قائم لوله																																																											
۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴		۳. انشعابات کوتاه سخت، متصل به شاه لوله بلند انعطاف پذیر																																																											
۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵		۴. عدم انعطاف پذیری کافی درمحل های تقاطع لوله با درزهای لرزهای																																																											
۱/۹	۱/۹	۱/۹	۱/۹	۱/۹	۱/۹		۵. امکان برخورد لوله کشی با اعضای سازه ای صلب																																																											
۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۶. دیگر موارد																																																												
بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی																																																																		
* اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰+، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می شود.																																																																		



### ضرایب اصلاح عملکردی (PMFs)

- ۱- اگر لوله هیچگونه تکیه گاههای جانبی مانند پیچهای U شکل نداشته باشد و همچنین در برابر لغزش و حرکت بر روی تکیه گاه در حین زلزله مهار نشده باشد، PMF ردیف ۱ در نظر گرفته شود. این موضوع بیشتر برای مسیرهای مستقیم نسبتاً بلند است.
- ۲- برخی شرایط تکیه گاهی باعث کاهش خطر زلزله در سیستم لولهها می گردد و برخی دیگر ممکن است اثر معکوسی داشته باشند. به طور مثال، در صورت استفاده از میخ هیلتی برای مهار تکیه گاهها و یا اتصالات شکننده لولهها مانند اتصالات نر و ماده که وقوع زلزله می تواند به گسیختگی اتصالات بیانجامد (این اتصالات باید در هر طرف محل اتصال قرار گیرند). در صورت مواجهه با این دو موقعیت یا شرایط مشابه دیگر که منجر به انحراف لوله از تکیه گاهش در حین زلزله شود، PMF ردیف ۲ باید در نظر گرفته شود.
- ۳- خطوط انشعاب صلب که بر روی شاه لولههای انعطاف پذیر قرار می گیرند قادر به جذب نیروی قابل ملاحظه ای در حین زلزله می باشند که این امر می تواند باعث آسیب دیدگی و نشست در محل تلاقی انشعاب و شاه لوله گردد. اگر این شرایط برای عملکرد لوله وجود داشته باشد، PMF ردیف ۳ باید در نظر گرفته شود.
- ۴- لولهها باید انعطاف پذیری برای تحمل حرکات نسبی در نقاط مهاری را داشته باشند. حرکات نسبی در مکانهایی که دهانههای لوله از درز لرزه ای یا تقاطع با ساختمان می گذرند، رخ می دهد. اگر لوله قادر به تحمل جابجایی نسبی قابل ملاحظه تکیه گاههایش نباشد، PMF ردیف ۴ باید در نظر گرفته شود.
- ۵- برخی از انواع لولهها دارای جنس شکننده اند و می توانند در اثر برخورد با عناصر سازه ای صلب دچار آسیب گردند. اگر لوله از جنس فایبرگلاس، پلاستیک مسلح، پی وی سی، چدن و یا دیگر مواد شکننده و ترد باشد و امکان برخورد با یک عنصر سازه ای صلب وجود داشته باشد، PMF ردیف ۵ باید در نظر گرفته شود.
- ۶- برای شرایط دیگری که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد لولهها ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (مثلاً با توجه به مسایلی که در گذشته در این سیستم لوله گذاری رخ داده و یا خوردگی خارجی واضح در فلنچها و...) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.



<b>لوله‌کشی مدفون</b>	<b>DS-02</b>																																																								
	شماره تجهیز: ..... توضیحات: نوع زمین: I □ II □ III □ IV □ ..... ..... تعیین شاخص پاسخ																																																								
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">تراز محل نصب تجهیزات</th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">یک سوم فوقانی</th> <th style="text-align: center;">یک سوم میانی</th> <th style="text-align: center;">یک سوم تحتانی</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">۴</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">۳</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">۲</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">۱</td> </tr> </tbody> </table>	تراز محل نصب تجهیزات			پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+	یک سوم فوقانی	یک سوم میانی	یک سوم تحتانی	E	C	A	۴	E	C	A	۳	F	D	B	۲	F	D	B	۱																																	
تراز محل نصب تجهیزات			پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+																																																						
یک سوم فوقانی	یک سوم میانی	یک سوم تحتانی																																																							
E	C	A	۴																																																						
E	C	A	۳																																																						
F	D	B	۲																																																						
F	D	B	۱																																																						
<b>امتیازها و ضرایب - لوله‌کشی فولادی شکل پذیر</b> (یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله انتخاب گردند)																																																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">F</th> <th style="width: 10%;">E</th> <th style="width: 10%;">D</th> <th style="width: 10%;">C</th> <th style="width: 10%;">B</th> <th style="width: 10%;">A</th> <th style="width: 50%;">شاخص پاسخ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">۳/۳</td> <td style="text-align: center;">۳/۴</td> <td style="text-align: center;">۳/۶</td> <td style="text-align: center;">۳/۹</td> <td style="text-align: center;">۴/۱</td> <td style="text-align: center;">۴/۲</td> <td style="text-align: center;">امتیاز پایه</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۱</td> <td style="text-align: center;">۱. لوله‌های چدنی</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۱</td> <td style="text-align: center;">۲. لوله‌های pvc</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۱/۲</td> <td style="text-align: center;">۳. لوله‌های بتن مسلح یا لوله آریست سیمانی</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۱/۴</td> <td style="text-align: center;">۱/۴</td> <td style="text-align: center;">۱/۴</td> <td style="text-align: center;">۱/۳</td> <td style="text-align: center;">۱/۳</td> <td style="text-align: center;">۱/۳</td> <td style="text-align: center;">۴. خاک ضعیف / نشست نسبی</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">۵. دیگر موارد</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی</td> </tr> </tbody> </table>		F	E	D	C	B	A	شاخص پاسخ	۳/۳	۳/۴	۳/۶	۳/۹	۴/۱	۴/۲	امتیاز پایه	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱. لوله‌های چدنی	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۲. لوله‌های pvc	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۳. لوله‌های بتن مسلح یا لوله آریست سیمانی	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۴. خاک ضعیف / نشست نسبی							۵. دیگر موارد							بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی
F	E	D	C	B	A	شاخص پاسخ																																																			
۳/۳	۳/۴	۳/۶	۳/۹	۴/۱	۴/۲	امتیاز پایه																																																			
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱. لوله‌های چدنی																																																			
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۲. لوله‌های pvc																																																			
۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۳. لوله‌های بتن مسلح یا لوله آریست سیمانی																																																			
۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۴. خاک ضعیف / نشست نسبی																																																			
						۵. دیگر موارد																																																			
						بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی																																																			
* اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.																																																									



### ضرایب اصلاح عملکردی (PMFs)

۱ تا ۳- تمام PMF ها در ردیف های ۱ تا ۳ مربوط به مصالح ساخت می باشند. اگر لوله از چدن، پی وی سی، FRP، آزیست سیمانی ساخته شده باشد، PMF مناسب باید انتخاب شود.

۴- اگر شرایط رخداد نشست نسبی خاک وجود داشته باشد، (به طور مثال خاکهای روانگرا) PMF ردیف ۴ باید انتخاب شود.

۵- برای شرایط دیگری که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (به طور مثال با توجه به تاریخچه سیستم) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.



سیستم‌های توزیع		DS-03																																																																		
<p style="text-align: right;">شماره تجهیز: .....</p> <p style="text-align: right;">توضیحات: نوع زمین: I □ II □ III □ IV □</p> <p style="text-align: right;">تعیین شاخص پاسخ</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-left: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">تراز محل نصب تجهیزات</th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">یک سوم فوقانی</th> <th style="text-align: center;">یک سوم میانی</th> <th style="text-align: center;">یک سوم تحتانی</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">۴</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">۳</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">۲</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">۱</td> </tr> </tbody> </table>		تراز محل نصب تجهیزات			پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰	یک سوم فوقانی	یک سوم میانی	یک سوم تحتانی	E	C	A	۴	E	C	A	۳	F	D	B	۲	F	D	B	۱																																												
تراز محل نصب تجهیزات			پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰																																																																	
یک سوم فوقانی	یک سوم میانی	یک سوم تحتانی																																																																		
E	C	A	۴																																																																	
E	C	A	۳																																																																	
F	D	B	۲																																																																	
F	D	B	۱																																																																	
<p><b>امتیازها و ضرایب - سیستم کانال</b></p> <p>(یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله انتخاب گردند)</p>																																																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="6" style="text-align: center;">شاخص پاسخ</th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">P M F</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">F</th> <th style="text-align: center;">E</th> <th style="text-align: center;">D</th> <th style="text-align: center;">C</th> <th style="text-align: center;">B</th> <th style="text-align: center;">A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">۳/۶</td> <td style="text-align: center;">۳/۸</td> <td style="text-align: center;">۴/۰</td> <td style="text-align: center;">۴/۳</td> <td style="text-align: center;">۴/۵</td> <td style="text-align: center;">۴/۷</td> <td style="text-align: center;"><b>امتیاز پایه</b></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۱/۷</td> <td>۱. امکان لغزش کانال بر روی تکیه‌گاهها و سقوط آن</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۲/۰</td> <td>۲. عدم انعطاف پذیری کافی در محل‌های تقاطع کانال با درزهای لرزه‌ای، حد فاصل ساختمانها، تجهیزات و غیره.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۲/۰</td> <td>۳. خوردگی شدید کانال</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۲/۳</td> <td style="text-align: center;">۲/۴</td> <td>۴. نگهداری کانال توسط سقف کاذب</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>۵. دیگر موارد</td> </tr> <tr> <td colspan="7" style="text-align: center;">بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی</td> </tr> </tbody> </table>							شاخص پاسخ						P M F	F	E	D	C	B	A	۳/۶	۳/۸	۴/۰	۴/۳	۴/۵	۴/۷	<b>امتیاز پایه</b>	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱. امکان لغزش کانال بر روی تکیه‌گاهها و سقوط آن	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲. عدم انعطاف پذیری کافی در محل‌های تقاطع کانال با درزهای لرزه‌ای، حد فاصل ساختمانها، تجهیزات و غیره.	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۳. خوردگی شدید کانال	۲/۳	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۴. نگهداری کانال توسط سقف کاذب							۵. دیگر موارد	بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی						
شاخص پاسخ						P M F																																																														
F	E	D	C	B	A																																																															
۳/۶	۳/۸	۴/۰	۴/۳	۴/۵	۴/۷	<b>امتیاز پایه</b>																																																														
۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱. امکان لغزش کانال بر روی تکیه‌گاهها و سقوط آن																																																														
۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲. عدم انعطاف پذیری کافی در محل‌های تقاطع کانال با درزهای لرزه‌ای، حد فاصل ساختمانها، تجهیزات و غیره.																																																														
۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۳. خوردگی شدید کانال																																																														
۲/۳	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۴. نگهداری کانال توسط سقف کاذب																																																														
						۵. دیگر موارد																																																														
بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی																																																																				
<p>* اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.</p>																																																																				



امتیازها و ضرایب - هدایت کننده‌ها، سینی کابل و کابل  
(یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه بندی خطر نسبی زلزله انتخاب گردند)

F	E	D	C	B	A	شاخص پاسخ
۸/۰	۸/۰	۸/۰	۸/۰	۸/۰	۸/۰	امتیاز پایه
۴/۹	۴/۸	۴/۶	۴/۳	۴/۰	۳/۹	۱. امکان لغزش سینی کابل بر روی تکیه گاهها و سقوط آن
۴/۵	۴/۴	۴/۲	۳/۹	۳/۶	۳/۵	۲. اعمال بار بسیار زیاد بر روی سینی کابل
						۳. دیگر موارد
						بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی

\* اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰+، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می شود.



### ضرایب اصلاح عملکردی (PMFs) - کانال‌ها

۱- اگر کانال هیچ‌گونه تکیه‌گاه جانبی نداشته باشد (برای مثال گیره یا بست) و بر روی یک تکیه‌گاه دستک مانند قرار گرفته باشد (هیچ عاملی مانع از لغزش آن نگردد)، PMF ردیف ۱ باید در نظر گرفته شود. این مورد اصولاً هنگامی مطرح است که امکان سقوط کانال واقعاً وجود داشته باشد، مانند هنگامی که کانال در یک انتها به صورت طره قرار گرفته باشد یا در مورد منبع یا کانال برگشتی.

۲- کانال‌ها باید از انعطاف‌پذیری کافی برای پذیرش حرکات نسبی در نقاط مهارتی برخوردار باشند. حرکات نسبی در مکانهایی که دهانه کانال‌ها از درز لرزه‌ای یا دارای تقاطع با ساختمان می‌گذرند، رخ می‌دهد. همچنین کانال‌ها با فانوسه‌ها و مفاصل انعطاف‌پذیر، باید در هر طرف کانال مقید شوند. اگر کانال قادر به تحمل جابجایی‌های نسبی قابل ملاحظه تکیه‌گاه‌هایش نباشد، PMF ردیف ۲ باید در نظر گرفته شود.

۳- اگر کانال دچار زنگ زدگی و پوسیدگی شدیدی شود بطوری که از دید ناظر پیوستگی سازه‌ای آن زیر سوال رود، PMF ردیف ۳ باید در نظر گرفته شود.

۴- اگر کانال داخل سقف کاذب قرار گرفته باشد و به‌طور جداگانه‌ای مقید نشده باشد، PMF ردیف ۴ باید در نظر گرفته شود.

۵- برای شرایط دیگری که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد کانال‌ها ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (به‌طور مثال با توجه به تاریخچه سیستم) تخصیص مقدار برای PMF، براساس PMF های موجود در جدول صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.

### ضرایب اصلاح عملکردی (PMFs) - سینی کابل و غیره

۱- اگر مجرا یا سینی کابل فاقد تکیه‌گاه جانبی باشد، مانند پیچ‌های U شکل برای یک مجرا یا بست برای یک سینی کابل و فاقد قید جانبی باشد بطوریکه در حین زلزله بتواند از روی تکیه‌گاه بلغزد، PMF ردیف ۱ باید در نظر گرفته شود. این موضوع بیشتر برای مسیرهای مستقیم نسبتاً بلند است.

۲- در صورتی که سینی کابل آنچنان تحت اثر بار قرار گرفته باشد که ظرفیت سازه‌ای سیستم تکیه‌گاهی زیر سوال برود، PMF ردیف ۲ باید در نظر گرفته شود.

۳- برای شرایط دیگری که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد تجهیزات ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (به‌طور مثال با توجه به تاریخچه سیستم) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.



پانل مرکز کنترل موتور			EL-01				
	شماره تجهیز: .....						
	توضیحات: نوع زمین: I □ II □ III □ IV □						
	.....						
	.....						
تعیین شاخص پاسخ							
تراز محل نصب تجهیزات			پهنه بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+				
یک سوم فوقانی	یک سوم میانی	یک سوم تحتانی					
E	C	A					
E	C	A					
F	D	B					
F	D	B	۴				
E	C	A	۳				
F	D	B	۲				
F	D	B	۱				
<b>امتیازها و ضرایب</b>							
(یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه بندی خطر نسبی زلزله انتخاب گردند)							
F	E	D	C	B	A	شاخص پاسخ	P M F
۳/۴	۳/۶	۳/۸	۴/۱	۴/۳	۴/۵	امتیاز پایه	
۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱. بدون مهار	
۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۲. مهار ضعیف	
۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۳. مسیر بار مشکوک	
۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۴. وجود نگرانی در ارتباط با ضربه و برخورد	
۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۵. وجود نگرانی در ارتباط با اندرکنش	
						۶. دیگر موارد	
بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی							
* اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می شود.							



### ضرایب اصلاح عملکردی (PMFs)

۲،۱- مهار پایه پانل مرکز کنترل موتور به کف یا نشیمن گاهی اوقات به سختی دیده می‌شود چرا که در پشت وجه بیرونی تجهیز قرار دارد. اگر براساس شواهد این نتیجه حاصل شود که هیچ مهاری وجود ندارد، PMF ردیف ۱ باید در نظر گرفته شود. اگر مهار در مقایسه با ابعاد تجهیز کوچک به نظر رسد یا آسیب دیده باشد، PMF ردیف ۲ باید در نظر گرفته شود. ایجاد مهاربندی در کنار و بالا به دیوار یا ایجاد قید صلب از جانب مجراهای چندگانه ممکن است به‌طور موثری به عنوان مهار عمل کند.

۳- باید یک مسیر بار پیوسته و آشکار از اجزای داخلی پانل مرکز کنترل موتور تا مهار در پایه وجود داشته باشد. مثالی در این مورد برش‌های بزرگ و غیرمسلح در محدوده صفحات فلزی است که می‌تواند به ضعف پیوستگی سازه‌ای منجر شود. تحت این شرایط PMF ردیف ۳ باید در نظر گرفته شود.

۴- در صورتی که کابینت‌های مجاور به هم متصل نبوده و در فاصله حدود نیم اینچ از هم قرار داشته باشند، امکان برخورد بین آن دو وجود دارد. در این مورد PMF ردیف ۴ باید انتخاب شود.

۵- در صورتی که امکان ریزش و برخورد موارد بزرگ مانند دیوارهای غیرسازه‌ای با پانل مرکز کنترل موتور وجود داشته باشد، PMF ردیف ۵ باید در نظر گرفته شود.

۶- برای شرایط دیگری که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد پانل مرکز کنترل موتور ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (مثلاً با توجه به مسایلی که در گذشته در این بخش از تجهیزات رخ داده است) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول صورت می‌گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.



کلید زنی (سویچ گیر)			EL-02																																																																		
	شماره تجهیز: ..... توضیحات: نوع زمین: I □ II □ III □ IV □ ..... ..... ..... تعیین شاخص پاسخ																																																																				
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">تراز محل نصب تجهیزات</th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">پهنه بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰ د</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">یک سوم فوقانی</th> <th style="text-align: center;">یک سوم میانی</th> <th style="text-align: center;">یک سوم تحتانی</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">۴</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">۳</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">۲</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">۱</td> </tr> </tbody> </table>			تراز محل نصب تجهیزات			پهنه بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰ د	یک سوم فوقانی	یک سوم میانی	یک سوم تحتانی	E	C	A	۴	E	C	A	۳	F	D	B	۲	F	D	B	۱																																											
	تراز محل نصب تجهیزات			پهنه بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰ د																																																																	
	یک سوم فوقانی	یک سوم میانی	یک سوم تحتانی																																																																		
E	C	A	۴																																																																		
E	C	A	۳																																																																		
F	D	B	۲																																																																		
F	D	B	۱																																																																		
<b>امتیازها و ضرایب</b> (یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه بندی خطر نسبی زلزله انتخاب گردند)																																																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">F</th> <th style="text-align: center;">E</th> <th style="text-align: center;">D</th> <th style="text-align: center;">C</th> <th style="text-align: center;">B</th> <th style="text-align: center;">A</th> <th style="text-align: center;">شاخص پاسخ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">۳/۱</td> <td style="text-align: center;">۳/۳</td> <td style="text-align: center;">۳/۵</td> <td style="text-align: center;">۳/۸</td> <td style="text-align: center;">۴/۰</td> <td style="text-align: center;">۴/۲</td> <td style="text-align: center;">امتیاز پایه</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۱/۰</td> <td style="text-align: center;">۱. بدون مهار</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۰/۸</td> <td style="text-align: center;">۲. مهار ضعیف</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۰/۶</td> <td style="text-align: center;">۳. مسیر بار مشکوک</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۰/۵</td> <td style="text-align: center;">۴. وجود نگرانی در ارتباط با ضربه و برخورد</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۰/۶</td> <td style="text-align: center;">۵. وجود نگرانی در ارتباط با اندرکنش</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;">۶. دیگر موارد</td> </tr> <tr> <td colspan="6"></td> <td style="text-align: center;">بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی</td> </tr> </tbody> </table>							F	E	D	C	B	A	شاخص پاسخ	۳/۱	۳/۳	۳/۵	۳/۸	۴/۰	۴/۲	امتیاز پایه	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱. بدون مهار	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۲. مهار ضعیف	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۳. مسیر بار مشکوک	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۴. وجود نگرانی در ارتباط با ضربه و برخورد	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۵. وجود نگرانی در ارتباط با اندرکنش							۶. دیگر موارد							بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی
F	E	D	C	B	A	شاخص پاسخ																																																															
۳/۱	۳/۳	۳/۵	۳/۸	۴/۰	۴/۲	امتیاز پایه																																																															
۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱. بدون مهار																																																															
۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۲. مهار ضعیف																																																															
۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۳. مسیر بار مشکوک																																																															
۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۴. وجود نگرانی در ارتباط با ضربه و برخورد																																																															
۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۵. وجود نگرانی در ارتباط با اندرکنش																																																															
						۶. دیگر موارد																																																															
						بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی																																																															
* اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰ د، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می شود.																																																																					



### ضرایب اصلاح عملکردی (PMFs)

- ۱-۲ مه‌ار سوئیچ‌گیر به دلیل قرار گرفتن در پشت وجه بیرونی تجهیز به سختی دیده می‌شود. اگر براساس شواهد این نتیجه حاصل شود که هیچ مه‌اری وجود ندارد، PMF ردیف ۱ باید در نظر گرفته شود. اگر مه‌ار در مقایسه با ابعاد تجهیز کوچک به نظر رسد یا آسیب دیده باشد، PMF ردیف ۲ باید در نظر گرفته شود.
- ۳- باید یک مسیر بار پیوسته و آشکار از اجزای داخلی سوئیچ‌گیر تا مه‌ار در پایه وجود داشته باشد. برش‌های بزرگ و غیرمسلح در محدوده صفحات فلزی که می‌تواند باعث ایجاد ضعف در پیوستگی سازه‌ای شود، یکی از موارد مورد توجه در مسیر بار می‌باشد. در صورتی که، پیوستگی مسیر بار مشکل داشته باشد، PMF ردیف ۳ باید در نظر گرفته شود.
- ۴- اگر کابینت‌های مجاور به هم متصل نباشند و در فاصله حدود نیم اینچ از هم قرار داشته باشند در اینصورت امکان برخورد بین آن دو وجود دارد. در این مورد PMF ردیف ۴ باید در نظر گرفته شود.
- ۵- در صورتی که امکان ریزش و برخورد اجزای بزرگ مانند دیوارهای غیرسازه‌ای با سوئیچ‌گیر وجود داشته باشد، PMF ردیف ۵ باید در نظر گرفته شود.
- ۶- برای شرایط دیگری که بازدیدکننده به این نتیجه برسد که عملکرد سوئیچ‌گیر ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (مثلاً با توجه به مسایلی که در گذشته در این بخش از تجهیزات رخ داده است) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.



ترانسفورمرها			EL-03																																																																													
	شماره تجهیز: ..... توضیحات: نوع زمین: I □ II □ III □ IV □ ..... ..... تعیین شاخص پاسخ																																																																															
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">تراز محل نصب تجهیزات</th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">پهنه بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">یک سوم فوقانی</th> <th style="text-align: center;">یک سوم میانی</th> <th style="text-align: center;">یک سوم تحتانی</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">۴</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">۳</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">۲</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">۱</td> </tr> </tbody> </table>			تراز محل نصب تجهیزات			پهنه بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+	یک سوم فوقانی	یک سوم میانی	یک سوم تحتانی	E	C	A	۴	E	C	A	۳	F	D	B	۲	F	D	B	۱																																																						
	تراز محل نصب تجهیزات			پهنه بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+																																																																												
	یک سوم فوقانی	یک سوم میانی	یک سوم تحتانی																																																																													
E	C	A	۴																																																																													
E	C	A	۳																																																																													
F	D	B	۲																																																																													
F	D	B	۱																																																																													
<b>امتیازها و ضرایب</b> (یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه بندی خطر نسبی زلزله انتخاب گردند)																																																																																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">F</th> <th style="width: 10%;">E</th> <th style="width: 10%;">D</th> <th style="width: 10%;">C</th> <th style="width: 10%;">B</th> <th style="width: 10%;">A</th> <th style="width: 50%;">شاخص پاسخ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">۳/۵</td> <td style="text-align: center;">۳/۷</td> <td style="text-align: center;">۳/۹</td> <td style="text-align: center;">۴/۲</td> <td style="text-align: center;">۴/۴</td> <td style="text-align: center;">۴/۶</td> <td style="text-align: center;">امتیاز پایه</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۱/۷</td> <td rowspan="7" style="text-align: center; vertical-align: middle;"> <b>P M F</b> </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۱/۴</td> <td>۱. بدون مهار</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۰/۶</td> <td>۲. مهار ضعیف</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۰/۹</td> <td>۳. وجود نگرانی در ارتباط با ضربه و برخورد</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۱/۰</td> <td>۴. مسیر بار ضعیف</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۱/۲</td> <td>۵. وجود نگرانی در ارتباط با اندرکنش</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۱/۲</td> <td>۶. عدم مهار محکم سیم پیچ ها</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>۷. دیگر موارد</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;"> <b>بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی</b> </td> </tr> </tbody> </table>				F	E	D	C	B	A	شاخص پاسخ	۳/۵	۳/۷	۳/۹	۴/۲	۴/۴	۴/۶	امتیاز پایه	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	<b>P M F</b>	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱. بدون مهار	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۲. مهار ضعیف	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۳. وجود نگرانی در ارتباط با ضربه و برخورد	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۴. مسیر بار ضعیف	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۵. وجود نگرانی در ارتباط با اندرکنش	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۶. عدم مهار محکم سیم پیچ ها							۷. دیگر موارد							<b>بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی</b>
F	E	D	C	B	A	شاخص پاسخ																																																																										
۳/۵	۳/۷	۳/۹	۴/۲	۴/۴	۴/۶	امتیاز پایه																																																																										
۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	<b>P M F</b>																																																																										
۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴		۱. بدون مهار																																																																									
۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶		۲. مهار ضعیف																																																																									
۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹		۳. وجود نگرانی در ارتباط با ضربه و برخورد																																																																									
۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰		۴. مسیر بار ضعیف																																																																									
۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲		۵. وجود نگرانی در ارتباط با اندرکنش																																																																									
۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲		۶. عدم مهار محکم سیم پیچ ها																																																																									
						۷. دیگر موارد																																																																										
						<b>بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی</b>																																																																										
* اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰+، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می شود.																																																																																



### ضرایب اصلاح عملکردی (PMFs)

- ۱-۲- اگر هیچ مهاری وجود نداشته باشد، PMF ردیف ۱ باید در نظر گرفته شود. اگر مهار در مقایسه با ابعاد تجهیز کوچک به نظر رسد یا آسیب دیده باشد، PMF ردیف ۲ باید در نظر گرفته شود.
- ۳- اگر کابینت‌های مجاور به هم متصل نباشند و در فاصله حدود نیم اینچ از هم قرار داشته باشند در اینصورت امکان برخورد بین آندو وجود دارد. در این مورد PMF ردیف ۳ باید در نظر گرفته شود.
- ۴- تکیه‌گاه‌های با مقطع ناودانی که در ترانس‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند، در برابر بارهای جانبی ضعیف عمل می‌کنند. اگر از ورق‌های نازک در پایه استفاده شده است، PMF ردیف ۴ باید در نظر گرفته شود.
- ۵- در صورتی که امکان ریزش و برخورد اجزای بزرگ مانند دیوارهای غیرسازه‌ای با ترانس‌ها وجود داشته باشد، PMF ردیف ۵ باید در نظر گرفته شود.
- ۶- سیم پیچ‌های داخلی ترانس‌ها در حین جابجایی، به طور موقت مهار می‌شوند و معمولاً این پیچ‌ها در انتها برداشته می‌شوند. اگر سیم پیچ‌ها مقید نشده باشند یا انعطاف‌پذیر و بدون مهار باشند و دارای چنان اندازه‌ای باشند که سیم پیچ‌ها بتوانند جابجا شوند و از مدار خارج شوند، PMF ردیف ۶ باید در نظر گرفته شود.
- ۷- برای دیگر شرایطی که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد ترانسفورمر ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (مثلاً با توجه به مسایلی که در گذشته در این بخش از تجهیزات رخ داده است) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.



پانل های کنترل و تجهیزات			EL-04																																																																								
	شماره تجهیز: ..... توضیحات: نوع زمین: I □ II □ III □ IV □ ..... ..... تعیین شاخص پاسخ																																																																										
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">تراز محل نصب تجهیزات</th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">پهنه بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">یک سوم فوقانی</th> <th style="text-align: center;">یک سوم میانی</th> <th style="text-align: center;">یک سوم تحتانی</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">۴</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">۳</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">۲</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">۱</td> </tr> </tbody> </table>			تراز محل نصب تجهیزات			پهنه بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+	یک سوم فوقانی	یک سوم میانی	یک سوم تحتانی	E	C	A	۴	E	C	A	۳	F	D	B	۲	F	D	B	۱																																																	
	تراز محل نصب تجهیزات			پهنه بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+																																																																							
	یک سوم فوقانی	یک سوم میانی	یک سوم تحتانی																																																																								
E	C	A	۴																																																																								
E	C	A	۳																																																																								
F	D	B	۲																																																																								
F	D	B	۱																																																																								
<b>امتیازها و ضرایب</b> (یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه بندی خطر نسبی زلزله انتخاب گردند)																																																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">F</th> <th style="text-align: center;">E</th> <th style="text-align: center;">D</th> <th style="text-align: center;">C</th> <th style="text-align: center;">B</th> <th style="text-align: center;">A</th> <th style="text-align: center;">شاخص پاسخ</th> <th rowspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;">P M F</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="7" style="text-align: center;"><b>امتیاز پایه</b></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۴/۱</td> <td style="text-align: center;">۴/۳</td> <td style="text-align: center;">۴/۵</td> <td style="text-align: center;">۴/۸</td> <td style="text-align: center;">۵/۰</td> <td style="text-align: center;">۵/۲</td> <td style="text-align: center;">۱. بدون مهار</td> <td rowspan="7" style="text-align: center; vertical-align: middle;">P M F</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۲/۲</td> <td style="text-align: center;">۲. مهار ضعیف</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۲/۲</td> <td style="text-align: center;">۳. مسیر بار مشکوک</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۱/۲</td> <td style="text-align: center;">۴. وجود نگرانی در ارتباط با ضربه و برخورد</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۲/۲</td> <td style="text-align: center;">۵. عدم انعطاف پذیری اتصالات</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۲/۵</td> <td style="text-align: center;">۶. وجود نگرانی در ارتباط با اندرکنش</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;">۷. دیگر موارد</td> </tr> <tr> <td colspan="7" style="text-align: center;">بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی</td> </tr> </tbody> </table>				F	E	D	C	B	A	شاخص پاسخ	P M F	<b>امتیاز پایه</b>							۴/۱	۴/۳	۴/۵	۴/۸	۵/۰	۵/۲	۱. بدون مهار	P M F	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲. مهار ضعیف	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۳. مسیر بار مشکوک	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۴. وجود نگرانی در ارتباط با ضربه و برخورد	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۵. عدم انعطاف پذیری اتصالات	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۶. وجود نگرانی در ارتباط با اندرکنش							۷. دیگر موارد	بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی						
F	E	D	C	B	A	شاخص پاسخ	P M F																																																																				
<b>امتیاز پایه</b>																																																																											
۴/۱	۴/۳	۴/۵	۴/۸	۵/۰	۵/۲	۱. بدون مهار	P M F																																																																				
۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲. مهار ضعیف																																																																					
۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۳. مسیر بار مشکوک																																																																					
۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۴. وجود نگرانی در ارتباط با ضربه و برخورد																																																																					
۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۵. عدم انعطاف پذیری اتصالات																																																																					
۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۶. وجود نگرانی در ارتباط با اندرکنش																																																																					
						۷. دیگر موارد																																																																					
بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی																																																																											
* اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می شود.																																																																											



### ضرایب اصلاح عملکردی (PMFs)

- ۲۱- مهار پانل کنترل به دلیل قرار گرفتن در پشت وجه بیرونی تجهیز به سختی دیده می‌شود. اگر براساس شواهد این نتیجه حاصل شود که هیچ مهاری وجود ندارد، PMF ردیف ۱ باید در نظر گرفته شود. اگر مهار در مقایسه با ابعاد تجهیز کوچک به نظر رسد یا آسیب دیده باشد، PMF ردیف ۲ باید در نظر گرفته شود.
- ۳- باید مسیر بار پیوسته و آشکار از اجزای داخلی پانل تا مهار در پایه وجود داشته باشد. برش‌های بزرگ و غیرمسلح در محدوده صفحات فلزی که می‌تواند باعث ایجاد ضعف در پیوستگی سازه‌ای شود، یکی از موارد مورد توجه در مسیر بار می‌باشد. در صورتیکه پیوستگی مسیر بار مشکل داشته باشد، PMF ردیف ۳ باید در نظر گرفته شود.
- ۴- در صورتی که کابینت‌های مجاور به هم متصل نبوده و در فاصله حدود نیم اینچ از هم قرار داشته باشند، در اینصورت امکان برخورد بین آندو وجود دارد که این مسئله در مورد کابینت‌های کنترل که دارای لرزش‌اند یا باعث ضربه زدن به وسایل حساس مانند رله‌ها می‌شوند، وجود دارد. در این مورد PMF ردیف ۴ باید در نظر گرفته شود.
- ۵- در صورتی که امکان ریزش و برخورد اجزای بزرگ مانند دیوارهای غیرسازه‌ای با پانل وجود داشته باشد، PMF ردیف ۵ باید در نظر گرفته شود.
- ۶- برای دیگر شرایطی که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد تجهیزات ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (مثلاً با توجه به مسایلی که در گذشته در این بخش از تجهیزات رخ داده است) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.



پانل‌های توزیع		EL-05																																																												
		شماره تجهیز: ..... توضیحات: نوع زمین: I □ II □ III □ IV □ ..... ..... تعیین شاخص پاسخ																																																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="3">تراز محل نصب تجهیزات</th> <th rowspan="2">پهنه بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+</th> </tr> <tr> <th>یک سوم فوقانی</th> <th>یک سوم میانی</th> <th>یک سوم تحتانی</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E</td> <td>C</td> <td>A</td> <td>۴</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>C</td> <td>A</td> <td>۳</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>D</td> <td>B</td> <td>۲</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>D</td> <td>B</td> <td>۱</td> </tr> </tbody> </table>		تراز محل نصب تجهیزات			پهنه بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+	یک سوم فوقانی	یک سوم میانی	یک سوم تحتانی	E	C	A	۴	E	C	A	۳	F	D	B	۲	F	D	B	۱	امتیازها و ضرایب (یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه بندی خطر نسبی زلزله انتخاب گردند)																																					
تراز محل نصب تجهیزات			پهنه بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+																																																											
یک سوم فوقانی	یک سوم میانی	یک سوم تحتانی																																																												
E	C	A	۴																																																											
E	C	A	۳																																																											
F	D	B	۲																																																											
F	D	B	۱																																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>F</th> <th>E</th> <th>D</th> <th>C</th> <th>B</th> <th>A</th> <th>شاخص پاسخ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>۴/۵</td> <td>۴/۷</td> <td>۴/۹</td> <td>۵/۲</td> <td>۵/۴</td> <td>۵/۶</td> <td>امتیاز پایه</td> </tr> <tr> <td>۲/۴</td> <td>۲/۴</td> <td>۲/۴</td> <td>۲/۴</td> <td>۲/۴</td> <td>۲/۴</td> <td>۱. بدون مهار</td> </tr> <tr> <td>۲/۲</td> <td>۲/۲</td> <td>۲/۲</td> <td>۲/۲</td> <td>۲/۲</td> <td>۲/۲</td> <td>۲. مهار ضعیف</td> </tr> <tr> <td>۱/۵</td> <td>۱/۵</td> <td>۱/۵</td> <td>۱/۵</td> <td>۱/۵</td> <td>۱/۵</td> <td>۳. وجود نگرانی در ارتباط با ضربه و برخورد</td> </tr> <tr> <td>۱/۵</td> <td>۱/۵</td> <td>۱/۵</td> <td>۱/۵</td> <td>۱/۵</td> <td>۱/۵</td> <td>۴. وجود نگرانی در ارتباط با اندرکش</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>۵. دیگر موارد</td> </tr> <tr> <td colspan="7" style="text-align: center; padding: 10px;"> <b>بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی</b> </td> </tr> </tbody> </table>		F	E	D	C	B	A	شاخص پاسخ	۴/۵	۴/۷	۴/۹	۵/۲	۵/۴	۵/۶	امتیاز پایه	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۱. بدون مهار	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲. مهار ضعیف	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۳. وجود نگرانی در ارتباط با ضربه و برخورد	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۴. وجود نگرانی در ارتباط با اندرکش							۵. دیگر موارد	<b>بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی</b>							<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="2">P M F</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="width: 50%;"></td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> </tbody> </table>	P M F			
F	E	D	C	B	A	شاخص پاسخ																																																								
۴/۵	۴/۷	۴/۹	۵/۲	۵/۴	۵/۶	امتیاز پایه																																																								
۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۱. بدون مهار																																																								
۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲. مهار ضعیف																																																								
۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۳. وجود نگرانی در ارتباط با ضربه و برخورد																																																								
۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۴. وجود نگرانی در ارتباط با اندرکش																																																								
						۵. دیگر موارد																																																								
<b>بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی</b>																																																														
P M F																																																														
* اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می شود.																																																														



### ضرایب اصلاح عملکردی (PMFs)

۱-۲- اگر هیچ مهارتی وجود نداشته باشد، PMF ردیف ۱ باید در نظر گرفته شود. اگر مهارت در مقایسه با ابعاد تجهیز کوچک به نظر رسد یا آسیب دیده باشد، PMF ردیف ۲ باید در نظر گرفته شود.

۳- در صورتی که کابینت‌های مجاور به هم متصل نبوده و در فاصله حدود نیم اینچ از هم باشند در اینصورت امکان برخورد بین آن‌ها وجود دارد. در این مورد PMF ردیف ۳ باید در نظر گرفته شود.

۴- در صورتی که امکان ریزش و برخورد اجزای بزرگ مانند دیوارهای غیرسازه‌ای با پانل وجود داشته باشد، PMF ردیف ۴ باید در نظر گرفته شود.

۵- برای دیگر شرایطی که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد پانل توزیع ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (مثلاً با توجه به مسایلی که در گذشته در این بخش از تجهیزات رخ داده است) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.



باتریها و قفسهها			EL-06			
	شماره تجهیز: .....					
	توضیحات: نوع زمین: I □ II □ III □ IV □					
	.....					
	.....					
تعیین شاخص پاسخ						
تراز محل نصب تجهیزات			پهنه بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+			
یک سوم فوقانی	یک سوم میانی	یک سوم تحتانی				
E	C	A				
E	C	A				
F	D	B				
F	D	B	۱			
<b>امتیازها و ضرایب</b> (یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه بندی خطر نسبی زلزله انتخاب گردند)						
شاخص پاسخ						
F	E	D	C	B	A	امتیاز پایه
۴/۳	۴/۵	۴/۷	۵/۰	۵/۲	۵/۳	
۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۱. بدون مهار
۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲. مهار ضعیف
۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۳. عدم استفاده از جداکننده
۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۴. عدم استفاده از قید برای باتریها
۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۵. عدم بکارگیری مهاربندی در جهت طولی
۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۶. وجود نگرانی در ارتباط با اندرکنش
						۷. دیگر موارد
بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی						
* اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰+، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می شود.						



### ضرایب اصلاح عملکردی (PMFs)

- ۱-۲- اگر در پایه قاب هیچگونه پیچ‌های مهارى وجود نداشته باشد، PMF ردیف ۱ باید در نظر گرفته شود. در صورت ضعیف یا نامناسب بودن مهارها، در صورت نبود مهار برای هر قاب قفسه (پایه) و یا در صورت امکان ایجاد آسیب در مهار، PMF ردیف ۲ باید در نظر گرفته شود.
- ۳- در صورتی که از جدا کننده‌های سخت مانند استیروفوم بین باتریها برای پر کردن مناسب فضای بین باتریها به منظور جلوگیری از برخورد مخرب آنها استفاده نشده باشد، PMF ردیف ۳ باید در نظر گرفته شود.
- ۴- قفسه و پایه‌ها باید باتریها را در برابر سقوط محافظت کنند. در صورتی که قید و حفاظ کافی ایجاد نشده باشد، PMF ردیف ۴ باید در نظر گرفته شود.
- ۵- قفسه‌های با ردیف‌های طولیل باتریها نیاز به ایجاد سختی کافی یا مهاربندی طولی دارند. اگر مهاربندی عرضی وجود نداشته باشد، PMF ردیف ۵ باید در نظر گرفته شود.
- ۶- در صورتی که امکان ریزش و برخورد اجزای بزرگ مانند دیوارهای غیرسازه‌ای با قفسه‌های باتری وجود داشته باشد، PMF ردیف ۶ باید در نظر گرفته شود.
- ۷- برای دیگر شرایطی که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد باتری ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (مثلاً با توجه به مسایلی که در گذشته در این بخش از تجهیزات رخ داده است) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.



باتری شارژرها			EL-07																																																															
	شماره تجهیز: ..... توضیحات: نوع زمین: I □ II □ III □ IV □ ..... ..... تعیین شاخص پاسخ																																																																	
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">تراز محل نصب تجهیزات</th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">پهنه بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">یک سوم فوقانی</th> <th style="text-align: center;">یک سوم میانی</th> <th style="text-align: center;">یک سوم تحتانی</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">۴</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">۳</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">۲</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">۱</td> </tr> </tbody> </table>			تراز محل نصب تجهیزات			پهنه بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰	یک سوم فوقانی	یک سوم میانی	یک سوم تحتانی	E	C	A	۴	E	C	A	۳	F	D	B	۲	F	D	B	۱																																								
	تراز محل نصب تجهیزات			پهنه بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰																																																														
	یک سوم فوقانی	یک سوم میانی	یک سوم تحتانی																																																															
E	C	A	۴																																																															
E	C	A	۳																																																															
F	D	B	۲																																																															
F	D	B	۱																																																															
<b>امتیازها و ضرایب</b> (یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه بندی خطر نسبی زلزله انتخاب گردند)																																																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">F</th> <th style="text-align: center;">E</th> <th style="text-align: center;">D</th> <th style="text-align: center;">C</th> <th style="text-align: center;">B</th> <th style="text-align: center;">A</th> <th style="text-align: center;">شاخص پاسخ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">۳/۹</td> <td style="text-align: center;">۴/۱</td> <td style="text-align: center;">۴/۳</td> <td style="text-align: center;">۴/۶</td> <td style="text-align: center;">۴/۸</td> <td style="text-align: center;">۵/۰</td> <td style="text-align: center;">امتیاز پایه</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۱/۸</td> <td style="text-align: center;">۱. بدون مهار</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۱/۶</td> <td style="text-align: center;">۲. مهار ضعیف</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۰/۸</td> <td style="text-align: center;">۳. وجود نگرانی در ارتباط با مسیر بار</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۰/۸</td> <td style="text-align: center;">۴. وجود نگرانی در ارتباط با ضربه و برخورد</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۱/۴</td> <td style="text-align: center;">۵. وجود نگرانی در ارتباط با اندرکنش</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;">۶. دیگر موارد</td> </tr> <tr> <td colspan="7" style="text-align: center;">           بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی         </td> </tr> </tbody> </table>				F	E	D	C	B	A	شاخص پاسخ	۳/۹	۴/۱	۴/۳	۴/۶	۴/۸	۵/۰	امتیاز پایه	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱. بدون مهار	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۲. مهار ضعیف	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۳. وجود نگرانی در ارتباط با مسیر بار	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۴. وجود نگرانی در ارتباط با ضربه و برخورد	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۵. وجود نگرانی در ارتباط با اندرکنش							۶. دیگر موارد	بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی						
F	E	D	C	B	A	شاخص پاسخ																																																												
۳/۹	۴/۱	۴/۳	۴/۶	۴/۸	۵/۰	امتیاز پایه																																																												
۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱. بدون مهار																																																												
۱/۶	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۲. مهار ضعیف																																																												
۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۳. وجود نگرانی در ارتباط با مسیر بار																																																												
۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۴. وجود نگرانی در ارتباط با ضربه و برخورد																																																												
۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۵. وجود نگرانی در ارتباط با اندرکنش																																																												
						۶. دیگر موارد																																																												
بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی																																																																		
* اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می شود.																																																																		



### ضرایب اصلاح عملکردی (PMFs)

- ۱-۲ اگر هیچ مهاری وجود نداشته باشد، PMF ردیف ۱ باید در نظر گرفته شود. اگر مهار در مقایسه با ابعاد باتری شارژر کوچک بنظر رسد یا آسیب دیده باشد، PMF ردیف ۲ باید در نظر گرفته شود.
- ۳- اگر تجهیز بر روی ناودانی های با ورق فلزی نازک یا دیگر مقاطعی که در جهت جانبی ضعیف هستند، قرار گرفته باشد، PMF ردیف ۳ باید در نظر گرفته شود.
- ۴- در جایی که مسیر بار مشخص تا مهار وجود نداشته باشد یا ضعیف بنظر رسد، PMF ردیف ۴ باید در نظر گرفته شود.
- ۵- در صورتیکه امکان ریزش و برخورد اجزای بزرگ مانند دیوارهای غیرسازه‌ای با باتری شارژر وجود داشته باشد، PMF ردیف ۵ باید در نظر گرفته شود.
- ۶- برای دیگر شرایطی که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد شارژر ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (مثلاً با توجه به مسایلی که در گذشته در این بخش از تجهیزات رخ داده است) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.



ژنراتورها		EL-08																																																																									
	شماره تجهیز: .....																																																																										
	توضیحات: نوع زمین: I □ II □ III □ IV □																																																																										
	تعیین شاخص پاسخ																																																																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">تراز محل نصب تجهیزات</th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">پهنه بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">یک سوم فوقانی</th> <th style="text-align: center;">یک سوم میانی</th> <th style="text-align: center;">یک سوم تحتانی</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">۴</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">۳</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">۲</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">۱</td> </tr> </tbody> </table>			تراز محل نصب تجهیزات			پهنه بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰	یک سوم فوقانی	یک سوم میانی	یک سوم تحتانی	E	C	A	۴	E	C	A	۳	F	D	B	۲	F	D	B	۱																																																		
تراز محل نصب تجهیزات			پهنه بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰																																																																								
یک سوم فوقانی	یک سوم میانی	یک سوم تحتانی																																																																									
E	C	A	۴																																																																								
E	C	A	۳																																																																								
F	D	B	۲																																																																								
F	D	B	۱																																																																								
<b>امتیازها و ضرایب</b> (یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه بندی خطر نسبی زلزله انتخاب گردند)																																																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="6" style="text-align: center;">شاخص پاسخ</th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">امتیاز پایه</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">F</th> <th style="text-align: center;">E</th> <th style="text-align: center;">D</th> <th style="text-align: center;">C</th> <th style="text-align: center;">B</th> <th style="text-align: center;">A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">۳/۹</td> <td style="text-align: center;">۴/۱</td> <td style="text-align: center;">۴/۳</td> <td style="text-align: center;">۴/۶</td> <td style="text-align: center;">۴/۸</td> <td style="text-align: center;">۵/۰</td> <td style="text-align: center;">۱. بدون مهار</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۱/۶</td> <td style="text-align: center;">۲. مهار ضعیف</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۱/۴</td> <td style="text-align: center;">۳. وجود نگرانی در ارتباط با جداگرهای لرزه ای</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۲/۰</td> <td style="text-align: center;">۴. وجود نگرانی در ارتباط با اتصالات صلب</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۲/۰</td> <td style="text-align: center;">۵. امکان حرکت نسبی ژنراتور و موتور محرکه</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۱/۴</td> <td style="text-align: center;">۶. وجود نگرانی در ارتباط با اندرکنش</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">۷. دیگر موارد</td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="text-align: center;">بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی</td> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;"> <b>P M F</b> </td> </tr> </tbody> </table>							شاخص پاسخ						امتیاز پایه	F	E	D	C	B	A	۳/۹	۴/۱	۴/۳	۴/۶	۴/۸	۵/۰	۱. بدون مهار	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۲. مهار ضعیف	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۳. وجود نگرانی در ارتباط با جداگرهای لرزه ای	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۴. وجود نگرانی در ارتباط با اتصالات صلب	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۵. امکان حرکت نسبی ژنراتور و موتور محرکه	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۶. وجود نگرانی در ارتباط با اندرکنش							۷. دیگر موارد	بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی						<b>P M F</b>
شاخص پاسخ						امتیاز پایه																																																																					
F	E	D	C	B	A																																																																						
۳/۹	۴/۱	۴/۳	۴/۶	۴/۸	۵/۰	۱. بدون مهار																																																																					
۱/۶	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۲. مهار ضعیف																																																																					
۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۳. وجود نگرانی در ارتباط با جداگرهای لرزه ای																																																																					
۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۴. وجود نگرانی در ارتباط با اتصالات صلب																																																																					
۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۵. امکان حرکت نسبی ژنراتور و موتور محرکه																																																																					
۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۶. وجود نگرانی در ارتباط با اندرکنش																																																																					
						۷. دیگر موارد																																																																					
بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی						<b>P M F</b>																																																																					
* اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می شود.																																																																											



### ضرایب اصلاح عملکردی (PMFs)

- ۱-۲- اگر هیچ مهاری وجود نداشته باشد، PMF ردیف ۱ باید در نظر گرفته شود. اگر مهار در مقایسه با ابعاد ژنراتور کوچک به نظر رسد یا آسیب دیده باشد، PMF ردیف ۲ باید در نظر گرفته شود.
- ۳- در جایی که جدا کننده‌های لرزشی استفاده شده است، باید قیدهایی در برابر حرکات جانبی و عمودی وجود داشته باشد. اگر قیدی نباشد یا ناکافی به نظر رسد، PMF ردیف ۳ باید در نظر گرفته شود.
- ۴- اگر لوله‌ها و مجراهای متصل شده به ژنراتور قادر به تحمل حرکات و جابجایی‌های احتمالی ژنراتور نباشد، PMF ردیف ۴ باید در نظر گرفته شود.
- ۵- موتور و قسمت محرکه باید بر روی یک تیر پایه نصب و قرار گرفته باشند، در غیراینصورت PMF ردیف ۵ باید در نظر گرفته شود.
- ۶- در صورتی که امکان ریزش و برخورد اجزای بزرگ مانند دیوارهای غیرسازه‌ای با ژنراتور وجود داشته باشد، PMF ردیف ۶ باید در نظر گرفته شود.
- ۷- برای دیگر شرایطی که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد ژنراتورها ممکن است در حین زلزله متوقف گردد (مثلاً با توجه به مسایلی که در گذشته در این بخش از تجهیزات رخ داده است) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.



تجهیزات اطفای حریق			FP-01																																										
<p>شماره تجهیز: .....</p> <p>توضیحات: نوع زمین: I □ II □ III □ IV □</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p style="text-align: center;">تعیین شاخص پاسخ</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin: 10px auto;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">تراز محل نصب تجهیزات</th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">پهنه بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰۵</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">یک سوم فوقانی</th> <th style="text-align: center;">یک سوم میانی</th> <th style="text-align: center;">یک سوم تحتانی</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">۴</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">۳</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">۲</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">۱</td> </tr> </tbody> </table>			تراز محل نصب تجهیزات			پهنه بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰۵	یک سوم فوقانی	یک سوم میانی	یک سوم تحتانی	E	C	A	۴	E	C	A	۳	F	D	B	۲	F	D	B	۱																				
تراز محل نصب تجهیزات			پهنه بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰۵																																										
یک سوم فوقانی	یک سوم میانی	یک سوم تحتانی																																											
E	C	A	۴																																										
E	C	A	۳																																										
F	D	B	۲																																										
F	D	B	۱																																										
<p>امتیازها و ضرایب - اهرم اعلام حریق</p> <p>(یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه بندی خطر نسبی زلزله انتخاب گردند)</p>																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">F</th> <th style="width: 10%;">E</th> <th style="width: 10%;">D</th> <th style="width: 10%;">C</th> <th style="width: 10%;">B</th> <th style="width: 10%;">A</th> <th style="width: 40%;">شاخص پاسخ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">۶۰</td> <td style="text-align: center;">امتیاز پایه</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۵۰</td> <td>۱. مشخص نبودن اهرم اعلام حریق و مسدود بودن مسیر دسترسی آنها</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>۲. دیگر موارد</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>۳. دیگر موارد</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی</td> </tr> </tbody> </table>				F	E	D	C	B	A	شاخص پاسخ	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	امتیاز پایه	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۱. مشخص نبودن اهرم اعلام حریق و مسدود بودن مسیر دسترسی آنها							۲. دیگر موارد							۳. دیگر موارد							بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی
F	E	D	C	B	A	شاخص پاسخ																																							
۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	امتیاز پایه																																							
۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۱. مشخص نبودن اهرم اعلام حریق و مسدود بودن مسیر دسترسی آنها																																							
						۲. دیگر موارد																																							
						۳. دیگر موارد																																							
						بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی																																							
<p>* اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰۵، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می شود.</p>																																													



امتیازها و ضرایب - شناساگرها، نمایشگرها، آژیرها و حسگرها

(یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه بندی خطر نسبی زلزله انتخاب گردند)

شاخص پاسخ						P M F
F	E	D	C	B	A	
۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰	امتیاز پایه
۴/۰	۴/۰	۴/۰	۴/۰	۴/۰	۴/۰	۱. نبود بازرسی منظم وسایل برای اطمینان از عملکرد صحیح
۳/۲	۳/۰	۲/۸	۲/۵	۲/۳	۲/۱	۲. عدم نصب درست وسایل و امکان سقوط در هنگام زلزله
						۳. دیگر موارد
						بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی

\* اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰+، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.



### ضرایب اصلاح عملکردی (PMFs) - اهرم اعلام حریق

۱- اگر مسیر مسدود باشد، پرسنل از مکان جعبه اهرم اعلام حریق اطلاعی نداشته باشند و یا دیگر دلایلی که در امکان استفاده از جعبه اهرم اعلام حریق ایجاد شک کند، PMF ردیف ۱ باید در نظر گرفته شود.

۲ و ۳- برای شرایط دیگری که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد تجهیزات ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (مثلاً با توجه به مسابلی که در گذشته در این بخش از تجهیزات رخ داده است) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول صورت می گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.

### ضرایب اصلاح عملکردی (PMFs) - شناساگرها، حس گرها و دیگر موارد

۱- اگر هر گونه سوالی در ارتباط با تعمیر و نگهداری حس گرها، نمایشگرها و... وجود داشته باشد، PMF ردیف ۱ باید در نظر گرفته شود.

۲- اگر تجهیز مقید نشده باشد (سیستم اعلام خطر بدون مهار) یا اگر به هر دلیلی در وضعیت ظرفیت سازه ای سیستم تکیه گاهی سوالی باشد، PMF ردیف ۲ باید در نظر گرفته شود.

۳- برای شرایط دیگری که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد تجهیزات ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (مثلاً با توجه به مسابلی که در گذشته در این بخش از تجهیزات رخ داده است) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.



تجهیزات اطفای حریق		FP-02																																																												
		شماره تجهیز: ..... توضیحات: نوع زمین: I □ II □ III □ IV □ ..... ..... تعیین شاخص پاسخ																																																												
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">تراز محل نصب تجهیزات</th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+۰۵</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">یک سوم فوقانی</th> <th style="text-align: center;">یک سوم میانی</th> <th style="text-align: center;">یک سوم تحتانی</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">۴</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">۳</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">۲</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">۱</td> </tr> </tbody> </table>	تراز محل نصب تجهیزات			پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+۰۵	یک سوم فوقانی	یک سوم میانی	یک سوم تحتانی	E	C	A	۴	E	C	A	۳	F	D	B	۲	F	D	B	۱																																					
تراز محل نصب تجهیزات			پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+۰۵																																																											
یک سوم فوقانی	یک سوم میانی	یک سوم تحتانی																																																												
E	C	A	۴																																																											
E	C	A	۳																																																											
F	D	B	۲																																																											
F	D	B	۱																																																											
امتیازها و ضرایب - کپسول دستی و جایگاه لوله‌های آتش‌نشانی (یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله انتخاب گردند)																																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="6" style="text-align: center;">شاخص پاسخ</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">F</th> <th style="text-align: center;">E</th> <th style="text-align: center;">D</th> <th style="text-align: center;">C</th> <th style="text-align: center;">B</th> <th style="text-align: center;">A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">۶۰</td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="text-align: center;">امتیاز پایه</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۴۰</td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="text-align: center;">۱. نبود بازرسی و نظارت منظم و مستمر تجهیزات برای حصول اطمینان از عملکرد پایا و قابل اطمینان</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۳۸</td> <td style="text-align: center;">۳۸</td> <td style="text-align: center;">۳۶</td> <td style="text-align: center;">۳۳</td> <td style="text-align: center;">۳۰</td> <td style="text-align: center;">۲۹</td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="text-align: center;">۲. غیر قابل دسترس بودن تجهیزات</td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="text-align: center;">۳. دیگر موارد</td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="text-align: center;">بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی</td> </tr> </tbody> </table>			شاخص پاسخ						F	E	D	C	B	A	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	امتیاز پایه						۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۱. نبود بازرسی و نظارت منظم و مستمر تجهیزات برای حصول اطمینان از عملکرد پایا و قابل اطمینان						۳۸	۳۸	۳۶	۳۳	۳۰	۲۹	۲. غیر قابل دسترس بودن تجهیزات						۳. دیگر موارد						بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی					
شاخص پاسخ																																																														
F	E	D	C	B	A																																																									
۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰																																																									
امتیاز پایه																																																														
۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰																																																									
۱. نبود بازرسی و نظارت منظم و مستمر تجهیزات برای حصول اطمینان از عملکرد پایا و قابل اطمینان																																																														
۳۸	۳۸	۳۶	۳۳	۳۰	۲۹																																																									
۲. غیر قابل دسترس بودن تجهیزات																																																														
۳. دیگر موارد																																																														
بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی																																																														
* اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰+، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.																																																														



### امتیازها و ضرایب - شیر قطع کننده سوخت

(یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه بندی خطر نسبی زلزله انتخاب گردند)

F	E	D	C	B	A	شاخص پاسخ
۵/۵	۵/۶	۵/۹	۶/۲	۶/۴	۶/۵	امتیاز پایه
۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۱. نبود بازرسی منظم برای اطمینان از عملکرد صحیح شیر
۵/۰	۵/۰	۵/۰	۵/۰	۵/۰	۵/۰	۲. کنترل دستی سیستم، غیر قابل دسترس بودن تجهیز و عدم مهارت پرسنل در کار با تجهیز
						۳. دیگر موارد
						بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی

\* اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰+، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می شود.

### امتیازها و ضرایب - کانال آتش / دود خفه کن

(یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه بندی خطر نسبی زلزله انتخاب گردند)

F	E	D	C	B	A	شاخص پاسخ
۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰	امتیاز پایه
۳/۰	۳/۰	۳/۰	۳/۰	۳/۰	۳/۰	۱. نبود بازرسی منظم برای اطمینان از عملکرد صحیح وسایل
						۲. دیگر موارد
						۳. دیگر موارد
						بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی

\* اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰+، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می شود.



### ضرایب اصلاح عملکردی (PMFs) - همه موارد بر روی برگه امتیازدهی FP-02

- ۱- اگر هرگونه سوالی راجع به تعمیر و نگهداری موارد مورد نظر باشد، PMF ردیف ۱ باید در نظر گرفته شود.
- ۲- اگر به هر طریقی توانایی پرسنل در دسترسی به تجهیز مورد نظر زیر سوال باشد (به طور مثال مشخص نبودن مکان و موقعیت، دسترسی مشکل به موضع تجهیز مورد نظر، عدم مهارت و دانش کافی پرسنل در بکارگیری و نحوه استفاده و...) PMF ردیف ۲ باید در نظر گرفته شود.
- ۳- برای شرایط دیگری که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد تجهیزات ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (مثلاً با توجه به مسایلی که در گذشته در این بخش از تجهیزات رخ داده است) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.



لوله های اطفای حریق ( شامل نازل آبپاش )			FP-03																																																								
شماره تجهیز: ..... توضیحات: نوع زمین: I □ II □ III □ IV □ ..... ..... تعیین شاخص پاسخ			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="3">تراز محل نصب تجهیزات</th> <th rowspan="2">پهنه بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+۵</th> </tr> <tr> <th>یک سوم فوقانی</th> <th>یک سوم میانی</th> <th>یک سوم تحتانی</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E</td> <td>C</td> <td>A</td> <td>۴</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>C</td> <td>A</td> <td>۳</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>D</td> <td>B</td> <td>۲</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>D</td> <td>B</td> <td>۱</td> </tr> </tbody> </table>	تراز محل نصب تجهیزات			پهنه بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+۵	یک سوم فوقانی	یک سوم میانی	یک سوم تحتانی	E	C	A	۴	E	C	A	۳	F	D	B	۲	F	D	B	۱																																	
تراز محل نصب تجهیزات			پهنه بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+۵																																																								
یک سوم فوقانی	یک سوم میانی	یک سوم تحتانی																																																									
E	C	A	۴																																																								
E	C	A	۳																																																								
F	D	B	۲																																																								
F	D	B	۱																																																								
<b>امتیازها و ضرایب</b> (یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه بندی خطر نسبی زلزله انتخاب گردند)																																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="6">شاخص پاسخ</th> <th rowspan="2">P M F</th> </tr> <tr> <th>F</th> <th>E</th> <th>D</th> <th>C</th> <th>B</th> <th>A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>۳/۳</td> <td>۳/۴</td> <td>۳/۷</td> <td>۴/۰</td> <td>۴/۲</td> <td>۴/۳</td> <td rowspan="7" style="text-align: center; vertical-align: middle;"> <b>امتیاز پایه</b>            ۱. فاقد تکیه گاه جانبی - امکان سقوط لوله            ۲. سوال برانگیز بودن سیستم تکیه گاهی قائم لوله            ۳. انشعابات کوتاه سخت، متصل به شاه لوله بلند انعطاف پذیر            ۴. عدم انعطاف پذیری کافی در محل های گذر لوله با درزهای لرزه ای            ۵. امکان وارد آمدن آسیب و ضربه به هد آبپاش            ۶. هد آبپاش بخشی از سقف کاذب مهار نشده است            ۷. دیگر موارد   <b>بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی</b> </td> </tr> <tr> <td>۰/۸</td> <td>۰/۸</td> <td>۰/۸</td> <td>۰/۸</td> <td>۰/۸</td> <td>۰/۸</td> </tr> <tr> <td>۱/۷</td> <td>۱/۷</td> <td>۱/۷</td> <td>۱/۷</td> <td>۱/۷</td> <td>۱/۷</td> </tr> <tr> <td>۰/۸</td> <td>۰/۸</td> <td>۰/۸</td> <td>۰/۸</td> <td>۰/۸</td> <td>۰/۸</td> </tr> <tr> <td>۰/۹</td> <td>۰/۹</td> <td>۰/۹</td> <td>۰/۹</td> <td>۰/۹</td> <td>۰/۹</td> </tr> <tr> <td>۲/۱</td> <td>۲/۱</td> <td>۲/۱</td> <td>۲/۱</td> <td>۲/۱</td> <td>۲/۱</td> </tr> <tr> <td>۲/۴</td> <td>۲/۴</td> <td>۲/۴</td> <td>۲/۴</td> <td>۲/۴</td> <td>۲/۴</td> </tr> </tbody> </table>				شاخص پاسخ						P M F	F	E	D	C	B	A	۳/۳	۳/۴	۳/۷	۴/۰	۴/۲	۴/۳	<b>امتیاز پایه</b> ۱. فاقد تکیه گاه جانبی - امکان سقوط لوله ۲. سوال برانگیز بودن سیستم تکیه گاهی قائم لوله ۳. انشعابات کوتاه سخت، متصل به شاه لوله بلند انعطاف پذیر ۴. عدم انعطاف پذیری کافی در محل های گذر لوله با درزهای لرزه ای ۵. امکان وارد آمدن آسیب و ضربه به هد آبپاش ۶. هد آبپاش بخشی از سقف کاذب مهار نشده است ۷. دیگر موارد  <b>بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی</b>	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۲/۱	۲/۱	۲/۱	۲/۱	۲/۱	۲/۱	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴
شاخص پاسخ						P M F																																																					
F	E	D	C	B	A																																																						
۳/۳	۳/۴	۳/۷	۴/۰	۴/۲	۴/۳	<b>امتیاز پایه</b> ۱. فاقد تکیه گاه جانبی - امکان سقوط لوله ۲. سوال برانگیز بودن سیستم تکیه گاهی قائم لوله ۳. انشعابات کوتاه سخت، متصل به شاه لوله بلند انعطاف پذیر ۴. عدم انعطاف پذیری کافی در محل های گذر لوله با درزهای لرزه ای ۵. امکان وارد آمدن آسیب و ضربه به هد آبپاش ۶. هد آبپاش بخشی از سقف کاذب مهار نشده است ۷. دیگر موارد  <b>بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی</b>																																																					
۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸																																																						
۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷																																																						
۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸																																																						
۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹																																																						
۲/۱	۲/۱	۲/۱	۲/۱	۲/۱	۲/۱																																																						
۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴																																																						
* اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰+۵، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می شود.																																																											



### ضرایب اصلاح عملکردی (PMFs)

- ۱- اگر لوله هیچ‌گونه تکیه‌گاه‌های جانبی مانند پیچ‌های U شکل و قیدی در برابر حرکت جانبی نداشته باشد به طوری که امکان لغزش آن از روی تکیه‌گاه در حین زلزله وجود داشته باشد، PMF ردیف ۱ باید در نظر گرفته شود. این مورد بیشتر در مورد مسیرهای بلند صادق است.
- ۲- برخی شرایط تکیه‌گاهی باعث کاهش خطر زلزله در سیستم لوله‌ها می‌گردد و برخی دیگر ممکن است اثر معکوس داشته باشند. به طور مثال، استفاده از میخ هیلتی برای مهار تکیه‌گاهها و یا اتصالات شکننده لوله‌ها مانند اتصالات نر و ماده که وقوع زلزله می‌تواند به گسیختگی اتصالات بیانجامد (این اتصالات باید در هر طرف محل اتصال قرار گیرند). در صورت مواجهه با این موارد یا شرایط مشابه دیگر که منجر به افتادن و لغزش لوله از روی تکیه‌گاهش در حین زلزله شود، PMF ردیف ۲ باید در نظر گرفته شود.
- ۳- خطوط انشعاب صلب که بر روی شاه لوله انعطاف‌پذیر قرار می‌گیرند، قادر به جذب نیروی قابل ملاحظه‌ای در حین زلزله می‌باشند که این امر می‌تواند باعث آسیب‌دیدگی و نشست در محل تلاقی انشعاب و شاه لوله گردد. اگر این شرایط برای عملکرد لوله وجود داشته باشد، PMF ردیف ۳ باید در نظر گرفته شود.
- ۴- لوله‌ها باید دارای انعطاف‌پذیری برای تحمل حرکات نسبی در نقاط مهاری باشند. حرکات نسبی در مکانهایی که دهانه‌های لوله از درز لرزه‌ای یا تقاطع با ساختمان می‌گذرند، رخ می‌دهد. اگر لوله قادر به تحمل جابجایی نسبی قابل ملاحظه تکیه‌گاه‌هایش نباشد، PMF ردیف ۴ باید در نظر گرفته شود.
- ۵- اگر هد آبپاش در مجاورت اعضای سازه‌ای بزرگ که امکان آسیب رساندن و ضربه زدن به آنها وجود دارد، قرار گرفته باشد، PMF ردیف ۵ باید در نظر گرفته شود.
- ۶- اگر هد آبپاش بخشی از یک سقف کاذب که در برابر حرکات جانبی مهار نشده است، باشد، PMF ردیف ۶ باید در نظر گرفته شود.
- ۷- برای شرایط دیگری که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد تجهیزات ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (مثلاً با توجه به مسایلی که در گذشته در این بخش از تجهیزات رخ داده است) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.



فن‌ها		HV-01																																																																																		
	شماره تجهیز: ..... توضیحات: نوع زمین: I □ II □ III □ IV □ ..... ..... ..... تعیین شاخص پاسخ																																																																																			
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">تراز محل نصب تجهیزات</th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">پهنه بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">یک سوم فوقانی</th> <th style="text-align: center;">یک سوم میانی</th> <th style="text-align: center;">یک سوم تحتانی</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">۴</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">۳</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">۲</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">۱</td> </tr> </tbody> </table>		تراز محل نصب تجهیزات			پهنه بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰	یک سوم فوقانی	یک سوم میانی	یک سوم تحتانی	E	C	A	۴	E	C	A	۳	F	D	B	۲	F	D	B	۱																																																											
	تراز محل نصب تجهیزات			پهنه بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰																																																																																
	یک سوم فوقانی	یک سوم میانی	یک سوم تحتانی																																																																																	
E	C	A	۴																																																																																	
E	C	A	۳																																																																																	
F	D	B	۲																																																																																	
F	D	B	۱																																																																																	
<b>امتیازها و ضرایب</b> (یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه بندی خطر نسبی زلزله انتخاب گردند)																																																																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="6" style="text-align: center;">شاخص پاسخ</th> <th rowspan="2" style="text-align: center; font-weight: bold;">P M F</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">F</th> <th style="text-align: center;">E</th> <th style="text-align: center;">D</th> <th style="text-align: center;">C</th> <th style="text-align: center;">B</th> <th style="text-align: center;">A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">۳/۳</td> <td style="text-align: center;">۳/۴</td> <td style="text-align: center;">۳/۷</td> <td style="text-align: center;">۴/۰</td> <td style="text-align: center;">۴/۲</td> <td style="text-align: center;">۴/۳</td> <td style="text-align: center;"><b>امتیاز پایه</b></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۱/۴</td> <td>۱. بدون مهار</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۱/۱</td> <td>۲. مهار ضعیف</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۱/۷</td> <td>۳. وجود نگرانی در ارتباط با جداگرهای لرزه ای</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۰/۹</td> <td>۴. امکان حرکت نسبی فن و موتور</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۰/۸</td> <td>۵. وجود نگرانی در ارتباط با تکیه گاه کانال</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۱/۱</td> <td>۶. وجود نگرانی در ارتباط با اتصالات صلب</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۱/۴</td> <td>۷. وجود نگرانی در ارتباط با اندرکنش</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>۸- دیگر موارد</td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="text-align: center;"> <b>بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی</b> </td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		شاخص پاسخ						P M F	F	E	D	C	B	A	۳/۳	۳/۴	۳/۷	۴/۰	۴/۲	۴/۳	<b>امتیاز پایه</b>	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱. بدون مهار	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۲. مهار ضعیف	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۳. وجود نگرانی در ارتباط با جداگرهای لرزه ای	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۴. امکان حرکت نسبی فن و موتور	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۵. وجود نگرانی در ارتباط با تکیه گاه کانال	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۶. وجود نگرانی در ارتباط با اتصالات صلب	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۷. وجود نگرانی در ارتباط با اندرکنش							۸- دیگر موارد	<b>بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی</b>						
شاخص پاسخ						P M F																																																																														
F	E	D	C	B	A																																																																															
۳/۳	۳/۴	۳/۷	۴/۰	۴/۲	۴/۳	<b>امتیاز پایه</b>																																																																														
۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱. بدون مهار																																																																														
۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۲. مهار ضعیف																																																																														
۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۳. وجود نگرانی در ارتباط با جداگرهای لرزه ای																																																																														
۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۴. امکان حرکت نسبی فن و موتور																																																																														
۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۵. وجود نگرانی در ارتباط با تکیه گاه کانال																																																																														
۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۶. وجود نگرانی در ارتباط با اتصالات صلب																																																																														
۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۷. وجود نگرانی در ارتباط با اندرکنش																																																																														
						۸- دیگر موارد																																																																														
<b>بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی</b>																																																																																				
* اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می شود.																																																																																				



### ضرایب اصلاح عملکردی (PMFs)

- ۱-۲ اغلب، فن، موتور یا هر دو به یک تیر پایه مهار می‌شوند که خود به یک دال یا کف مهار می‌شود. اگر برای فن یا موتور هیچ مهاری وجود نداشته باشد، PMF ردیف ۱ باید در نظر گرفته شود. اگر مهار صدمه دیده باشد یا در مقایسه با ابعاد تجهیز کوچک به نظر برسد، PMF ردیف ۲ باید در نظر گرفته شود.
- ۳- جداکننده‌های لرزه‌ای نشان داده شده در شکل زیر دارای چنان تکیه‌گاههایی باشند که با وجود توانایی تحمل لرزش، در برابر حرکات جانبی و قائم مقید باشند. اگر فن دارای جداکننده لرزه‌ای بدون قید باشد و یا قیدها ناکافی به نظر رسند، PMF ردیف ۳ باید در نظر گرفته شود.
- ۴- حرکت و جابجایی نسبی موتور و فن می‌تواند باعث آسیب رساندن به فن شود. یکی از مواردی که می‌تواند باعث این امر شود، مهار کردن دو بخش به پایه یا کف‌های مختلف است. این مسئله در مورد میل گردان‌های بلند بیشتر مشهود است. اگر امکان جابجایی نسبی وجود داشته باشد، PMF ردیف ۴ باید در نظر گرفته شود.
- ۵- کانال‌های متصل باید به منظور جلوگیری از انتقال نیرو به فن به درستی مهار شده باشند. اگر کانال دارای اتصال فانوسه‌ای باشد، باید در هر دو وجه اتصال انعطاف‌پذیر به‌طور مناسبی مهار شده باشد. در صورت وجود هرگونه سوالی در ارتباط با کفایت تکیه‌گاههای کانال، PMF ردیف ۵ باید در نظر گرفته شود.
- ۶- اگر کانال‌ها یا دیگر اجزای مربوطه به‌طور صلب به فن متصل باشند (به غیر از مجرای کوچک)، PMF ردیف ۶ باید در نظر گرفته شود.
- ۷- در صورتی که امکان سقوط و آسیب رساندن موارد بزرگ مانند دیوارهای غیرسازه‌ای بر روی عملکرد فن وجود داشته باشد، PMF ردیف ۷ باید در نظر گرفته شود.
- ۸- برای شرایط دیگری که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد تجهیزات ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (مثلاً با توجه به مسایلی که در گذشته در این بخش از تجهیزات رخ داده است) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.



هواساز			HV-02																																																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;">  </div> <div style="width: 65%;"> <p style="text-align: right;">شماره تجهیز: .....</p> <p style="text-align: right;">توضیحات: نوع زمین: I □ II □ III □ IV □</p> <p style="text-align: center;">تعیین شاخص پاسخ</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="3">تراز محل نصب تجهیزات</th> <th rowspan="2">پهنه بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+۲۸</th> </tr> <tr> <th>یک سوم فوقانی</th> <th>یک سوم میانی</th> <th>یک سوم تحتانی</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E</td> <td>C</td> <td>A</td> <td>۴</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>C</td> <td>A</td> <td>۳</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>D</td> <td>B</td> <td>۲</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>D</td> <td>B</td> <td>۱</td> </tr> </tbody> </table> </div> </div>				تراز محل نصب تجهیزات			پهنه بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+۲۸	یک سوم فوقانی	یک سوم میانی	یک سوم تحتانی	E	C	A	۴	E	C	A	۳	F	D	B	۲	F	D	B	۱																																																												
تراز محل نصب تجهیزات			پهنه بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+۲۸																																																																																			
یک سوم فوقانی	یک سوم میانی	یک سوم تحتانی																																																																																				
E	C	A	۴																																																																																			
E	C	A	۳																																																																																			
F	D	B	۲																																																																																			
F	D	B	۱																																																																																			
<b>امتیازها و ضرایب</b> (یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه بندی خطر نسبی زلزله انتخاب گردند)																																																																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="6">شاخص پاسخ</th> <th rowspan="2">امتیاز پایه</th> </tr> <tr> <th>F</th> <th>E</th> <th>D</th> <th>C</th> <th>B</th> <th>A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>۳/۵</td> <td>۳/۷</td> <td>۳/۹</td> <td>۴/۲</td> <td>۴/۴</td> <td>۴/۶</td> <td></td> </tr> <tr> <td>۱/۷</td> <td>۱/۷</td> <td>۱/۷</td> <td>۱/۷</td> <td>۱/۷</td> <td>۱/۷</td> <td rowspan="7" style="text-align: center; vertical-align: middle;">PMF</td> </tr> <tr> <td>۱/۴</td> <td>۱/۴</td> <td>۱/۴</td> <td>۱/۴</td> <td>۱/۴</td> <td>۱/۴</td> <td>۱. بدون مهر</td> </tr> <tr> <td>۱/۴</td> <td>۱/۴</td> <td>۱/۴</td> <td>۱/۴</td> <td>۱/۴</td> <td>۱/۴</td> <td>۲. مهر ضعیف</td> </tr> <tr> <td>۰/۷</td> <td>۰/۷</td> <td>۰/۷</td> <td>۰/۷</td> <td>۰/۷</td> <td>۰/۷</td> <td>۳. وجود نگرانی در ارتباط با جداگرهای لرزه ای</td> </tr> <tr> <td>۲/۰</td> <td>۲/۰</td> <td>۲/۰</td> <td>۲/۰</td> <td>۲/۰</td> <td>۲/۰</td> <td>۴. وجود نگرانی در ارتباط با تکیه گاه کانال</td> </tr> <tr> <td>۱/۲</td> <td>۱/۲</td> <td>۱/۲</td> <td>۱/۲</td> <td>۱/۲</td> <td>۱/۲</td> <td>۵. وجود نگرانی در ارتباط با اتصالات صلب</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>۶. وجود نگرانی در ارتباط با اندرکنش</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>۷. دیگر موارد</td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="text-align: center; padding: 5px;">بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				شاخص پاسخ						امتیاز پایه	F	E	D	C	B	A	۳/۵	۳/۷	۳/۹	۴/۲	۴/۴	۴/۶		۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	PMF	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱. بدون مهر	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۲. مهر ضعیف	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۳. وجود نگرانی در ارتباط با جداگرهای لرزه ای	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۴. وجود نگرانی در ارتباط با تکیه گاه کانال	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۵. وجود نگرانی در ارتباط با اتصالات صلب							۶. وجود نگرانی در ارتباط با اندرکنش							۷. دیگر موارد	بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی						
شاخص پاسخ						امتیاز پایه																																																																																
F	E	D	C	B	A																																																																																	
۳/۵	۳/۷	۳/۹	۴/۲	۴/۴	۴/۶																																																																																	
۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	PMF																																																																																
۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴		۱. بدون مهر																																																																															
۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴		۲. مهر ضعیف																																																																															
۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۷		۳. وجود نگرانی در ارتباط با جداگرهای لرزه ای																																																																															
۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰		۴. وجود نگرانی در ارتباط با تکیه گاه کانال																																																																															
۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲		۵. وجود نگرانی در ارتباط با اتصالات صلب																																																																															
							۶. وجود نگرانی در ارتباط با اندرکنش																																																																															
						۷. دیگر موارد																																																																																
بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی																																																																																						
* اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰+، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می شود.																																																																																						



### ضرایب اصلاح عملکردی (PMFs)

- ۱-۲ اگر هیچ گونه مهارى برای تجهیز وجود نداشته باشد، PMF ردیف ۱ باید در نظر گرفته شود. اگر مهار آسیب دیده باشد یا در مقایسه با ابعاد تجهیز کوچک به نظر رسد، PMF ردیف ۲ باید در نظر گرفته شود.
- ۳- اگر هواساز دارای جداگرهای لرزه‌ای بدون قید و مهار در برابر حرکت جانبی یا حرکت رو به بالا باشد، یا قیدها ناکافی به نظر رسد، PMF ردیف ۳ باید در نظر گرفته شود.
- ۴- کانالهای متصل باید به منظور جلوگیری از انتقال نیرو به تجهیز به درستی مهار شده باشند. اگر کانال دارای اتصال فانوسه‌ای انعطاف‌پذیر باشد باید در هر وجه اتصال مهار شده باشد. در صورت وجود هرگونه سوال در ارتباط با کفایت تکیه‌گاههای کانال، PMF ردیف ۴ باید در نظر گرفته شود.
- ۵- اتصال صلب لوله به تجهیز، در صورت حرکت و جابجایی تجهیز باعث ایجاد خرابی و آسیب رساندن به دیوار می‌شود. در صورت وجود چنین اتصال صلبی، PMF ردیف ۵ باید در نظر گرفته شود.
- ۶- اگر اجزاء و تجهیزات بزرگی در مجاورت هواساز، امکان آسیب زدن و سقوط بر روی آن را داشته باشند و یا در صورت وجود امکان صدمه و ضربه به هر طریق دیگر، PMF ردیف ۶ باید در نظر گرفته شود.
- ۷- برای شرایط دیگری که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد هواساز ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (مثلاً با توجه به مسایلی که در گذشته در این بخش از تجهیزات رخ داده است) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.



چیلرها			HV-03																																																																		
	شماره تجهیز: ..... توضیحات: نوع زمین: I □ II □ III □ IV □ ..... ..... تعیین شاخص پاسخ																																																																				
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">تراز محل نصب تجهیزات</th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">پهنه بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">یک سوم فوقانی</th> <th style="text-align: center;">یک سوم میانی</th> <th style="text-align: center;">یک سوم تحتانی</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">۴</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">۳</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">۲</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">۱</td> </tr> </tbody> </table>			تراز محل نصب تجهیزات			پهنه بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰	یک سوم فوقانی	یک سوم میانی	یک سوم تحتانی	E	C	A	۴	E	C	A	۳	F	D	B	۲	F	D	B	۱																																											
	تراز محل نصب تجهیزات			پهنه بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰																																																																	
	یک سوم فوقانی	یک سوم میانی	یک سوم تحتانی																																																																		
E	C	A	۴																																																																		
E	C	A	۳																																																																		
F	D	B	۲																																																																		
F	D	B	۱																																																																		
<b>امتیازها و ضرایب</b> (یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه بندی خطر نسبی زلزله انتخاب گردند)																																																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;">F</th> <th style="width: 5%;">E</th> <th style="width: 5%;">D</th> <th style="width: 5%;">C</th> <th style="width: 5%;">B</th> <th style="width: 5%;">A</th> <th style="width: 50%;">شاخص پاسخ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">۳/۷</td> <td style="text-align: center;">۳/۸</td> <td style="text-align: center;">۴/۱</td> <td style="text-align: center;">۴/۴</td> <td style="text-align: center;">۴/۶</td> <td style="text-align: center;">۴/۷</td> <td style="text-align: center;">امتیاز پایه</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۱/۲</td> <td style="text-align: center;">۱. بدون مهار</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۰/۹</td> <td style="text-align: center;">۲. مهار ضعیف</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۱/۸</td> <td style="text-align: center;">۳. وجود نگرانی در ارتباط با جداگرهای لرزه ای</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۱/۰</td> <td style="text-align: center;">۴. وجود نگرانی در ارتباط با تکیه گاه لوله ها</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۰/۷</td> <td style="text-align: center;">۵. وجود نگرانی در ارتباط با اندرکنش</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">۶. دیگر موارد</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی</td> </tr> </tbody> </table>							F	E	D	C	B	A	شاخص پاسخ	۳/۷	۳/۸	۴/۱	۴/۴	۴/۶	۴/۷	امتیاز پایه	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱. بدون مهار	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۲. مهار ضعیف	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۳. وجود نگرانی در ارتباط با جداگرهای لرزه ای	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۴. وجود نگرانی در ارتباط با تکیه گاه لوله ها	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۵. وجود نگرانی در ارتباط با اندرکنش							۶. دیگر موارد							بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی
F	E	D	C	B	A	شاخص پاسخ																																																															
۳/۷	۳/۸	۴/۱	۴/۴	۴/۶	۴/۷	امتیاز پایه																																																															
۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱. بدون مهار																																																															
۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۲. مهار ضعیف																																																															
۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۳. وجود نگرانی در ارتباط با جداگرهای لرزه ای																																																															
۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۴. وجود نگرانی در ارتباط با تکیه گاه لوله ها																																																															
۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۵. وجود نگرانی در ارتباط با اندرکنش																																																															
						۶. دیگر موارد																																																															
						بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی																																																															
* اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می شود.																																																																					



### ضرایب اصلاح عملکردی (PMFs)

- ۱-۲) اگر مهاری وجود نداشته باشد PMF ردیف ۱ باید در نظر گرفته شود. اگر مهار آسیب‌دیده باشد یا در مقایسه با ابعاد چیلر کوچک به نظر رسد، PMF ردیف ۲ باید در نظر گرفته شود.
- ۳- تکیه‌گاهها و قیده‌های جداگرهای لرزه‌ای چیلر باید در برابر حرکات جانبی و حرکت رو به بالا مقید شده‌اند، هر چند اینکه امکان نوسان داشته باشند. اگر چیلر دارای جداکننده لرزه‌ای بدون قید باشد و یا قیده‌ها ناکافی به نظر رسند، PMF ردیف ۳ باید در نظر گرفته شود.
- ۴- اگر تجهیز بر روی ناودانی و یا دیگر مقاطعی که در جهت جانبی ضعیف هستند قرار گرفته و نصب شده باشد، PMF ردیف ۴ باید در نظر گرفته شود.
- ۵- لوله‌های متصل باید به منظور جلوگیری از انتقال بار اضافی به چیلر به خوبی مقید شده و از تکیه‌گاه کافی برخوردار باشند. اگر مسیرهای لوله‌کشی بلند بوده و بدون تکیه‌گاه به چیلر منتهی و وصل شوند، PMF ردیف ۵ باید در نظر گرفته شود.
- ۶- اگر اجزای بزرگی مانند دیوارهای غیرسازه‌ای امکان سقوط و ضربه زدن به چیلر را داشته باشند، PMF ردیف ۶ باید در نظر گرفته شود.
- ۷- برای شرایط دیگری که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد چیلرها ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (مثلاً با توجه به مسایلی که در گذشته در این بخش از تجهیزات رخ داده است) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.



اجزای مختلف ساختمان			MB-01																																										
<p style="text-align: right;">شماره تجهیز: .....</p> <p style="text-align: right;">توضیحات: نوع زمین: I □ II □ III □ IV □</p> <p style="text-align: right;">.....</p> <p style="text-align: right;">.....</p> <p style="text-align: center;">تعیین شاخص پاسخ</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">تراز محل نصب تجهیزات</th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">پهنه بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+۵</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">یک سوم فوقانی</th> <th style="text-align: center;">یک سوم میانی</th> <th style="text-align: center;">یک سوم تحتانی</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">۴</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">۳</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">۲</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">۱</td> </tr> </tbody> </table>			تراز محل نصب تجهیزات			پهنه بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+۵	یک سوم فوقانی	یک سوم میانی	یک سوم تحتانی	E	C	A	۴	E	C	A	۳	F	D	B	۲	F	D	B	۱																				
تراز محل نصب تجهیزات			پهنه بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+۵																																										
یک سوم فوقانی	یک سوم میانی	یک سوم تحتانی																																											
E	C	A	۴																																										
E	C	A	۳																																										
F	D	B	۲																																										
F	D	B	۱																																										
<p><b>امتیازها و ضرایب - کفهای دسترسی</b></p> <p>(یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه بندی خطر نسبی زلزله انتخاب گردند)</p>																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">F</th> <th style="width: 10%;">E</th> <th style="width: 10%;">D</th> <th style="width: 10%;">C</th> <th style="width: 10%;">B</th> <th style="width: 10%;">A</th> <th style="width: 40%;">شاخص پاسخ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">۶/۰</td> <td style="text-align: center;"><b>امتیاز پایه</b></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۴/۳</td> <td style="text-align: center;">۳/۸</td> <td style="text-align: center;">۳/۴</td> <td style="text-align: center;">۳/۱</td> <td style="text-align: center;">۲/۹</td> <td style="text-align: center;">۲/۶</td> <td>۱. عدم وجود مهاربندی یا هر ابزار دیگری برای جلوگیری از حرکات جانبی زیاد</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>۲. دیگر موارد</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>۳. دیگر موارد</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی</td> </tr> </tbody> </table>				F	E	D	C	B	A	شاخص پاسخ	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰	<b>امتیاز پایه</b>	۴/۳	۳/۸	۳/۴	۳/۱	۲/۹	۲/۶	۱. عدم وجود مهاربندی یا هر ابزار دیگری برای جلوگیری از حرکات جانبی زیاد							۲. دیگر موارد							۳. دیگر موارد							بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی
F	E	D	C	B	A	شاخص پاسخ																																							
۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰	<b>امتیاز پایه</b>																																							
۴/۳	۳/۸	۳/۴	۳/۱	۲/۹	۲/۶	۱. عدم وجود مهاربندی یا هر ابزار دیگری برای جلوگیری از حرکات جانبی زیاد																																							
						۲. دیگر موارد																																							
						۳. دیگر موارد																																							
						بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی																																							
<p>* اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰+۵، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می شود.</p>																																													



امتیازها و ضرایب - سقف های کاذب (سیستم روشنایی مرتبط)

(یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه بندی خطر نسبی زلزله انتخاب گردند)

F	E	D	C	B	A	شاخص پاسخ	P M F
۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰	امتیاز پایه	
۴/۳	۳/۸	۳/۴	۳/۱	۲/۹	۲/۶	۱. در جاییکه عدم مهار جانی باعث ریزش آجرهای سقف و آسیب رساندن به نیروی کار و محدود کردن خروجی ها می شود و هیچ گونه مهار بند جانی قطری وجود نداشته باشد.	
۴/۳	۳/۸	۳/۴	۳/۱	۲/۹	۲/۶	۲. مهار مستقل و نا امن بودن تجهیزات روشنایی	
						۳. دیگر موارد	
						بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی	

\* اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می شود.



اجزای مختلف ساختمان		MB-02																																		
		شماره تجهیز: ..... توضیحات: نوع زمین: I □ II □ III □ IV □ ..... ..... تعیین شاخص پاسخ																																		
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">سطح</th> <th style="width: 50%;">پهنه بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>۴</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>۳</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>۲</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>۱</td> </tr> </tbody> </table>	سطح	پهنه بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰	A	۴	B	۳	C	۲	D	۱																								
سطح	پهنه بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰																																			
A	۴																																			
B	۳																																			
C	۲																																			
D	۱																																			
<b>امتیازها و ضرایب - بالابرها و ردیاب های خروج از خط بالابر</b> (یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه بندی خطر نسبی زلزله انتخاب گردند)																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4" style="text-align: center;">شاخص پاسخ</th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">امتیاز پایه</th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">PMF</th> </tr> <tr> <th style="width: 10%;">D</th> <th style="width: 10%;">C</th> <th style="width: 10%;">B</th> <th style="width: 10%;">A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">۶۰</td> <td style="text-align: center;">۶۰</td> <td style="text-align: center;">۶۰</td> <td style="text-align: center;">۶۰</td> <td rowspan="4" style="text-align: center;">۱. کابین آسانسور و وزنه تعادل آن با وسایل شناسایی جداشدگی از ریل ها مجهز نشده باشد. ۲. قرقره ها در برابر لغزش کابلها در زلزله محافظت نشده اند. ۳. عدم دسترسی به پرسنل تایید صلاحیت شده برای بازرسی آسانسورها و اجازه شروع به کار مجدد در زلزله ۴. دیگر موارد</td> <td rowspan="4" style="text-align: center;">۵۰</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۵۰</td> <td style="text-align: center;">۵۰</td> <td style="text-align: center;">۵۰</td> <td style="text-align: center;">۵۰</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۲۶</td> <td style="text-align: center;">۲۶</td> <td style="text-align: center;">۲۴</td> <td style="text-align: center;">۲۴</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۵۰</td> <td style="text-align: center;">۵۰</td> <td style="text-align: center;">۵۰</td> <td style="text-align: center;">۵۰</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;"> <b>بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی</b> </td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			شاخص پاسخ				امتیاز پایه	PMF	D	C	B	A	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۱. کابین آسانسور و وزنه تعادل آن با وسایل شناسایی جداشدگی از ریل ها مجهز نشده باشد. ۲. قرقره ها در برابر لغزش کابلها در زلزله محافظت نشده اند. ۳. عدم دسترسی به پرسنل تایید صلاحیت شده برای بازرسی آسانسورها و اجازه شروع به کار مجدد در زلزله ۴. دیگر موارد	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۲۶	۲۶	۲۴	۲۴	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	<b>بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی</b>					
شاخص پاسخ				امتیاز پایه	PMF																															
D	C	B	A																																	
۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۱. کابین آسانسور و وزنه تعادل آن با وسایل شناسایی جداشدگی از ریل ها مجهز نشده باشد. ۲. قرقره ها در برابر لغزش کابلها در زلزله محافظت نشده اند. ۳. عدم دسترسی به پرسنل تایید صلاحیت شده برای بازرسی آسانسورها و اجازه شروع به کار مجدد در زلزله ۴. دیگر موارد	۵۰																															
۵۰	۵۰	۵۰	۵۰																																	
۲۶	۲۶	۲۴	۲۴																																	
۵۰	۵۰	۵۰	۵۰																																	
<b>بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی</b>																																				
* اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می شود.																																				



### ضرایب اصلاح عملکردی (PMFs) - سیستم بالابر

- ۱- در بعضی حالات به منظور قطع آسانسور به‌طور خودکار در صورتی که حرکت کابلها در حین زلزله دارای اهمیت باشد، وسایل آشکارساز مورد نیاز است. اگر چنین سیستمی وجود نداشته باشد، PMF ردیف ۱ باید در نظر گرفته شود.
- ۲- حرکت کابلها در حین زلزله باعث خروج آنها از روی قرقره‌ها می‌شود. اگر تمهیدی به منظور جلوگیری از این مسئله وجود نداشته باشد، PMF ردیف ۲ باید در نظر گرفته شود.
- ۳- اگر سیستم خاموش شود حتی اگر آسیبی نبیند، قبل از اینکه آسانسور شروع به کار مجدد کند، بازرسی باید انجام شود. در هنگام وقوع یک زلزله مهم و بزرگ ممکن است تاخیر قابل ملاحظه‌ای در عملکرد بالابر به وجود آید. در این موارد PMF ردیف ۳ باید در نظر گرفته شود.
- ۴- برای شرایط دیگری که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد بالابر ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (مثلاً با توجه به مسایلی که در گذشته در این بخش از تجهیزات رخ داده است) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.



تجهیزات مختلف کامپیوتری		MC-01																																								
<p style="text-align: right;">شماره تجهیز: .....</p> <p style="text-align: right;">توضیحات: نوع زمین: I □ II □ III □ IV □</p> <p style="text-align: center;">تعیین شاخص پاسخ</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin: 10px auto;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">تراز محل نصب تجهیزات</th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">پهنه بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+۰</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">یک سوم فوقانی</th> <th style="text-align: center;">یک سوم میانی</th> <th style="text-align: center;">یک سوم تحتانی</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">۴</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">۳</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">۲</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">۱</td> </tr> </tbody> </table>		تراز محل نصب تجهیزات			پهنه بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+۰	یک سوم فوقانی	یک سوم میانی	یک سوم تحتانی	E	C	A	۴	E	C	A	۳	F	D	B	۲	F	D	B	۱																		
تراز محل نصب تجهیزات			پهنه بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+۰																																							
یک سوم فوقانی	یک سوم میانی	یک سوم تحتانی																																								
E	C	A	۴																																							
E	C	A	۳																																							
F	D	B	۲																																							
F	D	B	۱																																							
<p><b>امتیازها و ضرایب - تجهیزات کنترل ارتباطات و Mainframe ها</b></p> <p>(یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه بندی خطر نسبی زلزله انتخاب گردند)</p>																																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">F</th> <th style="width: 10%;">E</th> <th style="width: 10%;">D</th> <th style="width: 10%;">C</th> <th style="width: 10%;">B</th> <th style="width: 10%;">A</th> <th style="width: 50%;">شاخص پاسخ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">۶٫۰</td> <td style="text-align: center;"><b>امتیاز پایه</b></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۴٫۱</td> <td style="text-align: center;">۴٫۰</td> <td style="text-align: center;">۳٫۸</td> <td style="text-align: center;">۳٫۵</td> <td style="text-align: center;">۳٫۲</td> <td style="text-align: center;">۳٫۱</td> <td rowspan="3" style="text-align: center; vertical-align: middle;"> <b>PMF</b>            ۱. هیچ چیزی برای جلوگیری از واژگونی تجهیز وجود ندارد. (مگر اینکه وزن و ابعاد بگونه ای باشد که واژگونی بعید به نظر رسد).            ۲. وجود خطر اندرکنش قابل ملاحظه به علت امکان سقوط بر روی این تجهیز            ۳. دیگر موارد         </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۳٫۹</td> <td style="text-align: center;">۳٫۷</td> <td style="text-align: center;">۳٫۵</td> <td style="text-align: center;">۳٫۲</td> <td style="text-align: center;">۳٫۰</td> <td style="text-align: center;">۲٫۸</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"> </td> </tr> <tr> <td colspan="7" style="text-align: center; padding: 10px;"> <b>بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی</b> </td> </tr> </tbody> </table>			F	E	D	C	B	A	شاخص پاسخ	۶٫۰	۶٫۰	۶٫۰	۶٫۰	۶٫۰	۶٫۰	<b>امتیاز پایه</b>	۴٫۱	۴٫۰	۳٫۸	۳٫۵	۳٫۲	۳٫۱	<b>PMF</b> ۱. هیچ چیزی برای جلوگیری از واژگونی تجهیز وجود ندارد. (مگر اینکه وزن و ابعاد بگونه ای باشد که واژگونی بعید به نظر رسد). ۲. وجود خطر اندرکنش قابل ملاحظه به علت امکان سقوط بر روی این تجهیز ۳. دیگر موارد	۳٫۹	۳٫۷	۳٫۵	۳٫۲	۳٫۰	۲٫۸							<b>بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی</b>						
F	E	D	C	B	A	شاخص پاسخ																																				
۶٫۰	۶٫۰	۶٫۰	۶٫۰	۶٫۰	۶٫۰	<b>امتیاز پایه</b>																																				
۴٫۱	۴٫۰	۳٫۸	۳٫۵	۳٫۲	۳٫۱	<b>PMF</b> ۱. هیچ چیزی برای جلوگیری از واژگونی تجهیز وجود ندارد. (مگر اینکه وزن و ابعاد بگونه ای باشد که واژگونی بعید به نظر رسد). ۲. وجود خطر اندرکنش قابل ملاحظه به علت امکان سقوط بر روی این تجهیز ۳. دیگر موارد																																				
۳٫۹	۳٫۷	۳٫۵	۳٫۲	۳٫۰	۲٫۸																																					
<b>بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی</b>																																										
<p>* اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰+۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می شود.</p>																																										



امتیازها و ضرایب - مینی و میکرو کامپیوترها و دستگاه‌های جانبی (ضبط صوت، دیسک خوان، پرینتر، مونیتر و ...)

(یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله انتخاب گردند)

شاخص پاسخ						امتیاز پایه	P M F
F	E	D	C	B	A		
۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰		
۴/۴	۴/۲	۴/۰	۳/۷	۳/۵	۳/۳	۱. عدم اتصال تجهیزات به میز یا میز کار به منظور جلوگیری از لغزش و سقوط	
۲/۹	۲/۸	۲/۶	۲/۳	۲/۰	۱/۹	۲. میزها ناپایدارند و سقوط آنها محتمل است.	
۳/۹	۳/۷	۳/۵	۳/۲	۳/۰	۲/۸	۳. تجهیزات بگونه‌ای بر کف قرار گرفته‌اند که واژگونی محتمل است.	
۳/۵	۳/۳	۳/۱	۲/۸	۲/۶	۲/۴	۴. وجود خطر اندرکنش قابل ملاحظه به علت امکان سقوط بر روی تجهیز	
						۵. دیگر موارد	
						بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی	

\* اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰+، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.



### ضرایب اصلاح عملکردی (PMFs) - تجهیزات کنترل ارتباطات و Main frame ها

- ۱- اگر تجهیز مقید (دارای تکیه گاه نباشد) و مهار نشده، بلند و لاغر باشد ( بطوریکه تمایل به واژگونی در آن بیشتر از لغزش باشد)، PMF ردیف ۱ باید در نظر گرفته شود.
- ۲- در صورت وجود خطر سقوط اشیاء روی تجهیزات و صدمه زدن به آنها (ادوات و تجهیزات سنگین روشنایی، قفسه های کتاب و...) PMF ردیف ۲ باید در نظر گرفته شود.
- ۳- برای شرایط دیگری که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد تجهیزات ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (مثلاً با توجه به مسایلی که در گذشته در این بخش از تجهیزات رخ داده است) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول باید صورت گیرد.

### ضرایب اصلاح عملکردی (PMFs) - مینی کامپیوتر و میکرو کامپیوتر و دستگاههای جانبی

- ۱- اگر تجهیزات از پایین آزاد بوده و بسته نشده باشند و بتوانند از روی میز بلغزند و بر روی کف بیفتند، PMF ردیف ۱ باید در نظر گرفته شود.
- ۲- اگر میز سوال برانگیز باشد، PMF ردیف ۲ باید در نظر گرفته شود.
- ۳- اگر تجهیزات بر روی کف و به گونه ای قرار گرفته باشند که امکان واژگونی وجود داشته باشد، PMF ردیف ۳ باید در نظر گرفته شود.
- ۴- در صورت وجود خطر سقوط اشیاء روی تجهیزات و صدمه زدن به آنها، (تجهیزات سنگین روشنایی، قفسه های کتاب و...) PMF ردیف ۴ باید در نظر گرفته شود.
- ۵- برای شرایط دیگری که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد تجهیزات ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (مثلاً با توجه به مسایلی که در گذشته در این بخش از تجهیزات رخ داده است) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول باید صورت گیرد.



<b>تجهیزات مختلف کامپیوتری</b>		<b>MC-02</b>																																																				
	شماره تجهیز: ..... توضیحات: نوع زمین : I □ II □ III □ IV □ ..... ..... ..... تعیین شاخص پاسخ	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="padding: 5px;">تراز محل نصب تجهیزات</th> <th rowspan="2" style="padding: 5px;">پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+۰</th> </tr> <tr> <th style="padding: 5px;">یک سوم فوقانی</th> <th style="padding: 5px;">یک سوم میانی</th> <th style="padding: 5px;">یک سوم تحتانی</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px;">E</td> <td style="padding: 5px;">C</td> <td style="padding: 5px;">A</td> <td style="padding: 5px;">۴</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">E</td> <td style="padding: 5px;">C</td> <td style="padding: 5px;">A</td> <td style="padding: 5px;">۳</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">F</td> <td style="padding: 5px;">D</td> <td style="padding: 5px;">B</td> <td style="padding: 5px;">۲</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">F</td> <td style="padding: 5px;">D</td> <td style="padding: 5px;">B</td> <td style="padding: 5px;">۱</td> </tr> </tbody> </table>	تراز محل نصب تجهیزات			پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+۰	یک سوم فوقانی	یک سوم میانی	یک سوم تحتانی	E	C	A	۴	E	C	A	۳	F	D	B	۲	F	D	B	۱																													
	تراز محل نصب تجهیزات			پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+۰																																																		
	یک سوم فوقانی	یک سوم میانی	یک سوم تحتانی																																																			
E	C	A	۴																																																			
E	C	A	۳																																																			
F	D	B	۲																																																			
F	D	B	۱																																																			
<b>امتیازها و ضرایب - قفسه‌های صوتی - تصویری</b> (یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله انتخاب گردند)																																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="6" style="padding: 5px;">شاخص پاسخ</th> <th rowspan="2" style="padding: 5px; text-align: center; vertical-align: middle;">P M F</th> </tr> <tr> <th style="padding: 5px;">F</th> <th style="padding: 5px;">E</th> <th style="padding: 5px;">D</th> <th style="padding: 5px;">C</th> <th style="padding: 5px;">B</th> <th style="padding: 5px;">A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="6" style="text-align: center; padding: 5px;"><b>امتیاز پایه</b></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">۶۱۰</td> <td style="padding: 5px;">۱. هیچ چیزی برای جلوگیری از واژگونی تجهیز وجود ندارد (مگر اینکه وزن و ابعاد بگونه‌ای باشد که واژگونی بعید به نظر رسد).</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">۳٫۵</td> <td style="padding: 5px;">۳٫۳</td> <td style="padding: 5px;">۳٫۱</td> <td style="padding: 5px;">۲٫۸</td> <td style="padding: 5px;">۲٫۶</td> <td style="padding: 5px;">۲٫۴</td> <td style="padding: 5px;">۲. عدم قرارگیری وسایل صوتی تصویری به طور مطمئن داخل قفسه برای جلوگیری از سقوط اجزا</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">۴٫۴</td> <td style="padding: 5px;">۴٫۲</td> <td style="padding: 5px;">۴٫۰</td> <td style="padding: 5px;">۳٫۷</td> <td style="padding: 5px;">۳٫۵</td> <td style="padding: 5px;">۳٫۳</td> <td style="padding: 5px;">۳. دیگر موارد</td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="text-align: center; padding: 5px;"><b>بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی</b></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>							شاخص پاسخ						P M F	F	E	D	C	B	A	<b>امتیاز پایه</b>							۶۱۰	۶۱۰	۶۱۰	۶۱۰	۶۱۰	۶۱۰	۱. هیچ چیزی برای جلوگیری از واژگونی تجهیز وجود ندارد (مگر اینکه وزن و ابعاد بگونه‌ای باشد که واژگونی بعید به نظر رسد).	۳٫۵	۳٫۳	۳٫۱	۲٫۸	۲٫۶	۲٫۴	۲. عدم قرارگیری وسایل صوتی تصویری به طور مطمئن داخل قفسه برای جلوگیری از سقوط اجزا	۴٫۴	۴٫۲	۴٫۰	۳٫۷	۳٫۵	۳٫۳	۳. دیگر موارد	<b>بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی</b>						
شاخص پاسخ						P M F																																																
F	E	D	C	B	A																																																	
<b>امتیاز پایه</b>																																																						
۶۱۰	۶۱۰	۶۱۰	۶۱۰	۶۱۰	۶۱۰	۱. هیچ چیزی برای جلوگیری از واژگونی تجهیز وجود ندارد (مگر اینکه وزن و ابعاد بگونه‌ای باشد که واژگونی بعید به نظر رسد).																																																
۳٫۵	۳٫۳	۳٫۱	۲٫۸	۲٫۶	۲٫۴	۲. عدم قرارگیری وسایل صوتی تصویری به طور مطمئن داخل قفسه برای جلوگیری از سقوط اجزا																																																
۴٫۴	۴٫۲	۴٫۰	۳٫۷	۳٫۵	۳٫۳	۳. دیگر موارد																																																
<b>بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی</b>																																																						
* اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰+۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.																																																						



### امتیازها و ضرایب - تجهیزات نگهداری اسناد

(یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه بندی خطر نسبی زلزله انتخاب گردند)

F	E	D	C	B	A	شاخص پاسخ
۶۱۰	۶۱۰	۶۱۰	۶۱۰	۶۱۰	۶۱۰	امتیاز پایه
۳۵	۳۳	۳۱	۲۸	۲۶	۲۴	۱. هیچ چیزی برای جلوگیری از واژگونی تجهیز وجود ندارد (مگر اینکه وزن و ابعاد بگونه ای باشد که واژگونی بعید به نظر رسد).
						۲. دیگر موارد
						۳. دیگر موارد
						بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی

\* اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می شود.



### ضرایب اصلاح عملکردی (PMFs) - قفسه‌های صوتی - تصویری

- ۱- اگر تجهیز مقید (دارای تکیه‌گاه نباشد) و مهار نشده، بلند و لاغر باشد (تمایل به واژگونی بیشتر از لغزش باشد)، PMF ردیف ۱ باید در نظر گرفته شود.
- ۲- اگر وسایل داخل قفسه در برابر واژگونی و صدمه زدن موارد مختلف محافظت نشده باشند، PMF ردیف ۲ باید در نظر گرفته شود.
- ۳- برای شرایط دیگری که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد تجهیزات ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (مثلاً با توجه به مسایلی که در گذشته در این بخش از تجهیزات رخ داده است) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول بالا صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.

### ضرایب اصلاح عملکردی (PMFs) - تجهیزات جابجایی اسناد

- ۱- اگر تجهیز مقید نشده و فاقد مهار بوده و بلند و لاغر باشد به گونه‌ای که تمایل به واژگونی در آن بیشتر از لغزش باشد، PMF ردیف ۱ باید در نظر گرفته شود.
- ۲ و ۳- برای شرایط دیگری که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد تجهیزات ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (مثلاً با توجه به مسایلی که در گذشته در این بخش از تجهیزات رخ داده است) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول بالا صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.



تجهیزات مختلف الکتریکی			ME-01																																												
<p style="text-align: right;">شماره تجهیز: .....</p> <p style="text-align: right;">توضیحات: نوع زمین: I □ II □ III □ IV □</p> <p style="text-align: center;">تعیین شاخص پاسخ</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin: 10px auto;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">تراز محل نصب تجهیزات</th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">پهنه بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+۵</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">یک سوم فوقانی</th> <th style="text-align: center;">یک سوم میانی</th> <th style="text-align: center;">یک سوم تحتانی</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">۴</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">۳</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">۲</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">۱</td> </tr> </tbody> </table>			تراز محل نصب تجهیزات			پهنه بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+۵	یک سوم فوقانی	یک سوم میانی	یک سوم تحتانی	E	C	A	۴	E	C	A	۳	F	D	B	۲	F	D	B	۱																						
تراز محل نصب تجهیزات			پهنه بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+۵																																												
یک سوم فوقانی	یک سوم میانی	یک سوم تحتانی																																													
E	C	A	۴																																												
E	C	A	۳																																												
F	D	B	۲																																												
F	D	B	۱																																												
<p><b>امتیازها و ضرایب - تجهیزات انتقال نیرو</b></p> <p>(یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه بندی خطر نسبی زلزله انتخاب گردند)</p>																																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="6" style="text-align: center;">شاخص پاسخ</th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">امتیاز پایه</th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">P M F</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">F</th> <th style="text-align: center;">E</th> <th style="text-align: center;">D</th> <th style="text-align: center;">C</th> <th style="text-align: center;">B</th> <th style="text-align: center;">A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">۴/۰</td> <td style="text-align: center;">۴/۲</td> <td style="text-align: center;">۴/۴</td> <td style="text-align: center;">۴/۷</td> <td style="text-align: center;">۴/۹</td> <td style="text-align: center;">۵/۱</td> <td style="text-align: center;">۱. عدم وجود قید یا مهار برای جلوگیری از واژگونی تجهیز</td> <td rowspan="3" style="text-align: center;">۲. دیگر موارد ۳. دیگر موارد</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۲/۴</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="6"></td> <td colspan="2" style="text-align: center;">بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی</td> </tr> </tbody> </table>				شاخص پاسخ						امتیاز پایه	P M F	F	E	D	C	B	A	۴/۰	۴/۲	۴/۴	۴/۷	۴/۹	۵/۱	۱. عدم وجود قید یا مهار برای جلوگیری از واژگونی تجهیز	۲. دیگر موارد ۳. دیگر موارد	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴															بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی	
شاخص پاسخ						امتیاز پایه	P M F																																								
F	E	D	C	B	A																																										
۴/۰	۴/۲	۴/۴	۴/۷	۴/۹	۵/۱	۱. عدم وجود قید یا مهار برای جلوگیری از واژگونی تجهیز	۲. دیگر موارد ۳. دیگر موارد																																								
۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴																																										
						بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی																																									
<p>* اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰+، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می شود.</p>																																															



امتیازها و ضرایب - ژنراتورهای قابل حمل

(یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه بندی خطر نسبی زلزله انتخاب گردند)

F	E	D	C	B	A	شاخص پاسخ	P M F
۶۱۰	۶۱۰	۶۱۰	۶۱۰	۶۱۰	۶۱۰	امتیاز پایه	
۳۲	۳۰	۲۸	۲۵	۲۳	۲۱	۱. عدم وجود بازرسی منظم یا نگهداری به منظور اطمینان از عملکرد قابل اعتماد ژنراتورها	
۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۲. دسترسی نداشتن به پرسنل آشنا با عملکرد ژنراتورها	
۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۳. عدم وجود یک منبع سوخت مطمئن در دسترس برای ژنراتور	
۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۴. انبار کردن ژنراتور در مکانی که دسترسی به آن در یک موقعیت اضطراری مشکل باشد.	
						۵. دیگر موارد	
						بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی	

\* اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰+ IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می شود.



### ضرایب اصلاح عملکردی (PMFs) - تجهیزات انتقال نیرو

۱- اگر تجهیز مقید نشده و فاقد مهار بوده و بلند و لاغر به نظر رسد بطوریکه تمایل به واژگونی در آن بیشتر از لغزش باشد، PMF ردیف ۱ باید در نظر گرفته شود.

۲ و ۳- برای شرایط دیگری که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد تجهیزات ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (مثلاً با توجه به مسایلی که در گذشته در این بخش از تجهیزات رخ داده است) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.

### ضرایب اصلاح عملکردی (PMFs) - ژنراتورهای قابل حمل

۱- اگر تجهیز به طور عادی راه اندازی نشود و عملکرد آن براساس یک برنامه زمان بندی منظم باشد، PMF ردیف ۱ باید در نظر گرفته شود.

۲- اگر برای عملکرد تجهیز به مهارت های خاصی نیاز باشد و آن تخصص معمولاً یا اغلب اوقات در سایت و مجموعه موجود نباشد، PMF ردیف ۲ باید در نظر گرفته شود.

۳- اگر منبع سوخت قابل اطمینان و اتکایی برای ژنراتور در دسترس نباشد و همچنین در صورتی که اجزای دیگری نیز برای عملکرد ژنراتور به سوخت نیاز داشته باشند (مانند پمپ های انتقال مصرف کننده سوخت و...) PMF ردیف ۳ باید در نظر گرفته شود.

۴- اگر ژنراتور در ناحیه و مکانی ذخیره و انباشته شده باشد که دسترسی به آن در یک موقعیت اضطراری مشکل باشد، PMF ردیف ۴ باید در نظر گرفته شود.

۵- برای شرایط دیگری که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد ژنراتور ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (مثلاً با توجه به مسایلی که در گذشته در این بخش از تجهیزات رخ داده است) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول بالا صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.



تجهیزات مختلف الکتریکی			ME-02																																																				
<p>شماره تجهیز: .....</p> <p>توضیحات: نوع زمین : I □ II □ III □ IV □</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p style="text-align: center;">تعیین شاخص پاسخ</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">تراز محل نصب تجهیزات</th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">یک سوم فوقانی</th> <th style="text-align: center;">یک سوم میانی</th> <th style="text-align: center;">یک سوم تحتانی</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">۴</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">۳</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">۲</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">۱</td> </tr> </tbody> </table>			تراز محل نصب تجهیزات			پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+	یک سوم فوقانی	یک سوم میانی	یک سوم تحتانی	E	C	A	۴	E	C	A	۳	F	D	B	۲	F	D	B	۱																														
تراز محل نصب تجهیزات			پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+																																																				
یک سوم فوقانی	یک سوم میانی	یک سوم تحتانی																																																					
E	C	A	۴																																																				
E	C	A	۳																																																				
F	D	B	۲																																																				
F	D	B	۱																																																				
<p><b>امتیازها و ضرایب - روش‌نایی پلکان اضطراری</b></p> <p>(یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله انتخاب گردند)</p>																																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="6" style="text-align: center;">شاخص پاسخ</th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">امتیاز پایه</th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">PMF</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">F</th> <th style="text-align: center;">E</th> <th style="text-align: center;">D</th> <th style="text-align: center;">C</th> <th style="text-align: center;">B</th> <th style="text-align: center;">A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">۶۱۰</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۳۲</td> <td style="text-align: center;">۳۰</td> <td style="text-align: center;">۲۸</td> <td style="text-align: center;">۲۵</td> <td style="text-align: center;">۲۳</td> <td style="text-align: center;">۲۱</td> <td>۱. عدم وجود یک بازرسی منظم یا نگهداری در مورد وسایل روشنایی به منظور اطمینان از عملکرد قابل اعتماد</td> <td rowspan="3" style="text-align: center; vertical-align: middle;">PMF</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۴۴</td> <td style="text-align: center;">۴۲</td> <td style="text-align: center;">۴۰</td> <td style="text-align: center;">۳۷</td> <td style="text-align: center;">۳۵</td> <td style="text-align: center;">۳۳</td> <td>۲. تجهیزات به شکل مطمئنی بر روی دیوار یا قاب نصب نشده و امکان سقوط در زلزله وجود دارد.</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>۳. دیگر موارد</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2" style="text-align: center;">بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی</td> </tr> </tbody> </table>				شاخص پاسخ						امتیاز پایه	PMF	F	E	D	C	B	A	۶۱۰	۶۱۰	۶۱۰	۶۱۰	۶۱۰	۶۱۰			۳۲	۳۰	۲۸	۲۵	۲۳	۲۱	۱. عدم وجود یک بازرسی منظم یا نگهداری در مورد وسایل روشنایی به منظور اطمینان از عملکرد قابل اعتماد	PMF	۴۴	۴۲	۴۰	۳۷	۳۵	۳۳	۲. تجهیزات به شکل مطمئنی بر روی دیوار یا قاب نصب نشده و امکان سقوط در زلزله وجود دارد.							۳. دیگر موارد							بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی	
شاخص پاسخ						امتیاز پایه	PMF																																																
F	E	D	C	B	A																																																		
۶۱۰	۶۱۰	۶۱۰	۶۱۰	۶۱۰	۶۱۰																																																		
۳۲	۳۰	۲۸	۲۵	۲۳	۲۱	۱. عدم وجود یک بازرسی منظم یا نگهداری در مورد وسایل روشنایی به منظور اطمینان از عملکرد قابل اعتماد	PMF																																																
۴۴	۴۲	۴۰	۳۷	۳۵	۳۳	۲. تجهیزات به شکل مطمئنی بر روی دیوار یا قاب نصب نشده و امکان سقوط در زلزله وجود دارد.																																																	
						۳. دیگر موارد																																																	
						بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی																																																	
<p>* اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰+، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.</p>																																																							



امتیازها و ضرایب - منابع روشنایی موقت (مانند، چراغ قوه، فانوس و ...)

(یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه بندی خطر نسبی زلزله انتخاب گردند)

F	E	D	C	B	A	شاخص پاسخ
۶۱۰	۶۱۰	۶۱۰	۶۱۰	۶۱۰	۶۱۰	امتیاز پایه
۳۶۲	۳۱۰	۲۸۸	۲۵۵	۲۶۳	۲۶۱	۱. عدم وجود یک بازرسی منظم یا نگهداری در مورد وسایل روشنایی به منظور اطمینان از عملکرد قابل اعتماد
۵۱۰	۵۱۰	۵۱۰	۵۱۰	۵۱۰	۵۱۰	۲. ذخیره نشدن وسایل روشنایی در مکان معلوم قابل دسترسی به منظور استفاده پرسنل
						۳. دیگر موارد
						بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی

\* اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰+، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می شود.



<b>پمپ‌ها</b>	<b>MN-01</b>
---------------	--------------



شماره تجهیز: .....  
 توضیحات: نوع زمین: I □ II □ III □ IV □

تعیین شاخص پاسخ

تراز محل نصب تجهیزات			پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+
یک سوم فوقانی	یک سوم میانی	یک سوم تحتانی	
E	C	A	۴
E	C	A	۳
F	D	B	۲
F	D	B	۱

**امتیازها و ضرایب**

(یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله انتخاب گردند)

F	E	D	C	B	A	شاخص پاسخ
۴/۷	۴/۹	۵/۱	۵/۴	۵/۶	۵/۸	امتیاز پایه
						۱. بدون مهار
						۲. مهار ضعیف
						۳. وجود نگرانی در ارتباط با جداگرهای لرزه‌ای
۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۴. جابجایی نسبی پمپ و موتور
۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۵. وجود نگرانی در ارتباط با تکیه‌گاه لوله‌ها
۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۶. وجود نگرانی در ارتباط با اندرکنش
						۷. دیگر موارد
						بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی

\* اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰+، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.



### ضرایب اصلاح عملکردی (PMFs)

- ۱ و ۲- اگر هیچ مهاری از موتور یا پمپ به پایه یا از پایه به کف وجود نداشته باشد، PMF ردیف ۱ باید در نظر گرفته شود. اگر مهار آسیب دیده باشد یا در مقایسه با ابعاد پمپ کوچک به نظر رسد، PMF ردیف ۲ باید در نظر گرفته شود.
- ۳- در جایی که جداگرهای لرزه‌ای استفاده می‌شوند باید از قیدهای جانبی استفاده شود. اگر هیچ تکیه‌گاه جانبی وجود نداشته باشد یا ناکافی بنظر رسد، PMF ردیف ۳ باید در نظر گرفته شود.
- ۴- موتور یا پمپ باید بر روی یک تیر پایه یا کف سوار و نصب شود تا خطر جابجایی نسبی را کاهش دهد. اگر این کار صورت نگرفته باشد، PMF ردیف ۴ باید در نظر گرفته شود.
- ۵- لوله‌های متصل به منظور جلوگیری از انتقال بار اضافی به پمپ باید به خوبی مقید شده باشند. اگر مسیر لوله‌گذاری بلند بوده و بدون تکیه‌گاه به پمپ منتهی و وصل شود، PMF ردیف ۵ باید در نظر گرفته شود.
- ۶- اگر اجزای بزرگی مانند دیوارهای غیرسازه‌ای، امکان سقوط و آسیب رساندن به پمپ را داشته باشند، PMF ردیف ۶ باید در نظر گرفته شود.
- ۷- برای شرایط دیگری که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد تجهیزات ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (مثلاً با توجه به مسابلی که در گذشته در این بخش از تجهیزات رخ داده است) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول بالا صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.



شیرها		MN-02																																																												
	شماره تجهیز: ..... توضیحات: نوع زمین: I □ II □ III □ IV □ ..... ..... تعیین شاخص پاسخ																																																													
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">تراز محل نصب تجهیزات</th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">یک سوم فوقانی</th> <th style="text-align: center;">یک سوم میانی</th> <th style="text-align: center;">یک سوم تحتانی</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">۴</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">۳</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">۲</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">۱</td> </tr> </tbody> </table>		تراز محل نصب تجهیزات			پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+	یک سوم فوقانی	یک سوم میانی	یک سوم تحتانی	E	C	A	۴	E	C	A	۳	F	D	B	۲	F	D	B	۱																																					
	تراز محل نصب تجهیزات			پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+																																																										
	یک سوم فوقانی	یک سوم میانی	یک سوم تحتانی																																																											
E	C	A	۴																																																											
E	C	A	۳																																																											
F	D	B	۲																																																											
F	D	B	۱																																																											
<b>امتیازها و ضرایب</b> (یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله انتخاب گردند)																																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;">F</th> <th style="width: 5%;">E</th> <th style="width: 5%;">D</th> <th style="width: 5%;">C</th> <th style="width: 5%;">B</th> <th style="width: 5%;">A</th> <th style="width: 50%;">شاخص پاسخ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">۵/۵</td> <td style="text-align: center;">۵/۶</td> <td style="text-align: center;">۵/۹</td> <td style="text-align: center;">۶/۲</td> <td style="text-align: center;">۶/۴</td> <td style="text-align: center;">۶/۵</td> <td style="text-align: center;"><b>امتیاز پایه</b></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۲۹</td> <td style="text-align: center;">۱. اجزای چدنی و امکان ایجاد برخورد</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۲۷</td> <td style="text-align: center;">۲. تکیه‌گاه مستقل عملگر</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۳۵</td> <td style="text-align: center;">۳. وجود نگرانی در ارتباط با اتصال صلب</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۲۳</td> <td style="text-align: center;">۴. وجود نگرانی در ارتباط با اندرکنش</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">۵. دیگر موارد</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی</td> </tr> </tbody> </table>							F	E	D	C	B	A	شاخص پاسخ	۵/۵	۵/۶	۵/۹	۶/۲	۶/۴	۶/۵	<b>امتیاز پایه</b>	۲۹	۲۹	۲۹	۲۹	۲۹	۲۹	۱. اجزای چدنی و امکان ایجاد برخورد	۲۷	۲۷	۲۷	۲۷	۲۷	۲۷	۲. تکیه‌گاه مستقل عملگر	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵	۳. وجود نگرانی در ارتباط با اتصال صلب	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۴. وجود نگرانی در ارتباط با اندرکنش							۵. دیگر موارد							بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی
F	E	D	C	B	A	شاخص پاسخ																																																								
۵/۵	۵/۶	۵/۹	۶/۲	۶/۴	۶/۵	<b>امتیاز پایه</b>																																																								
۲۹	۲۹	۲۹	۲۹	۲۹	۲۹	۱. اجزای چدنی و امکان ایجاد برخورد																																																								
۲۷	۲۷	۲۷	۲۷	۲۷	۲۷	۲. تکیه‌گاه مستقل عملگر																																																								
۳۵	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵	۳. وجود نگرانی در ارتباط با اتصال صلب																																																								
۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۴. وجود نگرانی در ارتباط با اندرکنش																																																								
						۵. دیگر موارد																																																								
						بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی																																																								
* اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.																																																														



### ضرایب اصلاح عملکردی (PMFs)

- ۱- در صورتی که طوق شیر یا عملگر از چدن ساخته شده و شیر بر روی یک خط انعطاف پذیر بگونه‌ای نصب شده باشد که توانایی حرکت و ضربه‌زدن به اعضای سازه‌ای را داشته باشد (دیوارها، ستون‌ها و...) PMF ردیف ۱ باید در نظر گرفته شود.
- ۲- عملگر نباید دارای تکیه‌گاهی مستقل از سیستم تکیه‌گاهی کلی شیر باشد. در صورت عدم رعایت این موضوع، PMF ردیف ۲ باید در نظر گرفته شود.
- ۳- کانالها و لوله‌های متصل به شیر باید دارای انعطاف‌پذیری کافی بوده بگونه‌ای که ممانعتی در برابر جابجایی شیر ایجاد نکنند. اگر اتصال صلب و سخت باشد، PMF ردیف ۳ باید در نظر گرفته شود.
- ۴- اگر تجهیزات بزرگ مانند دیوارهای غیرسازه‌ای امکان سقوط و آسیب رساندن به شیر را داشته باشند و همچنین اگر تجهیزات صلب مانع از جابجایی شیر مطابق شکل زیر گردند، PMF ردیف ۴ باید در نظر گرفته شود.
- ۵- برای شرایط دیگری که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد تجهیزات ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (مثلاً با توجه به مسایلی که در گذشته در این بخش از تجهیزات رخ داده است) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول بالا صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.



<b>کمپرسورها</b>	<b>MN-03</b>																																																																					
	شماره تجهیز: ..... توضیحات: نوع زمین: I □ II □ III □ IV □ ..... ..... تعیین شاخص پاسخ																																																																					
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3">تراز محل نصب تجهیزات</th> <th rowspan="2">پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+</th> </tr> <tr> <th>یک سوم فوقانی</th> <th>یک سوم میانی</th> <th>یک سوم تحتانی</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">۴</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">۳</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">۲</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">۱</td> </tr> </tbody> </table>	تراز محل نصب تجهیزات			پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+	یک سوم فوقانی	یک سوم میانی	یک سوم تحتانی	A	A	A	۴	C	B	A	۳	D	C	B	۲	E	D	C	۱																																														
	تراز محل نصب تجهیزات			پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+																																																																		
	یک سوم فوقانی	یک سوم میانی	یک سوم تحتانی																																																																			
A	A	A	۴																																																																			
C	B	A	۳																																																																			
D	C	B	۲																																																																			
E	D	C	۱																																																																			
<b>امتیازها و ضرایب</b> (یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله انتخاب گردند)																																																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="6">شاخص پاسخ</th> <th rowspan="2">امتیاز پایه</th> </tr> <tr> <th>F</th> <th>E</th> <th>D</th> <th>C</th> <th>B</th> <th>A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">۴/۳</td> <td style="text-align: center;">۴/۵</td> <td style="text-align: center;">۴/۷</td> <td style="text-align: center;">۵/۰</td> <td style="text-align: center;">۵/۲</td> <td style="text-align: center;">۵/۴</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۲/۷</td> <td>۱. بدون مهار</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۲/۴</td> <td>۲. مهار ضعیف</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۱/۸</td> <td>۳. وجود نگرانی در ارتباط با جداگرهای لرزه‌ای</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۱/۸</td> <td>۴. وجود نگرانی در ارتباط با اتصالات صلب</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۱/۳</td> <td>۵. وجود نگرانی در ارتباط با اندرکنش</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>۶. دیگر موارد</td> </tr> <tr> <td colspan="7" style="text-align: center;">                     بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی                 </td> </tr> </tbody> </table>		شاخص پاسخ						امتیاز پایه	F	E	D	C	B	A	۴/۳	۴/۵	۴/۷	۵/۰	۵/۲	۵/۴		۲/۷	۲/۷	۲/۷	۲/۷	۲/۷	۲/۷	۱. بدون مهار	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲. مهار ضعیف	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۳. وجود نگرانی در ارتباط با جداگرهای لرزه‌ای	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۴. وجود نگرانی در ارتباط با اتصالات صلب	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۵. وجود نگرانی در ارتباط با اندرکنش							۶. دیگر موارد	بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی						
شاخص پاسخ						امتیاز پایه																																																																
F	E	D	C	B	A																																																																	
۴/۳	۴/۵	۴/۷	۵/۰	۵/۲	۵/۴																																																																	
۲/۷	۲/۷	۲/۷	۲/۷	۲/۷	۲/۷	۱. بدون مهار																																																																
۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲. مهار ضعیف																																																																
۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۳. وجود نگرانی در ارتباط با جداگرهای لرزه‌ای																																																																
۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۴. وجود نگرانی در ارتباط با اتصالات صلب																																																																
۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۵. وجود نگرانی در ارتباط با اندرکنش																																																																
						۶. دیگر موارد																																																																
بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی																																																																						
* اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.																																																																						



### ضرایب اصلاح عملکردی (PMFs)

- ۱-۲- اگر مهاری وجود نداشته باشد، PMF ردیف ۱ باید در نظر گرفته شود. اگر مهار آسیب دیده باشد یا در مقایسه با ابعاد کمپرسور کوچک به نظر رسد، PMF ردیف ۲ باید در نظر گرفته شود.
- ۳- در صورت استفاده از جداگرهای لرزه‌ای باید برای حرکات قائم و جانبی قید در نظر گرفته شود. در صورت عدم وجود قید یا ناکافی بودن آن، PMF ردیف ۳ باید در نظر گرفته شود.
- ۴- اگر کانالهای متصل یا لوله‌ها به منظور سازگاری با جابجایی‌های محتمل کمپرسور انعطاف‌پذیری کافی نداشته باشند، PMF ردیف ۴ باید در نظر گرفته شود.
- ۵- اگر تجهیزات بزرگ مانند دیوارهای غیرسازه‌ای، امکان سقوط و برخورد با کمپرسور را داشته باشند، PMF ردیف ۵ باید در نظر گرفته شود.
- ۶- برای شرایط دیگری که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد کمپرسور ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (مثلاً با توجه به مسایلی که در گذشته در این بخش از تجهیزات رخ داده است) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول بالا صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.



برج‌های خنک‌کننده			MN-04																																													
	شماره تجهیز: ..... توضیحات: نوع زمین: I □ II □ III □ IV □ ..... ..... تعیین شاخص پاسخ																																															
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">تراز محل نصب تجهیزات</th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+۲۸</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">یک سوم فوقانی</th> <th style="text-align: center;">یک سوم میانی</th> <th style="text-align: center;">یک سوم تحتانی</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">۴</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">۳</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">۲</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">۱</td> </tr> </tbody> </table>			تراز محل نصب تجهیزات			پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+۲۸	یک سوم فوقانی	یک سوم میانی	یک سوم تحتانی	E	C	A	۴	E	C	A	۳	F	D	B	۲	F	D	B	۱																						
	تراز محل نصب تجهیزات			پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+۲۸																																												
	یک سوم فوقانی	یک سوم میانی	یک سوم تحتانی																																													
E	C	A	۴																																													
E	C	A	۳																																													
F	D	B	۲																																													
F	D	B	۱																																													
<b>امتیازها و ضرایب</b> (یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله انتخاب گردند)																																																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="6" style="text-align: center;">شاخص پاسخ</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">F</th> <th style="text-align: center;">E</th> <th style="text-align: center;">D</th> <th style="text-align: center;">C</th> <th style="text-align: center;">B</th> <th style="text-align: center;">A</th> <th rowspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;">PMF</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="6" style="text-align: center;">امتیاز پایه</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۶۰</td> <td rowspan="3" style="text-align: center; vertical-align: middle;">                     ۱. وجود نشانه‌هایی از زوال و خرابی در اعضای سازه‌ای                      ۲. عدم وجود یک برنامه بازرسی منظم برای تجهیز                      ۳. تجهیزات نصب شده بر روی جداگرهای لرزه‌ای بدون قیدهای جانبی و قائم                 </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۴۴</td> <td style="text-align: center;">۴۲</td> <td style="text-align: center;">۴۰</td> <td style="text-align: center;">۳۷</td> <td style="text-align: center;">۳۵</td> <td style="text-align: center;">۳۳</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۳۵</td> <td style="text-align: center;">۳۳</td> <td style="text-align: center;">۳۱</td> <td style="text-align: center;">۲۸</td> <td style="text-align: center;">۲۶</td> <td style="text-align: center;">۲۴</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۴۴</td> <td style="text-align: center;">۴۲</td> <td style="text-align: center;">۴۰</td> <td style="text-align: center;">۳۷</td> <td style="text-align: center;">۳۵</td> <td style="text-align: center;">۳۳</td> <td style="text-align: center;">بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی</td> </tr> </tbody> </table>				شاخص پاسخ						F	E	D	C	B	A	PMF	امتیاز پایه						۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۱. وجود نشانه‌هایی از زوال و خرابی در اعضای سازه‌ای ۲. عدم وجود یک برنامه بازرسی منظم برای تجهیز ۳. تجهیزات نصب شده بر روی جداگرهای لرزه‌ای بدون قیدهای جانبی و قائم	۴۴	۴۲	۴۰	۳۷	۳۵	۳۳	۳۵	۳۳	۳۱	۲۸	۲۶	۲۴	۴۴	۴۲	۴۰	۳۷	۳۵	۳۳	بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی
شاخص پاسخ																																																
F	E	D	C	B	A	PMF																																										
امتیاز پایه																																																
۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۱. وجود نشانه‌هایی از زوال و خرابی در اعضای سازه‌ای ۲. عدم وجود یک برنامه بازرسی منظم برای تجهیز ۳. تجهیزات نصب شده بر روی جداگرهای لرزه‌ای بدون قیدهای جانبی و قائم																																										
۴۴	۴۲	۴۰	۳۷	۳۵	۳۳																																											
۳۵	۳۳	۳۱	۲۸	۲۶	۲۴																																											
۴۴	۴۲	۴۰	۳۷	۳۵	۳۳	بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی																																										
* اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰+، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.																																																



### ضرایب اصلاح عملکردی (PMFs)

- ۱- اغلب آسیب‌های وارده به برج‌های خنک‌کننده چوبی بزرگتر، در مورد آنهایی رخ می‌دهد که دچار خرابی و نقص می‌باشند. اگر بخش‌های سازه‌ای مختلف نیاز به تعمیر داشته باشند، PMF ردیف ۱ باید در نظر گرفته شود.
- ۲- برنامه بازرسی منظم می‌تواند مسایل محتمل را مشخص و تحت کنترل قرار دهد. اگر چنین برنامه‌ای برای برج خنک‌کننده وجود نداشته باشد، PMF ردیف ۲ باید در نظر گرفته شود.
- ۳- واحدهایی که بر روی جداگرهای لرزه‌ای نصب و سوار شده‌اند برای جلوگیری از سقوط از روی آنها باید توسط تیرهای جانبی و قائم مهار شوند. اگر قیدی وجود نداشت یا ناکافی به نظر رسید، PMF ردیف ۳ باید در نظر گرفته شود.
- ۴- برای شرایط دیگری که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد برج خنک‌کننده ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (مثلاً با توجه به مسایلی که در گذشته در این بخش از تجهیزات رخ داده است) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول بالا صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.



<b>بویلرها</b>	<b>MN-05</b>																																																																		
	شماره تجهیز: ..... توضیحات: نوع زمین: I □ II □ III □ IV □ ..... ..... تعیین شاخص پاسخ																																																																		
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="3">تراز محل نصب تجهیزات</th> <th rowspan="2">پهنه بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+۵</th> </tr> <tr> <th>یک سوم فوقانی</th> <th>یک سوم میانی</th> <th>یک سوم تحتانی</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">۴</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">۳</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">۲</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">۱</td> </tr> </table>	تراز محل نصب تجهیزات			پهنه بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+۵	یک سوم فوقانی	یک سوم میانی	یک سوم تحتانی	E	C	A	۴	E	C	A	۳	F	D	B	۲	F	D	B	۱																																											
تراز محل نصب تجهیزات			پهنه بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+۵																																																																
یک سوم فوقانی	یک سوم میانی	یک سوم تحتانی																																																																	
E	C	A	۴																																																																
E	C	A	۳																																																																
F	D	B	۲																																																																
F	D	B	۱																																																																
<b>امتیازها و ضرایب</b> ((یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه بندی خطر نسبی زلزله انتخاب گردند))																																																																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="6">شاخص پاسخ</th> </tr> <tr> <th>F</th> <th>E</th> <th>D</th> <th>C</th> <th>B</th> <th>A</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۶/۰</td> </tr> <tr> <th colspan="6">امتیاز پایه</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۴/۱</td> <td style="text-align: center;">۴/۰</td> <td style="text-align: center;">۳/۸</td> <td style="text-align: center;">۳/۵</td> <td style="text-align: center;">۳/۲</td> <td style="text-align: center;">۳/۱</td> </tr> <tr> <td colspan="6">۱. عدم وجود مهار یا وضعیت ضعیف مهار (به طور مثال خوردگی، ترک خوردگی و ...)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۳/۹</td> <td style="text-align: center;">۳/۷</td> <td style="text-align: center;">۳/۵</td> <td style="text-align: center;">۳/۲</td> <td style="text-align: center;">۳/۰</td> <td style="text-align: center;">۲/۸</td> </tr> <tr> <td colspan="6">۲. نداشتن انعطاف پذیری کافی اجزای الحاقی برای تطبیق با تغییر شکلهای لرزهای</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۴/۱</td> <td style="text-align: center;">۴/۰</td> <td style="text-align: center;">۳/۸</td> <td style="text-align: center;">۳/۵</td> <td style="text-align: center;">۳/۲</td> <td style="text-align: center;">۳/۱</td> </tr> <tr> <td colspan="6">۳. تجهیزات نصب شده بر روی جداگرهای لرزهای بدون قیدهای جانبی و قائم</td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="text-align: center;">بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی</td> </tr> </table>		شاخص پاسخ						F	E	D	C	B	A	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰	امتیاز پایه						۴/۱	۴/۰	۳/۸	۳/۵	۳/۲	۳/۱	۱. عدم وجود مهار یا وضعیت ضعیف مهار (به طور مثال خوردگی، ترک خوردگی و ...)						۳/۹	۳/۷	۳/۵	۳/۲	۳/۰	۲/۸	۲. نداشتن انعطاف پذیری کافی اجزای الحاقی برای تطبیق با تغییر شکلهای لرزهای						۴/۱	۴/۰	۳/۸	۳/۵	۳/۲	۳/۱	۳. تجهیزات نصب شده بر روی جداگرهای لرزهای بدون قیدهای جانبی و قائم						بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی					
شاخص پاسخ																																																																			
F	E	D	C	B	A																																																														
۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۶/۰																																																														
امتیاز پایه																																																																			
۴/۱	۴/۰	۳/۸	۳/۵	۳/۲	۳/۱																																																														
۱. عدم وجود مهار یا وضعیت ضعیف مهار (به طور مثال خوردگی، ترک خوردگی و ...)																																																																			
۳/۹	۳/۷	۳/۵	۳/۲	۳/۰	۲/۸																																																														
۲. نداشتن انعطاف پذیری کافی اجزای الحاقی برای تطبیق با تغییر شکلهای لرزهای																																																																			
۴/۱	۴/۰	۳/۸	۳/۵	۳/۲	۳/۱																																																														
۳. تجهیزات نصب شده بر روی جداگرهای لرزهای بدون قیدهای جانبی و قائم																																																																			
بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی																																																																			
* اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰+۵، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می شود.																																																																			



### ضرایب اصلاح عملکردی (PMFs)

- ۱- بویلرها باید به تکیه گاههای خود مهار شوند. مهار باید عاری از زنگ زدگی شدید باشد. نباید ترک خوردگی قابل ملاحظه‌ای اطراف پیچها وجود داشته باشد. در اینصورت یا در شرایطی که نیاز به تعمیر احساس شود، PMF ردیف ۱ باید در نظر گرفته شود.
- ۲- مقداری جابجایی ناشی از بارهای لرزه‌ای جایز است. اجزای متصل باید در برابر این حرکات مقاومت کرده و سالم بمانند، در غیر اینصورت PMF ردیف ۲ باید در نظر گرفته شود.
- ۳- واحدهایی که بر روی جداگرهای لرزه‌ای نصب و سوار شده‌اند برای جلوگیری از سقوط از روی آنها باید توسط قیده‌های جانبی و قائم مهار شوند. اگر قیدی وجود نداشت یا ناکافی به نظر رسید، PMF ردیف ۳ باید در نظر گرفته شود.
- ۴- برای شرایط دیگری که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد بویلر ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (مثلاً با توجه به مسایلی که در گذشته در این بخش از تجهیزات رخ داده است) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول بالا صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.



سیستمهای خارج از محوطه		OS-01																																			
	<p>شماره تجهیز: .....</p> <p>توضیحات: نوع زمین : I □ II □ III □ IV □</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p style="text-align: center;">تعیین شاخص پاسخ</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">سطح بار</th> <th style="width: 50%;">پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">۴</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">۳</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">۲</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">۱</td> </tr> </tbody> </table>		سطح بار	پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+	A	۴	B	۳	C	۲	D	۱																									
سطح بار	پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+																																				
A	۴																																				
B	۳																																				
C	۲																																				
D	۱																																				
<p>امتیازها و ضرایب - آب داخلی خارج از محوطه</p> <p>(یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله انتخاب گردند)</p>																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4" style="text-align: center;">شاخص پاسخ</th> <th style="text-align: center;">امتیاز پایه</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">۳/۱</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۲/۹</td> <td style="text-align: center;">۲/۹</td> <td style="text-align: center;">۳/۱</td> <td style="text-align: center;">۳/۱</td> <td style="text-align: center;">۳/۱</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">.۱</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">.۲</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">.۳</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی</td> </tr> </tbody> </table>			شاخص پاسخ				امتیاز پایه	D	C	B	A	۳/۱	۲/۹	۲/۹	۳/۱	۳/۱	۳/۱					.۱					.۲					.۳	بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی				
شاخص پاسخ				امتیاز پایه																																	
D	C	B	A	۳/۱																																	
۲/۹	۲/۹	۳/۱	۳/۱	۳/۱																																	
				.۱																																	
				.۲																																	
				.۳																																	
بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی																																					
<p>* اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰+، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.</p>																																					



### امتیازها و ضرایب - برق خارج از محوطه

(یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه بندی خطر نسبی زلزله انتخاب گردند)

D	C	B	A	شاخص پاسخ
۱/۸	۱/۸	۲/۰	۲/۰	امتیاز پایه
				۱. P
				۲. M
				۳. F
				بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی

\* اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰+، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می شود.

### امتیازها و ضرایب - گاز طبیعی خارج از محوطه

(یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه بندی خطر نسبی زلزله انتخاب گردند)

D	C	B	A	شاخص پاسخ
۵/۰	۵/۰	۵/۰	۵/۰	امتیاز پایه
				۱. P
				۲. M
				۳. F
				بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی

\* اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰+، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می شود.



### امتیازها و ضرایب - آب اطفای حریق خارج از محوطه

(یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله انتخاب گردند)

D	C	B	A	شاخص پاسخ	
۲/۹	۲/۹	۳/۱	۳/۱	امتیاز پایه	
				۱.	P M F
				۲.	
				۳.	
				بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی	

\* اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.



### ضرایب اصلاح عملکردی (PMFs) - همه سیستم‌های خارج از محوطه

۱ و ۲ و ۳- برای شرایط دیگری که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد تجهیزات ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول بالا صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.



<b>تجهیزات ارتباطی</b>	<b>TC-01</b>
------------------------	--------------

شماره تجهیز: .....

توضیحات: نوع زمین: I □ II □ III □ IV □

.....

.....

تعیین شاخص پاسخ

تراز محل نصب تجهیزات			پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+
یک سوم فوقانی	یک سوم میانی	یک سوم تحتانی	
E	C	A	۴
E	C	A	۳
F	D	B	۲
F	D	B	۱

**امتیازها و ضرایب - کابل ورودی تأسیسات**  
(یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله انتخاب گردند)

شاخص پاسخ					
F	E	D	C	B	A
۶۱۰	۶۱۰	۶۱۰	۶۱۰	۶۱۰	۶۱۰
<b>امتیاز پایه</b>					
۳٫۲	۳٫۰	۲٫۸	۲٫۵	۲٫۳	۲٫۱
۱. محفظه در وضعیت نامساعدی قرار دارد یا دارای اجزایی است که قطعاً به تعمیر نیاز دارند.					
۳٫۳	۳٫۲	۳٫۰	۲٫۷	۲٫۴	۲٫۱
۲. کابلها در شرایط نامساعدی قرار گرفته یا نیاز به تعمیر دارند.					
۴٫۱	۴٫۰	۳٫۸	۳٫۵	۳٫۲	۳٫۱
۳. عدم اتصال به سازه یا قرار گرفته بر روی خاک ضعیف					
۴. دیگر موارد					
بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی					

\* اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰+، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.



### امتیازها و ضرایب - اجزای نصب شده روی قفسه

(یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه بندی خطر نسبی زلزله انتخاب گردند)

F	E	D	C	B	A	توصیف
۳/۱	۳/۳	۳/۵	۳/۸	۴/۰	۴/۲	امتیاز پایه
۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱. قفسه فاقد مهاربندی یا فاقد مهار برای جلوگیری از واژگونی است.
۱/۲	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۲. اجزا به شکل مطمئنی به قفسه نصب نشده اند.
						۳. دیگر موارد
						بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی

\* اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰+، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می شود.



تجهیزات ارتباطی			TC-02																																																
		شماره تجهیز: ..... توضیحات: نوع زمین: I □ II □ III □ IV □ ..... ..... ..... تعیین شاخص پاسخ																																																	
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">تراز محل نصب تجهیزات</th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+۲۸</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">یک سوم فوقانی</th> <th style="text-align: center;">یک سوم میانی</th> <th style="text-align: center;">یک سوم تحتانی</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">۴</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">۳</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">۲</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">۱</td> </tr> </tbody> </table>		تراز محل نصب تجهیزات			پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+۲۸	یک سوم فوقانی	یک سوم میانی	یک سوم تحتانی	E	C	A	۴	E	C	A	۳	F	D	B	۲	F	D	B	۱																									
		تراز محل نصب تجهیزات			پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+۲۸																																														
		یک سوم فوقانی	یک سوم میانی	یک سوم تحتانی																																															
E	C	A	۴																																																
E	C	A	۳																																																
F	D	B	۲																																																
F	D	B	۱																																																
امتیازها و ضرایب - سیستم های میکروویو (یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله انتخاب گردند)																																																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="6" style="text-align: center;">شاخص پاسخ</th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">P M F</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">F</th> <th style="text-align: center;">E</th> <th style="text-align: center;">D</th> <th style="text-align: center;">C</th> <th style="text-align: center;">B</th> <th style="text-align: center;">A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">۴/۸</td> <td style="text-align: center;">۵/۰</td> <td style="text-align: center;">۵/۲</td> <td style="text-align: center;">۵/۵</td> <td style="text-align: center;">۵/۷</td> <td style="text-align: center;">۵/۹</td> <td style="text-align: center;">امتیاز پایه</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۲/۹</td> <td>۱. تجهیزات انتقال/کنترل برای جلوگیری از واژگونی مقید نشده باشند.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۲/۰</td> <td>۲. سازه برج و بشقاب آنتن ماهواره متصل به آن فاقد کفایت سازه‌ای لازم جهت جلوگیری از خرابی باشد.</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>۳. دیگر موارد</td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="text-align: center;">بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				شاخص پاسخ						P M F	F	E	D	C	B	A	۴/۸	۵/۰	۵/۲	۵/۵	۵/۷	۵/۹	امتیاز پایه	۲/۹	۲/۹	۲/۹	۲/۹	۲/۹	۲/۹	۱. تجهیزات انتقال/کنترل برای جلوگیری از واژگونی مقید نشده باشند.	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲. سازه برج و بشقاب آنتن ماهواره متصل به آن فاقد کفایت سازه‌ای لازم جهت جلوگیری از خرابی باشد.							۳. دیگر موارد	بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی						
شاخص پاسخ						P M F																																													
F	E	D	C	B	A																																														
۴/۸	۵/۰	۵/۲	۵/۵	۵/۷	۵/۹	امتیاز پایه																																													
۲/۹	۲/۹	۲/۹	۲/۹	۲/۹	۲/۹	۱. تجهیزات انتقال/کنترل برای جلوگیری از واژگونی مقید نشده باشند.																																													
۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲. سازه برج و بشقاب آنتن ماهواره متصل به آن فاقد کفایت سازه‌ای لازم جهت جلوگیری از خرابی باشد.																																													
						۳. دیگر موارد																																													
بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی																																																			
* اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰+، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.																																																			



### امتیازها و ضرایب - سیستم های رادیویی و تلفن

(یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه بندی خطر نسبی زلزله انتخاب گردند)

F	E	D	C	B	A	توصیف
۶۱۰	۶۱۰	۶۱۰	۶۱۰	۶۱۰	۶۱۰	امتیاز پایه
۳٫۵	۳٫۳	۳٫۱	۲٫۸	۲٫۶	۲٫۴	۱. عدم وجود یک بازرسی منظم یا نگهداری در مورد سیستمها برای کسب اطمینان از عملکرد قابل اعتماد
۵٫۰	۵٫۰	۵٫۰	۵٫۰	۵٫۰	۵٫۰	۲. پرسنل حاضر در محل اطلاعی از عملکرد سیستم نداشته باشند.
						۳. دیگر موارد
						بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی

\* اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰+ IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می شود.



<b>مخازن بر روی پایه و Skirt (سازه تکیه گاهی)</b>		<b>TK-01</b>																																																																			
	شماره تجهیز: ..... توضیحات: نوع زمین: I □ II □ III □ IV □ ..... ..... ..... تعیین شاخص پاسخ																																																																				
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">تراز محل نصب تجهیزات</th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">پهنه بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+۰</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">یک سوم فوقانی</th> <th style="text-align: center;">یک سوم میانی</th> <th style="text-align: center;">یک سوم تحتانی</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">۴</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">۳</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">۲</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">۱</td> </tr> </tbody> </table>		تراز محل نصب تجهیزات			پهنه بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+۰	یک سوم فوقانی	یک سوم میانی	یک سوم تحتانی	E	C	A	۴	E	C	A	۳	F	D	B	۲	F	D	B	۱																																												
	تراز محل نصب تجهیزات			پهنه بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+۰																																																																	
یک سوم فوقانی	یک سوم میانی	یک سوم تحتانی																																																																			
E	C	A	۴																																																																		
E	C	A	۳																																																																		
F	D	B	۲																																																																		
F	D	B	۱																																																																		
<b>امتیازها و ضرایب</b> (یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه بندی خطر نسبی زلزله انتخاب گردند)																																																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">F</th> <th style="width: 10%;">E</th> <th style="width: 10%;">D</th> <th style="width: 10%;">C</th> <th style="width: 10%;">B</th> <th style="width: 10%;">A</th> <th style="width: 50%;">شاخص پاسخ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">۳/۳</td> <td style="text-align: center;">۳/۴</td> <td style="text-align: center;">۳/۷</td> <td style="text-align: center;">۴/۰</td> <td style="text-align: center;">۴/۲</td> <td style="text-align: center;">۴/۳</td> <td style="text-align: center;"><b>امتیاز پایه</b></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۱/۴</td> <td rowspan="5" style="text-align: center; vertical-align: middle;">                     P M F F                 </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۰/۸</td> <td>۱. مخزن مهار نشده است یا مهار در وضعیت مطلوبی قرار ندارد.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۱/۱</td> <td>۲. عدم مهار تیر پایه در صورت مهار به تیر</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۱/۱</td> <td>۳. سختی بیش از حد لوله‌های متصل برای تحمل جابجاییهای مورد انتظار</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۱/۱</td> <td>۴. عدم تناسب ابعادی پایه‌های تکیه گاهی با وزن مخزن، یا غیر مسلح بودن باز شوهای skirt</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>۵. دیگر موارد</td> </tr> <tr> <td colspan="7" style="text-align: center; padding: 5px;"> <b>بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی</b> </td> </tr> </tbody> </table>							F	E	D	C	B	A	شاخص پاسخ	۳/۳	۳/۴	۳/۷	۴/۰	۴/۲	۴/۳	<b>امتیاز پایه</b>	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	P M F F	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۱. مخزن مهار نشده است یا مهار در وضعیت مطلوبی قرار ندارد.	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۲. عدم مهار تیر پایه در صورت مهار به تیر	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۳. سختی بیش از حد لوله‌های متصل برای تحمل جابجاییهای مورد انتظار	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۴. عدم تناسب ابعادی پایه‌های تکیه گاهی با وزن مخزن، یا غیر مسلح بودن باز شوهای skirt							۵. دیگر موارد	<b>بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی</b>						
F	E	D	C	B	A	شاخص پاسخ																																																															
۳/۳	۳/۴	۳/۷	۴/۰	۴/۲	۴/۳	<b>امتیاز پایه</b>																																																															
۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	P M F F																																																															
۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸		۱. مخزن مهار نشده است یا مهار در وضعیت مطلوبی قرار ندارد.																																																														
۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱		۲. عدم مهار تیر پایه در صورت مهار به تیر																																																														
۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱		۳. سختی بیش از حد لوله‌های متصل برای تحمل جابجاییهای مورد انتظار																																																														
۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱		۴. عدم تناسب ابعادی پایه‌های تکیه گاهی با وزن مخزن، یا غیر مسلح بودن باز شوهای skirt																																																														
						۵. دیگر موارد																																																															
<b>بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی</b>																																																																					
* اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰+۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.																																																																					



### ضرایب اصلاح عملکردی (PMFs)

- ۱- مخازن باید مهار شوند و مهارها در وضعیت خوبی باشند (به طور مثال خوردگی شدید نداشته باشند یا ترک خوردگی قابل ملاحظه در بتن اطراف پیچها نباشد). در غیر اینصورت PMF ردیف ۱ باید در نظر گرفته شود.
- ۲- اگر مخزن به یک تیر پایه مهار شده و تیر پایه مهار نشده باشد، PMF ردیف ۲ باید در نظر گرفته شود.
- ۳- حتی برای مخازن مهار شده، امکان حرکت و جابجایی قابل ملاحظه در حین زلزله وجود دارد. اگر لوله‌های متصل به مخزن آنقدر صلب باشند که قادر به تحمل جابجایی‌های محتمل نباشند، PMF ردیف ۳ باید در نظر گرفته شود. مثالی در این مورد یک مسیر مستقیم لوله‌گذاری شده از بالای مخزن تا یک نقطه مهار در مسیر لوله‌گذاری است.
- ۴- پایه‌های تکیه‌گاهی یا skirt ها ممکن است برای ممانعت از خرابی تحت بارهای جانبی کافی نباشند. اگر تکیه‌گاههای مخزن کافی نباشند، PMF ردیف ۴ باید در نظر گرفته شود. این PMF باید در صورت وجود بازشوهای غیر مسلح مورد استفاده قرار گیرد. این وضعیت هنگامی می‌تواند رخ دهد که لوله‌کشی در موقعیتی غیر از مکان در نظر گرفته شده برای طراحی آن واقع شده باشد و ضرایب اصلاح منطقه‌ای در حین نصب اعمال شده باشند.
- ۵- برای شرایط دیگری که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد تجهیزات ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (مثلاً با توجه به مسابلی که در گذشته در این بخش از تجهیزات رخ داده است) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول بالا صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.



<b>مخازن افقی و مبدل‌های حرارتی</b>	<b>TK-02</b>																																																														
	شماره تجهیز: ..... توضیحات: نوع زمین: I □ II □ III □ IV □ ..... ..... تعیین شاخص پاسخ																																																														
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3">تراز محل نصب تجهیزات</th> <th rowspan="2">پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+</th> </tr> <tr> <th>یک سوم فوقانی</th> <th>یک سوم میانی</th> <th>یک سوم تحتانی</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">۴</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">۳</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">۲</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">۱</td> </tr> </tbody> </table>	تراز محل نصب تجهیزات			پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+	یک سوم فوقانی	یک سوم میانی	یک سوم تحتانی	E	C	A	۴	E	C	A	۳	F	D	B	۲	F	D	B	۱																																							
	تراز محل نصب تجهیزات			پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+																																																											
یک سوم فوقانی	یک سوم میانی	یک سوم تحتانی																																																													
E	C	A	۴																																																												
E	C	A	۳																																																												
F	D	B	۲																																																												
F	D	B	۱																																																												
<b>امتیازها و ضرایب</b> (یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله انتخاب گردند)																																																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="6">شاخص پاسخ</th> <th rowspan="2">امتیاز پایه</th> <th rowspan="2">P M F</th> </tr> <tr> <th>F</th> <th>E</th> <th>D</th> <th>C</th> <th>B</th> <th>A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">۴/۳</td> <td style="text-align: center;">۴/۵</td> <td style="text-align: center;">۴/۷</td> <td style="text-align: center;">۵/۰</td> <td style="text-align: center;">۵/۲</td> <td style="text-align: center;">۵/۴</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">۱. مخزن مهار نشده است یا مهار در شرایط مطلوبی قرار ندارد.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۱/۸</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">۲. مخزن به پایه متصل نشده است.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۲/۲</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">۳. سختی بیش از حد لوله‌های متصل برای تحمل جابجاییهای مورد انتظار</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۲/۰</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">۴. عدم اتصال بدنه‌های مبدل‌های حرارتی به یکدیگر به طور مطمئن</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۲/۴</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">۵- دیگر موارد</td> </tr> <tr> <td colspan="7" style="text-align: center;">بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		شاخص پاسخ						امتیاز پایه	P M F	F	E	D	C	B	A	۴/۳	۴/۵	۴/۷	۵/۰	۵/۲	۵/۴	۱. مخزن مهار نشده است یا مهار در شرایط مطلوبی قرار ندارد.		۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۲. مخزن به پایه متصل نشده است.		۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۳. سختی بیش از حد لوله‌های متصل برای تحمل جابجاییهای مورد انتظار		۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۴. عدم اتصال بدنه‌های مبدل‌های حرارتی به یکدیگر به طور مطمئن		۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۵- دیگر موارد		بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی							
شاخص پاسخ						امتیاز پایه	P M F																																																								
F	E	D	C	B	A																																																										
۴/۳	۴/۵	۴/۷	۵/۰	۵/۲	۵/۴	۱. مخزن مهار نشده است یا مهار در شرایط مطلوبی قرار ندارد.																																																									
۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۲. مخزن به پایه متصل نشده است.																																																									
۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۳. سختی بیش از حد لوله‌های متصل برای تحمل جابجاییهای مورد انتظار																																																									
۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۴. عدم اتصال بدنه‌های مبدل‌های حرارتی به یکدیگر به طور مطمئن																																																									
۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۵- دیگر موارد																																																									
بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی																																																															
* اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰+، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.																																																															



### ضرایب اصلاح عملکردی (PMFs)

- ۱- مخازن باید مهار شوند و مهارها در وضعیت خوبی باشند (به طور مثال خوردگی شدید نداشته باشند یا ترک خوردگی قابل ملاحظه در بتن اطراف پیچ‌ها نباشد). در غیر اینصورت PMF ردیف ۱ باید در نظر گرفته شود.
- ۲- اگر مخزن به تکیه‌گاهش متصل نشده باشد، در حین زلزله ممکن است بلغزد و یا تکان بخورد. اگر این حرکت بتواند آسیب ایجاد کند PMF ردیف ۲ باید در نظر گرفته شود. مخصوصاً از هرگونه آسیب‌پذیری اتصالات لوله‌ها، شیر تخلیه و... در اثر لغزش مخزن باید آگاهی وجود داشته باشد.
- ۳- حتی برای مخازن مهار شده امکان حرکت و جابجایی قابل ملاحظه در حین زلزله وجود دارد. اگر لوله‌های متصل به مخازن آنقدر صلب باشند که قادر به تحمل جابجایی‌های محتمل نباشند، PMF ردیف ۳ باید در نظر گرفته شود. مثالی در این مورد یک مسیر مستقیم لوله‌گذاری شده از بالای مخزن تا یک نقطه مهار در مسیر لوله‌گذاری است.
- ۴- مبدل‌های حرارتی که به طور عمودی انباشته و ردیف شده‌اند قطعاً باید به یکدیگر متصل باشند، در غیر اینصورت PMF ردیف ۴ باید انتخاب شود. این موضوع در مواردی که پیچ‌ها جدا شده و در حین نگهداری دوباره نصب نشده‌اند، رخ می‌دهد.
- ۵- برای شرایط دیگری که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد تجهیزات ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (مثلاً با توجه به مسابلی که در گذشته در این بخش از تجهیزات رخ داده است) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول بالا صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.



مخازن قائم مهارشده		TK-03																																																															
	شماره تجهیز: ..... توضیحات: نوع زمین: I □ II □ III □ IV □ ..... ..... تعیین شاخص پاسخ																																																																
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">تراز محل نصب تجهیزات</th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">یک سوم فوقانی</th> <th style="text-align: center;">یک سوم میانی</th> <th style="text-align: center;">یک سوم تحتانی</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">۴</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">۳</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">۲</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">۱</td> </tr> </tbody> </table>		تراز محل نصب تجهیزات			پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+	یک سوم فوقانی	یک سوم میانی	یک سوم تحتانی	E	C	A	۴	E	C	A	۳	F	D	B	۲	F	D	B	۱																																								
	تراز محل نصب تجهیزات			پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+																																																													
	یک سوم فوقانی	یک سوم میانی	یک سوم تحتانی																																																														
E	C	A	۴																																																														
E	C	A	۳																																																														
F	D	B	۲																																																														
F	D	B	۱																																																														
<b>امتیازها و ضرایب</b> (یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله انتخاب گردند)																																																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;">F</th> <th style="width: 5%;">E</th> <th style="width: 5%;">D</th> <th style="width: 5%;">C</th> <th style="width: 5%;">B</th> <th style="width: 5%;">A</th> <th style="width: 40%;">شاخص پاسخ</th> <th rowspan="7" style="text-align: center; vertical-align: middle; font-weight: bold;">P M F</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">۳/۵</td> <td style="text-align: center;">۳/۷</td> <td style="text-align: center;">۳/۹</td> <td style="text-align: center;">۴/۲</td> <td style="text-align: center;">۴/۴</td> <td style="text-align: center;">۴/۶</td> <td style="text-align: center;">امتیاز پایه</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۱/۷</td> <td>۱. مهار در وضعیت مطلوبی قرار ندارد.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۱/۴</td> <td>۲. جزئیات مهار نرم و شکل پذیر نبوده یا امکان پاره شدن پوسته مخزن (در اثر نیروهای خارج از صفحه) باشد.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۱/۰</td> <td>۳. سختی بیش از حد لوله‌های متصل برای تحمل جابجاییهای مورد انتظار</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۱/۷</td> <td>۴. مخزن از فولاد ضد زنگ ساخته شده است.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۱/۹</td> <td style="text-align: center;">۲/۰</td> <td>۵. مخزن از فایبر گلاس یا مواد مشابه ساخته شده است.</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>۶. دیگر موارد</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی</td> </tr> </tbody> </table>		F	E	D	C	B	A	شاخص پاسخ	P M F	۳/۵	۳/۷	۳/۹	۴/۲	۴/۴	۴/۶	امتیاز پایه	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱. مهار در وضعیت مطلوبی قرار ندارد.	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۲. جزئیات مهار نرم و شکل پذیر نبوده یا امکان پاره شدن پوسته مخزن (در اثر نیروهای خارج از صفحه) باشد.	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۳. سختی بیش از حد لوله‌های متصل برای تحمل جابجاییهای مورد انتظار	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۴. مخزن از فولاد ضد زنگ ساخته شده است.	۱/۹	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۵. مخزن از فایبر گلاس یا مواد مشابه ساخته شده است.							۶. دیگر موارد							بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی
F	E	D	C	B	A	شاخص پاسخ	P M F																																																										
۳/۵	۳/۷	۳/۹	۴/۲	۴/۴	۴/۶	امتیاز پایه																																																											
۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱. مهار در وضعیت مطلوبی قرار ندارد.																																																											
۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۲. جزئیات مهار نرم و شکل پذیر نبوده یا امکان پاره شدن پوسته مخزن (در اثر نیروهای خارج از صفحه) باشد.																																																											
۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۳. سختی بیش از حد لوله‌های متصل برای تحمل جابجاییهای مورد انتظار																																																											
۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۴. مخزن از فولاد ضد زنگ ساخته شده است.																																																											
۱/۹	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۵. مخزن از فایبر گلاس یا مواد مشابه ساخته شده است.																																																											
						۶. دیگر موارد																																																											
						بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی																																																											
* اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.																																																																	



### ضرایب اصلاح عملکردی (PMFs)

۱- مخازن باید مهار شوند و مهارها در وضعیت خوبی باشند (به طور مثال خوردگی شدید نداشته باشند یا ترک خوردگی قابل ملاحظه در بتن اطراف پیچها نباشد). در غیر اینصورت PMF ردیف ۱ باید در نظر گرفته شود.

۲- بست مهاری ورق پایین مخزن به کف و اتصالات دستک مانند با ارتفاع کوتاه اتصال به کف، شامل اتصالات ضعیف و ناکارآمد می باشد. در اینصورت یا دیگر موارد مشکوک، PMF ردیف ۲ باید در نظر گرفته شود.

۳- حتی برای مخازن مهار شده، امکان حرکت و جابجایی قابل ملاحظه در حین زلزله وجود دارد. اگر لوله های متصل به مخزن آنقدر صلب باشند که قادر به تحمل جابجایی های محتمل نباشند، PMF ردیف ۳ باید در نظر گرفته شود. مثالی در این مورد یک مسیر مستقیم لوله گذاری شده از بالای مخزن تا یک نقطه مهاری در مسیر لوله گذاری است.

۴ و ۵- PMF مربوطه با توجه به جنس ماده مصرفی برحسب اینکه فولاد ضدزنگ یا FRP مورد استفاده قرار گرفته، انتخاب شود.

۶- برای شرایط دیگری که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد تجهیزات ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (مثلاً با توجه به مسایلی که در گذشته در این بخش از تجهیزات رخ داده است) تخصیص مقدار برای PMF، براساس PMF های موجود در جدول صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.



بشکه‌های ذخیره و منابع استوانه‌ای			TK-04			
		شماره تجهیز: .....				
		توضیحات: نوع زمین: I □ II □ III □ IV □				
		.....				
		.....				
تعیین شاخص پاسخ						
تراز محل نصب تجهیزات			پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله طبق استاندارد ۲۸۰۰+			
یک سوم فوقانی	یک سوم میانی	یک سوم تحتانی				
E	C	A				
E	C	A				
F	D	B				
F	D	B	۱			
<b>امتیازها و ضرایب</b> (یکی از امتیازهای پایه و همه PMF های قابل اعمال با توجه به پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله انتخاب گردند)						
شاخص پاسخ						
F	E	D	C	B	A	امتیاز پایه
۴٫۸	۵٫۰	۵٫۲	۵٫۵	۵٫۷	۵٫۹	
۲٫۵	۲٫۵	۲٫۵	۲٫۵	۲٫۵	۲٫۵	۱. مقید نشدن تجهیزات توسط تسمه‌ها به منظور جلوگیری از واژگونی
۲٫۷	۲٫۷	۲٫۷	۲٫۷	۲٫۷	۲٫۷	۲. انباشتن بشکه‌ها بر روی سکوها در ارتفاع زیاد
						۳. دیگر موارد
بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی						
* اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰+، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می‌شود.						



### ضرایب اصلاح عملکردی (PMFs)

۱- در صورت امکان، سیلندرها و بشکه‌های ذخیره باید به منظور جلوگیری از واژگونی مهار شوند ( به وسیله تسمه ها یا دیگر ابزار). در صورت عدم جلوگیری از واژگونی PMF ردیف ۱ باید در نظر گرفته شود.

۲- در صورت انباشتن بشکه ها در ارتفاع زیاد امکان سقوط آنها در حین زلزله وجود دارد، در اینصورت PMF ردیف ۲ باید در نظر گرفته شود. همچنین در صورت متحرک بودن سکوها چنانچه این حرکت باعث ایجاد جابجایی دیوارها گردد، این PMF باید انتخاب شود.

۳- برای شرایط دیگری که بازدید کننده به این نتیجه برسد که عملکرد تجهیزات ممکن است در حین زلزله متوقف گردد، (مثلاً با توجه به مسایلی که در گذشته در این بخش از تجهیزات رخ داده است) تخصیص مقدار برای PMF براساس PMF های موجود در جدول صورت گیرد. همچنین یک عبارت توصیفی برای مورد مذکور به موارد بالا باید اضافه گردد.



<b>مخازن قائم مهارنشده</b>							<b>TK-05</b>																																																							
							شماره تجهیز:																																																							
							توضیحات:																																																							
<b>جدول (الف) طبقه بندی مخزن</b>																																																														
<b>نسبت ابعادی</b>																																																														
قطر (f t)	$0.5 \leq H/D$	$0.8 < H/D \leq 0.5$	$1.1 < H/D \leq 0.8$	$1.4 < H/D \leq 1.1$	$1.8 < H/D \leq 1.4$	$1.8 \geq H/D$																																																								
$D \leq 10$	$\alpha$	$\alpha$	$\alpha$	$\alpha$	$\alpha$	$\alpha$																																																								
$10 < D \leq 15$	$\alpha$	$\alpha$	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\theta$																																																								
$15 < D \leq 20$	$\alpha$	$\alpha$	$\gamma$	$\theta$	$\theta$	$\omega$																																																								
$20 < D \leq 25$	$\alpha$	$\gamma$	$\theta$	$\theta$	$\omega$	$\omega$																																																								
$25 < D \leq 30$	$\alpha$	$\gamma$	$\theta$	$\omega$	$\mu$	$\mu$																																																								
$30 < D \leq 35$	$\beta$	$\theta$	$\omega$	$\omega$	$\mu$	$\mu$																																																								
$D \geq 35$	$\gamma$	$\omega$	$\omega$	$\mu$	$\mu$	$\mu$																																																								
<b>جدول (ب) ماتریس نیاز</b>																																																														
<b>طبقه بندی مخزن</b>																																																														
پهنه بندی لرزه ای	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\theta$	$\omega$	$\mu$																																																								
۴	A	B	D	F	H	H																																																								
۳	A	B	D	F	H	H																																																								
۲	A	C	E	G	H	H																																																								
۱	A	C	E	G	H	H																																																								
<b>امتیازها و ضرایب - مخازن قائم</b>																																																														
(یکی از امتیازهای پایه و همه PMF هایی که مربوط هستند، انتخاب شوند - از ستون هایی که مربوط به تراز بار بالا می باشد، استفاده گردد)																																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="padding: 5px;"><b>H</b></td> <td style="padding: 5px;"><b>G</b></td> <td style="padding: 5px;"><b>F</b></td> <td style="padding: 5px;"><b>E</b></td> <td style="padding: 5px;"><b>D</b></td> <td style="padding: 5px;"><b>C</b></td> <td style="padding: 5px;"><b>B</b></td> <td style="padding: 5px;"><b>A</b></td> <td style="padding: 5px;"><b>شاخص پاسخ</b></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">۲/۰</td> <td style="padding: 5px;">۲/۴</td> <td style="padding: 5px;">۳/۱</td> <td style="padding: 5px;">۳/۸</td> <td style="padding: 5px;">۴/۳</td> <td style="padding: 5px;">۴/۸</td> <td style="padding: 5px;">۵/۳</td> <td style="padding: 5px;">۵/۵</td> <td style="padding: 5px;"><b>امتیاز پایه</b></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">۰</td> <td style="padding: 5px;">۰/۸</td> <td style="padding: 5px;">۰/۴</td> <td style="padding: 5px;">۰/۷</td> <td style="padding: 5px;">۱/۱</td> <td style="padding: 5px;">۱/۵</td> <td style="padding: 5px;">۱/۸</td> <td style="padding: 5px;">۲/۰</td> <td style="padding: 5px;">۱. پرچ درز پوسته های مخزن</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">۲/۰</td> <td style="padding: 5px;">۲/۰</td> <td style="padding: 5px;">۲/۰</td> <td style="padding: 5px;">۱/۹</td> <td style="padding: 5px;">۱/۷</td> <td style="padding: 5px;">۱/۹</td> <td style="padding: 5px;">۲/۴</td> <td style="padding: 5px;">۳/۶</td> <td style="padding: 5px;">۲. اتصالات صلب لوله</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">۲/۰</td> <td style="padding: 5px;">۱/۸</td> <td style="padding: 5px;">۱/۳</td> <td style="padding: 5px;">۱/۰</td> <td style="padding: 5px;">۳. مشخص نبودن ضخامت پوسته</td> </tr> <tr> <td colspan="8" style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;"><b>بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی</b></td> </tr> </table>									<b>H</b>	<b>G</b>	<b>F</b>	<b>E</b>	<b>D</b>	<b>C</b>	<b>B</b>	<b>A</b>	<b>شاخص پاسخ</b>	۲/۰	۲/۴	۳/۱	۳/۸	۴/۳	۴/۸	۵/۳	۵/۵	<b>امتیاز پایه</b>	۰	۰/۸	۰/۴	۰/۷	۱/۱	۱/۵	۱/۸	۲/۰	۱. پرچ درز پوسته های مخزن	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۱/۹	۱/۷	۱/۹	۲/۴	۳/۶	۲. اتصالات صلب لوله	۲/۰	۱/۸	۱/۳	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۳. مشخص نبودن ضخامت پوسته									<b>بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی</b>
<b>H</b>	<b>G</b>	<b>F</b>	<b>E</b>	<b>D</b>	<b>C</b>	<b>B</b>	<b>A</b>	<b>شاخص پاسخ</b>																																																						
۲/۰	۲/۴	۳/۱	۳/۸	۴/۳	۴/۸	۵/۳	۵/۵	<b>امتیاز پایه</b>																																																						
۰	۰/۸	۰/۴	۰/۷	۱/۱	۱/۵	۱/۸	۲/۰	۱. پرچ درز پوسته های مخزن																																																						
۲/۰	۲/۰	۲/۰	۱/۹	۱/۷	۱/۹	۲/۴	۳/۶	۲. اتصالات صلب لوله																																																						
۲/۰	۱/۸	۱/۳	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۳. مشخص نبودن ضخامت پوسته																																																						
								<b>بزرگترین PMF قابل اعمال - امتیاز پایه = امتیاز نهایی</b>																																																						
* اگر نوع زمین مطابق طبقه بندی استاندارد ۲۸۰۰+، IV تعیین شود شاخص (پاسخ) با یک درجه محافظه کاری انتخاب می شود.																																																														





# پیوست ۳

---

---

ارزیابی آسیب‌پذیری سامانه‌های

نیروگاه به روش امتیازدهی





[omoorepeyman.ir](http://omoorepeyman.ir)

### پ-۳-۱ - مقدمه

ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای سامانه‌های نیروگاه به روش امتیازدهی جایگزینی برای ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای تجهیزات نیروگاه به روش امتیازدهی است، که می‌تواند به دلیل ملاحظه افزونگی سامانه‌ها از تعداد تجهیزات نیازمند بهسازی یا تعویض کاسته و طرح بهسازی را از نظر اقتصادی موجه‌تر نماید. در این روش آسیب‌پذیری سامانه‌های نیروگاهی و نه آسیب‌پذیری تجهیزات مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. بنابراین ممکن است که یک سامانه با دارا بودن تعدادی تجهیزات (زیر سامانه) آسیب‌پذیر خود دارای ایمنی کافی در مقابل زلزله ارزیابی شود.

### پ-۳-۲ - مدل‌سازی سامانه نیروگاه‌ها

نیروگاه‌ها تاسیساتی متشکل از زیر سامانه‌ها و سامانه‌های گوناگونی می‌باشند که روابط پیچیده‌ای میان آنها حاکم می‌باشد. این پیچیدگی‌ها تحلیل قابلیت اعتماد سامانه‌ها و تاسیسات نیروگاه را در مقابل اثر زلزله با دشواری روبرو می‌سازد. جهت مدل‌سازی سامانه‌ها و زیر سامانه‌های نیروگاه ملاحظه تعاریف ذیل ضروری است.

۱- سامانه همبند یا سری: سامانه‌ای که ارتباط زیر سامانه‌های آن به نحوی است که بروز خرابی آن در یک زیر سامانه موجب فقدان عملکرد کل سامانه می‌گردد.

۲- سامانه افزونه یا موازی: سامانه‌ای که ارتباط زیر سامانه‌های آن به نحوی است که بروز خرابی در یک یا چند زیر سامانه آن، موجب فقدان عملکرد کل سامانه نمی‌شود.

جهت مدل‌سازی گرافیکی سامانه‌های سری و موازی از علائمی که در جدول پ ۳-۱ نشان داده شده است استفاده می‌گردد.

جدول (پ-۳-۱): شکل عملگرهای مورد استفاده در مدل‌سازی سری و موازی

توضیح	شکل عملگر
سامانه عملکرد مناسب خواهد داشت اگر همه زیر سامانه‌ها عملکرد مناسب داشته باشند.	
سامانه عملکرد مناسب خواهد داشت اگر حداقل یک زیر سامانه عملکرد مناسب داشته باشد.	

نمایش گرافیکی روابط اجزای مختلف سامانه‌های سری و موازی در شکل (پ-۳-۱) نشان داده شده است.

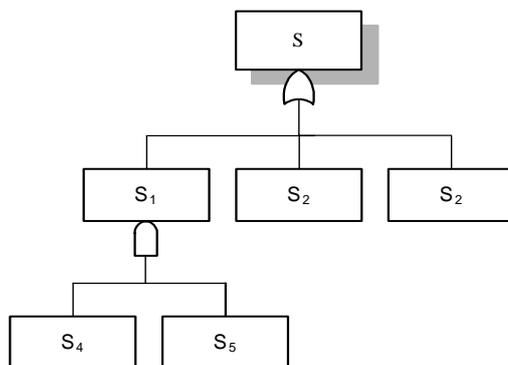


ب) سامانه موازی

الف) سامانه سری

شکل (پ-۳-۱): چگونگی نمایش روابط اجزای مختلف سامانه‌های سری و موازی

سامانه‌های نیروگاهی علیرغم پیچیدگی‌های موجود میان زیرسامانه‌های آنها در اغلب موارد قابل مدلسازی بصورت ترکیبی از زیر سامانه‌های سری و موازی می‌باشند. در شکل (پ-۳-۲) مدلسازی یک سامانه مرکب از زیرسامانه‌های سری و موازی نشان داده شده است.



شکل (پ-۳-۲): نمایش گرافیکی یک سامانه مرکب از زیرسامانه‌های سری و موازی

### پ-۳-۳- امتیاز ایمنی سامانه‌های سری، موازی و مرکب

به دلیل افزونگی کمابیش موجود در سامانه‌های نیروگاهی خرابی یک یا چند زیر سامانه از آنها در اثر وقوع زلزله ممکن است تاثیر چندانی بر عملکرد آنها نداشته باشد. به همین دلیل امتیاز ایمنی سامانه‌های دارای افزونگی (افزونه یا موازی) از امتیاز ایمنی هر کدام از زیر سامانه‌های آن بزرگتر است.

در صورت فقدان افزونگی، خرابی یک زیر سامانه از سامانه منجر به فقدان عملکرد کل سامانه خواهد شد. امتیاز ایمنی سامانه‌هایی که ارتباط زیر سامانه‌های آنها به نحوی است که بروز خرابی در یک زیر سامانه موجب فقدان عملکرد کل سامانه می‌گردد (سامانه‌های همبند یا سری)، با امتیاز ایمنی آسیب‌پذیرترین زیر سامانه کنترل می‌گردد.

امتیاز ایمنی سامانه‌های سری (شکل پ-۳-۱-الف) با استفاده از رابطه (پ-۳-۱) محاسبه می‌گردد.

$$S_{\text{system}} = \min(S_i) \quad (\text{پ-۳-۱})$$

که در آن:

$S_i$ : امتیاز ایمنی زیر سامانه  $i$ ام از سامانه سری

امتیاز ایمنی سامانه‌های موازی (شکل پ-۳-۱-ب) با استفاده از رابطه (پ-۳-۲) محاسبه می‌گردد.

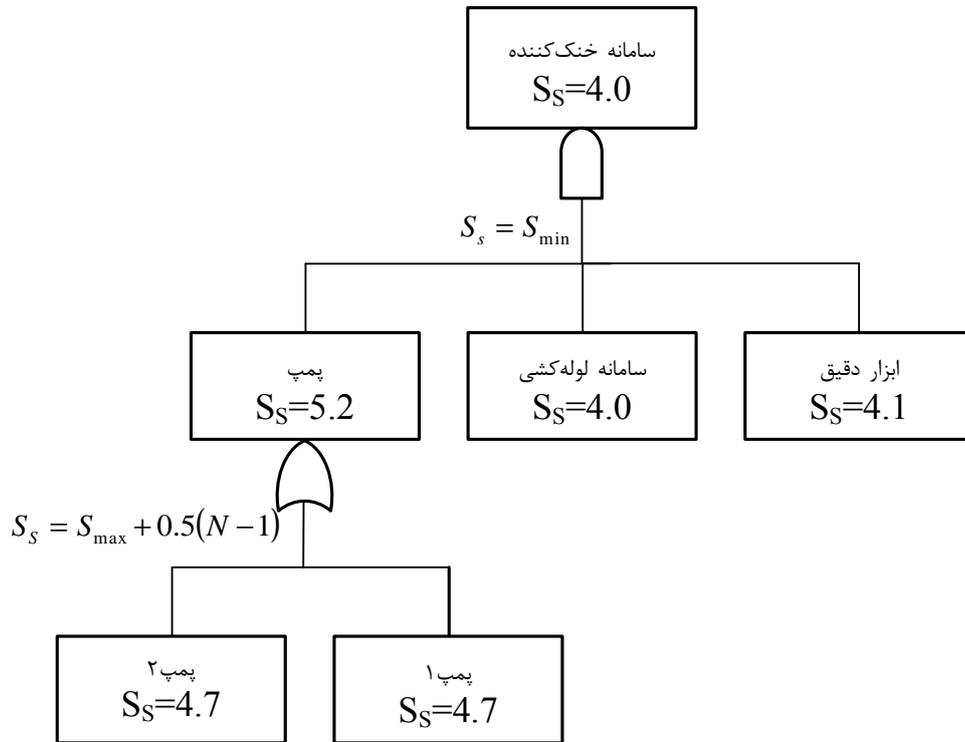
$$S_{\text{system}} = \max(S_i) + 0.5(N - 1) \quad (\text{پ-۳-۲})$$

که در آن:

$N$ : تعداد تجهیزات یا زیرسامانه‌های موازی (در شکل پ-۳-۱-ب  $N=1$  می‌باشد).

محاسبه امتیاز ایمنی سامانه‌های مرکب از پایین‌ترین گره‌ها شروع و به گره فوقانی ختم می‌شود. هر گره به کمک یک عملگر که در جدول (پ-۳-۱) نمایش داده شده است نشان داده می‌شود.

در شکل (پ-۳-۳) نمونه‌ای از محاسبات امتیاز ایمنی یک سامانه مرکب نشان داده شده است.



شکل (پ-۳-۳): چگونگی محاسبه امتیاز ایمنی یک سامانه مرکب نیروگاهی

### پ-۳-۴ - مقایسه امتیاز سامانه با امتیاز ایمنی هدف و تعیین تجهیزات نیازمند ارزیابی تفصیلی

امتیاز بدست آمده از روش نشان داده شده در شکل (پ-۳-۳) با امتیاز ایمنی هدف نشان داده شده در جدول (پ-۳-۲) با توجه به اهمیت نسبی سامانه (جدول ۳-۱ فصل اول) مقایسه می گردد.

جدول (پ-۳-۲) معیارهای پذیرش سامانه های نیروگاهی به روش امتیازدهی

اهمیت نسبی سامانه	امتیاز ایمنی هدف
I <sub>۱</sub>	۳٫۵
I <sub>۲</sub>	۳٫۰
I <sub>۳</sub>	۲٫۵

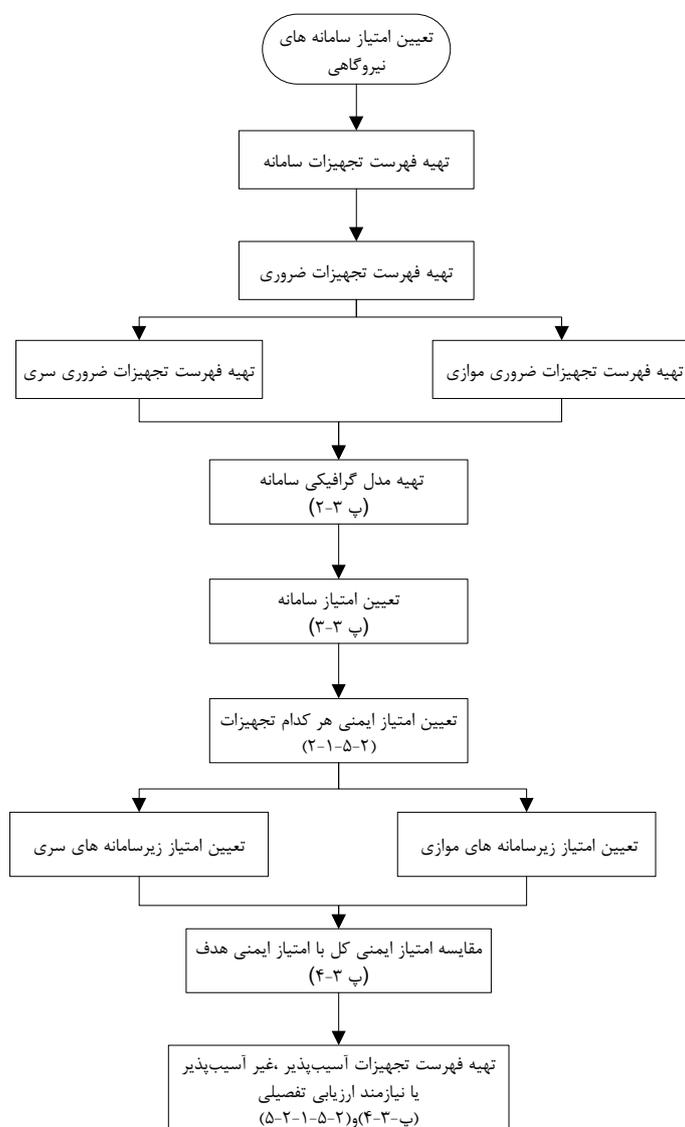
اگر امتیاز سازمان موردنظر از امتیاز ایمنی هدف کوچکتر باشد، تجهیزاتی از سامانه که باعث کاهش امتیاز سامانه گردیده اند باید جهت تصمیم گیری برای درج در فهرست تجهیزات آسیب پذیر یا نیازمند ارزیابی تفصیلی، گزارش شوند. معیارهای تصمیم گیری در این مورد مطابق ضوابط بند (۲-۱-۵-۲) با قید مقایسه امتیاز سامانه با امتیاز ایمنی هدف می باشد.

### پ-۳-۴- روند ارزیابی لرنزهای سامانه‌های نیروگاهی با استفاده از روش امتیازدهی

جهت ارزیابی لرنزهای سامانه‌های نیروگاهی به روش امتیاز دهی انجام مراحل ذیل ضروری است:

- ۱- تهیه فهرست تجهیزات ضروری سامانه و حذف تجهیزات غیرضروری
  - ۲- تعیین فهرست تجهیزات ضروری سری و موازی
  - ۳- تهیه مدل گرافیکی سامانه موردنظر (بند پ-۳-۲)
  - ۴- تعیین امتیاز ایمنی هر کدام از تجهیزات (بند ۲-۵-۱-۲)
  - ۵- محاسبه امتیاز ایمنی کل (بند پ-۳-۳)
  - ۶- مقایسه امتیاز ایمنی کل با امتیاز ایمنی هدف (بند پ-۳-۴) و تعیین تجهیزاتی که موجب کاهش امتیاز ایمنی سامانه از حد امتیاز ایمنی هدف شده‌اند.
- در روندنمای (پ-۳-۱) روند ارزیابی لرنزهای نیروگاه‌ها با استفاده از روش امتیازدهی نشان داده شده است.





روند نمای (پ-۳-۱): روند انجام ارزیابی لرزه‌ای سامانه‌های نیروگاهی با استفاده از روش امتیازدهی





# پیوست ۴

---

---

محاسبه امتیاز تجهیزات با استفاده از

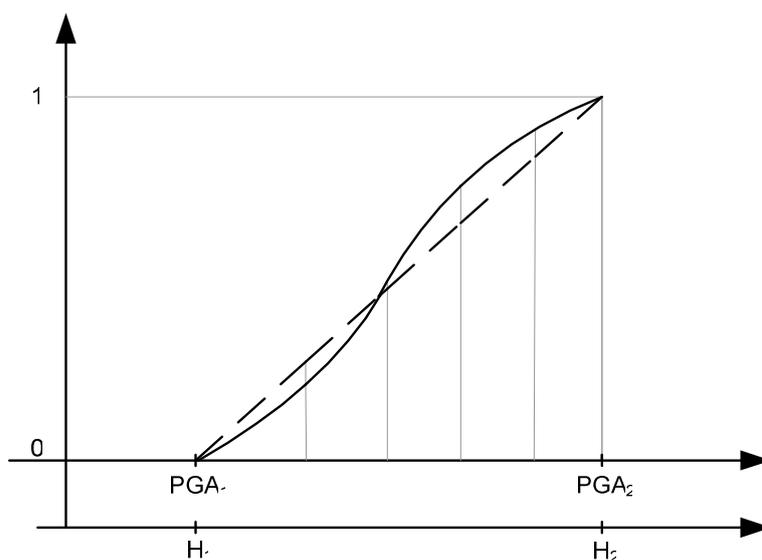
منحنی‌های درهم شکنی





[omoorepeyman.ir](http://omoorepeyman.ir)

منحنی‌های درهم شکنی، منحنی‌های هستند که احتمال انباشته خرابی تجهیزات و تأسیسات در اثر زلزله با شدت‌های مختلف را نشان می‌دهد. منحنی‌های درهم شکنی معمولاً با استفاده از روش‌های تجربی یا تحلیلی استخراج می‌شوند. بدلیل آنکه شدت‌های متناظر با احتمال خرابی بالا نسبت به شدت‌های مربوط به احتمال خرابی پایین (حدود ۰) دارای احتمال فراگذشت بسیار پایین‌تری می‌باشند، ارزش اطلاعاتی منحنی‌های درهم شکنی بیشتر متمرکز در محل تقاطع منحنی با محور شدت (PGA) می‌باشد. این نقطه یعنی شتاب متناظر با احتمال خرابی صفر با  $A'$  نشان داده می‌شود و نقشی کلیدی در استخراج امتیاز ایمنی تجهیزات یا تأسیسات در مقابل زلزله ایفا می‌نماید. (شکل پ-۴-۱).



شکل (پ-۴-۱): منحنی درهم شکنی نوعی

با استفاده از روابط (پ-۴-۱) امتیاز ایمنی تجهیزات و تأسیسات با شتاب  $A'$  واقع در مناطق لرزه‌خیزی مختلف قابل استخراج می‌باشد.

$$S_s = 4.7165 + 3.4493 \text{ Log} A'$$

$$S_s = 4.7990 + 3.2195 \text{ Log} A'$$

$$S_s = 4.8815 + 2.9898 \text{ Log} A'$$

$$S_s = 4.9640 + 2.7600 \text{ Log} A'$$

پ-۴-الف) ناحیه با  $PGA = 0.35g$

پ-۴-ب) ناحیه با  $PGA = 0.3g$

پ-۴-ج) ناحیه با  $PGA = 0.25g$

پ-۴-د) ناحیه با  $PGA = 0.2g$



در صورت فقدان هرگونه اطلاعات مدون از منحنی‌های درهم شکنی، استنباط کاربر از میزانی از شتاب زمین که در شتاب‌های کمتر از آن احتمال خرابی تجهیزات و تاسیسات صفر می‌باشد می‌تواند به کمک روابط (پ-۴-۱) امتیاز ایمنی تجهیزات را به دست دهد. بدیهی است که کاربر می‌تواند ضعف‌های مختلفی را در تجهیزات از جمله احتمال اندرکنش با سایر تجهیزات یا فقدان مهار و غیره را در استنباط خود ملاحظه نماید. به عنوان مثال در صورتیکه یک تابلوی برق بدون مهار در نظر گرفته شود، با محاسبه ساده‌ای می‌توان به شتاب حد لغزش یا واژگونی آن دست یافت.

جهت راهنمایی کاربر برای انتخاب شتاب  $A'$  برای تجهیزات با توجه به محل نصب تجهیزات روی سازه تکیه‌گاهی استفاده از جدول (پ-۴-۱) توصیه می‌شود.

جدول (پ-۴-۱): نحوه انتخاب شتاب  $A'$  با توجه به آسیب‌پذیری لرزه‌ای تجهیزات

$A'(g)$			آسیب‌پذیری تجهیزات
محل نصب تجهیزات روی سازه تکیه‌گاهی			
۱/۳ فوقانی	۱/۳ میانی	۱/۳ تحتانی	
۰/۵۵	۰/۶۵	۰/۸۰	بسیار کم
۰/۴۰	۰/۵۰	۰/۶۰	کم
۰/۱۵	۰/۳۰	۰/۴۰	معمولی
۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۲۰	زیاد
۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۵	بسیار زیاد

در صورتی که نقطه‌ضعفی مثل وجود اشکال در مهار تجهیزات، احتمال بروز اندرکنش و غیره موجب افزایش آسیب‌پذیری تجهیزات گردد، یک درجه به میزان آسیب‌پذیری تجهیزات افزوده می‌گردد (مثلاً تجهیزات با آسیب‌پذیری معمولی به تجهیزات با آسیب‌پذیری زیاد تبدیل می‌شوند). افزایش میزان آسیب‌پذیری فقط یکبار و برای بدترین نقطه‌ضعف، در صورت وجود، در نظر گرفته می‌شود.



# پیوست ۵

---

---

**ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای تجهیزات**

**الکتریکی و مکانیکی بر اساس رویکرد**

**استفاده از طیف‌های آسیب‌پذیری**





[omoorepeyman.ir](http://omoorepeyman.ir)

## پ-۵-۱- ارزیابی تجهیزات الکتریکی و مکانیکی بر اساس رویکرد استفاده از طیف‌های ظرفیت

در این پیوست پیش‌نیازهای مورد استفاده جهت ارزیابی لرزه‌ای آن دسته از تجهیزات الکتریکی و مکانیکی که در جدول (۲-۵) نام برده شده‌اند، ارائه شده است. برای ارزیابی لرزه‌ای این دسته از تجهیزات به نحوی که در فصل دوم اشاره شد، ابتدا باید این پیش‌نیازها اجرائی گردند. پس از رعایت این پیش‌نیازها می‌توان از طیف ظرفیت موجود در فصل دوم استفاده نمود. تشخیص برقراری و یا عدم برقراری این پیش‌نیازها تا حدود زیادی بر اساس قضاوت مهندسی می‌باشد.

## پ-۵-۲- تجهیزات الکتریکی

### پ-۵-۲-۱- باتری‌ها و قفسه‌های نگهدارنده آنها

#### پ-۵-۲-۱-۱- شرایط عمومی

این نوع تجهیزات دربرگیرنده باتری‌ها و سازه‌های نگهدارنده آن می‌شود. اغلب سیستم‌های باتری متشکل از باتری‌های سربی<sup>۱</sup> می‌باشند که در ردیف‌هایی موازی بر روی قابهای فلزی یا چوبی سوار می‌شوند. هر یک از باتری‌ها در حدود ۲۳ الی ۲۰۵ کیلوگرم وزن دارند. باتری‌های ذخیره سربی متداول‌ترین نوع باتری‌ها بوده و تنها نوعی از باتری‌ها می‌باشند که در این بخش مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. چهار نوع اساسی از این باتری‌ها وجود دارند که عبارتند از:

۱- ورق کلسیم تخت<sup>۲</sup>

۲- مانشکس<sup>۳</sup>

۳- ورق آنتیموان تخت<sup>۴</sup>

۴- لوله‌ای<sup>۵</sup>

به علت اینکه هیچ‌گونه تجربه لرزه‌ای در مورد دو نوع آخر (۳ و ۴) وجود ندارد، تنها دو نوع اول از باتری‌ها یعنی ورق کلسیم تخت و مانشکس مورد بررسی قرار می‌گیرند.

قفسه‌های نگهدارنده باتری، قابهای فلزی با مقاطع ناودانی و نشی و دستک می‌باشند که با تشکیل یک قاب فضایی باتری‌ها را در ارتفاعی از سطح زمین نگهداری می‌کنند. قفسه‌ها در سه نوع چندردیفه<sup>۶</sup>، چند لایه‌ای<sup>۷</sup> و چند پله‌ای<sup>۸</sup> وجود دارند.

در قفسه‌های چندردیفه تمامی باتری‌ها در یک تراز و در ردیفهایی در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند. در قفسه‌های چند لایه‌ای، ردیف‌هایی عمودی از باتری‌ها دقیقاً در بالای یکدیگر واقع می‌شوند. در قفسه‌های چند پله‌ای نیز باتری‌ها در ردیفهایی همانند پله در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند. در این قفسه‌ها، ردیف فوقانی از باتری‌ها، از انتهای ردیف تحتانی آغاز می‌شود.

1 Lead-Acid Storage Batteries  
2 Calcium Flat Plate  
3 Plante' Or Manchex  
4 Antimony Flat Plate  
5 Tubular  
6 Multi-Rowed  
7 Multi-Tiered  
8 Multi-Stepped



کف قفسه‌ها که نقش تکیه‌گاه باتری‌ها را دارا می‌باشد، متشکل از مقاطع ناودانی فولادی طولی می‌باشد. این مقاطع نیز به نوبه خود بر روی قابهای عرضی مستطیلی شکل که عموماً از مقاطع نبشی فولادی می‌باشند، قرار می‌گیرند. عموماً قفسه‌ها، یا در وجه پشتی و یا در وجه جلویی توسط دستک‌های قطری در امتداد طولی مهاربندی می‌شوند. اعضای تشکیل دهنده قفسه توسط ترکیبی از اتصالات جوشی و پیچی به یکدیگر متصل می‌شوند.

#### پ-۵-۲-۱-۲- پیش نیازها برای استفاده از طیف آسیب پذیری

**پیش نیاز اول)** شرایط عمومی باتری و قفسه‌های نگهدارنده آن باید مشابه با شرایط عمومی که در بخش (پ-۵-۲-۱-۱) شرح داده شد، بوده و یا تحت پوشش آن قرار گیرد.

**پیش نیاز دوم)** طراحی صفحات باتری باید از نوع صفحه سربی-کلسیمی تخت<sup>۱</sup> و یا مانسکس باشد. اینها تنها انواع باتری‌هایی هستند که در موردشان تجربه لرزه‌ای وجود دارد.

**پیش نیاز سوم)** هر یک از باتری‌ها وزنی کمتر از ۲۰۵ کیلوگرم داشته باشند. این وزن مربوط به بالاترین حدی است که در مورد آن تجربیات لرزه‌ای وجود دارد.

**پیش نیاز چهارم)** پرکننده‌های مقاوم در برابر ضربه<sup>۲</sup> در بین سلولهای باتری باید وجود داشته باشد. این پرکننده‌ها باید دو سوم از فضای عمودی بین سلولها را پر کنند. در صورت نبودن این پرکننده‌ها احتمال جابجا شدن و برخورد باتری‌ها در هنگام زلزله و در نتیجه خرابی باتری وجود خواهد داشت.

**پیش نیاز پنجم)** قفسه‌های نگهدارنده باتری باید دارای ریل‌های (نرده‌های) جانبی و انتهایی باشند که به خوبی به باتری‌ها چسبیده باشند (در صورت نیاز از فاصله‌گیر<sup>۳</sup> (لایی) می‌توان استفاده کرد). هدف جلوگیری از جابجایی و سقوط باتری‌ها از روی قفسه است.

**پیش نیاز ششم)** قفسه‌های نگهدارنده باتری باید دارای مهاربندی ضربدری در راستای طولی برای انتقال بارهای جانبی به تکیه‌گاه باشند مگر آنکه قضاوت مهندسی و یا تحلیل عدم نیاز به این مهاربندی را تایید نمایند.

**پیش نیاز هفتم)** قفسه‌های نگهداری که از چوب ساخته شده‌اند به علت آسیب‌پذیری بیشتر در برابر زلزله نسبت به سازه‌های فولادی باید با دقت ویژه‌ای مورد ارزیابی قرار گیرند.

**پیش نیاز هشتم)** باتری‌های با عمر بالاتر از ۱۰ سال نیاز به ارزیابی ویژه‌ای دارند. تجربه آزمایشات لرزه‌ای نشان داده که تغییرات سازه‌ای و متالورژیکی که با گذشت زمان بوجود می‌آیند، حساسیت و آسیب‌پذیری لرزه‌ای را بالا برده که منجر به خرابی سازه‌ای خواهد شد.

**پیش نیاز نهم)** جزئیات مشکوک و یا موقعیتهای غیرمعمول که توسط پیش نیازها پوشش داده نشده‌اند و می‌توانند اثر منفی بر روی ظرفیت لرزه‌ای باتری‌ها و سازه‌های نگهدارنده آن داشته باشند، باید شناسایی شوند.



1 Lead-Calcium Flat-Plate  
2 Crush-Resistant Spacer  
3 Shim



شکل (پ-۵-۱): باتری‌ها و قفسه‌های نگهدارنده آنها



کاربرگ ارزیابی تجهیزات								
شماره مشخصه تجهیز:		نوع تجهیز: باتری ها و قفسه ها						
شرح تجهیز:								
سیستم:								
موقعیت تجهیز: ساختمان.		طبقه (ارتفاع):	اتاق:					
تولیدکننده، مدل، غیره.:								
نوع باتری:		وزن:						
شماره نقشه:		رده عملکرد:						
پیش نیازهای لازم برای استفاده از طیف آسیب پذیری								
پیش نیازهایی را که مستقیماً مفاد این کاربرگها را برآورده نمی کنند اما بصورت غیرمستقیم اجرایی بودن آنها تضمین می شود با یک (*) مشخص کرده و دلیل برآورده شدن آنها در بخش ملاحظات شرح داده شود.								
۱. مشخصات کلی باتری و قفسه نگهدارنده آن، در محدوده شرایط عمومی،	بله	<input type="checkbox"/>	خیر	<input type="checkbox"/>	نامشخص	<input type="checkbox"/>	م.ن	<input type="checkbox"/>
مطابق پیش نیاز اول استفاده از طیف آسیب پذیری، قرار می گیرد.								
۲. صفحات باتری از نوع سربی - کلسیمی تخت یا مانسکس هستند.	بله	<input type="checkbox"/>	خیر	<input type="checkbox"/>	نامشخص	<input type="checkbox"/>	م.ن	<input type="checkbox"/>
۳. وزن هر باتری کمتر از ۲۰۵ کیلوگرم است.	بله	<input type="checkbox"/>	خیر	<input type="checkbox"/>	نامشخص	<input type="checkbox"/>	م.ن	<input type="checkbox"/>
۴. پر کننده های مقاوم در برابر ضربه، دو سوم از فضای عمودی بین باتری ها								
را پر می کنند.	بله	<input type="checkbox"/>	خیر	<input type="checkbox"/>	نامشخص	<input type="checkbox"/>	م.ن	<input type="checkbox"/>
۵. باتری ها توسط ریل های جانبی و انتهایی مقید می شوند.	بله	<input type="checkbox"/>	خیر	<input type="checkbox"/>	نامشخص	<input type="checkbox"/>	م.ن	<input type="checkbox"/>
۶. قفسه ها دارای مهاربندی ضربدری در راستای طولی می باشند.	بله	<input type="checkbox"/>	خیر	<input type="checkbox"/>	نامشخص	<input type="checkbox"/>	م.ن	<input type="checkbox"/>
۷. قفسه های چوبی براساس استانداردهای پذیرفته شده صنعتی ارزیابی								
شده اند.	بله	<input type="checkbox"/>	خیر	<input type="checkbox"/>	نامشخص	<input type="checkbox"/>	م.ن	<input type="checkbox"/>
۸. در باتری های با عمر بالای ۱۰ سال، آثار ناشی از افزایش عمر								
سرویس دهی مورد ارزیابی ویژه ای قرار گرفته است.	بله	<input type="checkbox"/>	خیر	<input type="checkbox"/>	نامشخص	<input type="checkbox"/>	م.ن	<input type="checkbox"/>
۹. آثار نامطلوب دیگری مشاهده نشده اند.	بله	<input type="checkbox"/>	خیر	<input type="checkbox"/>	نامشخص	<input type="checkbox"/>	م.ن	<input type="checkbox"/>
- مفاهیم و اهداف کلیه پیش نیازهای فوق برآورده می شوند.	بله	<input type="checkbox"/>	خیر	<input type="checkbox"/>	نامشخص	<input type="checkbox"/>	م.ن	<input type="checkbox"/>



<b>کاربرگ ارزیابی تجهیزات</b>			
شماره مشخصه تجهیز:		نوع تجهیز: باتری‌ها و قفسه‌ها	
شرح تجهیز:			
مهار (فصل ۳)			
۱. نوع مهار			
<input type="checkbox"/> مهار انبساطی <input type="checkbox"/> گل‌میخ و میل مهار درجا <input type="checkbox"/> میل مهار قلابدار درجا <input type="checkbox"/> مهار چسبی <input type="checkbox"/> مهار توسط اتصال جوشی به فولاد مدفون در محل بیرون‌زدگی فولاد <input type="checkbox"/> مهار سربی <input type="checkbox"/> انواع دیگر ..... <input type="checkbox"/> موضوعیت ندارد (نیاز به بررسی بیشتر مهار نمی‌باشد)			
۲. ویژگی‌های متناسب با نوع مهار کنترل شده است. (ابعاد، محل قرارگیری، خصوصیات تجهیزات)			
۳. فاصله آزاد در مهار رزوه شده کمتر از ۶ mm است .			
۴. ضوابط سختی پایه تجهیز و عدم وجود عمل اهرمی برآورده می‌شود.			
۵. مقاومت پایه تجهیز و مسیر انتقال بارهای سازه‌ای مناسب می‌باشد.			
۶ ضوابط فولاد مدفون و بالشتک‌ها رعایت می‌شود.			
۷. ضوابط طول مهاری مدفون رعایت می‌شود.			
۸ ضوابط فاصله بین مهارها رعایت می‌شود.			
۹. ضوابط فاصله مهار از لبه‌ها رعایت می‌شود.			
۱۰. بتنی که مهار در آن نصب شده مقاومت لازم را دارد .			
۱۱. ضوابط حداکثر عرض ترک برآورده می‌شود.			
۱۲. الزامات مهار تجهیزات حاوی رله‌های ضروری برآورده می‌شود.			
۱۳. کیفیت نصب مهار مناسب است.			
۱۴. آیا آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند.			
- آیا نسبت ظرفیت به نیاز مهار متجاوز از یک می‌باشد.			
مراجعه:			
<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> نامشخص	
<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/> م.ن
<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> نامشخص	
<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/> م.ن
<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> نامشخص	
<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> نامشخص	
<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/> م.ن
<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/> م.ن
<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> نامشخص	
<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> نامشخص	



## کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:

نوع تجهیز: باتری ها و قفسه ها

شرح تجهیز:

### اثرات اندرکنش (فصل ۲)

- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |  |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> | ۱. اهداف سبک از ضربه تجهیزات یا سازه های مجاور ایمن می باشد.                                   |
| <input type="checkbox"/> | ۲. تجهیزات حاوی رله های ضروری از هر گونه ضربه ناشی از تجهیزات یا سازه های مجاور مصون می باشند. |
| <input type="checkbox"/> | ۳. خطوط لوله متصل به تجهیزات دارای انعطاف پذیری کافی می باشند.                                 |
| <input type="checkbox"/> | ۴. خطر خرابی و واژگونی در تجهیزات فوقانی، سیستم های توزیع یا دیوارهای بنایی وجود ندارد.        |
| <input type="checkbox"/> | ۵. آثار اندرکنش در ارتباط با آبفشان و آب گرفتگی قابل ملاحظه می باشد.                           |
| <input type="checkbox"/> | ۶. آثار اندرکنش در ارتباط با آتش سوزی قابل ملاحظه می باشد.                                     |
| <input type="checkbox"/> | ۷. نگرانی در ارتباط با اثر تجهیزات با اهمیت پائین تر بر روی تجهیزات با اهمیت بالاتر وجود دارد. |
| <input type="checkbox"/> | ۸. آیا آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده اند.  |
| <input type="checkbox"/> | - آیا تجهیز در مقابل اثرات ناشی از اندرکنش ایمن می باشد.                                       |

### ملاحظات

ارزیابی و بازدیدهای چشمی:

اعضاء تیم

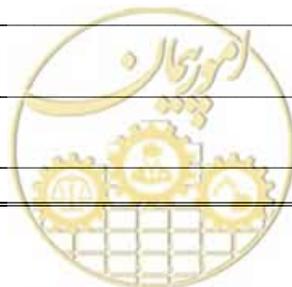
زمان

تاریخ

### روش پیشنهادی برای رفع نقص

 ترمیم و نگهداری :

 ارزیابی های بیشتر :

 طرح بهسازی :


<b>کاربرگ ارزیابی تجهیزات</b>	
شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: باتری‌ها و قفسه‌ها
شرح تجهیز:	
<input type="checkbox"/> سایر روش‌ها: _____	
<input type="checkbox"/> کفایت لرزه‌ای مسجل است و نیاز به بررسی‌های بیشتر نیست	
تمامی جنبه‌های مختلف کفایت لرزه‌ای بررسی شده‌اند؟	
اعضای تیم ارزیابی و تاریخ ارزیابی	۱- _____ تاریخ: _____
۲- _____	تاریخ: _____
۳- _____	تاریخ: _____
۴- _____	تاریخ: _____



## پ-۵-۲-۲- تابلوهای مرکز کنترل موتور<sup>۱</sup>

### پ-۵-۲-۲-۱- شرایط عمومی

این نوع تجهیزات شامل سیستم‌های حفاظت خطای الکتریکی<sup>۲</sup> برای موتورهایی است که با ولتاژی کمتر از ۶۰۰ ولت کار می‌کنند. کنترل کننده‌های موتور<sup>۳</sup> معمولاً در اتاقک‌های<sup>۴</sup> ساخته شده از ورق‌های فلزی قرار می‌گیرند. این اتاقک‌ها بر روی یکدیگر قرار گرفته و به هم پیچ می‌شوند و تابلوهای مرکز کنترل موتور را تشکیل می‌دهند. این نوع تجهیزات دربرگیرنده کنترل کننده‌های موتوری است که در اتاقک‌های مجزا سوار شده و بر روی قفسه‌ها یا دیوارها قرار گرفته و یا به صورت خودایستا<sup>۵</sup> می‌باشند.

کنترل کننده‌های منفرد موتور معمولاً در درون یک جعبه فلزی قرار می‌گیرند و امکان جابجایی یا برداشتن آن از درون اتاقک وجود دارد. کنترل کننده‌های موتور به صورت عمودی بر روی یکدیگر قرار گرفته و به یکدیگر متصل می‌گردند. اجزای مستقل کنترل کننده موتور در دو وجه کناری و یا وجه عقبی اتاقک قرار می‌گیرند. اتاقک‌های کنترل کننده موتور<sup>۶</sup> عموماً از اجزای زیر تشکیل می‌شوند: سکسیونر<sup>۷</sup>، کنتاکتورهای مغناطیسی<sup>۸</sup>، یک ترانسفورمر کنترل، فیوزها، کلیدهای فشاری<sup>۹</sup> و چراغ‌های پیلوت<sup>۱۰</sup>.

در یک مجموعه تابلوهای مرکز کنترل موتور، اتاقک‌های کنترل موتور معمولاً به صورت عمودی بر روی یکدیگر سوار می‌شوند. هر یک از واحدهای عمودی یک محفظه فلزی مستقل است که بواسطه همپوشانی ورق‌های فلزی در گوشه‌های آن تقویت شده است. واحدهای عمودی به وسیله قابهای فلزی و یا ورقه‌های فلزی مجاور یکدیگر به هم پیچ می‌شوند. مراکز کنترل موتور ممکن است دو طرفه<sup>۱۱</sup> و یا یک طرفه<sup>۱۲</sup> باشند. در پانلهای کنترل دو طرفه، اتاقک‌های کنترل در وجه جلویی و عقبی پانل وجود دارند.

مراکز کنترل موتور ممکن است یک واحد خود ایستا بوده و یا در مجموعه‌ای ترکیبی از چند پانل قرار گیرند. در بسیاری حالات تابلوهای مرکز کنترل موتور در ترکیبی با پانل‌های کلیدزنی، توزیع و یا ترانسفورمرها به کار می‌روند. همچنین واحدهای خود ایستای تابلوهای مرکز کنترل موتور را می‌توان در درون قفسه‌ها به کار برد و یا بر روی دیوارها سوار کرد.

ابعاد کابینت تابلوهای مرکز کنترل موتور معمولاً استاندارد است. هر یک از ردیف‌های مستقل عمودی تشکیل دهنده تابلوهای مرکز کنترل موتور عرضی بین ۵۰ الی ۶۰ سانتی‌متر و عمقی بین ۴۵ الی ۶۰ سانتی‌متر را دارا می‌باشد. همچنین ارتفاع این پانلها ۲۳۰ سانتی‌متر بوده و دارای وزنی کمتر از ۲۹۵ کیلوگرم می‌باشند.

کابینت‌هایی که دارای عمق کمی هستند باید در قسمت فوقانی مهاربندی شده و یا اینکه به دیوار متصل گردند. کابینت‌های تابلوهای مرکز کنترل موتور معمولاً براساس ضوابط NEMA<sup>۱۳</sup> طراحی می‌شوند. مجموعه‌های تابلوهای مرکز کنترل موتور مورد نظر در این بخش متشکل از بخش‌های زیر می‌باشند:

- 1 Motor Control Centers (MCC)
- 2 Electrical Fault Protection
- 3 Motor Controllers
- 4 Cubicles
- 5 Freestanding
- 6 Motor Control Cubicles
- 7 Disconnect Switch
- 8 Magnetic Contactors
- 9 Push Buttons
- 10 Pilot Lights
- 11 Double Sided
- 12 Single Sided
- 13 National Electrical Manufacturers Association



استارترهای موتور<sup>۱</sup>، سکسیونرها، رله‌های جریانی<sup>۲</sup>، پانل‌های توزیع، کلیدهای جابجایی خودکار<sup>۳</sup>، محفظه‌های رله / ابزار دقیق<sup>۴</sup>. در تابلوهای مرکز کنترل موتور، اجزای الحاقی دیگری مانند کابل‌ها، مجاری<sup>۵</sup> و جعبه‌های اتصال<sup>۶</sup> نیز موجود می‌باشند.

#### پ-۵-۲-۲-۲- پیش نیازها برای استفاده از طیف آسیب پذیری

**پیش نیاز اول** شرایط عمومی تابلوهای مرکز کنترل موتور باید مشابه با شرایط عمومی که در بخش (پ-۵-۲-۲-۱) شرح داده شد، بوده و یا تحت پوشش آن قرار گیرد.

**پیش نیاز دوم** حد نهایی ولتاژ کاری در تابلوهای مرکز کنترل موتور به ۶۰۰ ولت محدود می‌شود. این ولتاژ بالاترین حدی است که در مورد آن تجربه لرزه‌ای وجود دارد.

**پیش نیاز سوم** چنانچه کابینت‌ها دارای رله‌های ضروری<sup>۷</sup> بوده و به اندازه‌ای به هم نزدیک باشند که امکان ضربه زدن به یکدیگر در هنگام زلزله در آنها وجود داشته باشد، باید به یکدیگر پیچ و بست شوند. چنانچه کابینت‌ها به یکدیگر پیچ و بست نشوند در هنگام وقوع زلزله ممکن است به یکدیگر برخورد نمایند. نیروهای ضربه‌ای و ارتعاشات با فرکانس بالای ناشی از آن می‌توانند عملکرد رله‌های ضروری حساس را مختل نمایند. هدف از این پیش‌نیاز جلوگیری از چنین برخوردهایی می‌باشد.

**پیش نیاز چهارم** تجهیزات و محفظه‌های نگهداری آنها<sup>۸</sup> (به غیر از مجاری) که بر روی کابینت‌ها سوار می‌شوند، به ازای هر مجموعه کابینت (منظور از مجموعه کابینت ترکیب و یا ردیفی از چند کابینت مستقل مجاور یکدیگر می‌باشد) باید وزنی کمتر از ۴۵ کیلوگرم را دارا باشند. هدف اصلی این پیش‌نیاز جلوگیری از بالا آمدن بیش از حد مرکز ثقل کابینت و افزایش زیاد از حد وزن کل کابینت می‌باشد. همچنین نیروهای ثقلی بزرگ خارج از مرکز بوجود آمده می‌تواند سبب ایجاد پیچش شوند. این پیش‌نیاز در درجه نخست به‌طور مستقیم متوجه تجهیزاتی است که عموماً توسط تابلوهای مرکز کنترل موتور تغذیه نمی‌شوند و لذا در طی زلزله‌های گذشته عملکرد آنها بررسی نشده است. مسیر انتقال بار از اجزای الحاقی به کابینت باید به دقت مورد مطالعه قرار گیرد. نظر به اینکه در طی زلزله‌های گذشته تجربیاتی درباره نحوه عملکرد مجاری مستقر بر روی تابلوهای مرکز کنترل موتور به دست آمده است، نیازی به بررسی آنها در این پیش‌نیاز وجود ندارد. با تامین تکیه‌گاه‌های بیشتر برای کابینت‌ها و اجزای الحاقی آنها می‌توان در جهت ارضای اهداف این پیش‌نیاز گام برداشت. در هنگام کنترل مهارها، وزن موثر کلیه مجاری و تجهیزات الحاقی باید به وزن کابینت افزوده شوند.

**پیش نیاز پنجم** اجزایی که به صورت خارجی به کابینت‌ها ملحق شده‌اند باید با اتصال صلب به کابینت‌ها متصل گردند. این شکل مهار برای جلوگیری از ضربه زدن این اجزا به کابینت‌ها و در نتیجه پیشگیری از بروز اختلال در رله‌های ضروری و یا سایر اجزای تابلوهای مرکز کنترل موتور می‌باشد.

**پیش نیاز ششم** پیکره‌بندی کلی کابینت‌ها باید مشابه با ضوابط ساخت استانداردهای NEMA باشد. الزام به حفظ این تشابه جزء به جزء و دقیق نبوده و شباهت نوع و ضخامت فولاد، سازه داخلی، تکیه‌گاه‌ها و پیکره‌بندی کلی با این ضوابط ساخت کافی است. عمده کابینت‌هایی که توسط تولیدکننده‌های بزرگ ساخته می‌شوند این ضوابط را حفظ می‌نمایند. هدف این پیش‌نیاز حذف جزئیات غیر معمول از طراحی کابینت است که در این بخش پوشش داده نشده‌اند. کابینت‌های با ارتفاع کمتر از ۴۵ سانتی‌متر که در قسمت فوقانی مهاربندی نشده‌اند مورد بررسی قرار نگرفته‌اند.

- 1 Motor Starters
- 2 Over-current Relays
- 3 Automatic Transfer Switches
- 4 Relay/Instrumentation Compartments
- 5 Conduit
- 6 Junction Boxes
- 7 Essential Relay
- 8 Enclosures



پیش نیاز هفتم) محل های برش خوردگی که در نیمه پائینی پوشش فلزی کابینت ها قرار دارند باید دارای عرضی کوچکتر از ۱۵ سانتی متر و ارتفاعی کمتر از ۳۰ سانتی متر باشند. اهمیت این پیش نیاز ناشی از امکان عدم انتقال برش ناشی از زلزله از بدنه کابینت به مهارها در اثر وجود بازشدگی در بدنه کابینت می باشد. اگرچه در بیشتر تابلوهای مرکز کنترل موتور استاندارد، این محدودیت رعایت نمی شود، لیکن برای جبران این نقیصه نواحی اطراف محل های برش با استفاده از ورق های فلزی اضافی و یا مقاطع فولادی تقویت می شوند تا مشکل انتقال نیروهای برشی مرتفع گردد.

پیش نیاز هشتم) ایمنی کلیه درها و باکتهای کشویی<sup>۱</sup> باید توسط چفت و بست<sup>۲</sup> تامین گردد. هنگام وقوع زلزله امکان باز و بسته شدن درها و باکتهای وجود داشته و بر اثر آن، ضرباتی به محفظه درونی<sup>۳</sup> وارد می شود. این ضربات می توانند اختلالات و خرابی هایی را در اجزایی مانند رله ها و کنتاکتورها بوجود آورند و هدف اصلی این پیش نیاز جلوگیری از این ضربات و اختلالات ناشی از آن است. پیش نیاز نهم) جزئیات مشکوک و یا موقعیت های غیرمعمول که توسط پیش نیازها پوشش داده نشده اند و می توانند اثر منفی بر روی ظرفیت لرزه ای تابلوهای مرکز کنترل موتور داشته باشند، باید شناسایی شوند.



شکل (پ-۵-۲): تابلوهای مرکز کنترل موتور

- 1 Drawout Buckets
- 2 Latch or Fastener
- 3 Housing



کاربرگ ارزیابی تجهیزات			
شماره مشخصه تجهیز:			نوع تجهیز: تابلوهای مرکز کنترل موتور
شرح تجهیز:			
سیستم:			
موقعیت تجهیز: ساختمان.		طبقه (ارتفاع):	اتاق:
تولیدکننده، مدل، غیره.:			
وزن هر کابینت:			
شماره نقشه:			رده عملکرد:
پیش‌نیازهای لازم برای استفاده از طیف آسیب پذیری			
پیش‌نیازهایی را که مستقیماً مفاد این کاربرگ‌ها را برآورده نمی‌کنند اما بصورت غیرمستقیم اجرایی بودن آنها تضمین می‌شود با یک (*) مشخص کرده و دلیل برآورده شدن آنها در بخش ملاحظات شرح داده شود.			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۱. مشخصات کلی تابلوی مرکز کنترل موتور، در محدوده شرایط عمومی، مطابق پیش نیاز اول استفاده از طیف آسیب‌پذیری، قرار می‌گیرد.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۲. حد نهایی ولتاژ کاری به ۶۰۰ ولت محدود می‌شود.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۳. در شرایطی که کابینت‌های مجاور، حاوی رله‌های ضروری بوده و در آنها امکان ضربه زدن به یکدیگر در هنگام زلزله وجود داشته باشد، کابینت‌ها به یکدیگر پیچ شده‌اند.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۴. وزن تجهیزات الحاقی (به استثنای مجاری) به ازای هر مجموعه کابینت کمتر از ۴۵ کیلوگرم است.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۵. اتصال تجهیزات خارجی الحاقی به کابینت صلب است.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۶. پیکره‌بندی کلی ساخت مشابه با ضوابط ساخت استانداردهای NEMA است.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۷. محل‌های برش خوردگی که در نیمه پایینی قرار دارند دارای عرض و ارتفاعی به ترتیب کوچکتر از ۱۵ و ۳۰ سانتیمتر می‌باشند.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۸. ایمنی کلیه درها توسط چفت و بست تامین شده است.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۹. آثار نامطلوب دیگری مشاهده نشده‌اند.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- مفاهیم و اهداف کلیه پیش‌نیازهای فوق برآورده می‌شوند.





<b>کاربرگ ارزیابی تجهیزات</b>			
شماره مشخصه تجهیز:			نوع تجهیز: تابلوهای مرکز کنترل موتور
شرح تجهیز:			
اثرات اندرکنش (فصل ۲)			
<input type="checkbox"/> م.ن	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> بله
۱. اهداف سبک از ضربه تجهیزات یا سازه‌های مجاور ایمن می‌باشند.			
<input type="checkbox"/> م.ن	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> بله
۲. تجهیزات حاوی رله‌های ضروری از هر گونه ضربه ناشی از تجهیزات یا سازه‌های مجاور مصون می‌باشند.			
<input type="checkbox"/> م.ن	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> بله
۳. خطوط لوله متصل به تجهیزات دارای انعطاف پذیری کافی می‌باشند.			
<input type="checkbox"/> م.ن		<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> بله
۴. خطر خرابی و واژگونی در تجهیزات فوقانی، سیستم‌های توزیع یا دیوارهای بنایی وجود ندارد.			
<input type="checkbox"/> م.ن		<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> بله
۵. آثار اندرکنش در ارتباط با آبفشان و آب گرفتگی قابل ملاحظه می‌باشد.			
<input type="checkbox"/> م.ن		<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> بله
۶. آثار اندرکنش در ارتباط با آتش سوزی قابل ملاحظه می‌باشد.			
<input type="checkbox"/> م.ن		<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> بله
۷. نگرانی در ارتباط با اثر تجهیزات با اهمیت پائین تر بر روی تجهیزات با اهمیت بالاتر وجود دارد.			
<input type="checkbox"/> م.ن	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> بله
۸. آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند.			
<input type="checkbox"/> م.ن	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> بله
- تجهیز در مقابل اثرات ناشی از اندرکنش ایمن می‌باشد.			
ملاحظات			
ارزیابی و بازدیدهای چشمی:			
<u>اعضاء تیم</u>		<u>زمان</u>	<u>تاریخ</u>



<b>کاربرگ ارزیابی تجهیزات</b>	
شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: تابلوهای مرکز کنترل موتور
شرح تجهیز:	
<b>روش پیشنهادی برای رفع نقص</b>	
_____	<input type="checkbox"/> ترمیم و نگهداری :
_____	<input type="checkbox"/> ارزیابی های بیشتر :
_____	<input type="checkbox"/> طرح بهسازی :
_____	<input type="checkbox"/> سایر روش ها:
<input type="checkbox"/> کفایت لوزه ای مسجل است و نیاز به بررسی های بیشتر نیست	
تمامی جنبه های مختلف کفایت لوزه ای بررسی شده اند؟	
_____ تاریخ:	_____ ۱- اعضای تیم ارزیابی و تاریخ ارزیابی
_____ تاریخ:	_____ ۲-
_____ تاریخ:	_____ ۳-
_____ تاریخ:	_____ ۴-



### پ-۵-۲-۳- تابلوهای کلیدزنی (سوییچ‌گیر) فشار ضعیف<sup>۱</sup>

#### پ-۵-۲-۳-۱- شرایط عمومی

این نوع تجهیزات متشکل از یک و یا چند دژنکتور و رله‌های کنترل مرتبط، ابزار دقیق، سکسیونر و شینه‌های توزیع<sup>۲</sup> می‌باشد که در درون یک محفظه فلزی قرار می‌گیرند. در اینجا منظور از تابلوی کلیدزنی فشار ضعیف، عملکرد با ولتاژهای کمتر از ۶۰۰ ولت است (معمولاً این ولتاژ در تاسیسات مدرن صنعتی بین ۴۴۰ الی ۴۸۰ ولت است).

مجموعه‌های کلیدزنی از بخشهایی عمودی<sup>۳</sup> تشکیل شده و معمولاً هر یک از این بخشهای عمودی از روی هم گذاشتن ۲ الی ۴ اتاقک دژنکتور ساخته می‌شوند. هر یک از بخش‌های عمودی در واقع محفظه‌ای فلزی است که به یک قاب فلزی جوش داده شده است. این قاب فلزی از مقاطع نبشی و یا ناودانی ساخته می‌شود. بخش در وجه جلویی دارای دژنکتور و یا سایر دستگاه‌های کنترل بوده و در وجه عقبی متشکل از اتصالات شینه<sup>۴</sup> برای مدارهای ورودی<sup>۵</sup> می‌باشد.

هر یک از بخش‌های یک مجموعه تابلوی کلیدزنی فشار ضعیف عموماً ارتفاعی در حدود ۲۳۰ سانتی‌متر، عمق ۱۵۰ سانتی‌متر و عرضی بین ۵۰ الی ۹۰ سانتی‌متر دارا می‌باشد. این ابعاد بستگی به ابعاد دژنکتوری که در درون محفظه‌ها قرار دارد، خواهد داشت. وزن تقریبی و متداول برای هر یک از بخش‌ها در حدود ۹۰۰ کیلوگرم است. هر یک از بخش‌های مستقل توسط دیواره‌های اتصال دهنده به سایر بخش‌ها پیچ و بست شده و در ترکیب با یکدیگر یک مجموعه را تشکیل می‌دهند.

مجموعه تابلوهای کلیدزنی فشار ضعیف معمولاً دارای حداقل یک اتاقک هستند که به عنوان محفظه اندازه‌گیری<sup>۶</sup> بکار می‌رود. این فضا معمولاً شامل آمپر متر، ولت‌متر، رله‌ها و ترانسفورمرها می‌شود.

اکثر دژنکتورهای ولتاژ پائین از نوع کشویی<sup>۷</sup> بوده و با قرارگیری بر روی یک سیستم تکیه‌گاهی ریلی / غلتکی امکان قطع و وصل آنها از اتصالات ورودی در وجه عقبی و بیرون کشیدن آنها از درون محفظه فلزی جهت انجام تعمیرات، وجود دارد.

نوع تجهیز کلیدزنی فشار ضعیف شامل دژنکتورها، رله‌ها، ابزار دقیق، محفظه تجهیزات کلیدزنی<sup>۸</sup>، ترانسفورمرهای داخلی، ملحقاتی مانند جعبه‌های اتصال و مجاری و کابل‌های الحاقی می‌باشد.

کلیه اجزای فوق در نوع تجهیز کلیدزنی فشار ضعیف در نظر گرفته شده و در قالب یک مجموعه مورد بررسی قرار می‌گیرند.

- 1 Low-Voltage Switchgears
- 2 Distribution Buses
- 3 Vertical Sections
- 4 Bus Connections
- 5 Primary Circuits
- 6 Metering Compartment
- 7 Drawout
- 8 Switchgear Assembly Enclosure



### پ-۵-۲-۳-۲- پیش نیازها برای استفاده از طیف آسیب پذیری

**پیش نیاز اول)** شرایط عمومی تابلوی کلیدزنی فشار ضعیف باید مشابه با شرایط عمومی که در بخش (پ-۵-۲-۳-۱) شرح داده شد، بوده و یا تحت پوشش آن قرار گیرد.

**پیش نیاز دوم)** حد نهایی ولتاژ کاری در تابلوهای کلیدزنی فشار ضعیف به ۶۰۰ ولت محدود می شود. این ولتاژ بالاترین حدی است که در مورد آن تجربه لرزه ای وجود دارد.

**پیش نیاز سوم)** سازه نگهدارنده دژنکتورهایی که از نوع کشویی هستند باید در اطراف مهار شود تا حرکات نسی آن محدود شده و از ضربه احتمالی آن در هنگام زلزله به کابینت جلوگیری شود. هدف در اینجا پیشگیری از آسیب های ثانویه است. این مهار جانبی توسط سازه تکیه گاهی دژنکتور و یا ابزار خاصی برای ایجاد مهار جانبی تامین می گردد.

**پیش نیاز چهارم)** چنانچه کابینت ها دارای رله های ضروری بوده و به اندازه ای به هم نزدیک باشند که امکان ضربه زدن به یکدیگر در هنگام زلزله در آنها وجود داشته باشد، باید به یکدیگر پیچ و بست شوند. چنانچه کابینت ها به یکدیگر پیچ و بست نشوند در هنگام وقوع زلزله ممکن است به یکدیگر برخورد نمایند. نیروهای ضربه ای و ارتعاشات با فرکانس بالای ناشی از آن می توانند عملکرد رله های ضروری حساس را مختل نمایند. هدف از این پیش نیاز جلوگیری از چنین برخوردهایی می باشد.

**پیش نیاز پنجم)** تجهیزات و محفظه های نگهداری آنها (به غیر از مجاری) که بر روی کابینت ها سوار می شوند، به ازای هر مجموعه کابینت (منظور از مجموعه کابینت ترکیب و یا ردیفی از چند کابینت مستقل مجاور یکدیگر می باشد) باید وزنی کمتر از ۴۵ کیلوگرم را دارا باشند. هدف اصلی این پیش نیاز جلوگیری از بالا آمدن بیش از حد مرکز ثقل کابینت و افزایش زیاد از حد وزن کل کابینت می باشد. همچنین نیروهای ثقلی بزرگ خارج از مرکز بوجود آمده می توانند سبب ایجاد پیچش شوند. این پیش نیاز در درجه نخست به طور مستقیم متوجه تجهیزاتی است که عموماً توسط تابلوهای کلیدزنی فشار ضعیف تغذیه نمی شوند و لذا در طی زلزله های گذشته عملکرد آنها بررسی نشده است. مسیر انتقال بار از اجزای الحاقی به کابینت باید به دقت مورد مطالعه قرار گیرد. نظر به اینکه در طی زلزله های گذشته تجربیاتی درباره نحوه عملکرد مجاری مستقر بر روی تابلوهای کلیدزنی فشار ضعیف به دست آمده است، نیازی به بررسی آنها در این پیش نیاز وجود ندارد. با تامین تکیه گاه های بیشتر برای کابینت ها و اجزای الحاقی آنها می توان در جهت ارضای اهداف این پیش نیاز گام برداشت. در هنگام کنترل مهارها، وزن موثر کلیه مجاری و تجهیزات الحاقی باید به وزن کابینت افزوده شوند.

**پیش نیاز ششم)** اجزایی که به صورت خارجی به کابینت ها ملحق شده اند باید با اتصال صلب به کابینت ها متصل گردند. این شکل مهار برای جلوگیری از ضربه زدن این اجزا به کابینت ها و در نتیجه پیشگیری از بروز اختلال در رله های اصلی و یا سایر اجزای تابلوی کلیدزنی می باشد.

**پیش نیاز هفتم)** پیکره بندی کلی کابینت ها باید مشابه با ضوابط ساخت استانداردهای ANSI C37.20 باشد. الزام به حفظ این تشابه جزء به جزء و دقیق نبوده و شباهت سازه داخلی، تکیه گاه ها و پیکره بندی کلی با این ضوابط ساخت کافی است. عمده کابینت هایی که توسط تولید کننده های بزرگ ساخته می شوند این ضوابط را حفظ می نمایند. هدف این پیش نیاز حذف جزئیات غیرمعمول از طراحی کابینت است که در این بخش پوشش داده نشده اند.

**پیش نیاز هشتم)** محل های برش خوردگی که در نیمه پائینی پوشش فلزی کابینت ها قرار دارند باید دارای عرضی کوچکتر از ۳۰٪ و ارتفاعی کوچکتر از ۶۰٪ از عرض پانل کناری باشند. این پیش نیاز همچنین به پانلهای کناری که در بین کابینت های چند دهانه قرار دارند نیز اعمال می شود. در مورد وجه مربوط به عبور شینه (چنانچه سایر وجه محفظه محدودیتهای ابعاد برش خوردگی را رعایت

کنند)، نیازی به رعایت محدودیت‌های ابعادی برش خوردگی وجود نخواهد داشت. اهمیت این پیش نیاز ناشی از امکان عدم انتقال برش ناشی از زلزله از بدنه کابینت به مهارها در اثر وجود بازشدگی در بدنه کابینت می‌باشد. نواحی اطراف محل‌های برش با استفاده از ورق‌های فلزی اضافی و یا مقاطع فولادی تقویت می‌شوند تا مشکل انتقال نیروهای برشی مرتفع گردد.

**پیش نیاز نهم)** ایمنی کلیه درها باید توسط چفت و بست تامین گردد. در هنگام وقوع زلزله امکان باز و بسته شدن درها وجود داشته و بر اثر آن، ضرباتی به محفظه درونی وارد می‌شود. این ضربات می‌توانند سبب خرابی در شده و یا اختلالات و خرابی‌هایی را در اجزای داخلی مانند رله‌ها به وجود آورند و رویکرد اصلی این پیش‌نیاز جلوگیری از این ضربات و اختلالات ناشی از آن است.

**پیش نیاز دهم)** جزئیات مشکوک و یا موقعیت‌های غیرمعمول که توسط پیش‌نیازها پوشش داده نشده‌اند و می‌توانند اثر منفی بر روی ظرفیت لرزه‌ای تابلوی سوئیچ‌گیر فشار ضعیف داشته باشند، باید شناسایی شوند.



شکل (پ-۵-۳): تابلوی کلیدزنی فشار ضعیف



### کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:		نوع تجهیز: تابلوهای کلیدزنی (سوییچ گیر) فشار ضعیف	
شرح تجهیز:			
سیستم:			
موقعیت تجهیز: ساختمان.		طبقه (ارتفاع):	اتاق:
تولیدکننده، مدل، غیره.:			
وزن هر کابینت:			
شماره نقشه:		رده عملکرد:	
<b>پیش نیازهای لازم برای استفاده از طیف آسیب پذیری</b>			
پیش نیازهایی که مستقیماً مفاد این کاربرگها را برآورده نمی کنند اما بصورت غیرمستقیم اجرایی بودن آنها تضمین می شود با یک (*) مشخص کرده و دلیل برآورده شدن آنها در بخش ملاحظات شرح داده شود.			
۱.	مشخصات کلی تابلوی کلیدزنی فشار ضعیف، در محدوده شرایط عمومی، مطابق پیش نیاز اول استفاده از طیف آسیب پذیری، قرار می گیرد.	بله <input type="checkbox"/>	خیر <input type="checkbox"/>
		نامشخص <input type="checkbox"/>	م.ن <input type="checkbox"/>
۲.	حد نهایی ولتاژ کاری به ۶۰۰ ولت محدود می شود.	بله <input type="checkbox"/>	خیر <input type="checkbox"/>
		نامشخص <input type="checkbox"/>	م.ن <input type="checkbox"/>
۳.	سازه نگهدارنده دژنکتورهای کشویی در تمامی جهات مهار شده است.	بله <input type="checkbox"/>	خیر <input type="checkbox"/>
		نامشخص <input type="checkbox"/>	م.ن <input type="checkbox"/>
۴.	در شرایطی که کابینت های مجاور، حاوی رله های ضروری بوده و در آنها امکان ضربه زدن به یکدیگر در هنگام زلزله وجود داشته باشد، کابینت ها به یکدیگر پیچ شده اند.	بله <input type="checkbox"/>	خیر <input type="checkbox"/>
		نامشخص <input type="checkbox"/>	م.ن <input type="checkbox"/>
۵.	وزن تجهیزات الحاقی (به استثنای مجاری) به ازای هر مجموعه کابینت کمتر از ۴۵ کیلوگرم است.	بله <input type="checkbox"/>	خیر <input type="checkbox"/>
		نامشخص <input type="checkbox"/>	م.ن <input type="checkbox"/>
۶.	اتصال تجهیزات خارجی الحاقی به کابینت صلب است.	بله <input type="checkbox"/>	خیر <input type="checkbox"/>
		نامشخص <input type="checkbox"/>	م.ن <input type="checkbox"/>
۷.	پیکربندی کلی ساخت مشابه با ضوابط ساخت استانداردهای ANSI C37.20 است.	بله <input type="checkbox"/>	خیر <input type="checkbox"/>
		نامشخص <input type="checkbox"/>	م.ن <input type="checkbox"/>
۸.	محل های برش خوردگی که در نیمه پائینی پوشش فلزی کابینت ها قرار دارند، عرضی کوچکتر از ۳۰٪ و ارتفاعی کوچکتر از ۶۰٪ از عرض پانل کناری را دارا می باشند. در مورد وجه مربوط به عبور شینه (چنانچه سایر وجوه محفظه محدودیتهای ابعاد برش خوردگی را رعایت کنند)، نیازی به رعایت محدودیتهای ابعاد برش خوردگی وجود نخواهد داشت.	بله <input type="checkbox"/>	خیر <input type="checkbox"/>
		نامشخص <input type="checkbox"/>	م.ن <input type="checkbox"/>
۹.	آیا ایمنی کلیه درها توسط چفت و بست تامین شده است.	بله <input type="checkbox"/>	خیر <input type="checkbox"/>
		نامشخص <input type="checkbox"/>	م.ن <input type="checkbox"/>
۱۰.	آثار نامطلوب دیگری مشاهده نشده اند.	بله <input type="checkbox"/>	خیر <input type="checkbox"/>
		نامشخص <input type="checkbox"/>	م.ن <input type="checkbox"/>

<b>کاربرگ ارزیابی تجهیزات</b>				
شماره مشخصه تجهیز:				نوع تجهیز: تابلوهای کلیدزنی (سویچ‌گیر) فشار ضعیف
شرح تجهیز:				
- مفاهیم و اهداف کلیه پیش نیازهای فوق برآورده می‌شوند. <input type="checkbox"/> بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن				
مهار (فصل ۳)				
۱. نوع مهار				
<input type="checkbox"/> مهار انبساطی				
<input type="checkbox"/> گل‌میخ و میل مهار درجا				
<input type="checkbox"/> میل مهار قلابدار درجا				
<input type="checkbox"/> مهار چسبی				
<input type="checkbox"/> مهار توسط اتصال جوشی به فولاد مدفون در محل بیرون‌زدگی فولاد				
<input type="checkbox"/> مهار سربی				
<input type="checkbox"/> انواع دیگر .....				
<input type="checkbox"/> موضوعیت ندارد (نیاز به بررسی بیشتر مهار نمی‌باشد)				
۲. ویژگی‌های متناسب با نوع مهار کنترل شده است. <input type="checkbox"/> بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص				
(ابعاد، محل قرارگیری، خصوصیات تجهیزات)				
۳. فاصله آزاد در مهار رزوه شده کمتر از ۶ mm است. <input type="checkbox"/> بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن				
۴. ضوابط سختی پایه تجهیز و عدم وجود عمل اهرمی برآورده می‌شود. <input type="checkbox"/> بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص				
۵. مقاومت پایه تجهیز و مسیر انتقال بارهای سازه‌ای مناسب می‌باشد. <input type="checkbox"/> بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص				
۶. ضوابط فولاد مدفون و بالشتک‌ها رعایت می‌شود. <input type="checkbox"/> بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن				
۷. ضوابط طول مهارهای مدفون رعایت می‌شود. <input type="checkbox"/> بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص				
۸. ضوابط فاصله بین مهارها رعایت می‌شود. <input type="checkbox"/> بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص				
۹. ضوابط فاصله مهار از لبه‌ها رعایت می‌شود. <input type="checkbox"/> بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص				
۱۰. بتنی که مهار در آن نصب شده مقاومت لازم را دارد. <input type="checkbox"/> بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص				
۱۱. ضوابط حداکثر عرض ترک برآورده می‌شود. <input type="checkbox"/> بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص				
۱۲. الزامات مهار تجهیزات حاوی رله‌های ضروری برآورده می‌شود. <input type="checkbox"/> بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن				
۱۳. کیفیت نصب مهار مناسب است. <input type="checkbox"/> بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن				
۱۴. آیا آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند. <input type="checkbox"/> بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص				
- آیا نسبت ظرفیت به نیاز مهار متجاوز از یک می‌باشد. <input type="checkbox"/> بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص				





<b>کاربرگ ارزیابی تجهیزات</b>		
شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: تابلوهای کلیدزنی (سویچ‌گیر) فشار ضعیف	
شرح تجهیز:		
<b>روش پیشنهادی برای رفع نقص</b>		
<input type="checkbox"/>	ترمیم و نگهداری :	
<input type="checkbox"/>	ارزیابی‌های بیشتر :	
<input type="checkbox"/>	طرح بهسازی :	
<input type="checkbox"/>	سایر روش‌ها:	
<input type="checkbox"/> کفایت لرزه‌ای مسجل است و نیاز به بررسی‌های بیشتر نیست		
تمامی جنبه‌های مختلف کفایت لرزه‌ای بررسی شده‌اند؟		
_____	۱- _____	اعضای تیم ارزیابی و تاریخ ارزیابی
_____	۲- _____	
_____	۳- _____	
_____	۴- _____	
_____	_____	تاریخ:



### پ-۵-۲-۴- تابلوهای کلیدزنی (سوئیچ گیر) فشار متوسط<sup>۱</sup>

#### پ-۵-۲-۴-۱- شرایط عمومی

این نوع تجهیزات دربرگیرنده یک و یا چند دژنکتور و رله‌های کنترل مرتبط با آن و ابزار دقیق می‌باشد که مجموعاً در درون یک محفظه فلزی قرار می‌گیرند. سوئیچ‌های الکتریکی و دژنکتورهای حفاظت خطای<sup>۲</sup> موجود در این تجهیزات برای سیستم‌هایی با ولتاژ کاری ۲۴۰۰ تا ۴۱۶۰ ولت کارایی دارند. دژنکتورهای ولتاژ متوسط در درون کابینت‌های فلزی سوار شده و با به هم بستن و پیچ شدن این کابینت‌ها به یکدیگر یک مجموعه کلیدزنی تشکیل می‌شود.

در بعضی موارد، در یک مجموعه کلیدزنی اجزایی مانند ترانسفورمرهای داخلی، جعبه‌های اتصال و کابلها و مجاری الحاقی نیز وجود دارند. بدنه اصلی تشکیل دهنده یک تابلوی کلیدزنی فشار متوسط، یک محفظه فلزی است که در بخش پائینی آن معمولاً فضایی برای دژنکتورها و در بخش فوقانی آن محفظه اندازه‌گیری وجود دارد. فضای پشتی محفظه نیز بخشی مستقل برای اتصالات الکتریکی ورودی است. هر محفظه از چند پانل فلزی تشکیل شده و این پانل‌ها نیز به یک قاب تکیه‌گاهی که از پروفیل‌های فولادی ناودانی و یا نبشی ساخته شده است، جوش داده می‌شوند. هر یک از محفظه‌ها به صورت مستقل، عموماً ارتفاع و عمقی در حدود ۲۲۵ سانتی‌متر را دارا می‌باشد. عرض محفظه نیز با توجه به ابعاد دژنکتور به کار رفته در آن، بین ۶۰ الی ۹۰ سانتی‌متر متغیر می‌باشد. وزن یک محفظه فلزی بین ۹۰۰ الی ۱۳۵۰ کیلوگرم بوده و این در حالی است که دژنکتورها نیز به تنهایی وزنی بین ۲۷۰ الی ۵۴۵ کیلوگرم را دارا می‌باشند. رله‌های الکترومکانیکی<sup>۳</sup> یا بر روی درهایی که در قسمت جلویی محفظه فلزی قرار دارند نصب شده و یا در فضای درونی محفظه اندازه‌گیری، سوار می‌شوند. رله‌ها معمولاً از طریق محل‌های برش خوردگی در درون درها قرار گرفته و از طریق یک فلنج به ورق فلزی پیچ می‌شوند. همچنین ممکن است محفظه اندازه‌گیری دارای اجزایی مانند ولت‌متر، سوئیچ‌های دستی، و ترانسفورمرهای کوچک باشد. دژنکتورهای ولتاژ متوسطی که معمولاً در تاسیسات به کار می‌روند در دو نوع دژنکتورهای مغناطیسی- هوایی کشویی<sup>۴</sup> و سوئیچ‌های قطع بار ساکن<sup>۵</sup> می‌باشند.

#### پ-۵-۲-۴-۱- پیش‌نیازها برای استفاده از طیف آسیب پذیری

**پیش‌نیاز اول** شرایط عمومی تابلوی کلیدزنی فشار متوسط باید مشابه با شرایط عمومی که در بخش (پ-۵-۲-۴-۱) شرح داده شد، بوده و یا تحت پوشش آن قرار گیرد.

**پیش‌نیاز دوم** محدوده کاری کلیدزنی فشار متوسط باید در بازه ۲/۴ تا ۴/۱۶ کیلوولت باشد. این بازه حدودی است که در مورد آن تجربه لرزه‌ای وجود دارد.

**پیش‌نیاز سوم** ترانسفورمرهای ولتاژ<sup>۶</sup> و یا ترانسفورمرهای کنترل توان<sup>۷</sup> که در درون کلیدزنی قرار می‌گیرند باید دارای قیدهایی باشند که با محدود کردن حرکات نسبی ترانسفورمرها از خرابی و یا قطعی اتصالات جلوگیری به عمل آورند. به ویژه ترانسفورمرهای قرار گرفته

1 Medium-Voltage Switchgears (MVS)  
2 Fault Protection Circuit Breaker  
3 Electromechanical Relays  
4 Draw out Type Air-Magnetic Circuit  
5 Stationary Load Interrupt Switches  
6 Potential Transformer  
7 Control Power Transformer



بر روی مفصل افقی<sup>۱</sup> باید دارای قید موثر عمودی<sup>۲</sup> باشند تا پین مفصل افقی<sup>۳</sup> در درون چارچوب<sup>۴</sup> خود پایدار بماند. چنانچه نیاز لرزه‌ای در پای کابینت کلیدزنی کوچکتر و یا مساوی نصف طیف آسیب پذیری باشد، الزامی برای مقید نمودن عمودی پین مفصل افقی وجود نخواهد داشت.

**پیش‌نیاز چهارم)** چنانچه کابینت‌ها دارای رله‌های ضروری بوده و به اندازه‌ای به هم نزدیک باشند که امکان ضربه زدن به یکدیگر در هنگام زلزله در آنها وجود داشته باشد، باید به یکدیگر پیچ و بست شوند. چنانچه کابینت‌ها به یکدیگر پیچ و بست نشوند در هنگام وقوع زلزله ممکن است به یکدیگر برخورد نمایند. نیروهای ضربه‌ای و ارتعاشات با فرکانس بالای ناشی از آن می‌توانند عملکرد رله‌های ضروری حساس را مختل نمایند. هدف از این پیش‌نیاز جلوگیری از چنین برخوردهایی می‌باشد.

**پیش‌نیاز پنجم)** تجهیزات و محفظه‌های نگهداری آنها (به غیر از مجاری) که بر روی کابینت‌ها سوار می‌شوند، به ازای هر مجموعه کابینت (منظور از مجموعه کابینت ترکیب و یا ردیفی از چند کابینت مستقل مجاور یکدیگر می‌باشد) باید وزنی کمتر از ۴۵ کیلوگرم را دارا باشند. هدف اصلی این پیش‌نیاز جلوگیری از بالا آمدن بیش از حد مرکز ثقل کابینت و افزایش زیاد از حد وزن کل کابینت می‌باشد. همچنین نیروهای ثقلی بزرگ خارج از مرکز بوجود آمده می‌تواند سبب ایجاد پیچش شوند. این پیش‌نیاز در درجه نخست به‌طور مستقیم متوجه تجهیزاتی است که عموماً توسط تابلوهای سوئیچ‌گیر فشار متوسط تغذیه نمی‌شوند و لذا در طی زلزله‌های گذشته عملکرد آنها بررسی نشده است. مسیر انتقال بار از اجزای الحاقی به کابینت باید به دقت مورد مطالعه قرار گیرد. نظر به اینکه در طی زلزله‌های گذشته تجربیاتی درباره نحوه عملکرد مجاری مستقر بر روی تابلوهای سوئیچ‌گیر فشار متوسط به دست آمده است، نیازی به بررسی آنها در این پیش‌نیاز وجود ندارد. با تامین تکیه‌گاه‌های بیشتر برای کابینت‌ها و اجزای الحاقی آنها می‌توان در جهت ارضای اهداف این پیش‌نیاز گام برداشت. در هنگام کنترل مهارها، وزن موثر کلیه مجاری و تجهیزات الحاقی باید به وزن کابینت افزوده شوند.

**پیش‌نیاز ششم)** اجزایی که به صورت خارجی به کابینت‌ها ملحق شده‌اند باید با اتصال صلب به کابینت‌ها متصل گردند. این شکل مهار برای جلوگیری از ضربه زدن این اجزا به کابینت‌ها و در نتیجه پیشگیری از بروز اختلال در رله‌های اصلی و یا سایر اجزای تابلوی کلیدزنی فشار متوسط می‌باشد.

**پیش‌نیاز هفتم)** پیکره‌بندی کلی کابینت‌ها باید مشابه با ضوابط ساخت استانداردهای ANSI C37.20 باشد. الزام به حفظ این تشابه جزء به جزء و دقیق نبوده و شباهت نوع و ضخامت فولاد، سازه داخلی، تکیه‌گاهها و پیکره‌بندی کلی با این ضوابط ساخت کافی است. عمده کابینت‌هایی که توسط تولید کننده‌های بزرگ ساخته می‌شوند با رعایت این ضوابط تولید می‌گردند. هدف این پیش‌نیاز حذف جزئیات غیرمعمول از طراحی کابینت است که در این بخش پوشش داده نشده‌اند.

**پیش‌نیاز هشتم)** محل‌های برش خوردگی که در نیمه پائینی پوشش فلزی کابینت‌ها قرار دارند باید دارای عرضی کوچکتر از ۳۰٪ و ارتفاعی کوچکتر از ۶۰٪ از عرض پانل کناری باشند. این پیش‌نیاز همچنین به پانلهای کناری که در بین کابینت‌های چند دهانه قرار دارند نیز اعمال می‌شود. در مورد وجه مربوط به عبور شینه (چنانچه سایر وجوه محفظه محدودیت‌های ابعاد برش خوردگی را رعایت کنند)، نیازی به رعایت محدودیت‌های ابعادی برش خوردگی وجود نخواهد داشت. اهمیت این پیش‌نیاز ناشی از امکان عدم انتقال برش ناشی از زلزله از بدنه کابینت به مهارها در اثر وجود بازشدگی در بدنه کابینت می‌باشد. نواحی اطراف محل‌های برش با استفاده از ورق‌های فلزی اضافی و یا مقاطع فولادی تقویت می‌شوند تا مشکل انتقال نیروهای برشی مرتفع گردد.



1 Trunnion-Mounted  
2 Positive Vertical Restraint  
3 Trunnion Pin  
4 Cradle

پیش‌نیاز نهم) ایمنی کلیه درها باید توسط چفت و بست تامین گردد. در هنگام وقوع زلزله امکان باز و بسته شدن درها وجود داشته و بر اثر آن، ضرباتی به محفظه درونی وارد می‌شود. این ضربات می‌توانند سبب خرابی در شده و یا اختلالات و خرابی‌هایی را در اجزای داخلی مانند رله‌ها به وجود آورند و رویکرد اصلی این پیش‌نیاز جلوگیری از این ضربات و اختلالات ناشی از آن است.

پیش‌نیاز دهم) جزئیات مشکوک و یا موقعیتهای غیرمعمول که توسط پیش‌نیازها پوشش داده نشده‌اند و می‌توانند اثر منفی بر روی ظرفیت لرزه‌ای تابلوی کلیدزنی فشار متوسط داشته باشند، باید شناسایی شوند.



شکل (پ-۵-۴): تابلوهای کلیدزنی فشار متوسط



<b>کاربرگ ارزیابی تجهیزات</b>			
شماره مشخصه تجهیز:			نوع تجهیز: تابلوهای کلیدزنی (سویچ‌گیر) فشار متوسط
شرح تجهیز:			
سیستم:			
موقعیت تجهیز:		ساختمان:	طبقه (ارتفاع):
اتاق:			
تولیدکننده، مدل، غیره:.			
وزن هر کابینت:			
شماره نقشه:		رده عملکرد:	
<b>پیش‌نیازهای لازم برای استفاده از طیف آسیب پذیری</b>			
پیش‌نیازهایی را که مستقیماً مفاد این کاربرگ‌ها را برآورده نمی‌کنند اما بصورت غیرمستقیم اجرایی بودن آنها تضمین می‌شود با یک (*) مشخص کرده و دلیل برآورده شدن آنها در بخش ملاحظات شرح داده شود.			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	بله
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	خیر
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	نامشخص
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	م.ن
۱. مشخصات کلی تابلوی کلیدزنی فشار متوسط، در محدوده شرایط عمومی، مطابق پیش‌نیاز اول استفاده از طیف آسیب‌پذیری، قرار می‌گیرد.			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	بله
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	خیر
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	نامشخص
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	م.ن
۲. حد نهایی ولتاژ کاری در بازه ۲/۴ تا ۴/۱۶ کیلوولت محدود می‌شود.			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	بله
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	خیر
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	نامشخص
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	م.ن
۳. برای جلوگیری از خرابی و یا قطعی اتصالات، ترانسفورمرهای ولتاژ و یا ترانسفورمرهای کنترل توان که درون تابلو نصب گشته‌اند به شکلی موثر مهار و مقید شده‌اند.			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	بله
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	خیر
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	نامشخص
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	م.ن
۴. در شرایطی که کابینت‌های مجاور، حاوی رله‌های ضروری بوده و در آنها امکان ضربه زدن به یکدیگر در هنگام زلزله وجود داشته باشد، کابینت‌ها به یکدیگر پیچ شده‌اند.			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	بله
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	خیر
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	نامشخص
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	م.ن
۵. وزن تجهیزات الحاقی (به استثنای مجاری) به ازای هر مجموعه کابینت کمتر از ۴۵ کیلوگرم است.			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	بله
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	خیر
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	نامشخص
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	م.ن
۶. اتصال تجهیزات خارجی الحاقی به کابینت صلب است.			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	بله
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	خیر
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	نامشخص
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	م.ن
۷. پیکربندی کلی ساخت مشابه با ضوابط ساخت استانداردهای ANSI C37.20 است.			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	بله
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	خیر
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	نامشخص
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	م.ن
۸. محل‌های برش خوردگی که در نیمه پائینی پوشش فلزی کابینت‌ها قرار دارند، عرضی کوچکتر از ۳۰٪ و ارتفاعی کوچکتر از ۶۰٪ از عرض پانل کناری را دارا می‌باشند. در مورد وجه مربوط به عبور شینه (چنانچه سایر وجوه محفظه محدودیتهای ابعاد برش خوردگی را رعایت کنند)، نیازی به رعایت محدودیتهای ابعاد برش خوردگی وجود نخواهد داشت.			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	بله
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	خیر
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	نامشخص
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	م.ن
۹. ایمنی کلیه درها توسط چفت و بست تامین شده است.			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	بله
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	خیر
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	نامشخص
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	م.ن
۱۰. آثار نامطلوب دیگری مشاهده نشده‌اند.			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	بله
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	خیر
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	نامشخص
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	م.ن
- مفاهیم و اهداف کلیه پیش‌نیازهای فوق برآورده می‌شوند.			



<b>کاربرگ ارزیابی تجهیزات</b>			
شماره مشخصه تجهیز:			نوع تجهیز: تابلوهای کلیدزنی (سویچ‌گیر) فشار متوسط
شرح تجهیز:			
اثرات اندرکنش (فصل ۲)			
۱. اهداف سبک از ضربه تجهیزات یا سازه‌های مجاور ایمن می‌باشند.	<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن
۲. تجهیزات حاوی رله‌های ضروری از هر گونه ضربه ناشی از تجهیزات یا سازه‌های مجاور مصون می‌باشند.	<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن
۳. خطوط لوله متصل به تجهیزات دارای انعطاف پذیری کافی می‌باشند.	<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن
۴. خطر خرابی و واژگونی در تجهیزات فوقانی، سیستم‌های توزیع یا دیوارهای بنایی وجود ندارد.	<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> م.ن
۵. آثار اندرکنش در ارتباط با آبفشان و آب گرفتگی قابل ملاحظه می‌باشد.	<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> م.ن
۶. آثار اندرکنش در ارتباط با آتش‌سوزی قابل ملاحظه می‌باشد.	<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> م.ن
۷. نگرانی در ارتباط با اثر تجهیزات با اهمیت پائین‌تر بر روی تجهیزات با اهمیت بالاتر وجود دارد.	<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> م.ن
۸. آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند.	<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن
- تجهیز در مقابل اثرات ناشی از اندرکنش ایمن می‌باشد.	<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن
ملاحظات			
ارزیابی و بازدیدهای چشمی:			
<u>تاریخ</u>	<u>زمان</u>	<u>اعضاء تیم</u>	



<b>کاربرگ ارزیابی تجهیزات</b>	
شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: تابلوهای کلیدزنی (سوییچ گیر) فشار متوسط
شرح تجهیز:	
<b>روش پیشنهادی برای رفع نقص</b>	
_____	<input type="checkbox"/> ترمیم و نگهداری :
_____	<input type="checkbox"/> ارزیابی های بیشتر :
_____	<input type="checkbox"/> طرح بهسازی :
_____	<input type="checkbox"/> سایر روش ها:
<input type="checkbox"/> کفایت لوزه ای مسجل است و نیاز به بررسی های بیشتر نیست	
تمامی جنبه های مختلف کفایت لوزه ای بررسی شده اند؟	
_____ تاریخ:	۱- _____ اعضای تیم ارزیابی و تاریخ ارزیابی
_____ تاریخ:	۲- _____
_____ تاریخ:	۳- _____
_____ تاریخ:	۴- _____



### پ-۵-۲-۵- پانلهای توزیع

#### پ-۵-۲-۵-۱- شرایط عمومی

این نوع تجهیزات دربرگیرنده دژنکتورها و یا فیوز کلید قطع‌کننده<sup>۱</sup> است که به شکل عمودی بر روی یکدیگر و در درون کابینت‌های فلزی قرار می‌گیرند. وظیفه پانلهای توزیع، توزیع جریان متناوب و مستقیم ولتاژ پایین از مدار اصلی به مدارهای فرعی و حفاظت اضافه جریان<sup>۲</sup> می‌باشد. پانلهای توزیع معمولاً به سیستم‌های با جریان متناوب تا ۶۰۰ ولت و سیستم‌های با جریان مستقیم تا ۲۵۰ ولت سرویس‌دهی می‌کنند.

دو نوع مختلف از پانلهای توزیع در سیستم‌های الکتریکی موجود در تاسیسات وجود دارند که عبارتند از سوئیچ بردها و پانل بردها. اگرچه عملکرد این دو یکسان است اما دارای تفاوتی در نحوه ساخت و کاربرد می‌باشند. سوئیچ بردها معمولاً نصب زمینی بوده (بر روی کف قرار می‌گیرند) حال آنکه پانل بردها عموماً نصب دیواری هستند (بر روی دیوار نصب می‌شوند).

سوئیچ بردهای توزیع<sup>۳</sup>، کابینت‌های خود ایستایی هستند که ردیف‌هایی ستونی از دژنکتورها یا فیوز کلید<sup>۴</sup> را در درون خود جای می‌دهند. این تجهیزات متشکل از مجموعه‌ای از دژنکتورها یا سوئیچ‌ها می‌باشند که در درون اتاقک‌های قفسه‌ای شکل نصب می‌شوند. معمولاً اتصالات الکتریکی از محفظه بسته کابل‌ها که در وجه پشتی کابینت قرار دارد به بیرون هدایت می‌شوند. در پاره‌ای موارد یک سوئیچ برد متشکل از یک دژنکتور اصلی و یک بخش اندازه‌گیری توان<sup>۵</sup> که در فضای مستقلی در درون کابینت قرار می‌گیرد، می‌باشد. سوئیچ بردها اغلب در کنار تابلوهای کلیدزنی، ترانسفورمرها و تابلوهای مرکز کنترل موتور در یک مجموعه پست به کار می‌روند. سوئیچ بردهای کاملاً بسته<sup>۶</sup> به ندرت به کار برده می‌شوند. این سوئیچ بردها کاملاً در یک محفظه فلزی قرار می‌گیرند. عمق و عرض سوئیچ بردها معمولاً استاندارد بوده و بین ۵۰ الی ۱۰۰ سانتی‌متر متغیر است. ارتفاع سوئیچ بردها نیز عمدتاً ۲۲۰ سانتی‌متر بوده و وزنی تا حدود ۲۲۵ کیلوگرم را دارا می‌باشند.

پانل بردهای توزیع پانلهایی هستند که دارای اجزایی مانند شینه‌ها، سوئیچ‌ها و تجهیزات حفاظت اتوماتیک<sup>۷</sup> بوده و برای کنترل و یا توزیع مدارهای قدرت طراحی می‌شوند. مجموعه دژنکتورهایی که در درون پانل برد قرار می‌گیرند، به یک قاب فلزی پیچ می‌شوند و قاب نیز به نوبه خود در بخش انتهایی و یا در کناره‌های محفظه پانل برد قرار داده می‌شود. پانل بردها ابعاد متنوعی از کابینت‌ها را دارا می‌باشند. ارتفاع و عرض پانل بردهای دیواری به ترتیب ۵۰ و ۱۰۰ سانتی‌متر و عمق آنها بین ۱۵ الی ۳۰ سانتی‌متر می‌باشد. همچنین پانل بردهای دیواری دارای وزنی بین ۱۵ الی ۹۰ کیلوگرم می‌باشند.

طیف ظرفیت ارائه شده برای نوع تجهیزات پانل توزیع دربرگیرنده اجزایی همچون دژنکتورها، فیوز کلید، محفظه اندازه‌گیری، محفظه سوئیچ برد یا پانل برد و محتویات آن و مجاری الحاقی می‌شود.

1 Fusible Disconnect Switches  
2 Overcurrent Protection  
3 Distribution Switchboards  
4 Fusible Switches  
5 Power Metering Section  
6 Completely Enclosed Switched Board  
7 Automatic Protective Devices



### پ-۵-۲-۵-۲ پیش نیازها برای استفاده از طیف آسیب پذیری

**پیش نیاز اول** شرایط عمومی پانل توزیع باید مشابه با شرایط عمومی که در بخش (پ-۵-۲-۵-۱) شرح داده شد بوده و یا تحت پوشش آن قرار گیرد.

**پیش نیاز دوم** پانل توزیع باید فقط شامل دژنکتور و سوئیچ باشد. هدف از این پیش نیاز این است که احتمال دارد انواع دیگری از اجزای آسیب پذیر در برابر زلزله که در حالت عادی در پانل توزیع قرار نمی گیرند، در پانل نصب شده باشند. این اجزاء باید به صورت موردی ارزیابی شوند. این ارزیابی موردی می تواند با استفاده از تجربیات لرزه ای، داده های آزمایشگاهی و یا اطلاعات ویژه مربوط به جزء مورد نظر صورت پذیرد.

**پیش نیاز سوم** ایمنی کلیه درها، قفل ها یا سفت کننده های در پیچ گوشتی خور<sup>۱</sup> باید تامین گردد. در هنگام وقوع زلزله امکان باز و بسته شدن درها وجود داشته و بر اثر آن ضرباتی به محفظه درونی وارد می شود. این ضربات می توانند سبب خرابی در شده و یا اختلالات و خرابی هایی را در اجزای داخلی به وجود آورند و رویکرد اصلی این پیش نیاز جلوگیری از این ضربات و اختلالات ناشی از آن است.

**پیش نیاز چهارم** چنانچه کابینت ها دارای رله های ضروری بوده و به اندازه ای به هم نزدیک باشند که امکان ضربه زدن به یکدیگر در هنگام زلزله در آنها وجود داشته باشد، باید به یکدیگر پیچ و بست شوند. چنانچه کابینت ها به یکدیگر پیچ و بست نشوند در هنگام وقوع زلزله ممکن است به یکدیگر برخورد نمایند. نیروهای ضربه ای و ارتعاشات با فرکانس بالای ناشی از آن می توانند عملکرد رله های ضروری حساس را مختل نمایند. هدف از این پیش نیاز جلوگیری از چنین برخوردهایی می باشد.

**پیش نیاز پنجم** پیکره بندی کلی پانل توزیع باید مشابه با ضوابط ساخت استانداردهای NEMA باشد. الزام به حفظ این تشابه جزء به جزء و دقیق نبوده و شباهت نوع و ضخامت فولاد، سازه داخلی، تکیه گاهها و پیکره بندی کلی با این ضوابط ساخت کافی است. عمده پانل های توزیعی که توسط تولیدکننده های بزرگ ساخته می شوند با رعایت این ضوابط تولید می گردند. هدف این پیش نیاز حذف جزئیات غیرمعمول از طراحی کابینت است که در این بخش پوشش داده نشده اند.

**پیش نیاز ششم** جزئیات مشکوک و یا موقعیتهای غیرمعمول که توسط پیش نیازها پوشش داده نشده اند و می توانند اثر منفی بر روی ظرفیت لرزه ای پانل توزیع داشته باشند، باید شناسایی شوند.





شکل (پ-۵-۵): پانل توزیع

کاربرگ ارزیابی تجهیزات			
شماره مشخصه تجهیز:		نوع تجهیز: پانل های توزیع	
شرح تجهیز:			
سیستم:			
موقعیت تجهیز: ساختمان.		طبقه (ارتفاع):	اتاق:
تولیدکننده، مدل، غیره.:			
وزن هر کابینت :			
نصب دیواری:		نصب زمینی:	
شماره نقشه:		رده عملکرد:	
پیش نیازهای لازم برای استفاده از طیف آسیب پذیری			
پیش نیازهایی را که مستقیماً مفاد این کاربرگها را برآورده نمی کنند اما بصورت غیرمستقیم اجرایی بودن آنها تضمین می شود با یک (*) مشخص کرده و دلیل برآورده شدن آنها در بخش ملاحظات شرح داده شود.			
۱. مشخصات کلی پانل توزیع، در محدوده شرایط عمومی، مطابق پیش نیاز اول استفاده از طیف آسیب پذیری، قرار می گیرد.	بله	خیر	نامشخص
۲. پانل توزیع فقط شامل دژنکتور و سوئیچ است.	بله	خیر	نامشخص
۳. ایمنی کلیه درها، قفل ها و یا سفت کننده های در پیچ گوشتی خور تامین شده است.	بله	خیر	نامشخص
۴. در شرایطی که کابینت های مجاور، حاوی رله های ضروری بوده و در آنها امکان ضربه زدن به یکدیگر در هنگام زلزله وجود داشته باشد، کابینت ها به یکدیگر پیچ شده اند.	بله	خیر	نامشخص
۵. پیکربندی کلی ساخت مشابه ضوابط ساخت استانداردهای NEMA است.	بله	خیر	نامشخص
۶. آثار نامطلوب دیگری مشاهده نشده اند.	بله	خیر	نامشخص
- مفاهیم و اهداف کلیه پیش نیازهای فوق برآورده می شوند.	بله	خیر	نامشخص



<b>کاربرگ ارزیابی تجهیزات</b>			
شماره مشخصه تجهیز:			نوع تجهیز: پانل‌های توزیع
شرح تجهیز:			
مهار (فصل ۳)			
۱. نوع مهار			
<input type="checkbox"/> مهار انبساطی			
<input type="checkbox"/> گل‌میخ و میل مهار درجا			
<input type="checkbox"/> میل مهار قلابدار درجا			
<input type="checkbox"/> مهار چسبی			
<input type="checkbox"/> مهار توسط اتصال جوشی به فولاد مدفون در محل بیرون‌زدگی فولاد			
<input type="checkbox"/> مهار سربی			
<input type="checkbox"/> انواع دیگر .....			
<input type="checkbox"/> موضوعیت ندارد (نیاز به بررسی بیشتر مهار نمی‌باشد)			
۲. ویژگی‌های متناسب با نوع مهار کنترل شده است. (ابعاد، موقعیت، خصوصیات تجهیزات)			
<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/>
۳. فاصله آزاد در مهار رزوه شده کمتر از ۶ mm است.			
<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/> م.ن
۴. ضوابط سختی پایه تجهیز و عدم وجود عمل اهرمی برآورده شده است.			
<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/>
۵. مقاومت پایه تجهیز و مسیر انتقال بارهای سازه‌ای مناسب می‌باشد.			
<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/>
۶. ضوابط فولاد مدفون و بالشتک‌ها رعایت شده است.			
<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/> م.ن
۷. ضوابط طول مهاری مدفون رعایت شده است.			
<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/>
۸. ضوابط فاصله بین مهارها رعایت شده است.			
<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/>
۹. ضوابط فاصله مهار از لبه‌ها رعایت شده است.			
<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/>
۱۰. بتنی که مهار در آن قرار گرفته، مقاومت لازم را دارد.			
<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/>
۱۱. ضوابط حداکثر عرض ترک برآورده شده است.			
<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/> م.ن
۱۲. الزامات مهار تجهیزات حاوی رله‌های ضروری برآورده شده است.			
<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/> م.ن
۱۳. کیفیت نصب مهار مناسب است.			
<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/>
۱۴. موارد قابل توجه دیگری وجود ندارد.			
<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/>
- نسبت ظرفیت به نیاز مهار متجاوز از یک می‌باشد.			
مراجع:			



## کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:

نوع تجهیز: پانل های توزیع

شرح تجهیز:

### اثرات اندرکنش (فصل ۲)

- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |   |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> | ۱. اهداف سبک از ضربه تجهیزات یا سازه های مجاور ایمن می باشد.                                    |
| <input type="checkbox"/> | ۲. تجهیزات حاوی رله های ضروری از هر گونه ضربه ناشی از تجهیزات یا سازه های مجاور مصون می باشد.   |
| <input type="checkbox"/> | ۳. خطوط لوله متصل به تجهیزات دارای انعطاف پذیری کافی می باشد.                                   |
| <input type="checkbox"/> | ۴. خطر خرابی و واژگونی در تجهیزات فوقانی، سیستم های توزیع یا دیوارهای بنایی وجود ندارد.         |
| <input type="checkbox"/> | ۵. آثار اندرکنش شامل آبفشان و آب گرفتگی قابل ملاحظه نمی باشد.                                   |
| <input type="checkbox"/> | ۶. آثار اندرکنش در ارتباط با آتش سوزی قابل ملاحظه نمی باشد.                                     |
| <input type="checkbox"/> | ۷. نگرانی در ارتباط با اثر تجهیزات با اهمیت پائین تر بر روی تجهیزات با اهمیت بالاتر وجود ندارد. |
| <input type="checkbox"/> | ۸. آثار نامطلوب دیگری مشاهده نشده اند.  |
| <input type="checkbox"/> | - تجهیز در مقابل اثرات ناشی از اندرکنش ایمن می باشد.  |

### ملاحظات

ارزیابی و بازدیدهای چشمی:

اعضاء تیم

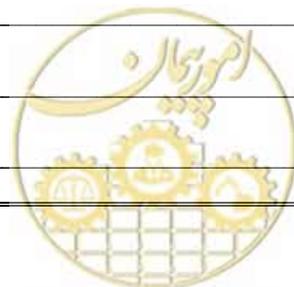
زمان

تاریخ

### روش پیشنهادی برای رفع نقص

 ترمیم و نگهداری :

 ارزیابی های بیشتر :

 طرح بهسازی :


<b>کاربرگ ارزیابی تجهیزات</b>	
شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: پانل‌های توزیع
شرح تجهیز:	
<p style="text-align: right;">□ سایر روش‌ها: _____</p> <p style="text-align: right;">□ کفایت لرزه‌ای مسجل است و نیاز به بررسی‌های بیشتر نیست</p> <p style="text-align: right;">تمامی جنبه‌های مختلف کفایت لرزه‌ای بررسی شده‌اند؟</p> <p>اعضای تیم ارزیابی و تاریخ ارزیابی</p> <p>۱- _____ تاریخ: _____</p> <p>۲- _____ تاریخ: _____</p> <p>۳- _____ تاریخ: _____</p> <p>۴- _____ تاریخ: _____</p>	



پ-۵-۲-۶- ترانسفورمرها<sup>۱</sup>

## پ-۵-۲-۶-۱- شرایط عمومی

در این بخش دو نوع ترانسفورمر پست یونیتی<sup>۲</sup> با ولتاژ کاری ۴۸۰/۴۱۶۰ و ترانسفورمر توزیع<sup>۳</sup> با ولتاژ کاری ۱۲۰/۴۸۰ مورد بررسی قرار می گیرند.

ترانسفورمرهای قدرت اصلی با ولتاژهای کاری بالاتر از ۱۳۸۰۰ ولت در این بخش مورد بررسی قرار نمی گیرند. همچنین ترانسفورمرهای کوچک نیز که به عنوان اجزایی از تجهیزات الکتریکی به کار می روند، مانند ترانسفورمرهای به کار رفته در تابلوهای مرکز کنترل موتور یا پانل کنترل، در محدوده بررسی این بخش قرار نخواهند داشت.

ترانسفورمرهای پست یونیتی جریان برق را از حدود ولتاژ متوسط (عموماً ۴۱۶۰ ولت برای استفاده در تجهیزات بزرگ مکانیکی) به ولتاژ کم (حدود ۴۸۰ ولت) برای استفاده در تجهیزات کوچک، کاهش می دهند. ترانسفورمرهای توزیع عموماً ولتاژ را از ۴۸۰ ولت به ۲۴۰ و یا ۱۲۰ ولت کاهش می دهند تا مورد استفاده برای دستگاههای کوچک مکانیکی، شارژرهای باتری و سیستمهای روشنایی قرار گیرد.

ترانسفورمرهای پست یونیتی یا به صورت مستقل و خود ایستا بوده و یا به صورت الحاقی به تابلوهای کلیدزنی و تابلوهای مرکز کنترل موتور متصل می شوند. این ترانسفورمرها عموماً دارای ولتاژ اولیه (ورودی) ۲۴۰۰ تا ۴۱۶۰ ولت و ولتاژ ثانویه (خروجی) برابر با ۴۸۰ ولت می باشند.

این نوع از ترانسفورمرها یا از نوع سیال خنک<sup>۴</sup> و یا هوا خنک<sup>۵</sup> می باشند. واحدهای سیال خنک معمولاً دارای یک مخزن فلزی مستطیلی بوده که در درون آن روغن و یا یک سیال عایق مشابه دیگر وجود دارد. سیم پیچهای ترانسفورمر در داخل یک حمام سیال که نقش خنک کنندگی و عایق در برابر فولاد محفظه مخزن را دارد، قرار می گیرند.

ترانسفورمرهای پست یونیتی با سیستم هوا خنک یا نوع خشک<sup>۶</sup> به لحاظ ساخت و ابعاد مشابه واحدهای سیال خنک می باشند، با این تفاوت که سیم پیچهای ترانسفورمر به جای قرارگیری در حمام سیال، در درون یک محفظه فلزی تهویه دار قرار می گیرند. در انواع بزرگتر ترانسفورمرهای هوا خنک فنهای کوچکی در درون محفظهها قرار داده می شوند. محفظه قرارگیری ترانسفورمرهای پست یونیتی، برای هر دو نوع سیال خنک و هوا خنک دارای ارتفاعی بین ۱۵۰ الی ۲۵۰ سانتی متر و عرض و عمقی بین ۱۰۰ الی ۲۵۰ سانتی متر می باشد. همچنین وزن این واحدها بین ۹۰۰ الی ۶۸۰۰ کیلوگرم متغیر می باشد.

ترانسفورمرهای توزیع عموماً دارای ولتاژ ورودی ۴۸۰ ولت بوده و ولتاژ خروجی آنها ۱۲۰ الی ۲۴۰ ولت می باشد. این نوع ترانسفورمر تقریباً در تمامی موارد هوا خنک می باشد. ساختار کلی ترانسفورمرهای توزیع مشابه ترانسفورمرهای پست یونیتی بوده ولی دارای ابعاد متفاوتی می باشند. ابعاد ترانسفورمرهای توزیع متغیر است. در ترانسفورمرهای کوچک که در درون کابینت قرار گرفته و یا بر روی دیوار نصب می شوند، ارتفاع و عرض و عمق در حدود ۲۵ سانتی متر بوده و وزن آنها از ۲۰ الی ۴۵ کیلوگرم متغیر می باشد. در انواع بزرگتر که معمولاً بر روی زمین قرار می گیرند ابعاد مشابه ترانسفورمرهای پست یونیتی بوده و وزن آنها نیز تا ۲۲۵۰ کیلوگرم می باشد. طیف ظرفیت ارائه شده برای نوع تجهیزات ترانسفورمر دربرگیرنده محفظه و محتویات درونی و کابلها و کانالهای الحاقی آن می باشد.



1 Transformers  
2 Unit Substation Transformer  
3 Distribution Transformer  
4 Liquid-Cooled  
5 Air-Cooled  
6 Dry-type

### پ-۵-۲-۶-۲- پیش‌نیازها برای استفاده از طیف آسیب پذیری

**پیش‌نیاز اول)** شرایط عمومی ترانسفورمر باید مشابه با شرایط عمومی که در بخش پ-۵-۲-۶-۱ شرح داده شد، بوده و یا تحت پوشش آن قرار گیرد.

**پیش‌نیاز دوم)** حد نهایی ولتاژ کاری در ترانسفورمر به ۴/۱۶ کیلوولت محدود می‌شود. این ولتاژ، بالاترین حدی است که در مورد آن تجربه لرزه‌ای وجود دارد.

**پیش‌نیاز سوم)** در واحدهای خشک و یا روغنی که بر روی کف قرار می‌گیرند، سیم‌پیچ‌های ترانسفورمرها باید به نحوی موثر در درون کابینت مربوط به آن مهار شوند تا لغزش‌ها و جابجایی‌های نسبی در بین سیم‌پیچ ترانسفورمر و کابینت آن در محدوده قابل پذیرشی قرار گیرد. رویکرد این پیش‌نیاز جلوگیری از جابجایی‌ها و حرکات نسبی اضافی است که ممکن است سبب ایجاد خرابی در بوق سیم‌پیچی<sup>۱</sup> شده و یا به دلیل برقرار کردن تماس بین سیم‌پیچ‌ها و کابینت‌های مربوط به آنها، باعث برقراری اتصال کوتاه و یا ایجاد خرابی در عایق الکتریکی<sup>۲</sup> خواهد شد. در برخی از ترانسفورمرها پیشنهاد می‌شود که در مراحل نصب، پیچ‌ها یا مهارکننده‌هایی که برای مهار سیم‌پیچ در هنگام جابجایی و حمل و نقل به کار می‌روند، حذف و آزاد گردند. این پیش‌نیاز به ویژه درباره این دسته از ترانسفورمرها موضوعیت پیدا می‌کند. چنانچه مهارهای مخصوص حمل و نقل<sup>۳</sup> حذف نشده باشند، نیازی به بازرسی درونی نیست.

**پیش‌نیاز چهارم)** در ترانسفورمرهای بزرگ ۷۵۰ کیلوولت‌آمپر و یا بالاتر، باید قسمت فوقانی سیم‌پیچ با یک قاب سازه‌ای مهاربندی شود و یا اینکه کفایت مهاربندی آن تحلیل گردد. چنانچه مهارهای مخصوص حمل و نقل حذف نشده باشند، نیازی به بازرسی درونی نیست.

**پیش‌نیاز پنجم)** در ترانسفورمرهای ۷۵۰ کیلوولت‌آمپر و یا بالاتر، فاصله‌ای حداقل برابر با ۵ سانتی‌متر در بین اجزای برق‌دار<sup>۴</sup> و قسمت فوقانی کابینت ترانسفورمر مورد نیاز است. چنانچه این فاصله کوچکتر از ۵ سانتی‌متر باشد باید براساس تحلیل وجود فاصله کافی مورد ارزیابی قرار گیرد که آیا برای جلوگیری از ایجاد تماس بین اجزای برق‌دار و کابینت ملاحظاتی برای تغییر مکان جانبی نسبی در نظر گرفته شود یا خیر. رویکرد اصلی در این پیش‌نیاز این است که در صورت نبودن فاصله آزاد کافی، در هنگام وقوع زلزله امکان تشکیل اتصال کوتاه در ترانسفورمر و در نتیجه غیر قابل استفاده شدن آن وجود دارد.

**پیش‌نیاز ششم)** در ترانسفورمرهای ۷۵۰ کیلوولت‌آمپر و بزرگتر، اتصال بین هادی‌های ولتاژ بالا و نخستین محل اتصال باید توانایی پذیرش تغییر مکان نسبی حداقل برابر با ۸ سانتی‌متر را داشته باشد. در غیر اینصورت وجود لقی کافی در این اتصال برای تغییر مکان‌های نسبی باید مورد تحلیل و ارزیابی قرار گیرد.

**پیش‌نیاز هفتم)** سیم‌پیچ‌های ترانسفورمر که در درون واحدهای نصب دیواری<sup>۵</sup> واقع می‌شوند باید براساس اصول مهندسی مهار شوند. همچنین مهار این سیم‌پیچ‌ها در درون محفظه باید در نزدیکی سطح تکیه‌گاه‌های محفظه باشد. رویکرد اصلی در این پیش‌نیاز ایجاد مسیر انتقال بار مناسبی در بین سیم‌پیچ و محفظه نگهداری آن و در بین محفظه و تکیه‌گاه‌ها می‌باشد. طراحی این مسیر انتقال بارهای لرزه‌ای در بین سیم‌پیچ (که نسبتاً ثقیل است) و محفظه و پس از آن به تکیه‌گاه محفظه، براساس اصول مهندسی الزامی است. چنانچه مهار سیم‌پیچ ترانسفورمر به محفظه در نزدیکی سطح تکیه‌گاه‌های محفظه نباشد، برای حصول اطمینان از انتقال بارهای لرزه‌ای به مهارها می‌توان از محاسبات استفاده نمود.

1 Wiring Yoke  
2 Electrical Insulation  
3 Shipping Anchors  
4 Energized  
5 Wall-Mounted Units



**پیش نیاز هشتم)** مجموعه تکیه گاهی در واحدهای نصب زمینی<sup>۱</sup> باید به صورت صحیحی مهار شده و یا مجهز به سخت کننده شود تا بر اثر وارد شدن نیروهای جانبی در جهات مختلف، ورقهای فولادی و جان نازک در مقاطع سازه ای فولادی در جهت ضعیف دچار خمش نشوند. چنانچه از تیغه های فولادی بدون مهار و سخت کننده استفاده شود، برای حصول اطمینان از وجود مقاومت و سختی کافی باید ارزیابی ویژه ای انجام پذیرد.

**پیش نیاز نهم)** چنانچه کابینت ها دارای رله های ضروری بوده و به اندازه ای به هم نزدیک باشند که امکان ضربه زدن به یکدیگر در هنگام زلزله در آنها وجود داشته باشد، باید به یکدیگر پیچ و بست شوند. چنانچه کابینت ها به یکدیگر پیچ و بست نشوند در هنگام وقوع زلزله ممکن است به یکدیگر برخورد نمایند. نیروهای ضربه ای و ارتعاشات با فرکانس بالای ناشی از آن می توانند عملکرد رله های ضروری حساس را مختل نمایند. هدف از این پیش نیاز جلوگیری از چنین برخوردهایی می باشد.

**پیش نیاز دهم)** ایمنی کلیه درها باید توسط چفت و بست تامین گردد. در هنگام وقوع زلزله امکان باز و بسته شدن درها وجود داشته و بر اثر آن ضرباتی به محفظه درونی وارد می شود. این ضربات می توانند سبب خرابی در شده و یا اختلالات و خرابی هایی را در اجزای داخلی به وجود آورند و رویکرد اصلی این پیش نیاز جلوگیری از این ضربات و اختلالات ناشی از آن است.

**پیش نیاز یازدهم)** جزئیات مشکوک و یا موقعیتهای غیرمعمول که توسط پیش نیازها پوشش داده نشده اند و می توانند اثر منفی بر روی ظرفیت لرزه ای ترانسفورمر داشته باشند، باید شناسایی شوند.



شکل (پ-۵-۶): ترانسفورمرها

<b>کاربرگ ارزیابی تجهیزات</b>			
شماره مشخصه تجهیز:		نوع تجهیز: ترانسفورمرها	
شرح تجهیز:			
سیستم:			
موقعیت تجهیز:		ساختمان:	
وزن:		طبقه (ارتفاع):	
اتاق:			
تولیدکننده، مدل، غیره:			
شماره نقشه:		رده عملکرد:	
نوع (خنک‌شونده توسط هوا یا روغن):		ولتاژ:	
نصب دیواری:		نصب زمینی:	
<b>پیش‌نیازهای لازم برای استفاده از طیف آسیب پذیری</b>			
پیش‌نیازهایی را که مستقیماً مفاد این کاربرگ‌ها را برآورده نمی‌کنند اما بصورت غیرمستقیم اجرایی بودن آنها تضمین می‌شود با یک (*) مشخص کرده و دلیل برآورده شدن آنها در بخش ملاحظات شرح داده شود.			
۱.	مشخصات کلی ترانسفورمر، در محدوده شرایط عمومی، مطابق پیش نیاز اول استفاده از طیف آسیب‌پذیری، قرار می‌گیرد.	بله <input type="checkbox"/>	خیر <input type="checkbox"/>
		نامشخص <input type="checkbox"/>	م.ن <input type="checkbox"/>
۲.	حد نهایی ولتاژ کاری به ۴/۱۶ کیلوولت محدود می‌شود.	بله <input type="checkbox"/>	خیر <input type="checkbox"/>
		نامشخص <input type="checkbox"/>	م.ن <input type="checkbox"/>
۳.	در واحدهای خشک و یا روغنی نصب زمینی، آیا سیم پیچ‌های ترانسفورمر به نحوی موثر در درون کابینت مهار شده‌اند.	بله <input type="checkbox"/>	خیر <input type="checkbox"/>
		نامشخص <input type="checkbox"/>	م.ن <input type="checkbox"/>
۴.	در ترانسفورمرهای ۷۵۰ کیلوولت آمپر و یا بالاتر، قسمت فوقانی سیم‌پیچ با یک قاب سازه‌ای مهاربندی شده و یا اینکه کفایت مهاربندی آن تحلیل شده است.	بله <input type="checkbox"/>	خیر <input type="checkbox"/>
		نامشخص <input type="checkbox"/>	م.ن <input type="checkbox"/>
۵.	در ترانسفورمرهای ۷۵۰ کیلوولت آمپر و یا بالاتر، لقی اتصال بین هادی‌های ولتاژ بالا و نخستین محل اتصال، توانایی پذیرش تغییر مکان نسبی حداقل ۸ سانتیمتر را دارا می‌باشد.	بله <input type="checkbox"/>	خیر <input type="checkbox"/>
		نامشخص <input type="checkbox"/>	م.ن <input type="checkbox"/>
۶.	در واحدهای نصب دیواری سیم پیچ‌های ترانسفورمر به محفظه در نزدیکی سطح تکیه‌گاههای محفظه مهار شده‌اند.	بله <input type="checkbox"/>	خیر <input type="checkbox"/>
		نامشخص <input type="checkbox"/>	م.ن <input type="checkbox"/>
۷.	در واحدهای نصب زمینی، نحوه مهاربندی اعضای تشکیل دهنده مجموعه تکیه‌گاهی در اثر وارد شدن نیروهای جانبی در جهات مختلف، مناسب صورت گرفته بطوریکه ورقهای فولادی و جان نازک در مقاطع سازه‌ای فولادی در امتداد محور ضعیف، دچار خمش نمی‌شوند.	بله <input type="checkbox"/>	خیر <input type="checkbox"/>
		نامشخص <input type="checkbox"/>	م.ن <input type="checkbox"/>
۸.	در شرایطی که کابینت‌های مجاور، حاوی رله‌های ضروری بوده و در آنها امکان ضربه زدن به یکدیگر در هنگام زلزله وجود دارد، کابینت‌ها به	بله <input type="checkbox"/>	خیر <input type="checkbox"/>
		نامشخص <input type="checkbox"/>	م.ن <input type="checkbox"/>

## کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:

نوع تجهیز: ترانسفورمرها

شرح تجهیز:

یکدیگر پیچ شده اند.

۹. ایمنی کلیه درها توسط چفت و بست تامین شده است.

بله  خیر  نامشخص  م.ن 

- آثار نامطلوب دیگری مشاهده نشده اند.

بله  خیر  نامشخص  م.ن 

## مهار (فصل ۳)

۱. نوع مهار

مهار انبساطی گل میخ و میل مهار درجا میل مهار قلابدار درجا مهار چسبی مهار توسط اتصال جوشی به فولاد مدفون در محل بیرون زدگی فولاد مهار سربی انواع دیگر ..... موضوعیت ندارد (نیاز به بررسی بیشتر مهار نمی باشد) 

۲. ویژگی های متناسب با نوع مهار کنترل شده است.

(ابعاد، موقعیت، خصوصیات تجهیزات)

بله  خیر  نامشخص 

۳. فاصله آزاد در مهار رزوه شده کمتر از ۶ mm است.

بله  خیر  نامشخص  م.ن 

۴. ضوابط سختی پایه تجهیز و عدم وجود عمل اهرمی برآورده شده است.

بله  خیر  نامشخص 

۵. مقاومت پایه تجهیز و مسیر انتقال بارهای سازه ای مناسب می باشد.

بله  خیر  نامشخص 

۶. ضوابط فولاد مدفون و بالشتک ها رعایت شده است.

بله  خیر  نامشخص  م.ن 

۷. ضوابط طول مهاری مدفون رعایت شده است.

بله  خیر  نامشخص 

۸. ضوابط فاصله بین مهارها رعایت شده است.

بله  خیر  نامشخص 

۹. ضوابط فاصله مهار از لبه ها رعایت شده است.

بله  خیر  نامشخص 

۱۰. بتنی که مهار در آن قرار گرفته، مقاومت لازم را دارد.

بله  خیر  نامشخص 

۱۱. ضوابط حداکثر عرض ترک برآورده شده است.

بله  خیر  نامشخص 

۱۲. الزامات مهار تجهیزات حاوی رله های ضروری برآورده شده است.

بله  خیر  نامشخص  م.ن 

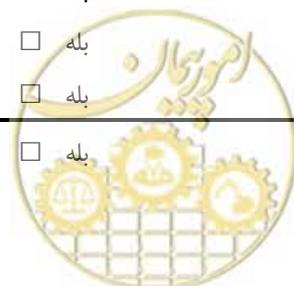
۱۳. کیفیت نصب مهار مناسب است.

بله  خیر  نامشخص  م.ن 

۱۴. موارد قابل توجه دیگری وجود ندارد.

بله  خیر  نامشخص 

- نسبت ظرفیت به نیاز مهار متجاوز از یک می باشد.

بله  خیر  نامشخص 

<b>کاربرگ ارزیابی تجهیزات</b>			
شماره مشخصه تجهیز:		نوع تجهیز: ترانسفورمرها	
شرح تجهیز:			
مراجع:			
<b>اثرات اندرکنش (فصل ۲)</b>			
<input type="checkbox"/> م.ن	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> بله
۱. اهداف سبک از ضربه تجهیزات یا سازه‌های مجاور ایمن می‌باشند.			
<input type="checkbox"/> م.ن	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> بله
۲. تجهیزات حاوی رله‌های ضروری از هر گونه ضربه ناشی از تجهیزات یا سازه‌های مجاور مصون می‌باشند.			
<input type="checkbox"/> م.ن	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> بله
۳. خطوط لوله متصل به تجهیزات دارای انعطاف پذیری کافی می‌باشند.			
<input type="checkbox"/> م.ن		<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> بله
۴. خطر خرابی و واژگونی در تجهیزات فوقانی، سیستم‌های توزیع یا دیوارهای بنایی وجود ندارد.			
<input type="checkbox"/> م.ن		<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> بله
۵. آثار اندرکنش شامل آبفشان و آب گرفتگی قابل ملاحظه نمی‌باشد.			
<input type="checkbox"/> م.ن		<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> بله
۶. آثار اندرکنش در ارتباط با آتش سوزی قابل ملاحظه نمی‌باشد.			
<input type="checkbox"/> م.ن		<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> بله
۷. نگرانی در ارتباط با اثر تجهیزات با اهمیت پائین تر بر روی تجهیزات با اهمیت بالاتر وجود ندارد.			
<input type="checkbox"/> م.ن	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> بله
۸. آثار نامطلوب دیگری مشاهده نشده‌اند.			
<input type="checkbox"/> م.ن	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> بله
- تجهیز در مقابل اثرات ناشی از اندرکنش ایمن می‌باشد.			
<b>ملاحظات</b>			
ارزیابی و بازبینی‌های چشمی:			
اعضاء تیم	زمان	تاریخ	



<b>کاربرگ ارزیابی تجهیزات</b>	
شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: ترانسفورمرها
شرح تجهیز:	
<b>روش پیشنهادی برای رفع نقص</b>	
_____	<input type="checkbox"/> ترمیم و نگهداری :
_____	<input type="checkbox"/> ارزیابی های بیشتر :
_____	<input type="checkbox"/> طرح بهسازی :
_____	<input type="checkbox"/> سایر روش ها:
<input type="checkbox"/> کفایت لرزه ای مسجل است و نیاز به بررسی های بیشتر نیست.	
تمامی جنبه های مختلف کفایت لرزه ای بررسی شده اند؟	
_____ تاریخ:	_____ ۱- اعضای تیم ارزیابی و تاریخ ارزیابی
_____ تاریخ:	_____ ۲-
_____ تاریخ:	_____ ۳-
_____ تاریخ:	_____ ۴-



### پ-۵-۲-۷- باتری شارژرها و معکوس کننده‌ها<sup>۱</sup>

#### پ-۵-۲-۷-۱- شرایط عمومی

شارژرها و معکوس کننده‌ها دارای عملکردی مشابه (این عملکرد به لحاظ الکتریکی معکوس است) بوده، اجزای مشابه و یکسانی داشته و در کابینت‌های مشابهی جاگذاری می‌شوند و لذا به طبقه مشابهی از تجهیزات تعلق پیدا می‌کنند. باتری شارژرهای نیمه‌هادی<sup>۲</sup> مجموعه‌ای از اجزای الکترونیکی هستند که وظیفه آنها تبدیل جریان ورودی متناوب به جریان خروجی مستقیم می‌باشد. معکوس کننده‌ها دستگاه‌هایی هستند که جریان برق ورودی مستقیم را به خروجی متناوب تبدیل می‌کنند. باتری شارژرها و معکوس کننده‌ها عموماً در درون کابینت‌های نصب زمینی و یا نصب دیواری قرار می‌گیرند.

اصلی‌ترین کاربرد باتری شارژرها و معکوس کننده‌ها، استفاده از آنها در سیستم‌های UPS<sup>۳</sup> است. سیستم‌های متداول UPS عموماً متشکل از معکوس کننده‌های نیمه‌هادی، یک باتری شارژر، مجموعه‌ای از باتری‌های ذخیره سربی و یک سوئیچ انتقال اتوماتیک می‌باشند. شارژرها به باتری‌خانه سرویس داده و باتری‌ها نیز به نوبه خود جریان برق مستقیم را برای استفاده در سیستم‌های کنترل، ابزار دقیق و کلیدزنی فراهم می‌سازند. بخشی از جریان برق مستقیم از باتری‌ها به معکوس کننده‌ها منتقل می‌شود و خروجی آن به عنوان منبع جریان متناوب برای تجهیزات بحرانی<sup>۴</sup> به کار گرفته می‌شود. اجزای اصلی به کار رفته در باتری شارژرها عبارتند از دیوهای نیمه‌هادی<sup>۵</sup>، سیم‌پیچ‌های ترانسفورمر، خازن‌ها<sup>۶</sup>، فیلترهای الکترونیک، و مقاومت‌ها<sup>۷</sup>. همچنین این اجزای اصلی معمولاً توسط فیوزها و کلیدهای اتوماتیک<sup>۸</sup> در برابر خطاهای الکتریکی<sup>۹</sup> محافظت می‌شوند. اجزای داخلی عموماً یا به پانل و دیوارهای عقبی کابینت پیچ و بست شده و یا به پانل‌های داخلی و قاب‌های فلزی نصب شده در درون کابینت بسته می‌شوند. در پانل جلویی کابینت، ابزارهای دقیق و کنترل شامل آمپرترها<sup>۱۰</sup>، ولت‌مترها، سوئیچ‌ها، هشدار دهنده‌ها، و رله‌های کنترل قرار دارند. در معکوس کننده‌ها، اجزای اصلی به کار رفته مشابه باتری شارژرها می‌باشند.

باتری شارژرها و معکوس کننده‌ها عموماً در درون کابینت‌های مجزا قرار می‌گیرند ولی در پاره‌ای موارد به صورت مجموعه‌ای از دو کابینت متصل به یکدیگر نیز به کار برده می‌شوند. کوچکترین نوع این تجهیزات وزنی در حدود ۲۵ الی ۹۰ کیلوگرم و طول و عرض و ارتفاعی بین ۲۵ الی ۵۰ سانتی‌متر دارد و از نوع نصب قفسه‌ای و یا نصب دیواری می‌باشد. کابینت‌های بزرگ نصب زمینی عرض و عمقی بین ۵۰ الی ۱۰۰ سانتی‌متر و ارتفاعی بین ۱۵۰ الی ۲۰۰ سانتی‌متر را دارا می‌باشند. وزن این کابینت‌ها نیز از چند صد تا چندین هزار کیلوگرم متغیر می‌باشد. ولتاژ برق متناوب ورودی به باتری شارژرها و خروجی از معکوس کننده‌ها در محدوده ۱۲۰ تا ۴۸۰ ولت قرار دارد. ولتاژ برق مستقیم خروجی نیز در محدوده ۲۴ الی ۲۴۰ ولت می‌باشد.

معکوس کننده‌های نیمه‌هادی باتری شارژرها به سه دسته خود ایستا، نصب قفسه‌ای و نصب دیواری تقسیم‌بندی می‌شوند. نوع تجهیزات باتری شارژر و معکوس کننده‌ها شامل محفظه فلزی اجزای درونی، جعبه‌های اتصال و کابلها و مجاری الحاقی می‌باشد.

- 1 Battery Chargers and Inverters
- 2 Solid-State Battery Chargers
- 3 Uninterruptible Power Supply
- 4 Critical Equipments
- 5 Solid-State Diodes
- 6 Capacitors
- 7 Resistors
- 8 Molded Case Circuit Breakers and Fuses
- 9 Electrical Faults
- 10 Ammeters



### پ-۵-۲-۷-۲- پیش نیازها برای استفاده از طیف آسیب پذیری

**پیش نیاز اول)** شرایط عمومی باتری شارژر و معکوس کننده‌ها باید مشابه با شرایط عمومی که در بخش (پ-۵-۲-۷-۱) شرح داده شد، بوده و یا تحت پوشش آن قرار گیرد.

**پیش نیاز دوم)** شارژر باتری و یا معکوس کننده استاتیک<sup>۱</sup> باید از نوع نیمه‌هادی باشد. بیشتر تجربیات لرزه‌ای در مورد سیستم‌های الکتریکی با ساختار نیمه‌هادی می‌باشند. تجهیزات الکترونیکی که از نوع نیمه‌هادی نمی‌باشند (مانند لامپ‌های خلاء<sup>۲</sup>) در مقابل خسارات زلزله آسیب‌پذیر می‌باشند.

**پیش نیاز سوم)** در واحدهای باتری شارژر و معکوس کننده نصب زمینی، ترانسفورمر، که سنگین‌ترین عضو این تجهیزات می‌باشد، باید به نحوی موثر مهار شده و در مجاورت پایه‌های (کف) کابینت قرار گیرد. در شرایطی که ترانسفورمر در نزدیکی کف کابینت جاگذاری نشود، مسیر عبور بار باید به دقت مورد ارزیابی قرار گیرد. در اینجا مساله اساسی، نحوه انتقال بارهای جانبی از ترانسفورمر به پایه‌های تجهیزات می‌باشد. ارزیابی مسیر بار توسط محاسبات سرانگشتی و یا قضاوت مهندسی صورت می‌پذیرد تا از توانایی سازه برای انتقال این بارها اطمینان حاصل شود.

**پیش نیاز چهارم)** در واحدهای باتری شارژر و معکوس کننده نصب زمینی، مجموعه تشکیل دهنده پایه باید به خوبی مهاربندی شده و سخت شود به نحوی که بارهای جانبی در هر یک از جهات به ورق‌های فلزی در راستای ضعیف خمشی آنها وارد نشود. در صورت وجود ورق‌های فلزی سخت نشده و یا بدون مهاربندی، کفایت این اجزاء لزوماً باید مورد ارزیابی و بررسی قرار گیرد.

**پیش نیاز پنجم)** در واحدهای باتری شارژر و معکوس کننده نصب دیواری، تکیه‌گاه‌ها و مهاربندی‌های ترانسفورمر باید به صورت چشمی بازدید شوند تا از انتقال صحیح بار به دیوار پشتی کابینت اطمینان حاصل گردد. بارهای جانبی زلزله که به ترانسفورمر وارد می‌شوند باید به شکل صحیحی به مهارها منتقل گردند.

**پیش نیاز ششم)** ایمنی کلیه درها باید توسط چفت و بست تامین گردد. در هنگام وقوع زلزله امکان باز و بسته شدن درها وجود داشته و بر اثر آن ضرباتی به محفظه درونی وارد می‌شود. این ضربات می‌توانند سبب خرابی در شده و یا اختلالات و خرابی‌هایی را در اجزای داخلی به وجود آورند و رویکرد اصلی این پیش‌نیاز جلوگیری از این ضربات و اختلالات ناشی از آن است.

**پیش نیاز هفتم)** چنانچه کابینت‌ها دارای رله‌های ضروری بوده و به اندازه‌ای به هم نزدیک باشند که امکان ضربه زدن به یکدیگر در هنگام زلزله در آنها وجود داشته باشد، باید به یکدیگر پیچ و بست شوند. چنانچه کابینت‌ها به یکدیگر پیچ و بست نشوند در هنگام وقوع زلزله ممکن است به یکدیگر برخورد نمایند. نیروهای ضربه‌ای و ارتعاشات با فرکانس بالای ناشی از آن می‌توانند عملکرد رله‌های ضروری حساس را مختل نمایند. هدف از این پیش‌نیاز جلوگیری از چنین برخوردهایی می‌باشد.

**پیش نیاز هشتم)** جزئیات مشکوک و یا موقعیتهای غیرمعمول که توسط پیش نیازها پوشش داده نشده‌اند و می‌توانند اثر منفی بر روی ظرفیت باتری شارژرها و معکوس کننده‌ها داشته باشند، باید شناسایی شوند.





شکل (پ-۵-۷): باتری شارژر



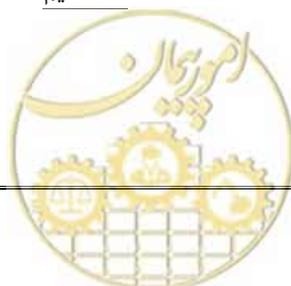
<b>کاربرگ ارزیابی تجهیزات</b>			
شماره مشخصه تجهیز:		نوع تجهیز: باتری شارژرها و معکوس کننده ها	
شرح تجهیز:			
سیستم:			
موقعیت تجهیز: ساختمان.		طبقه (ارتفاع):	اتاق:
تولیدکننده، مدل، غیره.:			
ولتاژ ورودی:		خروجی:	
جریان:		وزن (تقریبی):	
نوع محرک:			
شماره نقشه:		رده عملکرد:	
<b>پیش نیازهای لازم برای استفاده از طیف آسیب پذیری</b>			
پیش نیازهایی که مستقیماً مفاد این کاربرگها را برآورده نمی کنند اما بصورت غیرمستقیم اجرایی بودن آنها تضمین می شود با یک (*) مشخص کرده و دلیل برآورده شدن آنها در بخش ملاحظات شرح داده شود.			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۱. مشخصات کلی باتری شارژرها و معکوس کننده ها، در محدوده شرایط عمومی، مطابق پیش نیاز اول استفاده از طیف آسیب پذیری، قرار می گیرد.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۲. باتری شارژر و یا معکوس کننده استاتیک از نوع نیمه هادی است.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۳. در واحدهای نصب زمینی، ترانسفورمر در مجاورت پایه های کابینت به نحوی موثر مهار شده و در غیر اینصورت مسیر انتقال بار به دقت مورد ارزیابی قرار گرفته است.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۴. در واحدهای نصب زمینی، مجموعه تکیه گاهی برای تحمل بارهای جانبی به نحوی موثر مهاربندی و یا سخت شده است.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۵. در واحدهای نصب دیواری، تکیه گاهها و مهارهای ترانسفورمر، بارهای وارده را به نحوی صحیح به دیوار پشتی کابینت انتقال می دهند.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۶. ایمنی کلیه درها توسط چفت و بست تامین شده است.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۷. در شرایطی که کابینت های مجاور، حاوی رله های ضروری بوده و در آنها امکان ضربه زدن به یکدیگر در هنگام زلزله وجود دارد، کابینت ها به یکدیگر پیچ شده اند.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۸. آثار نامطلوب دیگری مشاهده نشده اند.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- مفاهیم و اهداف کلیه پیش نیازهای فوق برآورده می شود.



<b>کاربرگ ارزیابی تجهیزات</b>			
شماره مشخصه تجهیز:			نوع تجهیز: باتری شارژرها و معکوس کننده‌ها
شرح تجهیز:			
<b>مهار (فصل ۳)</b>			
۱. نوع مهار			
<input type="checkbox"/>	مهار انبساطی		
<input type="checkbox"/>	گل‌میخ و میل مهار درجا		
<input type="checkbox"/>	میل مهار قلابدار درجا		
<input type="checkbox"/>	مهار چسبی		
<input type="checkbox"/>	مهار توسط اتصال جوشی به فولاد مدفون در محل بیرون زدگی فولاد		
<input type="checkbox"/>	مهار سربی		
<input type="checkbox"/>	انواع دیگر .....		
<input type="checkbox"/>	موضوعیت ندارد (نیاز به بررسی بیشتر مهار نمی‌باشد)		
۲. ویژگی‌های متناسب با نوع مهار کنترل شده است.			
<input type="checkbox"/>	بله	<input type="checkbox"/>	خیر
(ابعاد، موقعیت، خصوصیات تجهیزات)			
<input type="checkbox"/>	بله	<input type="checkbox"/>	خیر
<input type="checkbox"/>	بله	<input type="checkbox"/>	نامشخص
<input type="checkbox"/>	بله	<input type="checkbox"/>	م.ن
۳. فاصله آزاد در مهار رزوه شده کمتر از ۶ mm است.			
<input type="checkbox"/>	بله	<input type="checkbox"/>	خیر
<input type="checkbox"/>	بله	<input type="checkbox"/>	نامشخص
<input type="checkbox"/>	بله	<input type="checkbox"/>	م.ن
۴. ضوابط سختی پایه تجهیز و عدم وجود عمل اهرمی برآورده شده است.			
<input type="checkbox"/>	بله	<input type="checkbox"/>	خیر
<input type="checkbox"/>	بله	<input type="checkbox"/>	نامشخص
<input type="checkbox"/>	بله	<input type="checkbox"/>	م.ن
۵. مقاومت پایه تجهیز و مسیر انتقال بارهای سازه‌ای مناسب می‌باشد.			
<input type="checkbox"/>	بله	<input type="checkbox"/>	خیر
<input type="checkbox"/>	بله	<input type="checkbox"/>	نامشخص
<input type="checkbox"/>	بله	<input type="checkbox"/>	م.ن
۶. ضوابط فولاد مدفون و بالشتک‌ها رعایت شده است.			
<input type="checkbox"/>	بله	<input type="checkbox"/>	خیر
<input type="checkbox"/>	بله	<input type="checkbox"/>	نامشخص
<input type="checkbox"/>	بله	<input type="checkbox"/>	م.ن
۷. ضوابط طول مهاری مدفون رعایت شده است.			
<input type="checkbox"/>	بله	<input type="checkbox"/>	خیر
<input type="checkbox"/>	بله	<input type="checkbox"/>	نامشخص
<input type="checkbox"/>	بله	<input type="checkbox"/>	م.ن
۸. ضوابط فاصله بین مهارها رعایت شده است.			
<input type="checkbox"/>	بله	<input type="checkbox"/>	خیر
<input type="checkbox"/>	بله	<input type="checkbox"/>	نامشخص
<input type="checkbox"/>	بله	<input type="checkbox"/>	م.ن
۹. ضوابط فاصله مهار از لبه‌ها رعایت شده است.			
<input type="checkbox"/>	بله	<input type="checkbox"/>	خیر
<input type="checkbox"/>	بله	<input type="checkbox"/>	نامشخص
<input type="checkbox"/>	بله	<input type="checkbox"/>	م.ن
۱۰. بتنی که مهار در آن قرار گرفته، مقاومت لازم را دارد.			
<input type="checkbox"/>	بله	<input type="checkbox"/>	خیر
<input type="checkbox"/>	بله	<input type="checkbox"/>	نامشخص
<input type="checkbox"/>	بله	<input type="checkbox"/>	م.ن
۱۱. ضوابط حداکثر عرض ترک برآورده شده است.			
<input type="checkbox"/>	بله	<input type="checkbox"/>	خیر
<input type="checkbox"/>	بله	<input type="checkbox"/>	نامشخص
<input type="checkbox"/>	بله	<input type="checkbox"/>	م.ن
۱۲. الزامات مهار تجهیزات حاوی رله‌های ضروری برآورده شده است.			
<input type="checkbox"/>	بله	<input type="checkbox"/>	خیر
<input type="checkbox"/>	بله	<input type="checkbox"/>	نامشخص
<input type="checkbox"/>	بله	<input type="checkbox"/>	م.ن
۱۳. کیفیت نصب مهار مناسب است.			
<input type="checkbox"/>	بله	<input type="checkbox"/>	خیر
<input type="checkbox"/>	بله	<input type="checkbox"/>	نامشخص
<input type="checkbox"/>	بله	<input type="checkbox"/>	م.ن
۱۴. موارد قابل توجه دیگری وجود ندارد.			
<input type="checkbox"/>	بله	<input type="checkbox"/>	خیر
<input type="checkbox"/>	بله	<input type="checkbox"/>	نامشخص
<input type="checkbox"/>	بله	<input type="checkbox"/>	م.ن
- نسبت ظرفیت به نیاز مهار متجاوز از یک می‌باشد.			
<input type="checkbox"/>	بله	<input type="checkbox"/>	خیر
<input type="checkbox"/>	بله	<input type="checkbox"/>	نامشخص



<b>کاربرگ ارزیابی تجهیزات</b>				
شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: باتری شارژرها و معکوس کننده ها			
شرح تجهیز:				
مراجع:				
اثرات اندرکنش (فصل ۲)				
بله <input type="checkbox"/>	خیر <input type="checkbox"/>	نامشخص <input type="checkbox"/>	م.ن <input type="checkbox"/>	۱. اهداف سبک از ضربه تجهیزات یا سازه های مجاور ایمن می باشد.
بله <input type="checkbox"/>	خیر <input type="checkbox"/>	نامشخص <input type="checkbox"/>	م.ن <input type="checkbox"/>	۲. تجهیزات حاوی رله های ضروری از هر گونه ضربه ناشی از تجهیزات یا سازه های مجاور مصون می باشند.
بله <input type="checkbox"/>	خیر <input type="checkbox"/>	نامشخص <input type="checkbox"/>	م.ن <input type="checkbox"/>	۳. خطوط لوله متصل به تجهیزات دارای انعطاف پذیری کافی می باشند.
بله <input type="checkbox"/>	خیر <input type="checkbox"/>	م.ن <input type="checkbox"/>	م.ن <input type="checkbox"/>	۴. خطر خرابی و واژگونی در تجهیزات فوقانی، سیستم های توزیع یا دیوارهای بنایی وجود ندارد.
بله <input type="checkbox"/>	خیر <input type="checkbox"/>	م.ن <input type="checkbox"/>	م.ن <input type="checkbox"/>	۵. آثار اندرکنش شامل آبفشان و آب گرفتگی قابل ملاحظه نمی باشد.
بله <input type="checkbox"/>	خیر <input type="checkbox"/>	م.ن <input type="checkbox"/>	م.ن <input type="checkbox"/>	۶. آثار اندرکنش در ارتباط با آتش سوزی قابل ملاحظه نمی باشد.
بله <input type="checkbox"/>	خیر <input type="checkbox"/>	م.ن <input type="checkbox"/>	م.ن <input type="checkbox"/>	۷. نگرانی در ارتباط با اثر تجهیزات با اهمیت پائین تر بر روی تجهیزات با اهمیت بالاتر وجود ندارد
بله <input type="checkbox"/>	خیر <input type="checkbox"/>	م.ن <input type="checkbox"/>	م.ن <input type="checkbox"/>	۸. آثار نامطلوب دیگری مشاهده نشده اند
بله <input type="checkbox"/>	خیر <input type="checkbox"/>	نامشخص <input type="checkbox"/>	م.ن <input type="checkbox"/>	- تجهیز در مقابل اثرات ناشی از اندرکنش ایمن می باشد
بله <input type="checkbox"/>	خیر <input type="checkbox"/>	نامشخص <input type="checkbox"/>	م.ن <input type="checkbox"/>	
ملاحظات				
ارزیابی و بازدیدهای چشمی:				
اعضاء تیم	زمان	تاریخ		



<b>کاربرگ ارزیابی تجهیزات</b>	
شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: باتری شارژرها و معکوس کننده‌ها
شرح تجهیز:	
<b>روش پیشنهادی برای رفع نقص</b>	
	<input type="checkbox"/> ترمیم و نگهداری : <input type="checkbox"/> ارزیابی‌های بیشتر : <input type="checkbox"/> طرح بهسازی : <input type="checkbox"/> سایر روش‌ها:
<input type="checkbox"/> کفایت لرزه‌ای مسجل است و نیاز به بررسی‌های بیشتر نیست تمامی جنبه‌های مختلف کفایت لرزه‌ای بررسی شده‌اند؟	
	اعضای تیم ارزیابی و تاریخ ارزیابی
_____ تاریخ:	_____ ۱-
_____ تاریخ:	_____ ۲-
_____ تاریخ:	_____ ۳-
_____ تاریخ:	_____ ۴-



پ-۵-۲-۸- پانل کنترل و تجهیزات ابزار دقیق<sup>۱</sup>

## پ-۵-۲-۸-۱- شرایط عمومی

این نوع تجهیزات در برگیرنده تمامی انواع پانل‌های الکتریکی است که ابزار دقیق و کنترل‌ها را پشتیبانی می‌کنند و شامل محفظه‌های فلزی و تجهیزات کنترل و ابزار دقیق متداولی است که بر روی و یا در درون محفظه قرار می‌گیرند.

پانل‌ها و کابینت‌های ابزار دقیق و کنترل، به عنوان جایگاه متمرکزی برای کنترل و پایش سیستم‌های الکتریکی و مکانیکی عمل می‌کنند. علاوه بر پانل‌های کنترل اصلی، در پاره‌ای موارد، در درون تاسیسات از پانلهای کنترل و ابزار دقیق فرعی در کنار سیستم‌هایی که توسط پانل‌ها کنترل می‌شوند، استفاده می‌شود.

پانل‌ها و کابینت‌های کنترل و تجهیزات ابزار دقیق محدوده وسیعی از ابعاد، انواع، عملکردها و اجزای تشکیل دهنده را دارا می‌باشند. سازه‌های کابینت و پانل عموماً متشکل از قاب‌های فولادی که به عنوان تکیه‌گاه پانل‌های فلزی عمل می‌کنند، می‌باشند. تجهیزات کنترل و ابزار دقیق در درون این پانل‌های فلزی پیچ شده و یا مقید می‌شوند. سازه کابینت‌ها از یک کابینت منفرد، که به دیوار مهار شده و یا در درون آن ساخته می‌شود، تا محفظه کابینت خود ایستا متغیر است. این محفظه‌ها عموماً به عنوان سوئیچ‌برد و یا بردهای انشعابی<sup>۲</sup> طبقه‌بندی می‌شوند.

سوئیچ‌برد عمودی نوعی پانل منفرد اندازه‌گیری است که از ورق‌های فلزی تقویت شده ساخته می‌شود و به دیوار مجاور مهار شده و یا درون آن ساخته می‌شود. سوئیچ‌برد بسته کابینتی خود ایستا است که از ورق‌های فلزی ساخته می‌شود و اجزایی بر روی وجه جلویی آن و احتمالاً بر روی قسمت داخلی دیواره، سوار می‌شوند. برای امکان دسترسی به بخش داخلی، پانل جلویی و یا پانل عقبی معمولاً به صورت یک در لولایی تک یا دوپل و به صورت مفصلی ساخته می‌شوند. سوئیچ‌برد دوتایی<sup>۳</sup> متشکل از دو پانل عمودی است که به یکدیگر مهار می‌شوند تا ساختاری خود ایستا تشکیل دهند و بر روی پانل‌های جلویی و عقبی آن اجزایی نصب می‌شود. در سوئیچ‌برد دوتایی معمولاً کناره‌ها دارای باز شو می‌باشند و برای اتصال پانل‌ها از اعضای قطری برای اتصال در بخش فوقانی استفاده می‌شود. سوئیچ‌برد دوبلکس<sup>۴</sup> مشابه سوئیچ‌برد دوتایی است با این تفاوت که متشکل از پانلی است که توسط ورق‌های فلزی در تمامی جهات کاملاً بسته و محفوظ است و دسترسی به آن توسط درهایی در دو وجه پانل امکان‌پذیر می‌باشد.

برد انشعابی متشکل از میز کنترل به همراه پانل عمودی الحاقی می‌باشد. در میز کنترل اجزایی بر روی قسمت فوقانی نصب شده و دسترسی به بخش داخلی توسط درهای لولایی موجود در بخش عقبی ممکن است. هر پانل مستقل مشابه یک سوئیچ‌برد عمودی است که در داخل دیوار ساخته شده و یا به دیوار مهار می‌شود. یک برد انشعابی دوتایی<sup>۵</sup> مشابه سوئیچ‌برد دوتایی است، اما در نیمه پائینی پانل جلویی یک میز فرمان<sup>۶</sup> قرار دارد. برد انشعابی دوبلکس مشابه سوئیچ‌برد دوبلکس است (یک پانل کاملاً محفوظ و محصور شده) اما یک میز فرمان در نیمه پائینی پانل جلویی آن وجود دارد.

محفظه‌های کابینت و پانل عموماً از جوش دادن مقاطع فولادی نبشی، ناودانی و لوله‌ای به یکدیگر ساخته شده و در آن لبه‌های ورق‌های فلزی توسط خال جوش به یکدیگر متصل می‌شوند. پانل‌های بزرگ معمولاً از به هم بسته شدن بخش‌های مستقل توسط یک قاب

1 Instrumentation and Control Panel

2 Bench Board

3 Dual Switchboard

4 Duplex Switchboard

5 Dual Benchboard

6 Desk Console



متصل کننده ساخته می‌شوند. پوشش ورق فلزی موجود در سقف و یا کف کابینت در پاره‌ای موارد وجود داشته و در برخی موارد نیز وجود ندارد.

نوع تجهیزات پانل کنترل و تجهیزات ابزار دقیق شامل ابزار دقیق الکترونیک یا پنوماتیک و یا دستگاه‌های کنترل الحاقی به پانل‌های فلزی و یا قرار گرفته در درون کابینت فلزی نیز می‌شود. طیف ظرفیت ارائه شده برای ارزیابی لرزه‌ای نوع تجهیزات پانل کنترل و تجهیزات ابزار دقیق دربرگیرنده اجزایی همچون محفظه‌های ساخته شده از ورق فلزی، سوئیچ‌ها، کلیدهای فشاری، نور روشنایی‌های پانل‌ها<sup>۱</sup>، شاخص‌ها<sup>۲</sup>، هشداردهنده‌ها<sup>۳</sup>، گیج‌ها، ادوات اندازه‌گیری، ثابت‌ها<sup>۴</sup>، رله‌ها، کنترل کننده‌ها، دژنکتورهای نیمه‌هادی، منابع تغذیه<sup>۵</sup>، لوله‌خرطومی‌ها، سیم‌کشی‌ها، و مجموعه ترمینال<sup>۶</sup>، می‌شود.

### پ-۵-۲-۸-۲- پیش نیازها برای استفاده از طیف آسیب پذیری

**پیش نیاز اول** شرایط عمومی پانل یا کابینت باید مشابه با شرایط عمومی که در بخش (پ-۵-۲-۸-۱) شرح داده شد، بوده و یا تحت پوشش آن قرار گیرد.

**پیش نیاز دوم** کامپیوترها و کنترل کننده‌های قابل برنامه‌ریزی باید به صورت مجزا مورد ارزیابی قرار گیرند. الزام این پیش نیاز به آن دلیل است که نظر به گستردگی موجود در انواع کامپیوترها و کنترل کننده‌های قابل برنامه‌ریزی امکان وجود خلاء در داده‌های حاصل از زلزله‌های گذشته در این تجهیزات وجود دارد. به همین دلیل این تجهیزات به صورت موردی تحت ارزیابی قرار می‌گیرند.

**پیش نیاز سوم** ثابت‌های نواری<sup>۷</sup> باید به صورت مجزا مورد ارزیابی قرار گیرند. رویکرد این پیش نیاز در این است که ثابت‌های باریک و بلند که معمولاً به صورت طره‌ای به پانل متصل می‌شوند دارای تکیه‌گاه سازه‌ای مناسبی نیستند. معمولاً از دستک‌های فشاری به عنوان تکیه‌گاه برای ثابت‌های نواری استفاده می‌شود. این دستک‌های تکیه‌گاهی توسط سازنده نصب شده و مقاومت آنها به تنهایی در حدی است که عموماً توانایی انتقال بارهای ضربه‌ای را دارند. در شرایطی که این سیستم تکیه‌گاهی دست‌ساز باشد (به این معنا که بعداً به سیستم اضافه شده باشد) و یا اینکه اساساً دستک تکیه‌گاهی وجود نداشته و یا اینکه نسبت به کفایت آن نگرانی وجود داشته باشد، نیاز به بررسی‌های بیشتر وجود خواهد داشت.

**پیش نیاز چهارم** کفایت قاب فولادی و ورق‌های فلزی باید مورد ارزیابی قرار گیرد. برای کنترل اینکه آیا برای انتقال نیروهای جانبی حاصل از بارهای لرزه‌ای به پی مسیر انتقال بار مناسبی وجود دارد، می‌توان از قضاوت مهندسی استفاده کرد.

**پیش نیاز پنجم** چنانچه کابینت‌ها دارای رله‌های ضروری بوده و به اندازه‌ای به هم نزدیک باشند که امکان ضربه زدن به یکدیگر در هنگام زلزله در آنها وجود داشته باشد، باید به یکدیگر پیچ و بست شوند. چنانچه کابینت‌ها به یکدیگر پیچ و بست نشوند در هنگام وقوع زلزله ممکن است به یکدیگر برخورد نمایند. نیروهای ضربه‌ای و ارتعاشات با فرکانس بالای ناشی از آن می‌توانند عملکرد رله‌های ضروری حساس را مختل نمایند. هدف از این پیش‌نیاز جلوگیری از چنین برخوردهایی می‌باشد.

**پیش نیاز ششم** کسوها و تجهیزاتی که بر روی شیب‌ها قرار دارند، باید به نحوی مقید شوند تا از سقوط و خرابی آنها در هنگام زلزله جلوگیری شود. هدف اصلی از این پیش‌نیاز این است که در تجهیزات موجود در کسوها امکان لغزش و خرابی وجود داشته و حتی ممکن

1 Panel Lights  
2 Indicators  
3 Annunciators  
4 Recorders  
5 Power Supplies  
6 Terminal Blocks  
7 Strip Chart Recorders



است بر اثر سقوط آنها بر روی سایر اجزای اصلی شکننده و حساس که در نزدیکی آنها قرار دارند، موجبات خرابی آنها را فراهم آورند. باید از چفت و بست برای ایمن سازی این اجزای مستعد لغزش استفاده کرد.

**پیش نیاز هفتم)** ایمنی کلیه درها باید توسط چفت و بست تامین گردد. در هنگام وقوع زلزله امکان باز و بسته شدن درها وجود داشته و بر اثر آن ضرباتی به محفظه درونی وارد می شود. این ضربات می توانند سبب خرابی در شده و یا اختلالات و خرابی هایی را در اجزای داخلی به وجود آورند و رویکرد اصلی این پیش نیاز جلوگیری از این ضربات و اختلالات ناشی از آن است.

**پیش نیاز هشتم)** جزئیات مشکوک و یا موقعیت های غیرمعمول که توسط پیش نیازها پوشش داده نشده اند و می توانند اثر منفی بر روی ظرفیت لرزه ای کابینت یا پانل داشته باشند، باید شناسایی شوند.



شکل (پ-۵-۸): پانل کنترل و تجهیزات ابزار دقیق

<b>کاربرگ ارزیابی تجهیزات</b>				
شماره مشخصه تجهیز:		نوع تجهیز: پانل کنترل و تجهیزات ابزار دقیق		
شرح تجهیز:				
سیستم:				
موقعیت تجهیز: ساختمان.		طبقه (ارتفاع):	اتاق:	
وزن هر پانل:				
تولیدکننده، مدل، غیره.:				
شماره نقشه:		رده عملکرد:		
<b>پیش‌نیازهای لازم برای استفاده از طیف آسیب پذیری</b>				
پیش‌نیازهایی را که مستقیماً مفاد این کاربرگ‌ها را برآورده نمی‌کنند اما بصورت غیرمستقیم اجرایی بودن آنها تضمین می‌شود با یک (*) مشخص کرده و دلیل برآورده شدن آنها در بخش ملاحظات شرح داده شود.				
1. مشخصات کلی پانل کنترل و تجهیزات ابزار دقیق، در محدوده شرایط عمومی، مطابق پیش نیاز اول استفاده از طیف آسیب‌پذیری، قرار می‌گیرد.	بله <input type="checkbox"/>	خیر <input type="checkbox"/>	نامشخص <input type="checkbox"/>	م.ن <input type="checkbox"/>
2. کامپیوترها و کنترل کننده‌های قابل برنامه‌ریزی به صورت مجزا مورد ارزیابی قرار می‌گیرند.	بله <input type="checkbox"/>	خیر <input type="checkbox"/>	نامشخص <input type="checkbox"/>	م.ن <input type="checkbox"/>
3. ثبات‌های نواری به صورت مجزا مورد ارزیابی قرار می‌گیرند.	بله <input type="checkbox"/>	خیر <input type="checkbox"/>	نامشخص <input type="checkbox"/>	م.ن <input type="checkbox"/>
4. کفایت سازه‌ای قاب فولادی و ورق‌های فلزی مسجل است.	بله <input type="checkbox"/>	خیر <input type="checkbox"/>	نامشخص <input type="checkbox"/>	م.ن <input type="checkbox"/>
5. در شرایطی که کابینت‌ها و پانل‌های مجاور، حاوی رله‌های ضروری بوده و در آنها امکان ضربه زدن به یکدیگر در هنگام زلزله وجود دارد، کابینت‌ها به یکدیگر پیچ شده‌اند.	بله <input type="checkbox"/>	خیر <input type="checkbox"/>	نامشخص <input type="checkbox"/>	م.ن <input type="checkbox"/>
6. کشوها و تجهیزات قرار گرفته بر روی شیب‌ها، جهت جلوگیری از سقوط مقید شده‌اند.	بله <input type="checkbox"/>	خیر <input type="checkbox"/>	نامشخص <input type="checkbox"/>	م.ن <input type="checkbox"/>
7. ایمنی کلیه درها توسط چفت و بست تامین شده است.	بله <input type="checkbox"/>	خیر <input type="checkbox"/>	نامشخص <input type="checkbox"/>	م.ن <input type="checkbox"/>
8. آثار نامطلوب دیگری مشاهده نشده‌اند.	بله <input type="checkbox"/>	خیر <input type="checkbox"/>	نامشخص <input type="checkbox"/>	م.ن <input type="checkbox"/>
- مفاهیم و اهداف کلیه پیش‌نیازهای فوق برآورده می‌شوند.	بله <input type="checkbox"/>	خیر <input type="checkbox"/>	نامشخص <input type="checkbox"/>	م.ن <input type="checkbox"/>



## کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:

نوع تجهیز: پانل کنترل و تجهیزات ابزار دقیق

شرح تجهیز:

## مهار (فصل ۳)

۱. نوع مهار

 مهار انبساطی گل میخ و میل مهار درجا میل مهار قلابدار درجا مهار چسبی مهار توسط اتصال جوشی به فولاد مدفون در محل بیرون زدگی فولاد مهار سربی انواع دیگر ..... موضوعیت ندارد (نیاز به بررسی بیشتر مهار نمی باشد)

۲. ویژگی های متناسب با نوع مهار کنترل شده است.

(ابعاد، موقعیت، خصوصیات تجهیزات)

۳. فاصله آزاد در مهار رزوه شده کمتر از ۶ mm است.

۴. ضوابط سختی پایه تجهیز و عدم وجود عمل اهرمی برآورده شده است.

۵. مقاومت پایه تجهیز و مسیر انتقال بارهای سازه ای مناسب می باشد.

۶. ضوابط فولاد مدفون و بالشتک ها رعایت شده است.

۷. ضوابط طول مهاری مدفون رعایت شده است.

۸. ضوابط فاصله بین مهارها رعایت شده است.

۹. ضوابط فاصله مهار از لبه ها رعایت شده است.

۱۰. بتنی که مهار در آن قرار گرفته، مقاومت لازم را دارد.

۱۱. ضوابط حداکثر عرض ترک برآورده شده است.

۱۲. الزامات مهار تجهیزات حاوی رله های ضروری برآورده شده است.

۱۳. کیفیت نصب مهار مناسب است.

۱۴. موارد قابل توجه دیگری وجود ندارد.

- نسبت ظرفیت به نیاز مهار متجاوز از یک می باشد.

 بله  خیر  نامشخص بله  خیر  نامشخص  م.ن بله  خیر  نامشخص بله  خیر  نامشخص بله  خیر  نامشخص  م.ن بله  خیر  نامشخص  م.ن بله  خیر  نامشخص  م.ن بله  خیر  نامشخص بله  خیر  نامشخص

مراجع:



کاربرگ ارزیابی تجهیزات			
شماره مشخصه تجهیز:			نوع تجهیز: پانل کنترل و تجهیزات ابزار دقیق
شرح تجهیز:			
اثرات اندرکنش (فصل ۲)			
اهداف سبک از ضربه تجهیزات یا سازه‌های مجاور ایمن می‌باشند.	<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن
تجهیزات حاوی رله‌های ضروری از هر گونه ضربه ناشی از تجهیزات یا سازه‌های مجاور مصون می‌باشند.	<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن
خطوط لوله متصل به تجهیزات دارای انعطاف پذیری کافی می‌باشند.	<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن
خطر خرابی و واژگونی در تجهیزات فوقانی، سیستم‌های توزیع یا دیوارهای بنایی وجود ندارد.	<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> م.ن
آثار اندرکنش شامل آبفشان و آب گرفتگی قابل ملاحظه نمی‌باشد.	<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> م.ن
آثار اندرکنش در ارتباط با آتش سوزی قابل ملاحظه نمی‌باشد.	<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> م.ن
نگرانی در ارتباط با اثر تجهیزات با اهمیت پائین تر بر روی تجهیزات با اهمیت بالاتر وجود ندارد.	<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> م.ن
آثار نامطلوب دیگری مشاهده نشده‌اند.	<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن
- تجهیز در مقابل اثرات ناشی از اندرکنش ایمن می‌باشد.	<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> نامشخص
ملاحظات			
ارزیابی و بازدیدهای چشمی:			
<u>تاریخ</u>		<u>زمان</u>	
<u>اعضاء تیم</u>			
روش پیشنهادی برای رفع نقص			
		<input type="checkbox"/>	ترمیم و نگهداری :
		<input type="checkbox"/>	ارزیابی‌های بیشتر :
		<input type="checkbox"/>	طرح بهسازی :



## کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:

نوع تجهیز: پانل کنترل و تجهیزات ابزار دقیق

شرح تجهیز:

 سایر روش ها: \_\_\_\_\_

 کفایت لوزه ای مسجل است و نیاز به بررسی های بیشتر نیست

تمامی جنبه های مختلف کفایت لوزه ای بررسی شده اند؟

اعضای تیم ارزیابی و تاریخ ارزیابی

-۱

تاریخ: \_\_\_\_\_

-۲

تاریخ: \_\_\_\_\_

-۳

تاریخ: \_\_\_\_\_

-۴

تاریخ: \_\_\_\_\_



### پ-۵-۲-۹- قفسه‌های دستگاهها و تجهیزات ابزار دقیق<sup>۱</sup>

#### پ-۵-۲-۹-۱- شرایط عمومی

این نوع تجهیزات در برگیرنده قاب‌های فولادی و کنترل‌کننده‌های محلی و ابزار دقیقی است که بر روی قاب‌های فولادی نصب می‌شوند. انتقال‌دهنده‌های سیگنال<sup>۲</sup> از انواع کنترل‌کننده‌های محلی و ابزار دقیق می‌باشند که برای هدایت از راه دور پانل‌های کنترل بکار می‌روند. قفسه‌های ابزار دقیق معمولاً سیگنال‌های کنترل و مبدل‌های<sup>۳</sup> انواع تجهیزاتی که در مجاورت آن قرار می‌گیرند را همسان‌سازی<sup>۴</sup> می‌کنند.

قفسه‌های ابزار دقیق عمدتاً با استفاده از جوش دادن و یا پیچ کردن مقاطع فولادی (مانند نبشی، لوله و یا ناودانی) و تشکیل یک قاب فولادی ساخته می‌شوند. تجهیزات یا به‌صورت مستقیم به اعضای قاب متصل شده و یا به پانل‌های فلزی که به قفسه جوش و یا پیچ شده‌اند متصل می‌شوند. قفسه‌های ابزار دقیق نصب زمینی معمولاً با توجه به تعداد تجهیزاتی که بر روی آن قرار می‌گیرند، بین ۱۲۰ تا ۲۵۰ سانتی‌متر ارتفاع و عرضی بین ۹۰ تا ۳۰۰ سانتی‌متر را دارا می‌باشند. پست منفرد زمینی<sup>۵</sup> که یک و یا دو تجهیز بر روی آن قرار می‌گیرند، پیکره‌بندی ساده‌تری از قفسه‌های ابزار دقیق می‌باشد. قفسه‌های نصب دیواری و نصب ستونی<sup>۶</sup> معمولاً برای نگهداری تعداد محدودی از تجهیزات به کار می‌روند.

اجزای سیستم کنترل که بر روی قفسه‌های ابزار دقیق سوار می‌شوند، شامل سیستم‌های الکترونیکی هستند که برای عملکردهایی مانند پایش حرارت، استارت زدن، توقف، کنترل سوخت موتورهای الکتریکی، و پایش توان الکتریکی به کار می‌روند. اجزای سیستم‌های پنوماتیک که بر روی قفسه‌های ابزار دقیق نصب می‌شوند برای پایش فشار سیالات، سطح مایعات، جریان سیالات و همچنین تنظیم شیرهای کنترل پنوماتیکی بکار می‌روند. اجزای سیستم‌های کنترل الکتریکی و ابزار دقیقی که بر روی قفسه‌های ابزار دقیق نصب می‌شوند شامل انتقال‌دهنده‌هایی است که یک سیگنال پنوماتیک از مبدل را به یک سیگنال الکتریکی برای انتقال به پانل کنترل اصلی تبدیل می‌کنند.

انواع اجزایی که معمولاً بر روی قفسه‌های ابزار دقیق سوار می‌شوند عبارتند از سوئیچ‌های فشار<sup>۷</sup>، انتقال‌دهنده‌ها، گیج‌ها، ثبات‌ها، سوئیچ‌های دستی، شیرهای چندراهه<sup>۸</sup> و شیرهای سولنوئیدی. سایر اجزای الحاقی به قفسه‌های ابزار دقیق عبارتند از خرطومی‌های پلاستیکی یا فولادی، مجاری و جعبه‌های اتصال.

طیف ظرفیت ارائه شده برای ارزیابی لرزه‌ای نوع تجهیزات قفسه‌های دستگاهها و تجهیزات ابزار دقیق دربرگیرنده قفسه‌های جوشی یا پیچی فولادی خود ایستا، نصب دیواری، نصب ستونی و اجزای قرار گرفته بر روی قفسه می‌باشد (هم اجزای پنوماتیک و هم اجزای الکتریکی و همچنین لوله‌گذاری خرطومی، سیم‌کشی و جعبه‌های اتصال بخشی از این اجزا می‌باشند).

- 1 Instruments on Racks
- 2 Signal Transmitter
- 3 Transducers
- 4 Consolidate
- 5 Single Floor-Mounted Post
- 6 Structural Column-Mounted
- 7 Pressure Switches
- 8 Manifold Valves



### پ-۵-۲-۹-۲- پیش نیازها برای استفاده از طیف آسیب پذیری

**پیش نیاز اول)** شرایط عمومی قفسه‌های دستگاهها و تجهیزات ابزار دقیق باید مشابه با شرایط عمومی که در بخش (پ-۵-۲-۹-۱) شرح داده شد، بوده و یا تحت پوشش آن قرار گیرد.

**پیش نیاز دوم)** کامپیوترها و کنترل کننده‌های قابل برنامه‌ریزی باید به صورت مجزا مورد ارزیابی قرار گیرند. الزام به این پیش‌نیاز به آن دلیل است که نظر به گستردگی موجود در انواع کامپیوترها و کنترل کننده‌های قابل برنامه‌ریزی امکان وجود خلاء در داده‌های حاصل از زلزله‌های گذشته در این تجهیزات وجود دارد. به همین دلیل این تجهیزات به صورت موردی تحت ارزیابی قرار می‌گیرند. برای حل این مشکل می‌توان از داده‌های حاصل از آزمایشهای ویژه انجام شده بر روی کامپیوترها و کنترل کننده‌های قابل برنامه‌ریزی، استفاده کرد.

**پیش نیاز سوم)** کفایت قاب فولادی و ورق‌های فلزی باید با استفاده از ارزیابی عینی مورد بررسی قرار گیرد. برای کنترل اینکه آیا برای انتقال نیروهای جانبی حاصل از بارهای لرزه‌ای به پی مسیر انتقال بار مناسبی وجود دارد، می‌توان از قضاوت مهندسی استفاده کرد.

**پیش نیاز چهارم)** چنانچه کابینت‌ها دارای رله‌های ضروری بوده و به اندازه‌ای به هم نزدیک باشند که امکان ضربه زدن به یکدیگر در هنگام زلزله در آنها وجود داشته باشد، باید به یکدیگر پیچ و بست شوند. چنانچه کابینت‌ها به یکدیگر پیچ و بست نشوند در هنگام وقوع زلزله ممکن است به یکدیگر برخورد نمایند. نیروهای ضربه‌ای و ارتعاشات با فرکانس بالای ناشی از آن می‌توانند عملکرد رله‌های ضروری حساس را مختل نمایند. هدف از این پیش‌نیاز جلوگیری از چنین برخوردهایی می‌باشد.

**پیش نیاز پنجم)** جزئیات مشکوک و یا موقعیت‌های غیرمعمول که توسط پیش نیازها پوشش داده نشده‌اند و می‌توانند اثر منفی بر روی ظرفیت لرزه‌ای قفسه‌های دستگاهها و تجهیزات ابزار دقیق داشته باشند، باید شناسایی شوند.



شکل (پ-۵-۹): قفسه‌های دستگاهها و تجهیزات ابزار دقیق

<b>کاربرگ ارزیابی تجهیزات</b>	
شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: قفسه های دستگاه ها و تجهیزات ابزار دقیق
شرح تجهیز:	
سیستم:	
موقعیت تجهیز: ساختمان.	طبقه (ارتفاع): اتاق:
تولید کننده، مدل، غیره.:	
وزن:	
شماره نقشه:	رده عملکرد:
<b>پیش نیازهای لازم برای استفاده از طیف آسیب پذیری</b>	
پیش نیازهایی را که مستقیماً مفاد این کاربرگها را برآورده نمی کنند اما بصورت غیرمستقیم اجرایی بودن آنها تضمین می شود با یک (*) مشخص کرده و دلیل برآورده شدن آنها در بخش ملاحظات شرح داده شود.	
۱. مشخصات کلی قفسه دستگاهها و تجهیزات ابزار دقیق، در محدوده شرایط عمومی، مطابق پیش نیاز اول استفاده از طیف آسیب پذیری، قرار می گیرد.	بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن <input type="checkbox"/>
۲. کامپیوتر و کنترل کننده های قابل برنامه ریزی به صورت مجزا مورد ارزیابی قرار می گیرند.	بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن <input type="checkbox"/>
۳. کفایت سازه های قاب فولادی و ورقهای فلزی مسجل است.	بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن <input type="checkbox"/>
۴. در شرایطی که کابینت های مجاور، حاوی رله های ضروری بوده و در آنها امکان ضربه زدن به یکدیگر در هنگام زلزله وجود دارد، کابینت ها به یکدیگر پیچ شده اند.	بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن <input type="checkbox"/>
۵. آثار نامطلوب دیگری مشاهده نشده اند.	بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن <input type="checkbox"/>
- مفاهیم و اهداف کلیه پیش نیازهای فوق برآورده می شوند.	بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن <input type="checkbox"/>
<b>مهاری (فصل ۳)</b>	
۱. نوع مهار	مهاری انبساطی <input type="checkbox"/>
	گل میخ و میل مهار درجا <input type="checkbox"/>
	میل مهار قلابدار درجا <input type="checkbox"/>
	مهاری چسبی <input type="checkbox"/>
	مهاری توسط اتصال جوشی به فولاد مدفون در محل بیرون زدگی فولاد <input type="checkbox"/>
	مهاری سربی <input type="checkbox"/>
	انواع دیگر ..... <input type="checkbox"/>
	موضوعیت ندارد (نیاز به بررسی بیشتر مهاری نمی باشد) <input type="checkbox"/>



### کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:

نوع تجهیز: قفسه های دستگاهها و تجهیزات ابزار دقیق

شرح تجهیز:

- |                          |                          |                          |     |   |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----|---|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | بله | ۲. ویژگی های متناسب با نوع مهار کنترل شده است .<br>(ابعاد، محل قرارگیری، خصوصیات تجهیزات) |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | بله | ۳. فاصله آزاد در مهار رزوه شده کمتر از ۶ mm است.  |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | بله | ۴. ضوابط سختی پایه تجهیز و عدم وجود عمل اهرمی برآورده می شود.                             |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | بله | ۵. مقاومت پایه تجهیز و مسیر انتقال بارهای سازه ای مناسب می باشد.                          |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | بله | ۶. ضوابط فولاد مدفون و بالشتکها رعایت می شود.   |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | بله | ۷. ضوابط طول مهاری مدفون رعایت می شود.  |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | بله | ۸. ضوابط فاصله بین مهارها رعایت می شود.   |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | بله | ۹. ضوابط فاصله مهار از لبه ها رعایت می شود.   |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | بله | ۱۰. بتنی که مهار در آن نصب شده مقاومت لازم را دارد.                                       |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | بله | ۱۱. ضوابط حداکثر عرض ترک برآورده می شود.  |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | بله | ۱۲. الزامات مهار تجهیزات حاوی رله های ضروری برآورده می شود.                               |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | بله | ۱۳. کیفیت نصب مهار مناسب است.   |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | بله | ۱۴. آیا آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده اند.  |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | بله | - آیا نسبت ظرفیت به نیاز مهار متجاوز از یک می باشد.                                       |

مراجع:

### اثرات اندرکنش (فصل ۲)

- |                          |                          |                          |     |  |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----|--|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | بله | ۱. اهداف سبک از ضربه تجهیزات یا سازه های مجاور ایمن می باشند.                                  |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | بله | ۲. تجهیزات حاوی رله های ضروری از هر گونه ضربه ناشی از تجهیزات یا سازه های مجاور مصون می باشند. |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | بله | ۳. خطوط لوله متصل به تجهیزات دارای انعطاف پذیری کافی می باشند.                                 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | بله | ۴. خطر خرابی و واژگونی در تجهیزات فوقانی، سیستم های توزیع یا دیوارهای بنایی وجود ندارد.        |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | بله | ۵. آثار اندرکنش در ارتباط با آبگرفتگی قابل ملاحظه می باشد.                                     |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | بله | ۶. آثار اندرکنش در ارتباط با آتش سوزی قابل ملاحظه می باشد.                                     |

<b>کاربرگ ارزیابی تجهیزات</b>	
شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: قفسه‌های دستگاه‌ها و تجهیزات ابزار دقیق
شرح تجهیز:	
۷. نگرانی در ارتباط با اثر تجهیزات با اهمیت پائین‌تر بر روی تجهیزات با اهمیت بالاتر وجود دارد.	بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> م.ن <input type="checkbox"/>
۸. آیا آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند.	بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن <input type="checkbox"/>
- آیا تجهیز در مقابل اثرات ناشی از اندرکنش ایمن می‌باشد.	بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/>
ملاحظات	
ارزیابی و بازبینی‌های چشمی:	
<u>تاریخ</u>	<u>زمان</u>
<u>اعضاء تیم</u>	
روش پیشنهادی برای رفع نقص	
	<input type="checkbox"/> ترمیم و نگهداری : _____ <input type="checkbox"/> ارزیابی‌های بیشتر : _____ <input type="checkbox"/> طرح بهسازی : _____ <input type="checkbox"/> سایر روش‌ها: _____ <input type="checkbox"/> کفایت لرزه‌ای مسجل است و نیاز به بررسی‌های بیشتر نیست
تمامی جنبه‌های مختلف کفایت لرزه‌ای بررسی شده‌اند؟	
	اعضای تیم ارزیابی و تاریخ ارزیابی ۱- _____ تاریخ: _____ ۲- _____ تاریخ: _____ ۳- _____ تاریخ: _____ ۴- _____ تاریخ: _____



پ-۵-۲-۱۰- حسگرهای حرارتی<sup>۱</sup>

## پ-۵-۲-۱۰-۱- شرایط عمومی

این نوع تجهیزات دربرگیرنده ترموکوپلها و حسگرهای حرارتی مقاومتی<sup>۲</sup> (RTD) است که جهت اندازه گیری حرارت سیالات به کار رفته و معمولاً در درون لوله ها و مخازن و یا بر روی آنها نصب می شوند.

ترموکوپلها پرابهایی<sup>۳</sup> متشکل از دو سیم فلزی ناهمسان می باشند. این سیمهای فلزی از درون یک غلاف محافظ عبور کرده و ولتاژ خروجی متناسب با اختلاف دمای بین اتصال گرم و سرد (اتصال کلومین) تولید می کنند. حسگرهای حرارتی مقاومتی (RTD) ساختاری مشابه ترموکوپلها دارند اما عملکردشان بر مبنای تغییرات مقاومت الکتریکی با دما می باشد. ترموکوپلها و حسگرهای حرارتی مقاومتی (RTD) با استفاده از اتصالات رزوه شده به جداره های تحت فشار (مانند جداره های لوله کشی ها، مخازن، مبدل های حرارتی و...) متصل می شوند. غلاف محافظ حسگرها اغلب درون یک سینک حرارتی<sup>۴</sup> یا محافظ خارجی قرار گرفته و به صورت دائمی در درون لوله یا مخزن نصب می شود. استفاده از یک سینک حرارتی این امکان را به وجود می آورد که بدون ایجاد شکاف در جداره های تحت فشار لوله و یا مخزن بتوان ترموکوپل یا حسگر حرارتی مقاومتی را تعویض نمود.

حسگرها معمولاً به انتقال دهنده هایی<sup>۵</sup> که در قفسه های تجهیزات مجاور قرار دارند، متصل می باشند. این انتقال دهنده ها، سیگنال های الکترونیکی تولید شده توسط حسگرها را تقویت کرده و به یک دستگاه نمایشگر اطلاعات ارسال می کنند.

نوع تجهیزات حسگرهای حرارتی دربرگیرنده سر اتصالات<sup>۶</sup>، اتصال رزوه شده، غلاف یا لوله محافظ، سینک حرارتی و سیمهای الحاقی می باشد.

## پ-۵-۲-۱۰-۲- پیش نیازها برای استفاده از طیف آسیب پذیری

**پیش نیاز اول)** شرایط عمومی حسگرهای حرارتی باید مشابه با شرایط عمومی که در بخش (پ-۵-۲-۱۰-۱) شرح داده شد، بوده و یا تحت پوشش آن قرار گیرد.

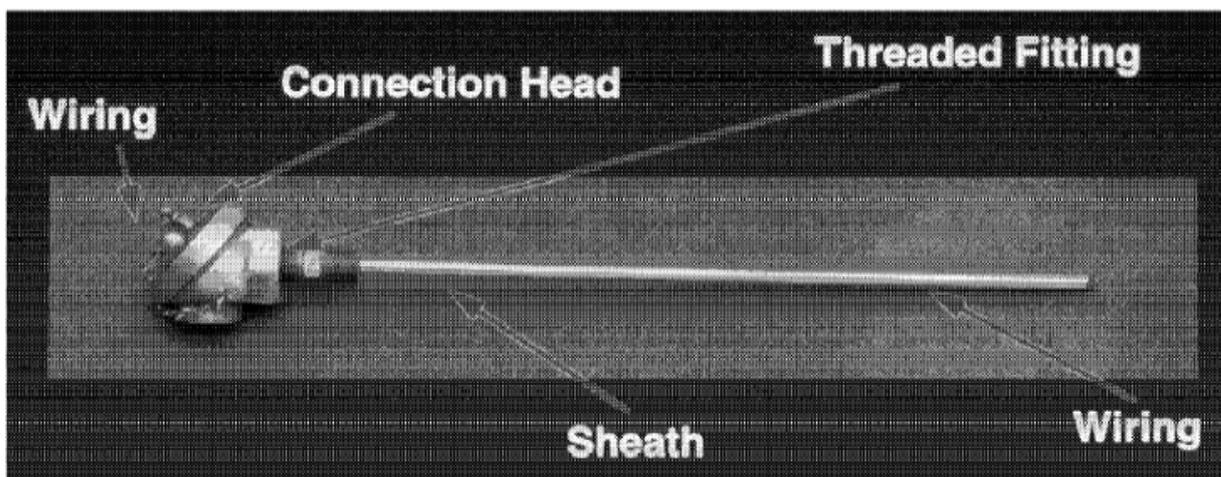
**پیش نیاز دوم)** از وقوع تغییر مکان های ناهمسان مخرب در بین محل نصب سر اتصال و حسگر حرارتی باید جلوگیری به عمل آید. هدف از این پیش نیاز جلوگیری از این تغییر مکان های ناهمسان است که می تواند سبب بیرون کشیده شدن سیم کشی ها از حسگر شود.

**پیش نیاز سوم)** تجهیزات الکترونیکی مرتبط با حسگر حرارتی باید از نوع نیمه هادی<sup>۷</sup> باشند. تجربیات لرزه ای موجود تنها در برگیرنده این نوع از تجهیزات الکترونیکی است. تجهیزات الکترونیکی که از نوع نیمه هادی نباشند (مانند لامپ های خلاء و...) آسیب پذیری بالایی در برابر زلزله دارند.

**پیش نیاز چهارم)** جزئیات مشکوک و یا موقعیت های غیرمعمول که توسط پیش نیازها پوشش داده نشده اند و می توانند اثر منفی بر روی ظرفیت لرزه ای حسگرهای حرارتی داشته باشند، باید شناسایی شوند.



1 Temperature Sensors  
 2 Resistance Temperature Detectors  
 3 Probes  
 4 Thermowell  
 5 Transmitter  
 6 Connection head  
 7 Solid State



شکل (پ-۵-۱۰): حسگر حرارتی



### کاربرگ ارزیابی تجهیزات

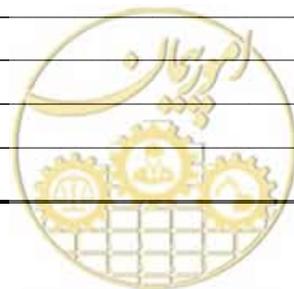
شماره مشخصه تجهیز:		نوع تجهیز: حسگرهای حرارتی	
شرح تجهیز:			
سیستم:			
موقعیت تجهیز: ساختمان.		طبقه (ارتفاع): اتاق:	
تولیدکننده، مدل، غیره.:			
وزن:			
شماره نقشه:		رده عملکرد:	
<b>پیش نیازهای لازم برای استفاده از طیف آسیب پذیری</b>			
پیش نیازهایی را که مستقیماً مفاد این کاربرگها را برآورده نمی کنند اما بصورت غیرمستقیم اجرایی بودن آنها تضمین می شود با یک (*) مشخص کرده و دلیل برآورده شدن آنها در بخش ملاحظات شرح داده شود.			
بله	خیر	نامشخص	م.ن
بله	خیر	نامشخص	م.ن
بله	خیر	نامشخص	م.ن
بله	خیر	نامشخص	م.ن
بله	خیر	نامشخص	م.ن
بله	خیر	نامشخص	م.ن
<b>مهار (فصل ۳)</b>			
۱. نوع مهار			
<input type="checkbox"/> مهار انبساطی <input type="checkbox"/> گل میخ و میل مهار درجا <input type="checkbox"/> میل مهار قلابدار درجا <input type="checkbox"/> مهار چسبی <input type="checkbox"/> مهار توسط اتصال جوشی به فولاد مدفون در محل بیرون زدگی فولاد <input type="checkbox"/> مهار سربی <input type="checkbox"/> انواع دیگر ..... <input type="checkbox"/> موضوعیت ندارد (نیاز به بررسی بیشتر مهار نمی باشد)			



<b>کاربرگ ارزیابی تجهیزات</b>			
نوع تجهیز: حسگرهای حرارتی			شماره مشخصه تجهیز:
شرح تجهیز:			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۲. ویژگی‌های متناسب با نوع مهار کنترل شده است . (ابعاد، محل قرارگیری، خصوصیات تجهیزات)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۳. فاصله آزاد در مهار رزوه شده کمتر از ۶ mm است.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۴. ضوابط سختی پایه تجهیز و عدم وجود عمل اهرمی برآورده می‌شود.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۵. مقاومت پایه تجهیز و مسیر انتقال بارهای سازه‌ای مناسب می‌باشد.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۶. ضوابط فولاد مدفون و بالشتک‌ها رعایت می‌شود.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۷. ضوابط طول مهاری مدفون رعایت می‌شود.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۸. ضوابط فاصله بین مهارها رعایت می‌شود.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۹. ضوابط فاصله مهار از لبه‌ها رعایت می‌شود.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۱۰. بتنی که مهار در آن نصب شده مقاومت لازم را دارد.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۱۱. ضوابط حداکثر عرض ترک برآورده می‌شود.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۱۲. الزامات مهار تجهیزات حاوی رله‌های ضروری برآورده می‌شود.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۱۳. کیفیت نصب مهار مناسب است.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۱۴. آیا آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- آیا نسبت ظرفیت به نیاز مهار متجاوز از یک می‌باشد.
مراجع:			
<b>اثرات اندرکنش (فصل ۲)</b>			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۱. اهداف سبک از ضربه تجهیزات یا سازه‌های مجاور ایمن می‌باشند.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۲. تجهیزات حاوی رله‌های ضروری از هر گونه ضربه ناشی از تجهیزات یا سازه‌های مجاور مصون می‌باشند.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۳. خطوط لوله متصل به تجهیزات دارای انعطاف‌پذیری کافی می‌باشند.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۴. خطر خرابی و واژگونی در تجهیزات فوقانی، سیستم‌های توزیع یا دیوارهای بنایی وجود ندارد.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۵. آثار اندرکنش در ارتباط با آبفشان و آب‌گرفتنی قابل ملاحظه می‌باشد.

### کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:		نوع تجهیز: حسگرهای حرارتی				
شرح تجهیز:						
۶. آثار اندرکنش در ارتباط با آتش سوزی قابل ملاحظه می باشد.						
<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> م.ن	<input type="checkbox"/> م.ن			
۷. نگرانی در ارتباط با اثر تجهیزات با اهمیت پائین تر بر روی تجهیزات با اهمیت بالاتر وجود دارد.						
<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> م.ن	<input type="checkbox"/> م.ن			
۸. آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده اند.						
- تجهیز در مقابل اثرات ناشی از اندرکنش ایمن می باشد.						
<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/> م.ن			
<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/> م.ن			
<b>ملاحظات</b>						
ارزیابی و بازدیدهای چشمی:						
<table border="0"> <tr> <td style="text-align: right;"><u>تاریخ</u></td> <td style="text-align: center;"><u>زمان</u></td> <td style="text-align: center;"><u>اعضاء تیم</u></td> </tr> </table>				<u>تاریخ</u>	<u>زمان</u>	<u>اعضاء تیم</u>
<u>تاریخ</u>	<u>زمان</u>	<u>اعضاء تیم</u>				
<b>روش پیشنهادی برای رفع نقص</b>						
<input type="checkbox"/> ترمیم و نگهداری : _____ <input type="checkbox"/> ارزیابی های بیشتر : _____ <input type="checkbox"/> طرح بهسازی : _____ <input type="checkbox"/> سایر روش ها: _____ <input type="checkbox"/> کفایت لوزه ای مسجل است و نیاز به بررسی های بیشتر نیست						
تمامی جنبه های مختلف کفایت لوزه ای بررسی شده اند؟						
اعضای تیم ارزیابی و تاریخ ارزیابی						
_____	_____	_____	_____			
_____	_____	_____	_____			
_____	_____	_____	_____			
_____	_____	_____	_____			



## پ-۵-۳- تجهیزات مکانیکی

پ-۵-۳-۱- شیرهای کنترل شونده توسط هوا و کنترل شونده توسط سیال (نیوماتیکی)<sup>۱</sup>

## پ-۵-۳-۱-۱- شرایط عمومی

این نوع تجهیزات دربرگیرنده شیرهایی با اندازه‌های مختلف، در انواع گوناگون و با کاربردهای متنوع می‌باشد که بوسیله هوا، آب و یا روغن عمل می‌کنند. شیرهای پیستونی کنترل‌شونده توسط مایع (شیرهای هیدرولیکی) در زمره نوع تجهیزات کنترل‌شونده توسط سیال قرار نمی‌گیرند چرا که تاکنون با جزئیات کافی مورد بررسی قرار نگرفته‌اند.

انواع اصلی شیرهای کنترل‌شونده توسط سیال عبارتند از: شیرهای کنترل‌شونده توسط دیافراگم<sup>۲</sup>، کنترل‌شونده توسط پیستون (شیر پیستونی)<sup>۳</sup> و شیرهای فشارشکن<sup>۴</sup>. پرکاربردترین نوع شیرهای کنترل‌شونده توسط سیال در تاسیسات، شیرهای فنری معکوس<sup>۵</sup> و شیرهای پنوماتیک کنترل‌شونده توسط دیافراگم<sup>۶</sup> می‌باشند. محفظه شیپوره‌ای<sup>۷</sup> شامل یک دیافراگم (غشاء فولادی و نازک) می‌شود که به عنوان یک سد فشاری<sup>۹</sup> بین بخش‌های بالایی و پائینی محفظه<sup>۱۰</sup> عمل می‌کند. محل میله محرک<sup>۱۱</sup> (یا محور<sup>۱۲</sup> شیر) بوسیله یک فنر بازگرداننده<sup>۱۳</sup> و نیز اختلاف فشار در عرض دیافراگم کنترل می‌گردد. در مقابل، موقعیت میله محرک، موقعیت شیر را کنترل می‌کند. محفظه شیپوره‌ای بر یک یوغ<sup>۱۴</sup> تکیه کرده و به وسیله آن به بدنه شیر متصل می‌گردد. اختلاف فشار در عرض دیافراگم توسط یک شیر سولنوئید و یا در شیرهای بزرگتر توسط رله پنوماتیک<sup>۱۵</sup> که اغلب روی یوغ عامل<sup>۱۶</sup> قرار دارند، کنترل می‌گردد.

شیرهای کنترل‌شونده توسط پیستون مانند یک شیر کنترل‌شونده توسط دیافراگم هستند که در آن دیافراگم با محرک شیر<sup>۱۷</sup> جایگزین شده است. نوعاً پیستون برخلاف<sup>۱۸</sup> یک فنر<sup>۱۹</sup> رفتار می‌کند تا موقعیت شیر را کنترل کند.

- 1 Fluid operated / Air-operated valves
- 2 Diaphragm-operated valves
- 3 Piston-Operated Valves
- 4 Pressure Relief Valves
- 5 Spring-opposed
- 6 Diaphragm-operated Pneumatic Valves
- 7 Bell housing
- 8 Membrane
- 9 Pressure barrier
- 10 housing
- 11 actuated rod position
- 12 stem
- 13 return spring
- 14 yoke
- 15 pneumatic relay
- 16 operator yoke
- 17 valve actuator
- 18 in opposition
- 19 Spring
- 20 Actuating Force
- 21 Confined



شیری که کنترل می کنند، بصورت طره ای قرار می گیرند. همچنین محرک می تواند با شیر یکپارچه باشد و یا از طریق بست های حلقوی رزوه شده و فلنج شده به آن متصل شود.

طیف ظرفیت ارائه شده برای نوع تجهیزات شیرهای کنترل شونده توسط هوا و سیال، دربرگیرنده اجزایی چون شیر، عملگر<sup>۱</sup>، خطوط لوله ورودی و خروجی<sup>۲</sup> تا اولین تکیه گاهی که آنها را به ساختمان یا سازه مجاور متصل می کند و ملحقات دیگر آن (مانند خطوط هوا، رله های پنوماتیک سلنویدهای کنترل و مجاری) می شود. این شیرها می توانند از هر نوع، اندازه و راستا<sup>۳</sup> باشند.

### پ-۵-۳-۱-۲- پیش نیازها برای استفاده از طیف آسیب پذیری

**پیش نیاز اول)** شرایط عمومی شیر باید مشابه با شرایط عمومی که در بخش (پ-۵-۳-۱) شرح داده شد، بوده و یا تحت پوشش آن قرار گیرد.

**پیش نیاز دوم)** جنس بدنه شیر نباید از چدن باشد چرا که در اینصورت مود شکست ترد در این نوع تجهیزات محتمل خواهد بود. به جز در حالتی که تیم ارزیابی نسبت به چدنی بودن مصالح شیر مشکوک می باشد، نیازی به تعیین دقیق جنس مصالح آن نیست. توصیه می شود تا جنس مصالح شیرهای فلنجی<sup>۴</sup> کنترل شود. در صورتی که شیرها از چدن ساخته شده باشند، تنها مشروط بر آنکه تنش های موجود در بدنه شیر در اثر بار لوله ها کم باشد (بعنوان مثال کمتر از ۲۰ درصد حداقل مقاومت کششی نهایی تعیین شده باشد)، این پیش نیاز ارضا می گردد.

**پیش نیاز سوم)** برای جلوگیری از گسیختگی ترد شیرها، یوغ در شیرهای کنترل شونده توسط پیستون<sup>۵</sup> و شیرهای فشارشکن فنری<sup>۶</sup> نباید از جنس چدن باشد. به جز در حالتی که تیم ارزیابی نسبت به چدنی بودن مصالح یوغ مشکوک می باشد، نیازی به تعیین دقیق جنس مصالح آن نیست. در صورتیکه یوغ از چدن ساخته شده باشد، این پیش نیاز تنها در صورتی احراز خواهد شد که یوغ مقاومت لازم را برای حالتی که شتابی برابر با  $g$  در مرکز ثقل عملگر و در راستای ضعیف یوغ وارد می شود، داشته باشد. در صورتیکه تنش موجود در یوغ کم باشد (بعنوان مثال کمتر از ۲۰ درصد حداقل مقاومت کششی نهایی تعیین شده باشد)، این پیش نیاز ارضا می گردد.

**پیش نیاز چهارم)** برای جلوگیری از ایجاد تنش های زیاد ناشی از وزن عملگر شیر در لوله های مجاور آن، قطر لوله ای که شیر کنترل شونده توسط سیال بر روی آن نصب می شود، باید بیش از ۲/۵ سانتیمتر باشد که تجربه زلزله های گذشته این مقدار را به عنوان حد پایین پیشنهاد می کند.

برای تبیین عدم تجاوز تنش در لوله های مجاور می توان از روش های تحلیلی (با در نظر گرفتن خروج از مرکزیت عملگر شیر) استفاده نمود. در صورتیکه شیر، عملگر آن و لوله به خوبی مقید شده و به سازه تکیه گاهی مشترکی مهار شده باشند، نگرانی خاصی وجود نخواهد داشت حتی اگر قطر لوله کمتر از ۲/۵ سانتیمتر باشد.

**پیش نیاز پنجم)** برای جلوگیری از تنش های زیاد یوغ<sup>۷</sup> شیر، فاصله بین محور مرکزی لوله تا قسمت فوقانی عملگر و یا سیلندر نباید از مقادیر ارائه شده در شکل (پ-۵-۱۲) (متناسب با قطر لوله) تجاوز نماید. همچنین به جای نمودار شکل (پ-۵-۱۲) می توان از محدودیت های ارائه شده در نمودار شکل (پ-۵-۱۳) برای ترکیبات مختلف وزن و طول عملگر استفاده نمود. برای استفاده از این نمودار، یوغ نباید از جنس چدن باشد و نیز طول عملگر نباید بیش از ۳۰٪ از مقادیر نمودار شکل (پ-۵-۱۲) تجاوز نماید.

1 Operator  
2 inlet and outlet lines  
3 orientation  
4 Flanged Valve  
5 piston-operated  
6 Spring-operated pressure relief  
7 yoke stress



به عنوان یک روش سوم می‌توان رعایت شدن این پیش‌نیاز را با تحلیل تنش‌های یوغ تحت شتابی برابر با  $3g$  در مرکز ثقل عملگر و در امتداد ضعیف یوغ به اثبات رساند. بدین منظور، در صورتیکه تنش‌های یوغ کم و تغییر شکل‌های نسبی کوچک باشند (یعنی محور گریپاژ<sup>۱</sup> نکند)، این پیش‌نیاز رعایت می‌گردد.

بعنوان یک روش جایگزین، برای نشان دادن کفایت لرزه‌ای می‌توان از آزمایش استاتیکی در محل<sup>۲</sup> استفاده نمود. بدین منظور باید تنش‌های یوغ تحت اثر یک بار استاتیکی مساوی با ۳ برابر وزن عملگر که تقریباً در مرکز ثقل عملگر و بصورت غیرهمزمان در هر سه امتداد اصلی متعامد یوغ وارد می‌شود، بررسی گردند.

همچنین می‌توان از آزمایش بر روی مدلی مشابه تجهیز استفاده نمود. در صورتیکه شیرهای متعددی موجود باشد، باید نمونه‌هایی از تمامی انواع شیرها مورد بررسی قرار گیرند

**پیش‌نیاز ششم)** برای جلوگیری از ایجاد تنش‌های زیاد در یوغ ناشی از طولی بودن عملگر، در مورد شیرهای پیستونی<sup>۳</sup> که وزن قابل

ملاحظه‌ای دارند، فاصله بین محور مرکزی لوله تا قسمت فوقانی عملگر و همچنین وزن

عملگر نباید از مقادیر مربوطه در نمودار شکل (پ-۵-۱۳) (متناسب با قطر لوله) بیشتر شود.

در صورتیکه به ازای تمامی فرکانس‌های ممکن برای شبکه لوله‌ها و شیرها، طیف آسیب پذیری بالاتر از طیف پاسخ زمین در سایت مورد بررسی قرار گیرد، می‌توان وزن مجاز عملگر و یا فاصله تا قسمت فوقانی آن را به نسبت مقادیر طیف‌ها، افزایش داد. اما در هر صورت طول طره‌ای<sup>۴</sup> و وزن عملگر نباید بیش از ۳۰٪ از مقادیر ارائه شده در نمودار شکل (پ-۵-۱۳) تجاوز کنند.

بعنوان روش دیگر، می‌توان با آنالیز تنش‌ها تحت شتابی برابر با  $3g$  در مرکز ثقل عملگر و در امتداد ضعیف یوغ، رعایت شدن این پیش‌نیاز را تضمین نمود. در صورتیکه تحت این بارگذاری تنش‌ها و تغییر شکل‌های نسبی کوچک باشند (محور گریپاژ نکند)، این پیش‌نیاز ارضا می‌شود. همچنین می‌توان مانند پیش‌نیاز پنجم همین بخش از آزمون استاتیکی نیز استفاده نمود.

**پیش‌نیاز هفتم)** از آنجا که ممکن است به علت مهار جداگانه محرک شیر و یوغ، عملگر مانند تکیه‌گاه لوله عمل نموده و بار زیادی از طریق یوغ در حین زلزله جذب کند و باعث گسیختگی یوغ و یا گریپاژ محور شود، محرک شیر<sup>۵</sup> و یوغ باید به همراه لوله‌های متصل به آن، به سازه مجاور مهار شده باشند و مهار کردن محرک و یوغ به تنهایی به سازه مجاور قابل قبول نمی‌باشد.

در صورتیکه عملگر و لوله یا شیر با هم به سازه مجاور مهار نشده باشند، حرکت نسبی آنها در جریان زلزله منجر به ایجاد تنش‌های بسیار بزرگ در محور و احتمالاً گریپاژ آن می‌شود. در صورت وجود هر کدام از نگرانی‌های فوق باید با ارزیابی ویژه‌ای از کم بودن تنش‌ها و تغییر شکل‌ها اطمینان حاصل شود.

**پیش‌نیاز هشتم)** جزئیات مشکوک و یا موقعیت‌های غیر معمول که توسط پیش‌نیازها پوشش داده نشده‌اند و می‌توانند اثر منفی بر روی ظرفیت لرزه‌ای شیرهای کنترل‌شونده توسط سیال و هوا داشته باشند، باید شناسایی گردند.

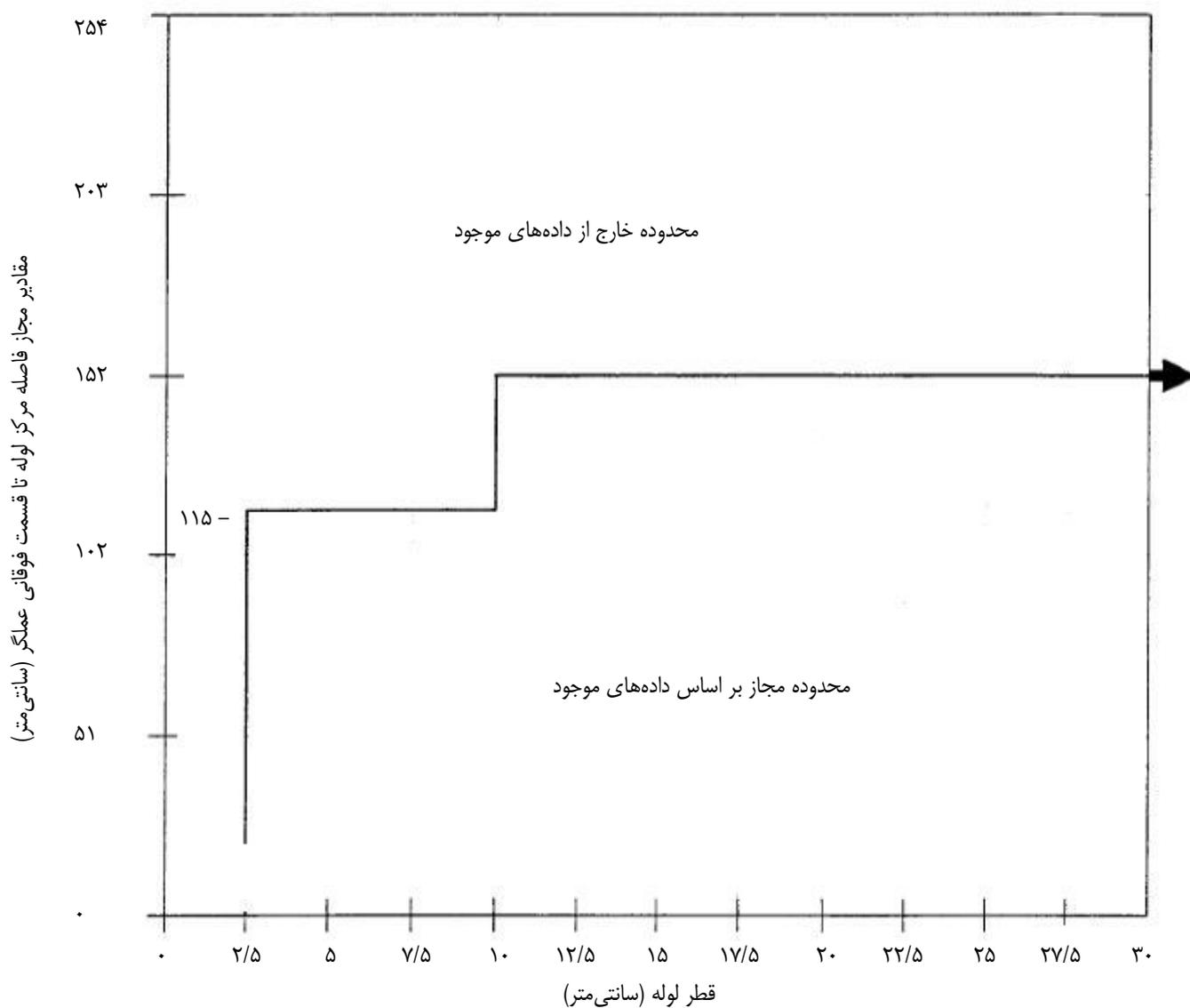
1 binding  
2 in-situ  
3 Piston operated valve  
4 Cantilever length  
5 valve actuator





شکل (پ ۵-۱۱): شیر کنترل شونده توسط هوا

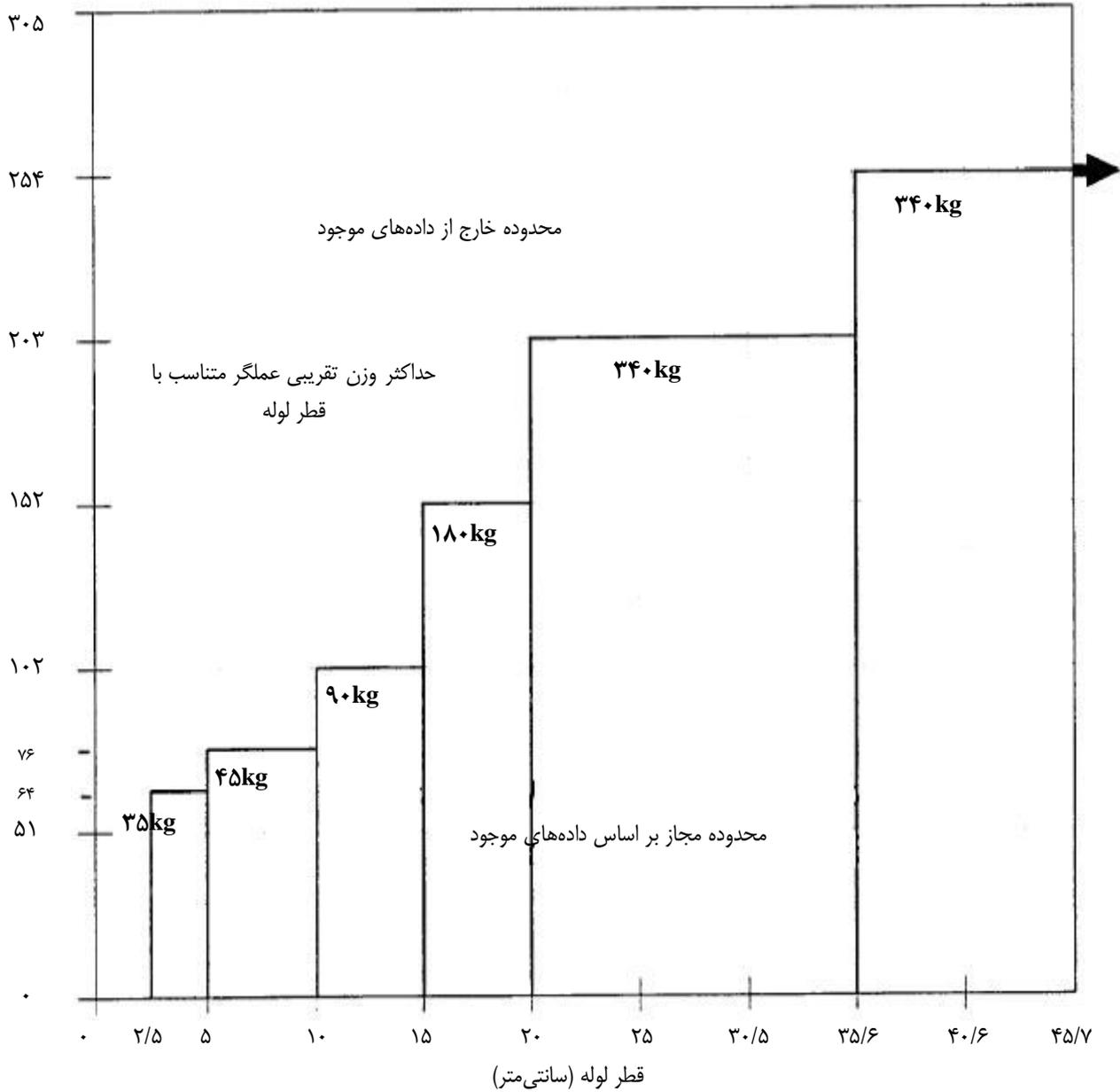




شکل (پ-۵-۱۲): مقادیر مجاز طول طره‌ای عملگر شیر در شیرهای دیافراگمی کنترل‌شونده توسط هوا، شیرهای فشار شکن کنترل‌شونده توسط فنر و شیرهای کنترل‌شونده توسط پیستون سبک



مقادیر مجاز فاصله مرکز لوله تا قسمت فوقانی عملگر (سانتی متر)



شکل (پ-۵-۱۳): مقادیر مجاز طول طره ای عملگر شیر در شیرهای کنترل شونده توسط پیستون با وزن قابل توجه



<b>کاربرگ ارزیابی تجهیزات</b>			
شماره مشخصه تجهیز:			نوع تجهیز: شیر کنترل شونده توسط هوا/سیال
شرح تجهیز:			
سیستم:			
موقعیت تجهیز:		ساختمان:	طبقه (ارتفاع):
اتاق:			
تولیدکننده، مدل، غیره:			
قطر کوچکترین لوله متصل به شیر:			
فاصله محور لوله تا قسمت فوقانی محرک شیر:			
مصلح شیر:		مصلح یوغ:	
وزن:			
شماره نقشه:		رده عملکرد:	
<b>پیش‌نیازهای لازم برای استفاده از طیف آسیب پذیری</b>			
پیش‌نیازهایی را که مستقیماً مفاد این کاربرگ‌ها را برآورده نمی‌کنند اما بصورت غیرمستقیم اجرایی بودن آنها تضمین می‌شود با یک (*) مشخص کرده و دلیل برآورده شدن آنها در بخش ملاحظات شرح داده شود.			
بله	خیر	نامشخص	م.ن
بله	خیر	نامشخص	م.ن
بله	خیر	نامشخص	م.ن
بله	خیر	نامشخص	م.ن
بله	خیر	نامشخص	م.ن
بله	خیر	نامشخص	م.ن
بله	خیر	نامشخص	م.ن
بله	خیر	نامشخص	م.ن
بله	خیر	نامشخص	م.ن
بله	خیر	نامشخص	م.ن
بله	خیر	نامشخص	م.ن
بله	خیر	نامشخص	م.ن
بله	خیر	نامشخص	م.ن

## کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:

نوع تجهیز: شیر کنترل شونده توسط هوا/سیال

شرح تجهیز:

## مهار (فصل ۳)

۱. نوع مهار

 مهار انبساطی گل میخ و میل مهار درجا میل مهار قلابدار درجا مهار چسبی مهار توسط اتصال جوشی به فولاد مدفون در محل بیرون زدگی فولاد مهار سربی انواع دیگر ..... موضوعیت ندارد (نیاز به بررسی بیشتر مهار نمی باشد)

۲. ویژگی های متناسب با نوع مهار کنترل شده است.

(ابعاد، محل قرارگیری، خصوصیات تجهیزات)

۳. فاصله آزاد در مهار رزوه شده کمتر از ۶ mm است.

۴. ضوابط سختی پایه تجهیز و عدم وجود عمل اهرمی برآورده می شود.

۵. مقاومت پایه تجهیز و مسیر انتقال بارهای سازه ای مناسب می باشد.

۶. ضوابط فولاد مدفون و بالشتک ها رعایت می شود.

۷. ضوابط طول مهاری مدفون رعایت می شود.

۸. ضوابط فاصله بین مهارها رعایت می شود.

۹. ضوابط فاصله مهار از لبه ها رعایت می شود.

۱۰. بتنی که مهار در آن نصب شده مقاومت لازم را دارد.

۱۱. ضوابط حداکثر عرض ترک برآورده می شود.

۱۲. الزامات مهار تجهیزات حاوی رله های ضروری برآورده می شود.

۱۳. کیفیت نصب مهار مناسب است.

۱۴. آیا آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده اند.

- آیا نسبت ظرفیت به نیاز مهار متجاوز از یک می باشد.

 بله  خیر  نامشخص بله  خیر  نامشخص  م.ن بله  خیر  نامشخص بله  خیر  نامشخص بله  خیر  نامشخص  م.ن بله  خیر  نامشخص  م.ن بله  خیر  نامشخص  م.ن بله  خیر  نامشخص بله  خیر  نامشخص

<b>کاربرگ ارزیابی تجهیزات</b>				
شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: شیر کنترل شونده توسط هوا/سیال			
شرح تجهیز:				
مراجع:				
<b>اثرات اندرکنش (فصل ۲)</b>				
بله <input type="checkbox"/>	خیر <input type="checkbox"/>	نامشخص <input type="checkbox"/>	م.ن <input type="checkbox"/>	۱. اهداف سبک از ضربه تجهیزات یا سازه‌های مجاور ایمن می‌باشند.
بله <input type="checkbox"/>	خیر <input type="checkbox"/>	نامشخص <input type="checkbox"/>	م.ن <input type="checkbox"/>	۲. تجهیزات حاوی رله‌های ضروری از هر گونه ضربه ناشی از تجهیزات یا سازه‌های مجاور مصون می‌باشند.
بله <input type="checkbox"/>	خیر <input type="checkbox"/>	نامشخص <input type="checkbox"/>	م.ن <input type="checkbox"/>	۳. خطوط لوله متصل به تجهیزات دارای انعطاف پذیری کافی می‌باشند.
بله <input type="checkbox"/>	خیر <input type="checkbox"/>	م.ن <input type="checkbox"/>	م.ن <input type="checkbox"/>	۴. خطر خرابی و واژگونی در تجهیزات فوقانی، سیستم‌های توزیع یا دیوارهای بنایی وجود ندارد.
بله <input type="checkbox"/>	خیر <input type="checkbox"/>	م.ن <input type="checkbox"/>	م.ن <input type="checkbox"/>	۵. آثار اندرکنش در ارتباط با آبفشان و آب گرفتگی قابل ملاحظه می‌باشد.
بله <input type="checkbox"/>	خیر <input type="checkbox"/>	م.ن <input type="checkbox"/>	م.ن <input type="checkbox"/>	۶. آثار اندرکنش در ارتباط با آتش‌سوزی قابل ملاحظه می‌باشد.
بله <input type="checkbox"/>	خیر <input type="checkbox"/>	م.ن <input type="checkbox"/>	م.ن <input type="checkbox"/>	۷. نگرانی در ارتباط با اثر تجهیزات با اهمیت پائین‌تر بر روی تجهیزات با اهمیت بالاتر وجود دارد.
بله <input type="checkbox"/>	خیر <input type="checkbox"/>	نامشخص <input type="checkbox"/>	م.ن <input type="checkbox"/>	۸. آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند.
بله <input type="checkbox"/>	خیر <input type="checkbox"/>	نامشخص <input type="checkbox"/>	م.ن <input type="checkbox"/>	- تجهیز در مقابل اثرات ناشی از اندرکنش ایمن می‌باشد.
<b>ملاحظات</b>				
ارزیابی و بازبینی‌های چشمی:				
اعضاء تیم		زمان	تاریخ	



<b>کاربرگ ارزیابی تجهیزات</b>		
شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: شیر کنترل شونده توسط هوا/سیال	
شرح تجهیز:		
<b>روش پیشنهادی برای رفع نقص</b>		
<input type="checkbox"/>	ترمیم و نگهداری :	
<input type="checkbox"/>	ارزیابی های بیشتر :	
<input type="checkbox"/>	طرح بهسازی :	
<input type="checkbox"/>	سایر روش ها:	
<input type="checkbox"/> کفایت لرزه ای مسجل است و نیاز به بررسی های بیشتر نیست		
تمامی جنبه های مختلف کفایت لرزه ای بررسی شده اند؟		
	۱- _____	اعضای تیم ارزیابی و تاریخ ارزیابی
تاریخ:	_____	_____



## پ-۵-۳-۲- شیرهای کنترل شونده توسط موتور<sup>۱</sup> (MOV) یا سولنوئید<sup>۲</sup> (SOV)

### پ-۵-۳-۱- شرایط عمومی

این نوع تجهیزات دربرگیرنده یک موتور عملگر<sup>۳</sup> با یک جعبه کنترل<sup>۴</sup>، جعبه‌دنده<sup>۵</sup> و موتور محرک می‌باشد. جعبه‌دنده شامل دنده‌هایی است که محرک شیر<sup>۶</sup> را به محور موتور محرک متصل می‌کند.

کنترل‌های محلی<sup>۷</sup> نوعاً شامل رله‌ای برای تحریک مدار ورودی<sup>۸</sup> موتور و سوئیچ‌های حدی و پیچش<sup>۹</sup> برای هماهنگ کردن موقعیت موتور محرک و شیر می‌باشد. همچنین عملگرهای شیر می‌توانند دارای یک کنترل‌گر محلی بعنوان بخشی از محفظه عملگر باشند. محور محرک شیر معمولاً از میان یک قاب فلزی تکیه‌گاه و یا یوغ می‌گذرد. اینگونه شیرها شامل هر نوع، اندازه و راستا از شیرهای کنترل شونده توسط موتور می‌باشد.

عملگرهای موتور ممکن است در هر موقعیتی نصب شده باشند (به صورت کنسولی قائم در بالا، پایین و یا در طرفین شیر). یوغی که عملگر را به بدنه شیر متصل می‌کند می‌تواند به صورت لوله فلزی دربرگیرنده محور محرک و یا قابی از تیرهای جوش شده، باشد. نحوه اتصال جعبه‌دنده موتور به یوغ و یوغ به شیر معمولاً از اتصالات پیچی فلنجی، اتصالات رزوه شده و بست‌های حلقوی<sup>۱۰</sup> می‌باشد. در برخی کاربردها عملگرهای موتور در یک محل دور<sup>۱۱</sup> بالای شیر قرار می‌گیرند.

نوع تجهیزات شیرهای کنترل شونده توسط موتور دربرگیرنده تمامی شیرهایی است که با موتور الکتریکی فعال<sup>۱۲</sup> می‌شوند. همچنین شیر، عملگر، خطوط لوله ورودی و خروجی<sup>۱۳</sup> و مجاری متصل تا اولین تکیه‌گاه آنها در ساختمان یا سازه مجاور در زمره این نوع تجهیزات قرار می‌گیرند.

عملگرهای سولنوئید کوچکتر و سبکتر از عملگرهای موتور می‌باشند. شیرهای کنترل شونده توسط سولنوئید با عبور جریان الکتریکی از یک سیم‌پیچ<sup>۱۴</sup> و ایجاد میدان مغناطیسی که باعث باز و بسته شدن شیر می‌شود، فعال می‌شوند. اساساً این نوع شیرها نسبت به شیرهای کنترل شونده توسط موتور بسیار فشرده‌تر<sup>۱۵</sup> بوده و جرم طره‌ای بسیار کمتری برای نگهداری توسط بدنه شیر، دارند. همچنین این نوع تجهیزات نسبت به موتورهای کنترل شونده توسط موتور بر روی لوله‌های نازک‌تری قرار می‌گیرند.

نوع تجهیزات کنترل شونده توسط سولنوئید، دربرگیرنده تمامی شیرهایی می‌شود که توسط یک سولنوئید فعال می‌شوند. بعلاوه شیر، عملگر، خطوط لوله ورودی و خروجی و مجاری متصل تا اولین تکیه‌گاه آنها در سازه یا ساختمان مجاور در زمره این نوع تجهیزات قرار می‌گیرند.

- 1 Motor-Operated Valves
- 2 Solenoid-Operated Valve
- 3 Motor Operator
- 4 Control Box
- 5 Gear Box
- 6 Valve Actuation
- 7 Local Controls
- 8 Primary Circuit
- 9 Torque and Limit Switches
- 10 Ring Clamps
- 11 Remote Location
- 12 Actuate
- 13 Inlet and Outlet Lines
- 14 Coil
- 15 Compact



### پ-۵-۳-۲-۲- پیش نیازها برای استفاده از طیف آسیب پذیری شیرهای کنترل شونده توسط موتور

**پیش نیاز اول)** شرایط عمومی شیر باید مشابه با شرایط عمومی که در بخش (پ-۵-۳-۲-۱) شرح داده شد، بوده و یا تحت پوشش آن قرار گیرد.

**پیش نیاز دوم)** جنس بدنه شیر نباید از چدن باشد چرا که در اینصورت مود شکست ترد در این نوع تجهیزات محتمل خواهد بود. به جز در حالتی که تیم ارزیابی نسبت به چدنی بودن مصالح شیر مشکوک می باشد، نیازی به تعیین دقیق جنس مصالح آن نیست. توصیه می شود تا جنس مصالح شیرهای فلنجی کنترل شود. در صورتیکه شیرها از چدن ساخته شده باشند، تنها مشروط بر آنکه تنش های موجود در بدنه شیر در اثر بار لوله ها کم باشد (بعنوان مثال کمتر از ۲۰ درصد حداقل مقاومت کششی نهایی تعیین شده باشد)، این پیش نیاز ارضا می گردد.

**پیش نیاز سوم)** برای جلوگیری از گسیختگی ترد شیرها، یوغ در شیرهای کنترل شونده توسط موتور نباید از جنس چدن باشد. به جز در حالتیکه تیم ارزیابی نسبت به چدنی بودن مصالح یوغ مشکوک می باشد، نیازی به تعیین دقیق جنس مصالح آن نیست. در صورتیکه یوغ از چدن ساخته شده باشد، این پیش نیاز تنها در صورتی احراز خواهد شد که یوغ مقاومت لازم را برای حالتی که شتابی برابر با  $3g$  در مرکز ثقل عملگر و در راستای ضعیف یوغ وارد می شود، داشته باشد. در صورتیکه تنش موجود در یوغ کم باشد (بعنوان مثال کمتر از ۲۰ درصد حداقل مقاومت کششی نهایی تعیین شده باشد)، این پیش نیاز ارضا می گردد.

**پیش نیاز چهارم)** برای جلوگیری از ایجاد تنش های زیاد ناشی از وزن عملگر شیر در لوله های مجاور آن، قطر لوله ای که شیر کنترل شونده توسط موتور بر روی آن نصب می شود، باید بیش از  $2/5$  سانتیمتر باشد که تجربه زلزله های گذشته این مقدار را به عنوان حد پایین پیشنهاد می کند. برای تبیین عدم تجاوز تنش در لوله های مجاور می توان از روش های تحلیلی (با در نظر گرفتن خروج از مرکزیت عملگر شیر) استفاده نمود. در صورتیکه شیر، عملگر آن و لوله به خوبی مقید شده و به سازه تکیه گاهی مشتری مهار شده باشند، نگرانی خاصی وجود نخواهد داشت حتی اگر قطر لوله کمتر از  $2/5$  سانتیمتر باشد. از آنجا که شیرهای کنترل شونده توسط سولنوئید عموماً بر روی خطوط لوله هوا با قطر کمتر از  $2/5$  سانتی متر قرار دارند، نیاز به احراز چنین پیش نیازی برای آنها نمی باشد.

**پیش نیاز پنجم)** برای جلوگیری از تنش های زیاد یوغ شیر، فاصله بین محور مرکزی لوله تا قسمت فوقانی عملگر و یا سیلندر نباید از مقادیر ارائه شده در شکل (پ-۵-۱۶) (متناسب با قطر لوله) تجاوز نماید.

در صورتیکه به ازای تمامی فرکانس های ممکن برای شبکه لوله ها و شیرها، طیف آسیب پذیری بالاتر از طیف پاسخ زمین در سایت مورد بررسی قرار گیرد، می توان وزن مجاز عملگر و یا فاصله تا قسمت فوقانی آن را به نسبت مقادیر طیف ها، افزایش داد. اما در هر صورت طول طره ای و وزن عملگر نباید بیش از ۳۰٪ از مقادیر ارائه شده در نمودار شکل (پ-۵-۱۲) تجاوز کنند.

به عنوان یک روش دیگر می توان با آنالیز تنش های یوغ تحت شتابی برابر با  $3g$  در مرکز ثقل عملگر و در امتداد ضعیف یوغ، رعایت شدن این پیش نیاز را تضمین نمود. بدین منظور، در صورتیکه تنش های یوغ کم و تغییر شکل های نسبی کوچک باشند (محور گریپاژ نکند)، این پیش نیاز رعایت می گردد.

همچنین می توان با انجام آزمایش استاتیکی در محل کفایت لرزه ای را بررسی نمود. بدین منظور باید تنش های یوغ تحت اثر یک بار استاتیکی مساوی با ۳ برابر وزن عملگر که تقریباً در مرکز ثقل عملگر و بصورت غیرهمزمان در هر سه امتداد اصلی متعامد یوغ وارد می شود، بررسی گردند. لازم به ذکر است که تمامی محدث های دیگر باید برقرار باشند. همچنین می توان از آزمایش بر روی مدلی مشابه تجهیز استفاده نمود.



**پیش‌نیاز ششم)** از آنجا که ممکن است به علت مهار جداگانه محرک شیر و یوغ، عملگر مانند تکیه‌گاه لوله عمل نموده و بار زیادی از طریق یوغ در حین زلزله جذب کند و باعث گسیختگی یوغ و یا گریپاژ محور شود. محرک شیر و یوغ باید به همراه لوله‌های متصل به آن، باید به سازه مجاور مهار شده باشند و مهار کردن محرک و یوغ به تنهایی به سازه مجاور قابل قبول نمی‌باشد.

در صورتیکه عملگر و لوله یا شیر با هم به سازه مجاور مهار نشده باشند، حرکت نسبی آنها در جریان زلزله منجر به ایجاد تنش‌های بسیار بزرگ در محور و احتمالاً گریپاژ آن می‌شود. در صورت وجود هر کدام از نگرانی‌های فوق باید با ارزیابی ویژه‌ای از کم بودن تنش‌ها و تغییر شکل‌ها اطمینان حاصل شود.

**پیش‌نیاز هفتم)** جزئیات مشکوک و یا موقعیت‌های غیر معمول که توسط پیش‌نیازها پوشش داده نشده‌اند و می‌توانند اثر منفی بر روی ظرفیت لرزه‌ای شیرهای کنترل‌شونده توسط موتور داشته باشند، باید شناسایی گردند.

### پ-۵-۳-۲-۳- پیش‌نیازها برای استفاده از طیف آسیب‌پذیری شیرهای کنترل‌شونده توسط سولنوئید

**پیش‌نیاز اول)** شرایط عمومی شیر باید مشابه با شرایط عمومی که در بخش (پ-۵-۳-۲-۱) شرح داده شد، بوده و یا تحت پوشش آن قرار گیرد. همچنین تیم ارزیابی باید حالات بحرانی عوامل مختلف را تشخیص دهد و اثر آنها را بر کاهش ظرفیت لرزه‌ای لحاظ نماید. در چنین مواردی می‌توان از ارزیابی موردی استفاده نمود.

**پیش‌نیاز دوم)** جنس بدنه شیر نباید از چدن باشد چرا که در اینصورت مود شکست ترد در این نوع تجهیزات محتمل خواهد بود. به جز در حالتی که تیم ارزیابی نسبت به چدنی بودن مصالح شیر مشکوک می‌باشد، نیازی به تعیین دقیق جنس مصالح آن نیست. توصیه می‌شود تا جنس مصالح شیرهای فلنجی کنترل شود. در صورتیکه شیرها از چدن ساخته شده باشند، تنها مشروط بر آنکه تنش‌های موجود در بدنه شیر در اثر بار لوله‌ها کم باشد (بعنوان مثال کمتر از ۲۰ درصد حداقل مقاومت کششی نهایی تعیین شده باشد)، این پیش‌نیاز ارضا می‌گردد.

**پیش‌نیاز سوم)** برای جلوگیری از گسیختگی ترد شیرها، یوغ در شیرهای کنترل‌شونده توسط سولنوئید نباید از جنس چدن باشد. به جز در حالتیکه تیم ارزیابی نسبت به چدنی بودن مصالح یوغ مشکوک می‌باشد، نیازی به تعیین دقیق جنس مصالح آن نیست. در صورتیکه یوغ از چدن ساخته شده باشد، این پیش‌نیاز تنها در صورتی احراز خواهد شد که یوغ مقاومت لازم را برای حالتی که شتابی برابر با  $3g$  در مرکز ثقل عملگر و در راستای ضعیف یوغ وارد می‌شود، داشته باشد. در صورتیکه تنش موجود در یوغ کم باشد (بعنوان مثال کمتر از ۲۰ درصد حداقل مقاومت کششی نهایی تعیین شده باشد)، این پیش‌نیاز ارضا می‌گردد.

**پیش‌نیاز چهارم)** برای جلوگیری از تنش‌های زیاد یوغ شیر(خصوصاً در شیرهای با عملگر بلند)، فاصله بین محور مرکزی لوله تا قسمت فوقانی عملگر و یا سیلندر نباید از مقادیر ارائه شده در شکل (پ-۵-۱۶) (متناسب با قطر لوله) تجاوز نماید.

در صورتیکه به ازای تمامی فرکانس‌های ممکن برای شبکه لوله‌ها و شیرها، طیف آسیب‌پذیری بالاتر از طیف پاسخ زمین در سایت مورد بررسی قرار گیرد، می‌توان وزن مجاز عملگر و یا فاصله تا قسمت فوقانی آن را به نسبت مقادیر طیف‌ها، افزایش داد. اما در هر صورت طول طره‌ای و وزن عملگر نباید بیش از ۳۰٪ از مقادیر ارائه شده در نمودار شکل (پ-۵-۱۶) تجاوز کنند.

به عنوان یک روش دیگر می‌توان با آنالیز تنش‌های یوغ تحت شتابی برابر با  $3g$  در مرکز ثقل عملگر و در امتداد ضعیف یوغ، رعایت شدن این پیش‌نیاز را تضمین نمود. بدین منظور، در صورتیکه تنش‌های یوغ کم و تغییر شکل‌های نسبی کوچک باشند (محور گریپاژ نکند)، این پیش‌نیاز رعایت می‌گردد.

همچنین می‌توان با انجام آزمایش استاتیکی در محل کفایت لرزه‌ای را بررسی نمود. بدین منظور باید تنش‌های یوغ تحت اثر یک بار استاتیکی مساوی با ۳ برابر وزن عملگر که تقریباً در مرکز ثقل عملگر و بصورت غیرهمزمان در هر سه امتداد اصلی متعامد یوغ وارد

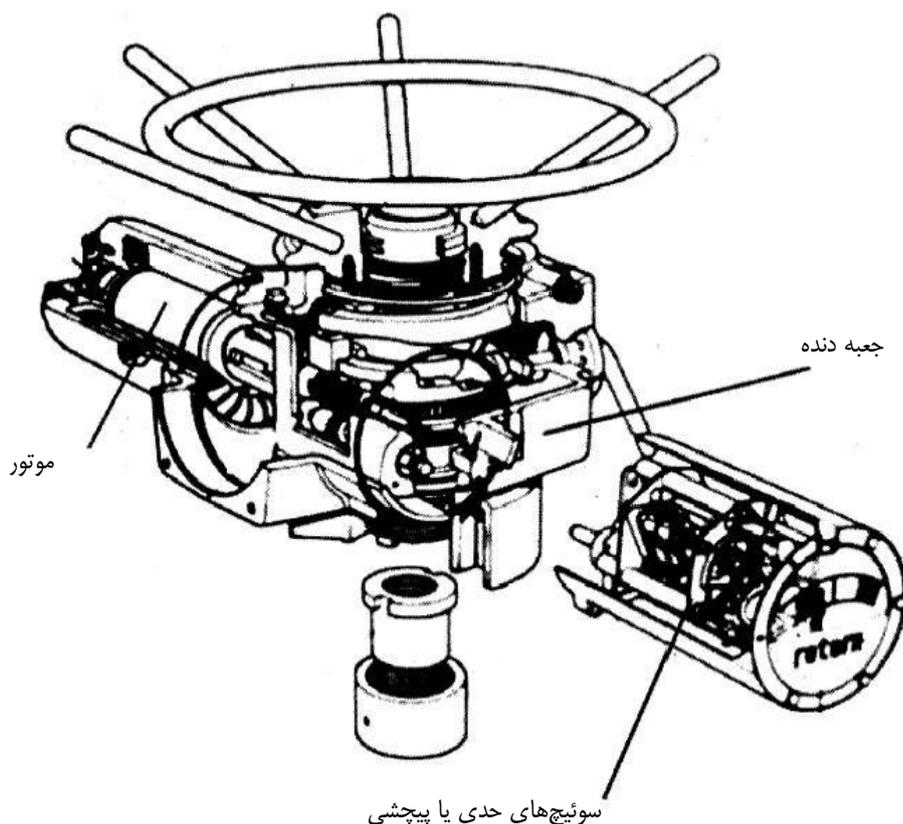


می شود، بررسی گردند. لازم به ذکر است که تمامی محدثت های دیگر باید برقرار باشند. همچنین می توان از آزمایش بر روی مدلی مشابه تجهیز استفاده نمود.

**پیش نیاز پنجم)** از آنجا که ممکن است به علت مهار جداگانه محرک شیر و یوغ، عملگر مانند تکیه گاه لوله عمل نموده و بار زیادی از طریق یوغ در حین زلزله جذب کند و باعث گسیختگی یوغ و یا گریپاژ محور شود. محرک شیر و یوغ باید به همراه لوله های متصل به آن، باید به سازه مجاور مهار شده باشند و مهار کردن محرک و یوغ به تنهایی به سازه مجاور قابل قبول نمی باشد.

در صورتیکه عملگر و لوله یا شیر با هم به سازه مجاور مهار نشده باشند، حرکت نسبی آنها در جریان زلزله منجر به ایجاد تنش های بسیار بزرگ در محور و احتمالاً گریپاژ آن می شود. در صورت وجود هر کدام از نگرانی های فوق باید با ارزیابی ویژه ای از کم بودن تنش ها و تغییر شکل ها اطمینان حاصل شود.

**پیش نیاز ششم)** جزئیات مشکوک و یا موقعیت های غیر معمول را که توسط پیش نیازها پوشش داده نشده اند و می توانند اثر منفی بر روی ظرفیت لرزه ای شیرهای کنترل شونده توسط سولنوئید داشته باشند، باید شناسایی گردند.



شکل (پ-۵-۱۴): شیر کنترل شونده توسط موتور

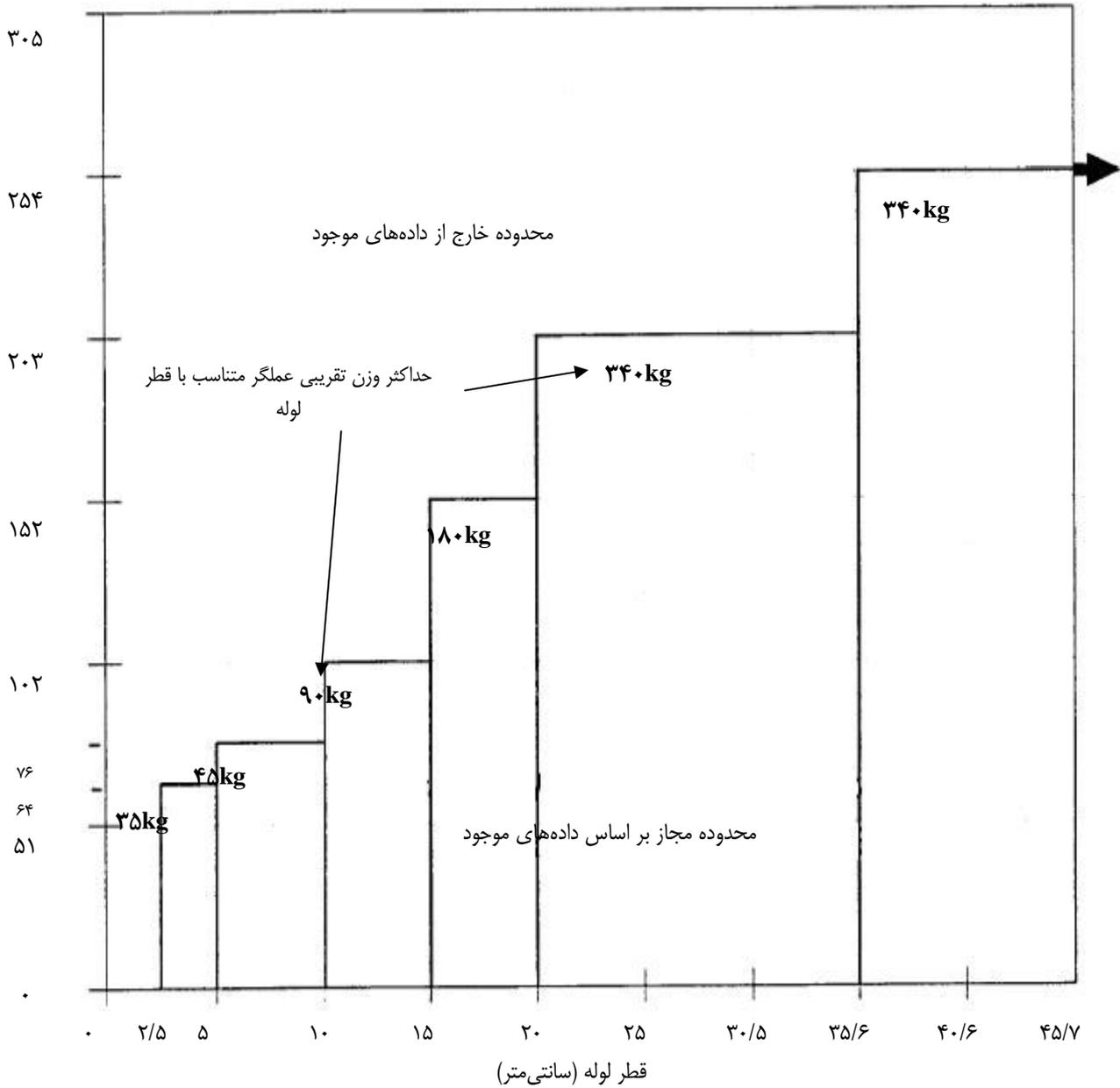




شکل (ب-۵-۱۵): شیر کنترل شونده توسط سولنوئید



مقادیر مجاز فاصله مرکز تا قسمت فوقانی عملگر (سانتی متر)



شکل (پ-۵-۱۶): مقادیر مجاز طول طره ای عملگر شیر در شیرهای کنترل شونده توسط موتور با وزن قابل توجه



<b>کاربرگ ارزیابی تجهیزات</b>	
شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: شیر کنترل شونده توسط موتور
شرح تجهیز:	
سیستم:	
موقعیت تجهیز:	ساختمان: _____ طبقه (ارتفاع): _____ اتاق: _____
تولیدکننده، مدل، غیره: _____	
قطر کوچکترین لوله متصل به شیر: _____	
فاصله محور لوله تا قسمت فوقانی محرک شیر: _____	
مصلح شیر:	مصلح یوغ: _____
وزن: _____	
شماره نقشه:	رده عملکرد: _____
<b>پیش‌نیازهای لازم برای استفاده از طیف آسیب پذیری</b>	
پیش‌نیازهایی را که مستقیماً مفاد این کاربرگ‌ها را برآورده نمی‌کنند اما بصورت غیرمستقیم اجرایی بودن آنها تضمین می‌شود با یک (*) مشخص کرده و دلیل برآورده شدن آنها در بخش ملاحظات شرح داده شود.	
۱. مشخصات کلی شیر، در محدوده شرایط عمومی قرار می‌گیرد.	بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن <input type="checkbox"/>
۲. مصلح شیر از چدن می‌باشد.	بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن <input type="checkbox"/>
۳. مصلح یوغ از چدن می‌باشد؟	بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن <input type="checkbox"/>
۴. لوله‌ای که شیر بر آن نصب شده است حداقل قطری برابر با ۲/۵ سانتی‌متر دارد.	بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن <input type="checkbox"/>
۵. آیا فاصله محور مرکزی لوله تا قسمت فوقانی عملگر یا یوغ برای جلوگیری از ایجاد تنش‌های یوگی بالا تحت شتاب ۳g مناسب است.	بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن <input type="checkbox"/>
۶. آیا محرک یا یوغ، مستقل از لوله‌های متصل، به نزدیکترین سازه مجاور مهاربندی شده‌اند.	بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن <input type="checkbox"/>
۷. آیا آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند.	بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن <input type="checkbox"/>
- آیا مفاهیم و اهداف کلیه پیش‌نیازهای فوق برآورده می‌شوند.	بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن <input type="checkbox"/>



## کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:

نوع تجهیز: شیر کنترل شونده توسط موتور

شرح تجهیز:

## مهار (فصل ۳)

۱. نوع مهار

 مهار انبساطی گل میخ و میل مهار درجا میل مهار قلابدار درجا مهار چسبی مهار توسط اتصال جوشی به فولاد مدفون در محل بیرون زدگی فولاد مهار سربی انواع دیگر ..... موضوعیت ندارد (نیاز به بررسی بیشتر مهار نمی باشد)

۲. ویژگی های متناسب با نوع مهار کنترل شده است.

(ابعاد، محل قرارگیری، خصوصیات تجهیزات)

۳. فاصله آزاد در مهار رزوه شده کمتر از ۶ mm است.

۴. ضوابط سختی پایه تجهیز و عدم وجود عمل اهرمی برآورده می شود.

۵. مقاومت پایه تجهیز و مسیر انتقال بارهای سازه ای مناسب می باشد.

۶. ضوابط فولاد مدفون و بالشتک ها رعایت می شود.

۷. ضوابط طول مهاری مدفون رعایت می شود.

۸. ضوابط فاصله بین مهارها رعایت می شود.

۹. ضوابط فاصله مهار از لبه ها رعایت می شود.

۱۰. بتنی که مهار در آن نصب شده مقاومت لازم را دارد.

۱۱. ضوابط حداکثر عرض ترک برآورده می شود.

۱۲. الزامات مهار تجهیزات حاوی رله های ضروری برآورده می شود.

۱۳. کیفیت نصب مهار مناسب است.

۱۴. آیا آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده اند.

- آیا نسبت ظرفیت به نیاز مهار متجاوز از یک می باشد.

 بله  خیر  نامشخص بله  خیر  نامشخص  م.ن بله  خیر  نامشخص بله  خیر  نامشخص بله  خیر  نامشخص  م.ن بله  خیر  نامشخص  م.ن بله  خیر  نامشخص  م.ن بله  خیر  نامشخص بله  خیر  نامشخص

مراجع:



<b>کاربرگ ارزیابی تجهیزات</b>			
شماره مشخصه تجهیز:			نوع تجهیز: شیر کنترل شونده توسط موتور
شرح تجهیز:			
اثرات اندرکنش (فصل ۲)			
<input type="checkbox"/> م.ن	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> بله
۱. اهداف سبک از ضربه تجهیزات یا سازه‌های مجاور ایمن می‌باشند.			
<input type="checkbox"/> م.ن	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> بله
۲. تجهیزات حاوی رله‌های ضروری از هر گونه ضربه ناشی از تجهیزات یا سازه‌های مجاور مصون می‌باشند.			
<input type="checkbox"/> م.ن	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> بله
۳. خطوط لوله متصل به تجهیزات دارای انعطاف پذیری کافی می‌باشند.			
<input type="checkbox"/> م.ن		<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> بله
۴. خطر خرابی و واژگونی در تجهیزات فوقانی، سیستم‌های توزیع یا دیوارهای بنایی وجود ندارد.			
<input type="checkbox"/> م.ن		<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> بله
۵. آثار اندرکنش در ارتباط با آبفشان و آب گرفتگی قابل ملاحظه می‌باشد.			
<input type="checkbox"/> م.ن		<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> بله
۶. آثار اندرکنش در ارتباط با آتش‌سوزی قابل ملاحظه می‌باشد.			
<input type="checkbox"/> م.ن		<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> بله
۷. نگرانی در ارتباط با اثر تجهیزات با اهمیت پائین تر بر روی تجهیزات با اهمیت بالاتر وجود دارد.			
<input type="checkbox"/> م.ن	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> بله
۸. آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند.			
<input type="checkbox"/> م.ن	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> بله
- تجهیز در مقابل اثرات ناشی از اندرکنش ایمن می‌باشد.			
ملاحظات			
ارزیابی و بازدیدهای چشمی:			
<u>اعضاء تیم</u>		<u>زمان</u>	<u>تاریخ</u>
<b>روش پیشنهادی برای رفع نقص</b>			
		<input type="checkbox"/>	ترمیم و نگهداری:
		<input type="checkbox"/>	ارزیابی‌های بیشتر:
		<input type="checkbox"/>	طرح بهسازی:
		<input type="checkbox"/>	سایر روش‌ها:
		<input type="checkbox"/>	کفایت لرزه‌ای مسجل است و نیاز به بررسی‌های بیشتر نیست



### کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:

نوع تجهیز: شیر کنترل شونده توسط موتور

شرح تجهیز:

تمامی جنبه‌های مختلف کفایت لوزه‌ای بررسی شده‌اند؟

اعضای تیم ارزیابی و تاریخ ارزیابی

-۱

تاریخ:

\_\_\_\_\_

-۲

تاریخ:

\_\_\_\_\_

-۳

تاریخ:

\_\_\_\_\_

-۴

تاریخ:

\_\_\_\_\_



<b>کاربرگ ارزیابی تجهیزات</b>	
شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: شیر کنترل شونده توسط سولنوئید
شرح تجهیز:	
سیستم:	
موقعیت تجهیز: ساختمان.	طبقه (ارتفاع):
اتاق:	
تولیدکننده، مدل، غیره.:	
قطر کوچکترین لوله متصل به شیر:	
فاصله محور لوله تا قسمت فوقانی محرک شیر:	
مصالح شیر:	مصالح یوغ:
وزن:	
شماره نقشه:	رده عملکرد:
<b>پیش‌نیازهای لازم برای استفاده از طیف آسیب پذیری</b>	
پیش‌نیازهایی را که مستقیماً مفاد این کاربرگ‌ها را برآورده نمی‌کنند اما بصورت غیرمستقیم اجرایی بودن آنها تضمین می‌شود با یک (*) مشخص کرده و دلیل برآورده شدن آنها در بخش ملاحظات شرح داده شود.	
<input type="checkbox"/> بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن	۱. مشخصات کلی شیر، در محدوده شرایط عمومی قرار می‌گیرد.
<input type="checkbox"/> بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن	۲. مصالح شیر از چدن می‌باشد.
<input type="checkbox"/> بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن	۳. مصالح یوغ از چدن می‌باشد.
<input type="checkbox"/> بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن	۴. فاصله محور مرکزی لوله تا قسمت فوقانی عملگر یا یوغ برای جلوگیری از ایجاد تنش‌های یوگی بالا تحت شتاب ۳g مناسب است.
<input type="checkbox"/> بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن	۵. محرک یا یوغ، مستقل از لوله‌های متصل، به نزدیکترین سازه مجاور مهاربندی شده‌اند.
<input type="checkbox"/> بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن	۶. آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند.
<input type="checkbox"/> بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن	- آیا مفاهیم و اهداف کلیه پیش‌نیازهای فوق برآورده می‌شوند.



## کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:

نوع تجهیز: شیر کنترل شونده توسط سولنوئید

شرح تجهیز:

### مهار (فصل ۳)

۱. نوع مهار

مهار انبساطی گل میخ و میل مهار درجا میل مهار قلابدار درجا مهار چسبی مهار توسط اتصال جوشی به فولاد مدفون در محل بیرون زدگی فولاد مهار سربی انواع دیگر ..... موضوعیت ندارد (نیاز به بررسی بیشتر مهار نمی باشد) 

۲. ویژگی های متناسب با نوع مهار کنترل شده است.

(ابعاد، محل قرارگیری، خصوصیات تجهیزات)

۳. فاصله آزاد در مهار رزوه شده کمتر از ۶ mm است.

۴. ضوابط سختی پایه تجهیز و عدم وجود عمل اهرمی برآورده می شود.

۵. مقاومت پایه تجهیز و مسیر انتقال بارهای سازه ای مناسب می باشد.

۶. ضوابط فولاد مدفون و بالشتک ها رعایت می شود.

۷. ضوابط طول مهاری مدفون رعایت می شود.

۸. ضوابط فاصله بین مهارها رعایت می شود.

۹. ضوابط فاصله مهار از لبه ها رعایت می شود.

۱۰. بتنی که مهار در آن نصب شده مقاومت لازم را دارد.

۱۱. ضوابط حداکثر عرض ترک برآورده می شود.

۱۲. الزامات مهار تجهیزات حاوی رله های ضروری برآورده می شود.

۱۳. کیفیت نصب مهار مناسب است.

۱۴. آیا آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده اند.

- آیا نسبت ظرفیت به نیاز مهار متجاوز از یک می باشد.

بله  خیر  نامشخص بله  خیر  نامشخص  م.ن بله  خیر  نامشخص بله  خیر  نامشخص بله  خیر  نامشخص  م.ن بله  خیر  نامشخص  م.ن بله  خیر  نامشخص  م.ن بله  خیر  نامشخص بله  خیر  نامشخص 

مراجع:



<b>کاربرگ ارزیابی تجهیزات</b>			
شماره مشخصه تجهیز:			نوع تجهیز: شیر کنترل شونده توسط سولنوئید
شرح تجهیز:			
اثرات اندرکنش (فصل ۴)			
۱. اهداف سبک از ضربه تجهیزات یا سازه‌های مجاور ایمن می‌باشند.	<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> نامشخص
۲. تجهیزات حاوی رله‌های ضروری از هر گونه ضربه ناشی از تجهیزات یا سازه‌های مجاور مصون می‌باشند.	<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> نامشخص
۳. خطوط لوله متصل به تجهیزات دارای انعطاف پذیری کافی می‌باشند.	<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> نامشخص
۴. خطر خرابی و واژگونی در تجهیزات فوقانی، سیستم‌های توزیع یا دیوارهای بنایی وجود ندارد.	<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> م.ن
۵. آثار اندرکنش در ارتباط با آبفشان و آب گرفتگی قابل ملاحظه می‌باشد.	<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> م.ن
۶. آثار اندرکنش در ارتباط با آتش سوزی قابل ملاحظه می‌باشد.	<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> م.ن
۷. نگرانی در ارتباط با اثر تجهیزات با اهمیت پائین تر بر روی تجهیزات با اهمیت بالاتر وجود دارد.	<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> م.ن
۸. آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند.	<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> نامشخص
- تجهیز در مقابل اثرات ناشی از اندرکنش ایمن می‌باشد.	<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> نامشخص
ملاحظات			
ارزیابی و بازدیدهای چشمی:			
<u>تاریخ</u>	<u>زمان</u>	<u>اعضاء تیم</u>	
روش پیشنهادی برای رفع نقص			
			<input type="checkbox"/> ترمیم و نگهداری :
			<input type="checkbox"/> ارزیابی‌های بیشتر :
			<input type="checkbox"/> طرح بهسازی :



<b>کاربرگ ارزیابی تجهیزات</b>	
شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: شیر کنترل شونده توسط سولنوئید
شرح تجهیز:	
<input type="checkbox"/> سایر روش ها: _____	
<input type="checkbox"/> کفایت لرنزه ای مسجل است و نیاز به بررسی های بیشتر نیست	
تمامی جنبه های مختلف کفایت لرنزه ای بررسی شده اند؟	
-۱	اعضای تیم ارزیابی و تاریخ ارزیابی
_____	تاریخ: _____
-۲	تاریخ: _____
_____	تاریخ: _____
-۳	تاریخ: _____
_____	تاریخ: _____
-۴	تاریخ: _____
_____	تاریخ: _____



### پ-۵-۳-۳- پمپ‌های افقی<sup>۱</sup>

#### پ-۵-۳-۳-۱- شرایط عمومی

این نوع تجهیزات در برگیرنده کلیه پمپ‌هایی است که انواع کاربردهای مختلف داشته و دارای محوری با راستای افقی می‌باشند. همچنین این نوع تجهیزات شامل انواع پمپ‌هایی است که نیروی محرک آنها توسط موتورهای الکتریکی، موتورهای پیستونی رفت و برگشتی<sup>۲</sup> و توربین‌های بخاری<sup>۳</sup> تامین می‌شود. طیف ظرفیت ارائه شده برای ارزیابی لرزه‌ای نوع تجهیزات پمپ‌های افقی در برگیرنده کلیه اجزاء پیرامونی که معمولاً به پمپ‌های افقی ملحق می‌شوند مانند مجاری، ابزار دقیق و لوله‌های مکش و تخلیه<sup>۴</sup>، تا محل رسیدن به نخستین تکیه‌گاه در ساختمان و یا سازه مجاور، می‌باشد.

در حالت کلی می‌توان پمپ‌ها را به دو دسته پمپ‌های جنبشی [یا پروانه‌ای دورانی<sup>۵</sup>] و پمپ‌های پیستونی رفت و برگشتی<sup>۶</sup> طبقه‌بندی کرد. پمپ‌های جنبشی، سیال را با استفاده از انرژی جنبشی یک پروانه دوار<sup>۷</sup> جابجا می‌کنند. پمپ‌های جابجایی مثبت با استفاده از جابجایی حجمی<sup>۸</sup>، سیال را جابجا می‌کنند.

پمپ‌های جنبشی تک مرحله‌ای<sup>۹</sup> معمولاً دارای یک پروانه منفرد بوده که با استفاده از نیروی گریز از مرکز سیال را جابجا می‌کند. بخش مکش غالباً در مجاورت محور پروانه بوده و قسمت تخلیه<sup>۱۰</sup> نیز در بخش پیرامونی قرار می‌گیرد. پمپ‌ها ابعاد متفاوتی دارند و از پمپ‌های کوچک با توان محدود چندین اسب بخار و ظرفیت چندین متر مکعب در دقیقه تا پمپ‌های بزرگ با توان چندین هزار اسب بخار و ظرفیت صدها مترمکعب در دقیقه، متغیر می‌باشند.

پمپ‌های جنبشی چند مرحله‌ای<sup>۱۱</sup> معمولاً دارای دو یا چند پروانه می‌باشد که به صورت سری بر روی یک محور کار می‌کنند. در پمپ‌های چند مرحله‌ای با توجه به نوع طراحی پروانه، جابجایی سیال یا توسط نیروی گریز از مرکز به سمت محیط پیرامونی پروانه و یا توسط نیروی پروانه رانشی (ملخی)<sup>۱۲</sup> در امتداد محور پروانه، صورت می‌پذیرد. توان لازم برای پمپ‌های جنبشی توسط موتورهای الکتریکی تامین شده و یک محور مشترک اتصال دو جانبه بسته<sup>۱۳</sup> بین پمپ و موتور برقرار می‌سازد. در انواع بزرگتر پمپ‌های چند مرحله‌ای پمپ و موتور توسط جعبه دنده به یکدیگر متصل می‌شوند و بدین ترتیب امکان حرکت پمپ و موتور در سرعت‌های متفاوت بوجود می‌آید. در پاره‌ای موارد، در پمپ‌های تک مرحله‌ای موتور در کنار و یا بر روی محفظه پمپ قرار می‌گیرد و نیروی محرک توسط تسمه از موتور به پمپ انتقال می‌یابد. همچنین در برخی موارد نیز در انواع کوچکتر پمپ‌های تک مرحله‌ای، موتور و پروانه در درون یک محفظه مشترک قرار داده می‌شوند. در پمپ‌های بزرگتر، چه از نوع تک مرحله‌ای و یا از نوع چند مرحله‌ای، موتور و پمپ در محفظه‌های

- 1 Horizontal Pumps
- 2 Reciprocating Piston
- 3 Steam Turbines
- 4 Suction and Discharge Lines
- 5 Kinetic (Rotary Impeller) Pump
- 6 Positive Displacement Pump
- 7 Rotating Impeller
- 8 Volumetric Displacement
- 9 Single-stage Kinetic Pumps
- 10 Discharge Port
- 11 Multi-stage Kinetic Pumps
- 12 propeller
- 13 Close-coupled Connection



جداگانه قرار می‌گیرند و به یک صفحه نشیمن فولادی مشترک مهار می‌شوند. توان لازم برای پمپ‌های جنبشی توسط موتور و یا توربین‌های بخار تامین شود.

طراحی پمپ‌های جابجایی مثبت پیستونی رفت و برگشتی<sup>۱</sup> مشابه کمپرسورهای هوای پیستونی رفت و برگشتی است. این پمپها دارای یک موتور الکتریکی هستند که نیروی محرک را برای مجموعه‌ای از پروانه‌های پیستونی<sup>۲</sup> توسط یک محور و یا تسمه تامین می‌کند.

پمپ‌های جابجایی مثبت پیچی دورانی<sup>۳</sup> تا حدودی مشابه پمپ‌های جنبشی چند مرحله‌ای می‌باشند، با این تفاوت که این پمپها سیال را به صورت محوری و از طریق جابجایی حجمی، به حرکت در می‌آورند ولی در پمپ‌های جنبشی این حرکت توسط انتقال انرژی جنبشی از پروانه به سیال حاصل می‌گردد. نیروی محرک پروانه پیچی<sup>۴</sup> معمولاً توسط یک موتور الکتریکی تامین می‌گردد و توسط یک محور دو طرفه منتقل می‌شود.

در این بخش پمپهای جنبشی و جابجایی مثبت با قوای محرک تامین شده توسط موتورهای الکتریکی، موتورهای بنزینی و توربین‌ها با توان کاری بین ۵ الی ۲۳۰۰ اسب بخار و ظرفیت ۰/۱۷ الی ۱۳۶ متر مکعب در دقیقه مورد نظر می‌باشند. پمپ‌های شناور در محدوده ارزیابی لرزه‌ای این نوع تجهیزات قرار نمی‌گیرند.

#### پ-۳-۳-۳-۲- پیش نیازها برای استفاده از طیف آسیب پذیری

**پیش نیاز اول)** شرایط عمومی پمپ افقی باید مشابه با شرایط عمومی که در بخش (پ-۵-۳-۳-۱) شرح داده شد، بوده و یا تحت پوشش آن قرار گیرد.

**پیش نیاز دوم)** محرک<sup>۵</sup> و پمپ باید توسط یک تکیه گاه صلب و یا نشیمن مشترک<sup>۶</sup> به یکدیگر متصل شوند. رویکرد اصلی در این پیش نیاز آن است که تغییر مکانهای ناهمسان بین پمپ و محرک می‌تواند سبب ایجاد انحراف در محور گردد. چنانچه پمپ و محرک بر روی یک صفحه نشیمن صلب قرار نگیرند، پتانسیل موجود برای به وجود آمدن تغییر مکانهای ناهمسان بین پمپ و محرک باید به صورت ویژه‌ای مورد ارزیابی قرار گیرد.

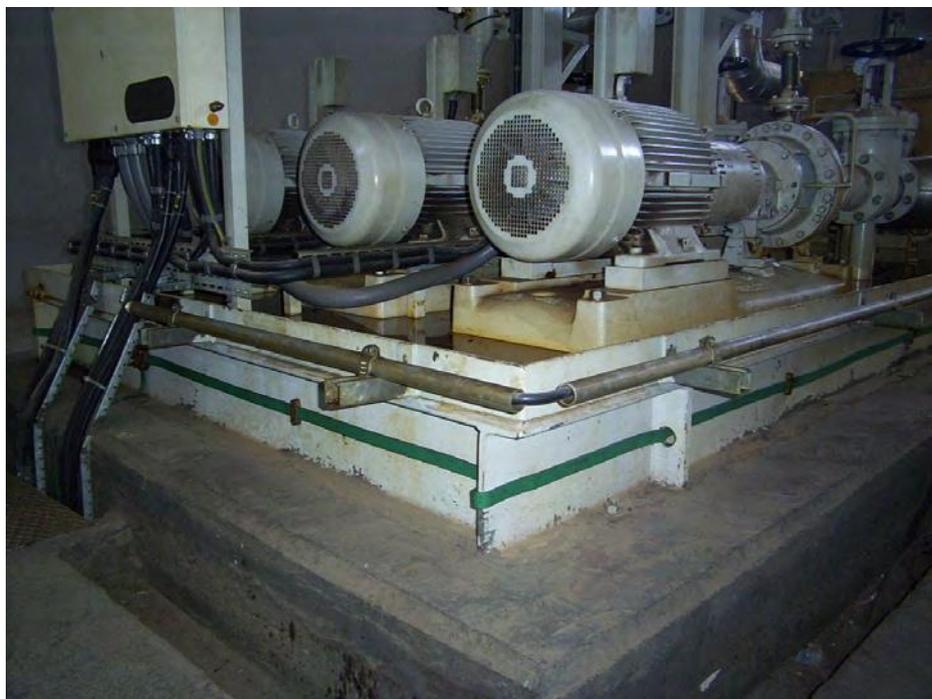
**پیش نیاز سوم)** محور باید در هر دو امتداد عمود بر راستایش قید ضربه‌ای<sup>۷</sup> داشته باشد.

**پیش نیاز چهارم)** شرایطی که در آن پمپ افقی ممکن است تحت تاثیر حرکات لوله‌ها، تغییر مکانهای ناهمسان و بارهای شدید نازل قرار گیرد، باید تا حدودی بررسی گردند. لزوم این پیش‌نیاز در این است که نیروهای شدید وارد شده به نازل‌های پمپ می‌توانند سبب شکستگی نازل پمپ شده و یا به حدی در محفظه پمپ اعوجاج ایجاد کنند که سبب گسیختگی مهار شوند. این نیروها به ندرت به وجود آمده و معمولاً چنانچه طول مهار نشده لوله‌ها بلند بوده و یا شیرهای سنگین در نزدیکی پمپ به لوله‌ها متصل شده باشند، باید امکان وجود آنها و اثرات ناشی از آنها مورد مطالعه قرار گیرد.

**پیش نیاز پنجم)** جزئیات مشکوک و یا موقعیت‌های غیرمعمول که توسط پیش نیازها پوشش داده نشده‌اند و می‌توانند اثر منفی بر روی ظرفیت لرزه‌ای پمپ داشته باشند، باید شناسایی شوند.

1 Reciprocating-piston Positive Displacement Pumps  
2 Piston Impellers  
3 Rotary-screw Positive Displacement Pumps  
4 Screw Impeller  
5 Driver  
6 Common Skid  
7 Thrust Restraint





شکل (پ-۵-۱۷): پمپ افقی



<b>کاربرگ ارزیابی تجهیزات</b>			
شماره مشخصه تجهیز:		نوع تجهیز: پمپ افقی	
شرح تجهیز:			
سیستم:			
موقعیت تجهیز: ساختمان.		طبقه(ارتفاع):	اتاق:
تولیدکننده، مدل، غیره.:			
شماره نقشه:		رده عملکرد:	
وزن:			
توان اسمی موتور(دور در دقیقه):		هد:	دبی:
<b>پیش نیازهای لازم برای استفاده از طیف آسیب پذیری</b>			
پیش نیازهایی را که مستقیماً مفاد این کاربرگ ها را برآورده نمی کنند اما بصورت غیرمستقیم اجرایی بودن آنها تضمین می شود با یک (*) مشخص کرده و دلیل برآورده شدن آنها در بخش ملاحظات شرح داده شود.			
۱.	مشخصات کلی پمپ، در محدوده شرایط عمومی قرار می گیرد.	بله <input type="checkbox"/>	خیر <input type="checkbox"/>
۲.	محرك و پمپ توسط یک تکیه گاه صلب و یا نشیمن مشترک به هم متصل شده اند.	بله <input type="checkbox"/>	خیر <input type="checkbox"/>
۳.	شفت در هر دو راستای محوری خود دارای قید ضربه ای می باشد.	بله <input type="checkbox"/>	خیر <input type="checkbox"/>
۴.	احتمال اینکه پمپ تحت تاثیر حرکت لوله ها و بار شدید نازل ها تغییر مکان های ناهمسان داشته باشد، وجود دارد.	بله <input type="checkbox"/>	خیر <input type="checkbox"/>
۵.	آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده اند.	بله <input type="checkbox"/>	خیر <input type="checkbox"/>
-	مفاهیم و اهداف کلیه پیش نیازهای فوق برآورده می شوند.	بله <input type="checkbox"/>	خیر <input type="checkbox"/>
<b>مهار (فصل ۳)</b>			
۱. نوع مهار			
	مهار انبساطی	<input type="checkbox"/>	
	گل میخ و میل مهار درجا	<input type="checkbox"/>	
	میل مهار قلابدار درجا	<input type="checkbox"/>	
	مهار چسبی	<input type="checkbox"/>	
	مهار توسط اتصال جوشی به فولاد مدفون در محل بیرون زدگی فولاد	<input type="checkbox"/>	
	مهار سربی	<input type="checkbox"/>	
	انواع دیگر .....	<input type="checkbox"/>	
	موضوعیت ندارد (نیاز به بررسی بیشتر مهار نمی باشد)	<input type="checkbox"/>	



کاربرگ ارزیابی تجهیزات				
نوع تجهیز: پمپ افقی			شماره مشخصه تجهیز:	
شرح تجهیز:				
<input type="checkbox"/>	نامشخص	<input type="checkbox"/>	بله	۲. ویژگی‌های متناسب با نوع مهار کنترل شده است. (ابعاد، محل قرارگیری، خصوصیات تجهیزات)
<input type="checkbox"/>	م.ن	<input type="checkbox"/>	بله	۳. فاصله آزاد در مهار رزوه شده کمتر از ۶ mm است.
<input type="checkbox"/>	نامشخص	<input type="checkbox"/>	بله	۴. ضوابط سختی پایه تجهیز و عدم وجود عمل اهرمی برآورده می‌شود.
<input type="checkbox"/>	نامشخص	<input type="checkbox"/>	بله	۵. مقاومت پایه تجهیز و مسیر انتقال بارهای سازه‌ای مناسب می‌باشد.
<input type="checkbox"/>	م.ن	<input type="checkbox"/>	بله	۶ ضوابط فولاد مدفون و بالشتک‌ها رعایت می‌شود.
<input type="checkbox"/>	نامشخص	<input type="checkbox"/>	بله	۷. ضوابط طول مهاری مدفون رعایت می‌شود.
<input type="checkbox"/>	نامشخص	<input type="checkbox"/>	بله	۸ ضوابط فاصله بین مهارها رعایت می‌شود.
<input type="checkbox"/>	نامشخص	<input type="checkbox"/>	بله	۹. ضوابط فاصله مهار از لبه‌ها رعایت می‌شود.
<input type="checkbox"/>	نامشخص	<input type="checkbox"/>	بله	۱۰. بتنی که مهار در آن نصب شده مقاومت لازم را دارد.
<input type="checkbox"/>	نامشخص	<input type="checkbox"/>	بله	۱۱. ضوابط حداکثر عرض ترک برآورده می‌شود.
<input type="checkbox"/>	م.ن	<input type="checkbox"/>	بله	۱۲. الزامات مهار تجهیزات حاوی رله‌های ضروری برآورده می‌شود.
<input type="checkbox"/>	م.ن	<input type="checkbox"/>	بله	۱۳. کیفیت نصب مهار مناسب است.
<input type="checkbox"/>	نامشخص	<input type="checkbox"/>	بله	۱۴. آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند.
<input type="checkbox"/>	نامشخص	<input type="checkbox"/>	بله	- نسبت ظرفیت به نیاز مهار متجاوز از یک می‌باشد.
مراجع:				
اثرات اندرکنش (فصل ۲)				
<input type="checkbox"/>	م.ن	<input type="checkbox"/>	بله	۱. اهداف سبک از ضربه تجهیزات یا سازه‌های مجاور ایمن می‌باشند.
<input type="checkbox"/>	م.ن	<input type="checkbox"/>	بله	۲. تجهیزات حاوی رله‌های ضروری از هر گونه ضربه ناشی از تجهیزات یا سازه‌های مجاور مصون می‌باشند.
<input type="checkbox"/>	م.ن	<input type="checkbox"/>	بله	۳. خطوط لوله متصل به تجهیزات دارای انعطاف‌پذیری کافی می‌باشند.
<input type="checkbox"/>	م.ن	<input type="checkbox"/>	بله	۴. خطر خرابی و واژگونی در تجهیزات فوقانی، سیستم‌های توزیع یا دیوارهای بنایی وجود ندارد.
<input type="checkbox"/>	م.ن	<input type="checkbox"/>	بله	۵. آثار اندرکنش در ارتباط با آبفشان و آب‌گرفتگی قابل ملاحظه می‌باشد.
<input type="checkbox"/>	م.ن	<input type="checkbox"/>	بله	۶. آثار اندرکنش در ارتباط با آتش‌سوزی قابل ملاحظه می‌باشد.
<input type="checkbox"/>	م.ن	<input type="checkbox"/>	بله	۷. نگرانی در ارتباط با اثر تجهیزات با اهمیت پائین‌تر بر روی تجهیزات با اهمیت بالاتر وجود دارد.
<input type="checkbox"/>	م.ن	<input type="checkbox"/>	بله	۸. آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند.
<input type="checkbox"/>	م.ن	<input type="checkbox"/>	بله	- تجهیز در مقابل اثرات ناشی از اندرکنش ایمن می‌باشد.

کاربرگ ارزیابی تجهیزات	
شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: پمپ افقی
شرح تجهیز:	
ملاحظات	
ارزیابی و بازدیدهای چشمی:	
<u>تاریخ</u>	<u>زمان</u>
<u>اعضاء تیم</u>	
روش پیشنهادی برای رفع نقص	
<input type="checkbox"/>	ترمیم و نگهداری :
<input type="checkbox"/>	ارزیابی های بیشتر :
<input type="checkbox"/>	طرح بهسازی :
<input type="checkbox"/>	سایر روش ها:
<input type="checkbox"/>	کفایت لرنزه ای مسجل است و نیاز به بررسی های بیشتر نیست
تمامی جنبه های مختلف کفایت لرنزه ای بررسی شده اند؟	
_____	۱- _____
تاریخ:	تاریخ:
_____	۲- _____
تاریخ:	تاریخ:
_____	۳- _____
تاریخ:	تاریخ:
_____	۴- _____
تاریخ:	تاریخ:



### پ-۵-۳-۴- پمپ‌های عمودی<sup>۱</sup>

#### پ-۵-۳-۴-۱- شرایط عمومی

این نوع تجهیزات در برگیرنده پمپ‌های است که در آنها محور محرک پروانه<sup>۲</sup> در جهت عمودی نصب می‌شود. نیروی محرک پمپ‌های عمودی توسط یک موتور محرک الکتریکی تامین می‌شود که در راستای عمودی قرار گرفته و بر روی یک قاب تکیه‌گاهی فولادی یا چدنی که به نوبه خود به یک بالشتک تکیه‌گاهی بتنی مهار شده است، نصب می‌شود. دو نوع از پمپ‌هایی که تجربیات لرزه‌ای در مورد آنها موجود است عبارتند از پمپ‌های چاه عمیق<sup>۳</sup> و پمپ‌های گریز از مرکز (سانتریفوژ)<sup>۴</sup>. توان موتورهای بین ۵ تا ۷۰۰۰ اسب بخار متغیر بوده و دبی جریان بین ۰/۳۶ تا ۶۱ مترمکعب در دقیقه متغیر می‌باشد. در پمپ‌های توربینی چاه عمیق<sup>۵</sup>، پروانه پمپ به انتهای یک محور محرک طویل عمودی وصل شده که تا زیر صفحه تکیه‌گاهی پمپ نیز امتداد می‌یابد. محور محرک پمپ در درون یک محفظه چدنی یا فولادی نصب می‌شود که تا زیر سطح صفحه تکیه‌گاهی پمپ امتداد می‌یابد.

یکی از انواع پمپ‌های دیپول توربین، پمپ نوع خمره‌ای<sup>۶</sup> است. محفظه پوشش دهنده محور محرک پروانه به نوبه خود توسط یک محفظه بیرونی یا توسط خمره احاطه می‌گردد. ورود سیال به پمپ از طریق یک لوله ورودی صورت می‌پذیرد که بر روی یک قاب تکیه‌گاهی در بالای صفحه تکیه‌گاهی پمپ قرار داده می‌شود. وجود خمره سبب ایجاد یک مخزن حلقوی<sup>۷</sup> از سیال می‌شود که در بخش تحتانی محفظه درونی به درون پروانه کشیده می‌شود.

توان پمپ‌های دیپول از واحدهایی با چندین اسب بخار تا پمپ‌هایی با توان چندین هزار اسب بخار متغیر است. پوسته‌ها معمولاً طولی بین ۳۰۵ تا ۶۱۰ سانتیمتر را دارا می‌باشند. سنگین‌ترین جزء یک پمپ معمولاً موتور محرک است که وزنی تا چندین تن را دارا می‌باشد. در پمپ‌های گریز از مرکز تک مرحله‌ای، پروانه در بالای ورق تکیه‌گاهی و دقیقاً در زیر موتور متحرک قرار دارد. پروانه در درون محفظه‌ای قرار می‌گیرد که معمولاً بخشی از قاب تکیه‌گاهی موتور محرک است. در اینجا به جای اینکه سیال از یک چاه یا کان که در زیر صفحه تکیه‌گاهی پمپ قرار دارد به درون پمپ کشیده شود، از یک لوله ورودی که هم محور با محور محرک پروانه است برای ورود سیال استفاده می‌شود. لوله تخلیه، مماس بر محیط محفظه پروانه گریز از مرکز می‌باشد. پمپ‌های خروج از مرکز کوچکتر در برخی موارد مستقیماً بر روی سیستم لوله‌کشی که به آن سرویس‌دهی می‌کنند، قرار داده می‌شوند.

طیف ظرفیت ارائه شده برای ارزیابی لرزه‌ای نوع تجهیز پمپ‌های عمودی دربرگیرنده پمپ، موتور محرک، کنترل‌ها و ابزار دقیق مربوطه که به پمپ متصل شده‌اند و لوله‌کشی‌ها و مجاری (تا محل رسیدن به نخستین تکیه‌گاه در ساختمان و یا سازه مجاور) می‌باشد. پمپ‌های شناور در محدوده ارزیابی لرزه‌ای این نوع تجهیزات قرار نمی‌گیرند.

- 1 Vertical Pumps
- 2 Impeller Drive Shaft
- 3 Deep-well Pumps
- 4 Centrifugal
- 5 Deep-well Turbine Pumps
- 6 Can-type Pump
- 7 Annular Reservoir



### پ-۵-۳-۴-۲- پیش نیازها برای استفاده از طیف آسیب پذیری

**پیش نیاز اول)** شرایط عمومی پمپ عمودی باید مشابه با شرایط عمومی که در بخش (پ-۵-۳-۴-۱) شرح داده شد، بوده و یا تحت پوشش آن قرار گیرد.

**پیش نیاز دوم)** محور و محفظه پروانه، نباید در طولی بیشتر از ۶ متر به صورت طره‌ای در زیر فلنج تکیه‌گاهی پمپ<sup>۱</sup> امتداد یابند. در این نوع از پمپ عمودی طره‌ای<sup>۲</sup> باید یک یاطاقان شعاعی<sup>۳</sup> در بخش تحتانی محفظه برای نگهداری محور پروانه وجود داشته باشد. لزوم این پیش نیاز در این است که پمپ‌هایی با طول بیشتر، در هنگام مواجهه با بارهای جانبی شدید، دچار برون محوری و خرابی تکیه‌گاه‌ها شده و در اثر تغییر مکانهای شدید دچار خرابی پروانه می‌شوند. چنانچه طول محور طره‌ای بیش از ۶ متر باشد، می‌توان از روشهای تحلیلی برای ارزیابی پمپ‌های عمودی استفاده کرد. در این ارزیابی، مساله تنش‌های شدید محفظه و محور و همچنین تغییر مکان محور محرک پروانه باید مورد بررسی قرار گیرد.

**پیش نیاز سوم)** موقعیت‌هایی که در آن پمپ عمودی ممکن است تحت تاثیر حرکات لوله‌ها، تغییر مکانهای ناهمسان و بارهای شدید نازل قرار گیرد، باید تا حدودی بررسی گردند. رویکرد این پیش نیاز در این است که نیروهای شدید وارد شده به نازل‌های پمپ می‌توانند سبب شکستگی نازل پمپ شده و یا به حدی در محفظه پمپ اعوجاج ایجاد کنند که سبب گسیختگی مهار شوند. این نیروها به ندرت به وجود آمده و معمولاً چنانچه طول مهار نشده لوله‌ها بلند بوده و یا شیرهای سنگین در نزدیکی پمپ به لوله‌ها متصل شده باشند، باید امکان وجود آنها و اثرات ناشی از آنها مورد مطالعه قرار گیرد.

**پیش نیاز چهارم)** جزئیات مشکوک و یا موقعیت‌های غیرمعمول که توسط پیش نیازها پوشش داده نشده‌اند و می‌توانند اثر منفی بر روی ظرفیت لرزه‌ای پمپ داشته باشند، باید شناسایی شوند.



شکل (پ-۵-۱۸): پمپ عمودی



1 Pump Mounting Flange  
2 Cantilever Vertical Pump  
3 Radial Bearing

<b>کاربرگ ارزیابی تجهیزات</b>			
شماره مشخصه تجهیز:		نوع تجهیز: پمپ عمودی	
شرح تجهیز:			
سیستم:			
موقعیت تجهیز: ساختمان		طبقه (ارتفاع): اتاق:	
تولیدکننده، مدل، غیره:.			
شماره نقشه:		رده عملکرد:	
وزن:			
توان اسمی موتور (دور در دقیقه):		هد: دبی:	
<b>پیش‌نیازهای لازم برای استفاده از طیف آسیب پذیری</b>			
پیش‌نیازهایی را که مستقیماً مفاد این کاربرگ‌ها را برآورده نمی‌کنند اما بصورت غیرمستقیم اجرایی بودن آنها تضمین می‌شود با یک (*) مشخص کرده و دلیل برآورده شدن آنها در بخش ملاحظات شرح داده شود.			
۱. مشخصات کلی پمپ، در محدوده شرایط عمومی قرار می‌گیرد.	بله <input type="checkbox"/>	خیر <input type="checkbox"/>	نامشخص <input type="checkbox"/>
۲. طول طره‌ای شفت و پروانه (در پمپ‌های با تکیه‌گاه شعاعی) در زیر بال نشیمن کمتر از ۶ متر است.	بله <input type="checkbox"/>	خیر <input type="checkbox"/>	نامشخص <input type="checkbox"/>
۳. احتمال اینکه پمپ تحت تاثیر حرکت لوله‌ها و بار شدید نازل‌ها تغییر مکان‌های ناهمسان داشته باشد، وجود دارد.	بله <input type="checkbox"/>	خیر <input type="checkbox"/>	نامشخص <input type="checkbox"/>
۴. آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند.	بله <input type="checkbox"/>	خیر <input type="checkbox"/>	نامشخص <input type="checkbox"/>
- مفاهیم و اهداف کلیه پیش‌نیازهای فوق برآورده می‌شوند.	بله <input type="checkbox"/>	خیر <input type="checkbox"/>	نامشخص <input type="checkbox"/>
<b>مهار (فصل ۳)</b>			
۱. نوع مهار			
<input type="checkbox"/> مهار انبساطی <input type="checkbox"/> گل‌میخ و میل مهار درجا <input type="checkbox"/> میل مهار قلابدار درجا <input type="checkbox"/> مهار چسبی <input type="checkbox"/> مهار توسط اتصال جوشی به فولاد مدفون در محل بیرون زدگی فولاد <input type="checkbox"/> مهار سربی <input type="checkbox"/> انواع دیگر ..... <input type="checkbox"/> موضوعیت ندارد (نیاز به بررسی بیشتر مهار نمی‌باشد)			
۲. ویژگی‌های متناسب با نوع مهار کنترل شده است. (ابعاد، محل قرارگیری، خصوصیات تجهیزات)		بله <input type="checkbox"/>	خیر <input type="checkbox"/>
۳. فاصله آزاد در مهار رزوه شده کمتر از ۶ mm است.		بله <input type="checkbox"/>	خیر <input type="checkbox"/>
		نامشخص <input type="checkbox"/>	نامشخص <input type="checkbox"/>

### کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:				نوع تجهیز: پمپ عمودی
شرح تجهیز:				
بله	<input type="checkbox"/>	خیر	<input type="checkbox"/>	نامشخص <input type="checkbox"/>
بله	<input type="checkbox"/>	خیر	<input type="checkbox"/>	نامشخص <input type="checkbox"/>
بله	<input type="checkbox"/>	خیر	<input type="checkbox"/>	نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن <input type="checkbox"/>
بله	<input type="checkbox"/>	خیر	<input type="checkbox"/>	نامشخص <input type="checkbox"/>
بله	<input type="checkbox"/>	خیر	<input type="checkbox"/>	نامشخص <input type="checkbox"/>
بله	<input type="checkbox"/>	خیر	<input type="checkbox"/>	نامشخص <input type="checkbox"/>
بله	<input type="checkbox"/>	خیر	<input type="checkbox"/>	نامشخص <input type="checkbox"/>
بله	<input type="checkbox"/>	خیر	<input type="checkbox"/>	نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن <input type="checkbox"/>
بله	<input type="checkbox"/>	خیر	<input type="checkbox"/>	نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن <input type="checkbox"/>
بله	<input type="checkbox"/>	خیر	<input type="checkbox"/>	نامشخص <input type="checkbox"/>
بله	<input type="checkbox"/>	خیر	<input type="checkbox"/>	نامشخص <input type="checkbox"/>

۴. ضوابط سختی پایه تجهیز و عدم وجود عمل اهرمی برآورده می شود.

۵. مقاومت پایه تجهیز و مسیر انتقال بارهای سازه ای مناسب می باشد.

۶. ضوابط فولاد مدفون و بالشتک ها رعایت می شود.

۷. ضوابط طول مهاری مدفون رعایت می شود.

۸. ضوابط فاصله بین مهارها رعایت می شود.

۹. ضوابط فاصله مهار از لبه ها رعایت می شود.

۱۰. بتنی که مهار در آن نصب شده مقاومت لازم را دارد.

۱۱. ضوابط حداکثر عرض ترک برآورده می شود.

۱۲. الزامات مهار تجهیزات حاوی رله های ضروری برآورده می شود.

۱۳. کیفیت نصب مهار مناسب است.

۱۴. آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده اند.

- آیا نسبت ظرفیت به نیاز مهار متجاوز از یک می باشد.

مراجع:

### اثرات اندرکنش (فصل ۲)

- |     |                          |     |                          |  |
|-----|--------------------------|-----|--------------------------|--|
| بله | <input type="checkbox"/> | خیر | <input type="checkbox"/> | نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن <input type="checkbox"/> |
| بله | <input type="checkbox"/> | خیر | <input type="checkbox"/> | نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن <input type="checkbox"/> |
| بله | <input type="checkbox"/> | خیر | <input type="checkbox"/> | نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن <input type="checkbox"/> |
| بله | <input type="checkbox"/> | خیر | <input type="checkbox"/> | نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن <input type="checkbox"/> |
| بله | <input type="checkbox"/> | خیر | <input type="checkbox"/> | نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن <input type="checkbox"/> |
| بله | <input type="checkbox"/> | خیر | <input type="checkbox"/> | نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن <input type="checkbox"/> |
| بله | <input type="checkbox"/> | خیر | <input type="checkbox"/> | نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن <input type="checkbox"/> |
| بله | <input type="checkbox"/> | خیر | <input type="checkbox"/> | نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن <input type="checkbox"/> |
- اهداف سبک از ضربه تجهیزات یا سازه های مجاور ایمن می باشند.
  - تجهیزات حاوی رله های ضروری از هر گونه ضربه ناشی از تجهیزات یا سازه های مجاور مصون می باشند.
  - خطوط لوله متصل به تجهیزات دارای انعطاف پذیری کافی می باشند.
  - خطر خرابی و واژگونی در تجهیزات فوقانی، سیستم های توزیع یا دیوارهای بنایی وجود ندارد.
  - آثار اندرکنش در ارتباط با آفشان و آب گرفتگی قابل ملاحظه می باشد.
  - آثار اندرکنش در ارتباط با آتش سوزی قابل ملاحظه می باشد.
  - نگرانی در ارتباط با اثر تجهیزات با اهمیت پائین تر بر روی تجهیزات با اهمیت بالاتر وجود دارد.
  - آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده اند.
  - تجهیز در مقابل اثرات ناشی از اندرکنش ایمن می باشد.

<b>کاربرگ ارزیابی تجهیزات</b>	
شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: پمپ عمودی
شرح تجهیز:	
<b>ملاحظات</b>	
ارزیابی و بازدیدهای چشمی:	
<u>تاریخ</u>	<u>زمان</u>
<u>اعضاء تیم</u>	
<b>روش پیشنهادی برای رفع نقص</b>	
	<input type="checkbox"/> ترمیم و نگهداری : <input type="checkbox"/> ارزیابی‌های بیشتر : <input type="checkbox"/> طرح بهسازی : <input type="checkbox"/> سایر روش‌ها:
<input type="checkbox"/> کفایت لرزه‌ای مسجل است و نیاز به بررسی‌های بیشتر نیست	
تمامی جنبه‌های مختلف کفایت لرزه‌ای بررسی شده‌اند؟	
	اعضای تیم ارزیابی و تاریخ ارزیابی ۱- _____ تاریخ: _____ ۲- _____ تاریخ: _____ ۳- _____ تاریخ: _____ ۴- _____ تاریخ: _____



پ-۵-۳-۵- چیلرها<sup>۱</sup>

## پ-۵-۳-۵-۱- شرایط عمومی

این نوع تجهیز در برگیرنده واحدهایی است که بر روی نشیمن سوار شده‌اند و متشکل از اجزایی همچون یک کمپرسور، یک کندانسور<sup>۲</sup>، یک تبخیر کننده<sup>۳</sup> و یک پانل کنترل و ابزار دقیق می‌باشند. چیلرها، آب سرد و یا سرد کننده<sup>۴</sup> را برای استفاده داخلی در سیستم‌های کنترل هوا متراکم می‌کنند. این سیستم‌های کنترل هوا، هوای مطلوب را برای فضای کاری تجهیزات و همچنین راحتی پرسنل، تامین می‌کنند.

کمپرسورها خنک کننده را به صورت بخار (گاز) از تبخیر کننده بیرون کشیده و با فشار به درون کندانسور می‌رانند. کمپرسور یک واحد چیلر می‌تواند از نوع برون مرکزی و یا پیستونی رفت و برگشتی باشد. کندانسورها مبدل‌های حرارتی هستند که خنک کننده را از حالت بخار به حالت مایع تبدیل می‌کنند. کندانسورهای چیلرها معمولاً مبدل‌هایی حرارتی از نوع پوسته‌ای و یا لوله‌ای می‌باشند که در آنها خنک کننده در بخش پوسته‌ای قرار دارد. تبخیر کننده‌ها از مجموعه‌ای از لوله‌ها تشکیل می‌شوند که بر روی آنها خنک کننده پاشیده شده و به شکل بخار در می‌آید. این فرآیند عکس عملکرد کندانسور است. لوله‌های تبخیر کننده در دو نوع با سطح صاف و سطح غیر مسطح وجود دارند. از پانلهای کنترل برای نظارت و کنترل محلی عملکرد چیلر استفاده می‌شود. از انواع اجزای موجود می‌توان به سوئیچ‌ها یا گیج‌های سطح سوخت، سوئیچ‌ها یا گیج‌های حرارت، سوئیچ‌ها یا گیج‌های فشار، رله‌های کاهش ولتاژ و کنترل فاز<sup>۵</sup> و دژنکتورهای موتور کمپرسور<sup>۶</sup> اشاره کرد.

اجزای چیلر با پیکره‌بندی‌های متفاوتی در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند. معمولاً تبخیر کننده و کندانسور با آرایش ستونی بر روی یکدیگر قرار گرفته و کمپرسور و پانل کنترل در کناره‌ها سوار می‌شوند. از انواع دیگر پیکره‌بندی‌ها می‌توان به آرایش قرارگیری پهلو به پهلو اشاره کرد که در آن کمپرسور معمولاً بر روی کندانسور و تبخیر کننده قرار گرفته و یا اینکه کلیه اجزا به صورت پهلو به پهلو در کنار یکدیگر و بر روی نشیمن نصب می‌شوند. معمولاً این اجزاء به صفحه نشیمن فلزی تکیه‌گاهی پیچ شده و این تکیه‌گاه نیز به نوبه خود به یک بالشتک بتنی پیچ و مهار می‌شود. انواع تجهیزات الحاقی به چیلرها عبارتند از لوله‌های هدایت آب خنک کننده یا مایع خنک کننده به سمت دستگاه، مجاری الکتریکی، و خطوط کنترل و ابزار دقیق. وزن چیلرها حداکثر به ۱۸۱۲۰ کیلوگرم نیز می‌رسد. طیف ظرفیت ارائه شده برای نوع تجهیز چیلر در برگیرنده اجزایی مانند کمپرسور، کندانسور، تبخیر کننده، پانل کنترل محلی، قاب نگهدارنده، لوله‌های الحاقی، خطوط ابزار دقیق<sup>۷</sup> و مجاری است که به یک نشیمن مشترک متصل شده‌اند.

1 Chillers  
2 Condenser  
3 Evaporator  
4 Refrigerant  
5 Under Voltage and Phase Relay  
6 Compressor Motor Circuit Breaker  
7 Instrument Lines



### پ-۵-۳-۲- پیش نیازها برای استفاده از طیف آسیب پذیری

**پیش نیاز اول)** شرایط عمومی چیلر باید مشابه با شرایط عمومی که در بخش (پ-۵-۳-۱) شرح داده شد بوده و یا تحت پوشش آن قرار گیرد.

**پیش نیاز دوم)** در بین مخازن کندانسور و تبخیرکننده، مهاربندی جانبی، باید به نحو مطلوبی ایجاد گردد. علاوه بر آن نیروهای جانبی که در راستای محورهای مخازن وارد می‌شوند نباید در راستای ضعیف خمشی پروفیل‌های فولادی سازنده مهاربندی جانبی اعمال گردند. این بدان دلیل است که در صورت وارد شدن نیروها در راستای ضعیف خمشی پروفیل‌ها، سازه قادر به انتقال نیروهای جانبی لرزه‌ای نخواهد بود. در صورتی که برای ایجاد مهاربندی جانبی در مخزن فوقانی نیاز به اتکا به پروفیل‌ها در راستای محور ضعیف خمشی وجود داشته باشد، کفایت این اجزای فولادی به لحاظ مقاومت و سختی باید به صورت ویژه‌ای مورد ارزیابی قرار گیرد.

**پیش نیاز سوم)** جزئیات مشکوک و یا موقعیت‌های غیرمعمول که توسط پیش‌نیازها پوشش داده نشده‌اند و می‌توانند اثر منفی بر روی ظرفیت لرزه‌ای چیلر داشته باشند، باید شناسایی شوند.



شکل (پ-۵-۱۹): چیلرها



<b>کاربرگ ارزیابی تجهیزات</b>			
شماره مشخصه تجهیز:		نوع تجهیز: چیلر	
شرح تجهیز:			
سیستم:			
موقعیت تجهیز: ساختمان.		طبقه (ارتفاع):	اتاق:
تولیدکننده، مدل، غیره.:			
شماره نقشه:		رده عملکرد:	
وزن:			
<b>پیش نیازهای لازم برای استفاده از طیف آسیب پذیری</b>			
پیش نیازهایی را که مستقیماً مفاد این کاربرگها را برآورده نمی کنند اما بصورت غیرمستقیم اجرایی بودن آنها تضمین می شود با یک (*) مشخص کرده و دلیل برآورده شدن آنها در بخش ملاحظات شرح داده شود.			
<p>۱. مشخصات کلی چیلر، در محدوده شرایط عمومی قرار می گیرد.</p> <p>بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن <input type="checkbox"/></p> <p>۲. مهاربندی جانبی مخزن کندانسور و تبخیرکننده ها برای تحمل بارهای جانبی (غیر از بارهای وارده در راستای ضعیف ورق های فولادی) مناسب است.</p> <p>بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن <input type="checkbox"/></p> <p>۳. آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده اند.</p> <p>بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن <input type="checkbox"/></p> <p>- مفاهیم و اهداف کلیه پیش نیازهای فوق برآورده می شوند.</p> <p>بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن <input type="checkbox"/></p>			
<b>مهار (فصل ۳)</b>			
<p>۱. نوع مهار</p> <p>مهار انبساطی <input type="checkbox"/></p> <p>گل میخ و میل مهار درجا <input type="checkbox"/></p> <p>میل مهار قلابدار درجا <input type="checkbox"/></p> <p>مهار چسبی <input type="checkbox"/></p> <p>مهار توسط اتصال جوشی به فولاد مدفون در محل بیرون زدگی فولاد <input type="checkbox"/></p> <p>مهار سربی <input type="checkbox"/></p> <p>انواع دیگر ..... <input type="checkbox"/></p> <p>موضوعیت ندارد (نیاز به بررسی بیشتر مهار نمی باشد) <input type="checkbox"/></p> <p>۲. ویژگی های متناسب با نوع مهار کنترل شده است.</p> <p>بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/></p> <p>(ابعاد، محل قرارگیری، خصوصیات تجهیزات)</p> <p>۳. فاصله آزاد در مهار رزوه شده کمتر از ۶ mm است.</p> <p>بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن <input type="checkbox"/></p> <p>۴. ضوابط سختی پایه تجهیز و عدم وجود عمل اهرمی برآورده می شود.</p> <p>بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/></p>			

کاربرگ ارزیابی تجهیزات				
نوع تجهیز: چیلر			شماره مشخصه تجهیز:	
شرح تجهیز:				
<input type="checkbox"/>	نامشخص	<input type="checkbox"/>	بله	۵. مقاومت پایه تجهیز و مسیر انتقال بارهای سازه‌ای مناسب می‌باشد.
<input type="checkbox"/>	نامشخص	<input type="checkbox"/>	بله	۶. ضوابط فولاد مدفون و بالشتک‌ها رعایت می‌شود.
<input type="checkbox"/>	نامشخص	<input type="checkbox"/>	بله	۷. ضوابط طول مهارهای مدفون رعایت می‌شود.
<input type="checkbox"/>	نامشخص	<input type="checkbox"/>	بله	۸. ضوابط فاصله بین مهارها رعایت می‌شود.
<input type="checkbox"/>	نامشخص	<input type="checkbox"/>	بله	۹. ضوابط فاصله مهار از لبه‌ها رعایت می‌شود.
<input type="checkbox"/>	نامشخص	<input type="checkbox"/>	بله	۱۰. بتنی که مهار در آن نصب شده مقاومت لازم را دارد.
<input type="checkbox"/>	نامشخص	<input type="checkbox"/>	بله	۱۱. ضوابط حداکثر عرض ترک برآورده می‌شود.
<input type="checkbox"/>	نامشخص	<input type="checkbox"/>	بله	۱۲. الزامات مهار تجهیزات حاوی رله‌های ضروری برآورده می‌شود.
<input type="checkbox"/>	نامشخص	<input type="checkbox"/>	بله	۱۳. کیفیت نصب مهار مناسب است.
<input type="checkbox"/>	نامشخص	<input type="checkbox"/>	بله	۱۴. آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند.
<input type="checkbox"/>	نامشخص	<input type="checkbox"/>	بله	- نسبت ظرفیت به نیاز مهار متجاوز از یک می‌باشد.
مراجع:				
اثرات اندرکنش (فصل ۲)				
<input type="checkbox"/>	نامشخص	<input type="checkbox"/>	بله	۱. اهداف سبک از ضربه تجهیزات یا سازه‌های مجاور ایمن می‌باشند.
<input type="checkbox"/>	نامشخص	<input type="checkbox"/>	بله	۲. تجهیزات حاوی رله‌های ضروری از هر گونه ضربه ناشی از تجهیزات یا سازه‌های مجاور مصون می‌باشند.
<input type="checkbox"/>	نامشخص	<input type="checkbox"/>	بله	۳. خطوط لوله متصل به تجهیزات دارای انعطاف پذیری کافی می‌باشند؟
<input type="checkbox"/>	نامشخص	<input type="checkbox"/>	بله	۴. خطر خرابی و واژگونی در تجهیزات فوقانی، سیستم‌های توزیع یا دیوارهای بنایی وجود ندارد.
<input type="checkbox"/>	نامشخص	<input type="checkbox"/>	بله	۵. آثار اندرکنش در ارتباط با آبفشان و آب گرفتگی قابل ملاحظه می‌باشد.
<input type="checkbox"/>	نامشخص	<input type="checkbox"/>	بله	۶. آثار اندرکنش در ارتباط با آتش‌سوزی قابل ملاحظه می‌باشد.
<input type="checkbox"/>	نامشخص	<input type="checkbox"/>	بله	۷. نگرانی در ارتباط با اثر تجهیزات با اهمیت پائین‌تر بر روی تجهیزات با اهمیت بالاتر وجود دارد.
<input type="checkbox"/>	نامشخص	<input type="checkbox"/>	بله	۸. آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند.

<b>کاربرگ ارزیابی تجهیزات</b>	
شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: <b>چیلر</b>
شرح تجهیز:	
- تجهیز در مقابل اثرات ناشی از اندرکنش ایمن می باشد.	
<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر
<input type="checkbox"/> نامشخص	
ملاحظات	
ارزیابی و بازدیدهای چشمی:	
<u>تاریخ</u>	<u>زمان</u>
<u>اعضاء تیم</u>	
روش پیشنهادی برای رفع نقص	
	<input type="checkbox"/> ترمیم و نگهداری :
	<input type="checkbox"/> ارزیابی های بیشتر :
	<input type="checkbox"/> طرح بهسازی :
	<input type="checkbox"/> سایر روش ها:
	<input type="checkbox"/> کفایت لرنزه ای مسجل است و نیاز به بررسی های بیشتر نیست
تمامی جنبه های مختلف کفایت لرنزه ای بررسی شده اند؟	
	۱- اعضای تیم ارزیابی و تاریخ ارزیابی
تاریخ: _____	_____



پ-۵-۳-۶- کمپرسورهای هوا<sup>۱</sup>

## پ-۵-۳-۶-۱- شرایط عمومی

این نوع تجهیزات دربرگیرنده کمپرسورهای هوای خود ایستا<sup>۲</sup> و اجزای الحاقی به آن مانند ورودی‌های هوا<sup>۳</sup>، مخازن دریافت هوا<sup>۴</sup>، پانل‌های کنترل محلی، مجاری و خطوط تخلیه می‌باشد. کمپرسورهای هوا در حالت کلی به دو دسته پیستونی رفت و برگشتی و پیچی دورانی طبقه‌بندی می‌شوند. این نوع تجهیز دربرگیرنده طیف وسیعی از کمپرسورهای هوا با ابعاد، پیکره‌بندی و کاربری‌های متفاوتی می‌باشند. کمپرسورهای هوا معمولاً از اجزایی همچون موتور محرک الکتریکی، کمپرسور پروانه‌ای یا پیستونی<sup>۵</sup>، مخزن دریافت هوا، فیلتر ورودی هوا، پس سرد کننده هوا<sup>۶</sup>، رطوبت‌گیر<sup>۷</sup>، سیستم روغن‌کاری و پانل کنترل و ابزار دقیق، تشکیل می‌شوند. در کمپرسورهای بزرگ معمولاً از یک سیستم حائل آبی<sup>۸</sup> برای خنک کردن پوسته کمپرسور و پس سرد کننده هوا استفاده می‌شود حال آنکه واحدهای کوچکتر معمولاً در اثر جابجایی طبیعی هوا خنک می‌شوند.

کمپرسورهای هوا، فشار عملیاتی<sup>۹</sup> مورد نیاز را برای ابزارهای دقیق پنوماتیک<sup>۱۰</sup> و سیستم‌های کنترل، به ویژه برای شیرهای کنترل شونده توسط دیافراگم، تامین می‌کنند. همچنین کمپرسورهای هوا، مخازن دریافت هوای تحت فشار<sup>۱۱</sup> را پشتیبانی می‌کنند.

این مخازن جهت خدمت‌رسانی به سیستم‌های استارتینگ پنوماتیک برای موتور - ژنراتورهای اضطراری به کار می‌روند. کمپرسورها با آرایش‌های متفاوتی در پیکره‌بندی کلی نوع تجهیزات کمپرسورهای هوا قرار می‌گیرند. در بعضی موارد کمپرسورهای پیچی دورانی و یا پیستونی رفت و برگشتی بر روی مخزن دریافت هوا نصب شده و در بعضی موارد نیز بر روی نشیمن نصب می‌شوند. همچنین کمپرسورهای پیستونی رفت و برگشتی به صورت خود ایستا نیز به کار می‌روند.

ساختار کمپرسورهای پیستونی رفت و برگشتی تا حدود زیادی مشابه موتور اتمیبل است. در این کمپرسورها پیستونها در درون یک سیلندر چدنی قرار گرفته و گاز را متراکم می‌کنند. همچنین یک سیستم زمانبندی شده از شیرها، ورودی و خروجی را کنترل می‌کنند. توان موتورهای محرک از چند اسب بخار تا حدود ۱۰۰ اسب بخار متغیر می‌باشد. عمدتاً کمپرسورهای هوای پیستونی یک یا دو سیلندر دارند ولی ممکن است تعداد سیلندرها بیشتر شود. معمولاً از پوسته میل‌لنگ<sup>۱۲</sup> چدنی به عنوان تکیه‌گاه سیلندرها استفاده می‌شود. پوسته میل‌لنگ به عنوان محفظه‌ای برای میل‌لنگ عمل کرده و میل‌لنگ نیز با به‌صورت مستقیم توسط یک محور محرک به موتور الکتریکی متصل و یا توسط اتصال تسمه‌ای به آن متصل می‌شود. کمپرسورهای پیستونی رفت و برگشتی کوچکتر عمدتاً بر روی یک مخزن دریافت هوا قرار داده می‌شوند.

در کمپرسورهای پیچی دورانی به جای پیستون رفت و برگشتی از مجموعه‌ای از پیچ‌های حلزونی<sup>۱۳</sup> که معمولاً در درون یک بلوک چدنی قرار داده می‌شوند، استفاده می‌شود. اجزاء و ملحقات کمپرسورهای پیچی دورانی مشابه نوع پیستونی رفت و برگشتی می‌باشند با این

- 1 Air Compressors
- 2 Freestanding Air Compressors
- 3 Air Intakes
- 4 Air Receiver Tanks
- 5 Piston or Impeller Driven Compressors
- 6 Air Aftercooler
- 7 Moisture Separator
- 8 Water Jacket
- 9 Operating Pressure Compressors
- 10 Pneumatic Instrumentation
- 11 Pressurized Air Receiver Tanks
- 12 Crankcase
- 13 Helical Screws



تفاوت که به سیستم زمانبندی شده شیرهای ورودی و خروجی احتیاجی نیست. در یکی از متداول ترین پیکره بندی ها، چیدمان اجزاء به نحوی است که در آن کمپرسور هوا بر روی مخزن دریافت هوا قرار می گیرد. این واحدها معمولاً زیاد بزرگ نیستند و ظرفیت آنها از ۰/۳ تا ۳ مترمکعب در دقیقه برای تخلیه هوا متغیر بوده و توان موتور محرک آنها نیز از چندین اسب بخار تا ۳۰ اسب بخار متغیر است. وزن کمپرسورهای پیچی دورانی قرار گرفته بر روی مخزن، از ۹۰ تا ۱۱۵۰ کیلوگرم متغیر می باشد.

در بعضی موارد کمپرسورهای پیچی دورانی بر روی نشیمن فولادی نصب می شوند. نشیمن می تواند باز بوده و یا اینکه در درون یک محفظه فولادی قرار گیرد. نشیمن معمولاً از یک قاب فولادی جوشی ساخته شده و کمپرسور، موتور محرک، مخزن دریافت، پانل کنترل و سایر اجزاء به آن جوش می شوند. کمپرسورهایی که بر روی نشیمن قرار می گیرند ظرفیتی تا حدود ۵۷ مترمکعب در دقیقه داشته و توان موتورهای محرک آنها تا ۳۰۰ اسب بخار است. همچنین وزن این کمپرسورها معمولاً بین ۹۱۰ تا ۳۶۵۰ کیلوگرم است.

کمپرسورهای خود ایستا عمدتاً از نوع پیستونی رفت و برگشتی بوده و دارای یک یا دو سیلندر می باشند که به صورت طره ای از جعبه میل لنگ خارج شده است. جعبه میل لنگ به عنوان تکیه گاه اصلی برای سایر اجزا عمل کرده و یا بر روی یک پداستال چدنی یا فولادی قرار می گیرد. کمپرسورهای خود ایستا بزرگترین نوع از انواع کمپرسورهایی هستند که در تاسیسات به کار می روند و دارای ظرفیتی تا ۱۱۵ مترمکعب بر دقیقه بوده و توان موتور محرک آنها تا ۱۰۰۰ اسب بخار می باشد. وزن این کمپرسورها از ۲۲۵ کیلوگرم در واحدهای کوچک تا حدود ۱۰۰۰ کیلوگرم در واحدهای بزرگ متغیر است.

طیف ظرفیت ارائه شده برای ارزیابی لرزه ای نوع تجهیز کمپرسورهای هوا دربر گیرنده کمپرسور پیستونی یا پروانه ای، موتور محرک، مخزن دریافت هوا، کوئل های خنک کننده<sup>۱</sup> الحاقی و ورودی های هوا، خطوط تخلیه هوای الحاقی، خطوط ابزار دقیق و مجاری الحاقی (تا حد رسیدن به نخستین تکیه گاه بعدی) می باشد.

#### پ-۵-۳-۶-۲- پیش نیازها برای استفاده از طیف آسیب پذیری

**پیش نیاز اول)** شرایط عمومی کمپرسور هوا باید مشابه با شرایط عمومی که در بخش (پ-۵-۳-۶-۱) شرح داده شد، بوده و یا تحت پوشش آن قرار گیرد.

**پیش نیاز دوم)** جزئیات مشکوک و یا موقعیتهای غیرمعمول که توسط پیش نیازها پوشش داده نشده اند و می توانند اثر منفی بر روی ظرفیت لرزه ای کمپرسور داشته باشند، باید شناسایی شوند.





شکل (۵-۲۰): کمپرسورهای هوا



<b>کاربرگ ارزیابی تجهیزات</b>	
شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: کمپرسور هوا
شرح تجهیز:	
سیستم:	
موقعیت تجهیز: ساختمان.	طبقه (ارتفاع):
اتاق:	
تولیدکننده، مدل، غیره.:	
وزن:	
شماره نقشه:	رده عملکرد:
<b>پیش نیازهای لازم برای استفاده از طیف آسیب پذیری</b>	
پیش نیازهایی را که مستقیماً مفاد این کاربرگها را برآورده نمی کنند اما بصورت غیرمستقیم اجرایی بودن آنها تضمین می شود با یک (*) مشخص کرده و دلیل برآورده شدن آنها در بخش ملاحظات شرح داده شود.	
۱. آیا مشخصات کلی کمپرسور هوا، در محدوده شرایط عمومی قرار بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن <input type="checkbox"/> می گیرد.	
۲. آیا آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده اند.	بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن <input type="checkbox"/>
- آیا مفاهیم و اهداف کلیه پیش نیازهای فوق برآورده می شوند.	بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن <input type="checkbox"/>
<b>مهار (فصل ۳)</b>	
۱. نوع مهار	
<input type="checkbox"/>	مهار انبساطی
<input type="checkbox"/>	گل میخ و میل مهار درجا
<input type="checkbox"/>	میل مهار قلابدار درجا
<input type="checkbox"/>	مهار چسبی
<input type="checkbox"/>	مهار توسط اتصال جوشی به فولاد مدفون در محل بیرون زدگی فولاد
<input type="checkbox"/>	مهار سربی
<input type="checkbox"/>	انواع دیگر .....
<input type="checkbox"/>	موضوعیت ندارد (نیاز به بررسی بیشتر مهار نمی باشد)
۲. ویژگی های متناسب با نوع مهار کنترل شده است.	بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/>
(ابعاد، محل قرارگیری، خصوصیات تجهیزات)	
۳. فاصله آزاد در مهار رزوه شده کمتر از ۶ mm است.	بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن <input type="checkbox"/>



<b>کاربرگ ارزیابی تجهیزات</b>			
نوع تجهیز: کمپرسور هوا			شماره مشخصه تجهیز:
شرح تجهیز:			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۴. ضوابط سختی پایه تجهیز و عدم وجود عمل اهرمی برآورده می‌شود.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۵. مقاومت پایه تجهیز و مسیر انتقال بارهای سازه‌ای مناسب می‌باشد.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۶. ضوابط فولاد مدفون و بالشتک‌ها رعایت می‌شود.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۷. ضوابط طول مهاری مدفون رعایت می‌شود.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۸. ضوابط فاصله بین مهارها رعایت می‌شود.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۹. ضوابط فاصله مهار از لبه‌ها رعایت می‌شود.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۱۰. بتنی که مهار در آن نصب شده مقاومت لازم را دارد.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۱۱. ضوابط حداکثر عرض ترک برآورده می‌شود.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۱۲. الزامات مهار تجهیزات حاوی رله‌های ضروری برآورده می‌شود.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۱۳. کیفیت نصب مهار مناسب است.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۱۴. آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- نسبت ظرفیت به نیاز مهار متجاوز از یک می‌باشد.
مراجع:			
<b>اثرات اندرکنش (فصل ۲)</b>			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۱. اهداف سبک از ضربه تجهیزات یا سازه‌های مجاور ایمن می‌باشند.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۲. تجهیزات حاوی رله‌های ضروری از هر گونه ضربه ناشی از تجهیزات یا سازه‌های مجاور مصون می‌باشند.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۳. خطوط لوله متصل به تجهیزات دارای انعطاف پذیری کافی می‌باشند.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۴. خطر خرابی و واژگونی در تجهیزات فوقانی، سیستم‌های توزیع یا دیوارهای بنایی وجود ندارد.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۵. آثار اندرکنش در ارتباط با آبگرفتگی قابل ملاحظه می‌باشد.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۶. آثار اندرکنش در ارتباط با آتش‌سوزی قابل ملاحظه می‌باشد.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۷. نگرانی در ارتباط با اثر تجهیزات با اهمیت پائین‌تر بر روی تجهیزات با اهمیت بالاتر وجود دارد.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۸. آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند.

<b>کاربرگ ارزیابی تجهیزات</b>	
شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: کمپرسور هوا
شرح تجهیز:	
- تجهیز در مقابل اثرات ناشی از اندرکنش ایمن می باشد.	
<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر
<input type="checkbox"/> نامشخص	
ملاحظات	
ارزیابی و بازدیدهای چشمی:	
<u>تاریخ</u>	<u>زمان</u>
<u>اعضاء تیم</u>	
روش پیشنهادی برای رفع نقص	
	<input type="checkbox"/> ترمیم و نگهداری :
_____	<input type="checkbox"/> ارزیابی های بیشتر :
_____	<input type="checkbox"/> طرح بهسازی :
_____	<input type="checkbox"/> سایر روش ها:
_____	<input type="checkbox"/> کفایت لرنزه ای مسجل است و نیاز به بررسی های بیشتر نیست
تمامی جنبه های مختلف کفایت لرنزه ای بررسی شده اند؟	
	۱- اعضای تیم ارزیابی و تاریخ ارزیابی
_____ تاریخ:	_____



پ-۵-۳-۷- موتور - ژنراتور<sup>۱</sup>

## پ-۵-۳-۷-۱- شرایط عمومی

این نوع تجهیز دربرگیرنده موتورها و ژنراتورهایی است که با یکدیگر جفت شده و تشکیل یک مجموعه موتور ژنراتور (مجموعه M-G) را می‌دهند. مجموعه‌های موتور - ژنراتور<sup>۲</sup> به لحاظ سازه‌ای و ساختار مشابه پمپ‌های افقی می‌باشند (پمپ‌های افقی از یک موتور الکتریکی که توسط یک محور به پمپ متصل می‌شود تشکیل می‌شوند). موتور - ژنراتورها عموماً از دو موتور تشکیل می‌شوند که توسط یک محور مشترک<sup>۳</sup> به یکدیگر متصل شده‌اند. این تجهیزات شامل یک موتور AC یا DC بوده که توسط یک محور محرک مستقیم<sup>۴</sup> به یک ژنراتور AC یا DC متصل می‌شود. همچنین برای جلوگیری از نوسانات گذارای<sup>۵</sup> موجود در خروجی ژنراتور، از یک چرخ لنگر<sup>۶</sup> در یکی از دو انتهای محور برای ذخیره اینرسی دورانی استفاده می‌شود. معمولاً در یک مجموعه موتور-ژنراتور، هم موتور و هم ژنراتور بر روی یک محور محرک مشترک سوار شده<sup>۷</sup> و به یک صفحه نشیمن<sup>۸</sup> فولادی پیچ می‌شوند. در بعضی موارد مجموعه‌های M-G کوچک، موتور و ژنراتور در درون یک محفظه مشترک قرار می‌گیرند. وزن مجموعه‌های موتور - ژنراتور در محدوده ۲۳ الی ۲۲۷۰ کیلوگرم می‌باشد.

طیف ظرفیت ارائه شده برای نوع تجهیز موتور - ژنراتور دربرگیرنده موتور، چرخ لنگر و مجراهای الحاقی می‌شود.

## پ-۵-۳-۷-۲- پیش‌نیازها برای استفاده از طیف آسیب پذیری

**پیش‌نیاز اول)** شرایط عمومی موتور-ژنراتور باید مشابه با شرایط عمومی که در بخش (پ-۵-۳-۷-۱) شرح داده شد، بوده و یا تحت پوشش آن قرار گیرد.

**پیش‌نیاز دوم)** محرک اصلی<sup>۹</sup> و اجزای متحرک<sup>۱۰</sup> باید توسط یک پایه صلب<sup>۱۱</sup> و یا صفحه نشیمن مشترک<sup>۱۲</sup> به یکدیگر متصل باشند. رویکرد این پیش‌نیاز در این است که تغییر مکانهای نسبی بین محرک و اجزای متحرک<sup>۱۳</sup> ممکن است موجب درگیر شدن محور<sup>۱۴</sup> شده و یا منجر به سائیدگی بیش از حد تکیه‌گاه<sup>۱۵</sup> شود. در صورتی که صفحه نشیمن صلب موجود نباشد، پتانسیل موجود برای بوجود آمدن تغییر مکانهای نسبی بین محرک اصلی و اجزای متحرک باید به شکل ویژه‌ای مورد ارزیابی قرار گیرد.

**پیش‌نیاز سوم)** جزئیات مشکوک و یا موقعیتهای غیرمعمول را که توسط پیش‌نیازها پوشش داده نشده‌اند و می‌توانند اثر منفی بر روی ظرفیت لرزه‌ای موتور - ژنراتور داشته باشند، باید شناسایی شوند.

- 1 Motor- generators
- 2 Motor-generator sets
- 3 Common shaft
- 4 Direct Drive Shaft
- 5 Transient fluctuations
- 6 Flywheel
- 7 mounted to a common drive shaft
- 8 skid
- 9 main driver
- 10 driven component
- 11 rigid base
- 12 common skid
- 13 Driven component
- 14 may bind the shaft
- 15 Excessive bearing wear





شکل (پ-۵-۲۱): موتور - ژنراتور



<b>کاربرگ ارزیابی تجهیزات</b>		
شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: موتور - ژنراتور	
شرح تجهیز:		
سیستم:		
موقعیت تجهیز: ساختمان.	طبقه (ارتفاع):	
اتاق:		
تولیدکننده، مدل، غیره.:		
وزن:		
شماره نقشه:	رده عملکرد:	
<b>پیش‌نیازهای لازم برای استفاده از طیف آسیب پذیری</b>		
پیش‌نیازهایی را که مستقیماً مفاد این کاربرگ‌ها را برآورده نمی‌کنند اما بصورت غیرمستقیم اجرایی بودن آنها تضمین می‌شود با یک (*) مشخص کرده و دلیل برآورده شدن آنها در بخش ملاحظات شرح داده شود.		
<p>۱. مشخصات کلی موتور-ژنراتور، در محدوده شرایط عمومی قرار می‌گیرد.</p> <p>بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن <input type="checkbox"/></p> <p>۲. محرک اصلی و اجزای متحرک توسط یک پایه صلب و یا صفحه نشیمن مشترک به هم متصل شده‌اند.</p> <p>بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن <input type="checkbox"/></p> <p>۳. آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند.</p> <p>بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن <input type="checkbox"/></p> <p>- مفاهیم و اهداف کلیه پیش‌نیازهای فوق برآورده می‌شوند.</p> <p>بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن <input type="checkbox"/></p>		
<b>مه‌ار (فصل ۳)</b>		
<p>۱. نوع مه‌ار</p> <p>مه‌ار انبساطی <input type="checkbox"/></p> <p>گل‌میخ و میل مه‌ار درجا <input type="checkbox"/></p> <p>میل مه‌ار قلابدار درجا <input type="checkbox"/></p> <p>مه‌ار چسبی <input type="checkbox"/></p> <p>مه‌ار توسط اتصال جوشی به فولاد مدفون در محل بیرون‌زدگی فولاد <input type="checkbox"/></p> <p>مه‌ار سربی <input type="checkbox"/></p> <p>انواع دیگر ..... <input type="checkbox"/></p> <p>موضوعیت ندارد (نیاز به بررسی بیشتر مه‌ار نمی‌باشد) <input type="checkbox"/></p> <p>۲. ویژگی‌های متناسب با نوع مه‌ار کنترل شده است. (ابعاد، محل فرارگیری، خصوصیات تجهیزات)</p> <p>بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/></p>		



### کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:				نوع تجهیز: موتور - ژنراتور
شرح تجهیز:				
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۳. فاصله آزاد در مهار رزوه شده کمتر از ۶ mm است.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۴. ضوابط سختی پایه تجهیز و عدم وجود عمل اهرمی برآورده می شود.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۵. مقاومت پایه تجهیز و مسیر انتقال بارهای سازه ای مناسب می باشد.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۶. ضوابط فولاد مدفون و بالشتکها رعایت می شود.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۷. ضوابط طول مهاری مدفون رعایت می شود.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۸. ضوابط فاصله بین مهارها رعایت می شود.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۹. ضوابط فاصله مهار از لبه ها رعایت می شود.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۱۰. بتنی که مهار در آن نصب شده مقاومت لازم را دارد.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۱۱. ضوابط حداکثر عرض ترک برآورده می شود.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۱۲. الزامات مهار تجهیزات حاوی رله های ضروری برآورده می شود.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۱۳. کیفیت نصب مهار مناسب است.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۱۴. آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده اند.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- نسبت ظرفیت به نیاز مهار متجاوز از یک می باشد.
مراجع:				
اثرات اندرکنش (فصل ۲)				
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۱. اهداف سبک از ضربه تجهیزات یا سازه های مجاور ایمن می باشند.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۲. تجهیزات حاوی رله های ضروری از هر گونه ضربه ناشی از تجهیزات یا سازه های مجاور مصون می باشند.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۳. خطوط لوله متصل به تجهیزات دارای انعطاف پذیری کافی می باشند.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۴. خطر خرابی و واژگونی در تجهیزات فوقانی، سیستم های توزیع یا دیوارهای بنایی وجود ندارد.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۵. آثار اندرکنش در ارتباط با آبفشان و آب گرفتگی قابل ملاحظه می باشد.



### پ-۵-۳-۸- موتور ژنراتورهای احتراقی<sup>۱</sup>

#### پ-۵-۳-۸-۱- شرایط عمومی

این نوع تجهیزات دربرگیرنده طیف وسیعی از ابعاد و انواع ژنراتورهایی است که توسط موتور احتراقی پیستونی به حرکت در می آید. این طیف شامل ژنراتورهای محرک توسط توربین نبوده و این ژنراتورها در این بخش مورد ارزیابی قرار نمی گیرند. موتور (احتراقی) - ژنراتورها منابع قدرت اضطراری هستند و در شرایط قطع برق جریان برق متناوب مورد نیاز مجموعه را تامین می کنند. در کاربردهای عمومی، توان ژنراتورها در محدوده ۲۰۰ KVA تا ۵۰۰۰ KVA می باشد. خروجی الکتریکی نیز در ولتاژهای ۴۸۰ ، ۲۴۰۰ و یا ۴۱۶۰ ولت می باشد. ژنراتورها عموماً از نوع بالشتک ژنراتور<sup>۲</sup> بوده و به همراه آنها یک محرک از نوع یکسوکننده چرخشی<sup>۳</sup> و یا نیمه-هادی<sup>۴</sup> و منظم کننده ولتاژ<sup>۵</sup> نیز وجود دارد. موتورهای احتراقی پیستونی رفت و برگشتی عموماً دیزلی می باشند لیکن در مواردی از گاز طبیعی و بنزین نیز استفاده می شود. در اغلب موارد، ابعاد موتورهای احتراقی پیستونی بین تراکتور تا لوکوموتیو متغیر بوده و توان هر یک از این دو نیز به ترتیب ۴۰۰ تا ۴۰۰۰ اسب بخار می باشد. موتور ژنراتورهای احتراقی عموماً متشکل از موتور احتراقی پیستونی و ژنراتور بوده که توسط یک محور مستقیم به یکدیگر متصل شده و بر روی یک نشیمن فلزی مشترک نصب می شوند. نشیمن و یا بلوک موتور<sup>۶</sup> به عنوان تکیه گاه برای تجهیزات الحاقی ثانویه مانند مجاری، لوله ها و پانل ابزار دقیق و کنترل محلی، نیز عمل می کند. سیستم موتور ژنراتورهای احتراقی شامل اجزای ثانویه پیرامونی جهت خنک کردن، گرم کردن، استارت زدن و نظارت بر عملکرد و همچنین تامین سوخت، روان کننده و هوا نیز می باشد. اجزای ثانویه پیرامونی در پاره ای موارد بر روی نشیمن موتور ژنراتورهای احتراقی سوار شده و یا به آن متصل می شوند، حال آنکه در بعضی موارد نیز این شرایط برقرار نمی باشد. چنانچه حالت دوم برقرار باشد (اجزای پیرامونی بر روی صفحه نشیمن سوار نمی شوند)، این اجزا باید به صورت مستقل مورد ارزیابی قرار گیرند.

#### پ-۵-۳-۸-۲- پیش نیازها برای استفاده از طیف آسیب پذیری

**پیش نیاز اول)** شرایط عمومی موتور ژنراتورهای احتراقی باید مشابه با شرایط عمومی که در بخش (پ-۵-۳-۸-۱) شرح داده شد، بوده و یا تحت پوشش آن قرار گیرد.

**پیش نیاز دوم)** اجزای محرک و متحرک باید توسط یک تکیه گاه صلب و یا نشیمن مشترک به یکدیگر متصل باشند. هدف از این پیش نیاز این است که تغییر مکانهای نسبی بین محرک و اجزای متحرک ممکن است موجب تنش قرار گرفتن محور شده و یا منجر به سائیدگی بیش از حد تکیه گاه شود. در صورتی که نشیمن صلب موجود نباشد، پتانسیل موجود برای بوجود آمدن تغییر مکانهای نسبی بین موتور محرک و اجزای متحرک باید مورد ارزیابی قرار گیرد.

**پیش نیاز سوم)** جزئیات مشکوک و یا موقعیت های غیرمعمول که توسط پیش نیازها پوشش داده نشده اند و می توانند اثر منفی بر روی ظرفیت لرزه ای موتور ژنراتورهای احتراقی داشته باشند، باید شناسایی شوند.



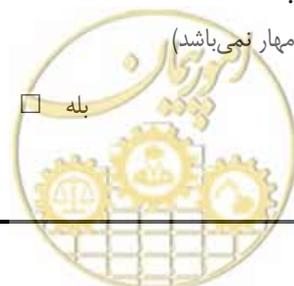
1 Engine-generators  
2 brushless rotating-field  
3 rotating rectifier  
4 solid-state  
5 Voltage Regulator  
6 Engine block



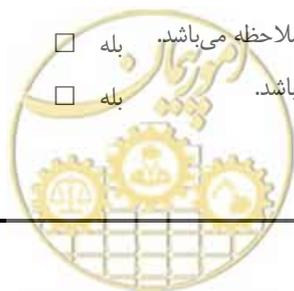
شکل (پ-۵-۲۲): موتور احتراقی - ژنراتورها



<b>کاربرگ ارزیابی تجهیزات</b>	
شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: موتور ژنراتور احتراقی
شرح تجهیز:	
سیستم:	
موقعیت تجهیز: ساختمان.	طبقه (ارتفاع):
اتاق:	
تولیدکننده، مدل، غیره.:	
وزن:	
شماره نقشه:	رده عملکرد:
<b>پیش نیازهای لازم برای استفاده از طیف آسیب پذیری</b>	
پیش نیازهایی را که مستقیماً مفاد این چک لیست ها را برآورده نمی کنند اما بصورت غیرمستقیم اجرایی بودن آنها تضمین می شود با یک (*) مشخص کرده و دلیل برآورده شدن آنها در بخش ملاحظات شرح داده شود.	
<p>۱. مشخصات کلی موتور ژنراتور احتراقی، در محدوده شرایط عمومی، مطابق پیش نیاز اول استفاده از طیف آسیب پذیری، قرار می گیرد.</p> <p>۲. محرک اصلی و اجزای متحرک توسط یک پایه صلب و یا صفحه نشیمن مشترک بهم متصل شده اند.</p> <p>۳. آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده اند.</p> <p>- مفاهیم و اهداف کلیه پیش نیازهای فوق برآورده می شوند.</p>	<p>بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن <input type="checkbox"/></p> <p>بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن <input type="checkbox"/></p> <p>بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن <input type="checkbox"/></p> <p>بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن <input type="checkbox"/></p>
<b>مهاری (فصل ۳)</b>	
<p>۱. نوع مهاری</p> <p><input type="checkbox"/> مهاری انبساطی</p> <p><input type="checkbox"/> گل میخ و میل مهاری درجا</p> <p><input type="checkbox"/> میل مهاری قلابدار درجا</p> <p><input type="checkbox"/> مهاری چسبی</p> <p><input type="checkbox"/> مهاری توسط اتصال جوشی به فولاد مدفون در محل بیرون زدگی فولاد</p> <p><input type="checkbox"/> مهاری سربی</p> <p><input type="checkbox"/> انواع دیگر .....</p> <p><input type="checkbox"/> موضوعیت ندارد (نیاز به بررسی بیشتر مهاری نمی باشد)</p> <p>۲. ویژگی های متناسب با نوع مهاری کنترل شده است. (ابعاد، محل قرارگیری، خصوصیات تجهیزات)</p>	<p>بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/></p>

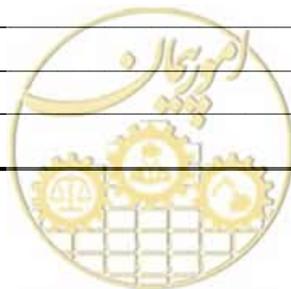


<b>کاربرگ ارزیابی تجهیزات</b>				
نوع تجهیز: موتور ژنراتور احتراقی			شماره مشخصه تجهیز:	
شرح تجهیز:				
<input type="checkbox"/> م.ن	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> بله	۳. فاصله آزاد در مهار رزوه شده کمتر از ۶ mm است.
	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> بله	۴. ضوابط سختی پایه تجهیز و عدم وجود عمل اهرمی برآورده می‌شود.
	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> بله	۵. مقاومت پایه تجهیز و مسیر انتقال بارهای سازه‌ای مناسب می‌باشد.
<input type="checkbox"/> م.ن	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> بله	۶. ضوابط فولاد مدفون و بالشتک‌ها رعایت می‌شود.
	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> بله	۷. ضوابط طول مهارهای مدفون رعایت می‌شود.
	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> بله	۸. ضوابط فاصله بین مهارها رعایت می‌شود.
	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> بله	۹. ضوابط فاصله مهار از لبه‌ها رعایت می‌شود.
	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> بله	۱۰. بتنی که مهار در آن نصب شده مقاومت لازم را دارد.
	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> بله	۱۱. ضوابط حداکثر عرض ترک برآورده می‌شود.
<input type="checkbox"/> م.ن	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> بله	۱۲. الزامات مهار تجهیزات حاوی رله‌های ضروری برآورده می‌شود.
<input type="checkbox"/> م.ن	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> بله	۱۳. کیفیت نصب مهار مناسب است.
	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> بله	۱۴. آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند.
	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> بله	- نسبت ظرفیت به نیاز مهار متجاوز از یک می‌باشد.
مراجع:				
<b>اثرات اندرکنش (فصل ۲)</b>				
<input type="checkbox"/> م.ن	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> بله	۱. اهداف سبک از ضربه تجهیزات یا سازه‌های مجاور ایمن می‌باشند.
<input type="checkbox"/> م.ن	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> بله	۲. تجهیزات حاوی رله‌های ضروری از هر گونه ضربه ناشی از تجهیزات یا سازه‌های مجاور مصون می‌باشند.
<input type="checkbox"/> م.ن	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> بله	۳. خطوط لوله متصل به تجهیزات دارای انعطاف پذیری کافی می‌باشند.
<input type="checkbox"/> م.ن		<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> بله	۴. خطر خرابی و واژگونی در تجهیزات فوقانی، سیستم‌های توزیع یا دیوارهای بنایی وجود ندارد.
<input type="checkbox"/> م.ن		<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> بله	۵. آثار اندرکنش در ارتباط با آبفشان و آب گرفتگی قابل ملاحظه می‌باشد.
<input type="checkbox"/> م.ن		<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> بله	۶. آثار اندرکنش در ارتباط با آتش‌سوزی قابل ملاحظه می‌باشد.



## کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: موتور ژنراتور احتراقی
شرح تجهیز:	
۷. نگرانی در ارتباط با اثر تجهیزات با اهمیت پائین تر بر روی تجهیزات با اهمیت بالاتر وجود دارد.	
بله <input type="checkbox"/>	خیر <input type="checkbox"/>
م.ن <input type="checkbox"/>	نامشخص <input type="checkbox"/>
۸. آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند.	
بله <input type="checkbox"/>	خیر <input type="checkbox"/>
م.ن <input type="checkbox"/>	نامشخص <input type="checkbox"/>
- تجهیز در مقابل اثرات ناشی از اندرکنش ایمن می‌باشد.	
بله <input type="checkbox"/>	خیر <input type="checkbox"/>
م.ن <input type="checkbox"/>	نامشخص <input type="checkbox"/>
<b>ملاحظات</b>	
ارزیابی و بازدیدهای چشمی:	
<u>تاریخ</u>	<u>زمان</u>
<u>اعضاء تیم</u>	
<b>روش پیشنهادی برای رفع نقص</b>	
	<input type="checkbox"/> <b>ترمیم و نگهداری :</b>
	<input type="checkbox"/> <b>ارزیابی‌های بیشتر :</b>
	<input type="checkbox"/> <b>طرح بهسازی :</b>
	<input type="checkbox"/> <b>سایر روش‌ها:</b>
<input type="checkbox"/> <b>کفایت لرزه‌ای مسجل است و نیاز به بررسی‌های بیشتر نیست</b>	
تمامی جنبه‌های مختلف کفایت لرزه‌ای بررسی شده‌اند؟	
	۱- اعضای تیم ارزیابی و تاریخ ارزیابی
تاریخ:	
تاریخ:	
تاریخ:	
تاریخ:	



پ-۵-۳-۹- هواسازها<sup>۱</sup>

## پ-۵-۳-۹-۱- شرایط عمومی

این نوع تجهیزات دربرگیرنده محفظه‌های ساخته شده از ورقهای فلزی است که حداقل دارای یک فن و یک مبدل حرارتی می‌باشند. هواسازها برای گرمایش، جذب رطوبت<sup>۲</sup> و خنک کردن و توزیع هوا به کار برده می‌شوند.

اجزای اصلی یک هواساز، یک فن و یک کوئل می‌باشند. هواسازهای کوچک با ظرفیت اندک غالباً به نام واحدهای فن - کوئل شناخته می‌شوند. در هواسازهایی که ساختار پیچیده‌تری دارند اجزایی همچون فیلترها، جعبه‌های اختلاط هوا<sup>۳</sup> و دریچه‌ها<sup>۴</sup> نیز به کار برده می‌شوند. فن‌ها (که عمدتاً از نوع گریز از مرکزی هستند) جهت انتقال حرارت، هوا را به جریان انداخته و در امتداد کوئل عبور می‌دهند. در یک دستگاه هواساز کوئل نقش مبدل حرارتی را دارد. کوئل‌های خنک‌کننده معمولاً ردیف‌های مستطیلی از لوله‌های فین‌دار<sup>۵</sup> می‌باشند. فیلترها نیز معمولاً در درون قاب‌های فولادی قرار داده شده‌اند و با جوش شدن آنها به یکدیگر بخشی از یک سیستم مدولار تشکیل می‌شود. جعبه‌های اختلاط به عنوان فضائی برای ترکیب دو جریان هوایی پیش از ترکیب شدن آنها در درون کانال، عمل می‌کنند. دریچه‌ها، پره‌های دورانی هستند که برای کنترل جریان هوا به درون فن و یا به خارج از فن، در ورودی و خروجی هواساز تعبیه می‌شوند. هوا سازها در حالت کلی به دو دسته کششی<sup>۶</sup> و وزشی<sup>۷</sup> طبقه‌بندی می‌شوند. در هواسازهای کششی، مبدل حرارتی (کوئل) در بالا دست فن قرار دارد حال آنکه طراحی هواسازهای وزشی به نحوی است که در آن کوئل در پائین دست قرار می‌گیرد. محفظه‌های هواساز از ورقهای فلزی تشکیل می‌شود که به یک سیستم قاب ساخته شده از پروفیل‌های ناودانی یا نبشی، جوش می‌شود. ابعاد محفظه‌ها از ۶۰ سانتی‌متر تا ۳ متر در هر یک از جهات متغیر بوده و وزن آن نیز تا چند هزار کیلوگرم متغیر می‌باشد. اجزای سنگینی مانند فن‌ها و مبدل‌های حرارتی (کوئل‌ها) به یک قاب داخلی پیچ شده و این قاب نیز به چارچوب محفظه جوش می‌شود. فن‌ها با توجه به نوع مبدل، ممکن است در جهت‌های مختلفی قرار گیرند.

هواسازها شامل سیستمی از کانال‌های الحاقی می‌باشند که برای ورود و تخلیه هوا به کار برده می‌شوند. سایر تجهیزات الحاقی به هواسازها عبارتند از لوله‌کشی آب خنک، مجاری الکتریکی و خطوط ابزار دقیق. سیستم‌های تهویه مطبوع مستقل<sup>۸</sup> یکی از انواع هواسازها هستند که در آن محفظه فلزی شامل یک واحد خنک‌کننده کوچک نیز می‌باشد. قابل توجه است که چیلرها به عنوان یک نوع تجهیز جداگانه مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

پیکره‌بندی هواسازها متفاوت بوده و از انواع واحدهای بزرگ زمینی (قرار گرفته بر روی کف) تا واحدهای معلق سقفی متغیر می‌باشد. طیف ظرفیت ارائه شده برای ارزیابی لرزه‌ای نوع تجهیز هواسازها دربرگیرنده محفظه ساخته شده از ورقهای فلزی، فن‌ها و موتورها، کوئل‌های مبدل حرارتی، فیلترهای هوا، جعبه‌های اختلاط، دریچه‌ها، کانال‌های الحاقی، خطوط ابزار و مجاری می‌شود.

- 1 Air Handlers
- 2 Dehumidifying
- 3 Air-mixing Boxes
- 4 Dampers
- 5 Tubing With Fin
- 6 Draw-through
- 7 Blow-through
- 8 Self-contained Air Conditioning



### پ-۵-۳-۹-۲- پیش نیازها برای استفاده از طیف آسیب پذیری

**پیش نیاز اول)** شرایط عمومی هواساز باید مشابه با شرایط عمومی که در بخش (پ-۵-۳-۹-۱) شرح داده شد، بوده و یا تحت پوشش آن قرار گیرد.

**پیش نیاز دوم)** علاوه بر کنترل کفایت لرزه ای مهار هواساز در پایه ها، نحوه اتصال اجزای سنگین داخلی هواساز نیز باید مورد بررسی قرار گیرد. این بررسی تا حدود زیادی تکیه بر قضاوت مهندسی خواهد داشت. جداسازهای لرزه ای داخلی<sup>۱</sup> باید بر طبق ضوابط فصل سوم (ارزیابی مهاربندی تجهیزات) کنترل شوند.

**پیش نیاز سوم)** ایمنی کلیه درها باید توسط یک قفل یا گیره تامین گردد. در هنگام زلزله امکان باز و بسته شدن درها وجود داشته و بر اثر آن ضرباتی به محفظه درونی وارد می شود. این ضربات می توانند سبب خرابی درها شده و اختلالاتی در اجزایی مانند رله ها بوجود آورند. رویکرد اصلی این پیش نیاز جلوگیری از این ضربات و خرابی و اختلالات ناشی از آن است.

**پیش نیاز چهارم)** در صورتی که واحد هواساز دارای یک فن باشد، احتمال وارد شدن اثر اعوجاج شدید در هنگام وقوع زلزله از کانالها به فن، و اثر آن بر روی گریپاژ فن و برون محور شدن آن، باید در نظر گرفته شود. الزام به بررسی اثرات این اعوجاج در شرایطی وجود دارد که طول مهار نشده کانالها در مجاورت واحد هواساز زیاد بوده و یا اینکه کانالهایی با سختی زیاد تحت تاثیر حرکات نسبی شدیدی قرار گیرند. چنانچه این شرایط با اهمیت تلقی گردند، ارزیابی ویژه ای برای بررسی این مودهای خرابی باید صورت پذیرد.

**پیش نیاز پنجم)** جزئیات مشکوک و یا موقعیت های غیرمعمول که توسط پیش نیازها پوشش داده نشده اند و می توانند اثر منفی بر روی ظرفیت لرزه ای هواساز داشته باشند، باید شناسایی شوند.





شکل (پ-۵-۲۳): هواسازها



### کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:		نوع تجهیز: هواساز	
شرح تجهیز:			
سیستم:			
موقعیت تجهیز: ساختمان.		طبقه (ارتفاع): اتاق:	
تولیدکننده، مدل، غیره.:			
وزن:			
شماره نقشه:		رده عملکرد:	
پیش نیازهای لازم برای استفاده از طیف آسیب پذیری			
پیش نیازهایی را که مستقیماً مفاد این کاربرگها را برآورده نمی کنند اما بصورت غیرمستقیم اجرایی بودن آنها تضمین می شود با یک (*) مشخص کرده و دلیل برآورده شدن آنها در بخش ملاحظات شرح داده شود.			
<p>۱. مشخصات کلی هواساز، در محدوده شرایط عمومی، مطابق پیش نیاز اول استفاده از طیف آسیب پذیری، قرار می گیرد.</p> <p>۲. مهار اجزای سنگین داخلی مناسب است و جداگرهای لرزه ای برای محدود کردن حرکت جانبی و برکنش دارای قیده های جانبی می باشند.</p> <p>۳. ایمنی کلیه درها توسط چفت و بست تامین می گردد..</p> <p>۴. امکان انتقال پیچش شدید از کانالها به فن های داخلی (که باعث انحراف و گریپاژ آنها شود) وجود ندارد.</p> <p>۵. آثار نامطلوب دیگری مشاهده نشده اند.</p> <p>- مفاهیم و اهداف کلیه پیش نیازهای فوق برآورده می شوند.</p>	<p>بله <input type="checkbox"/></p> <p>خیر <input type="checkbox"/></p> <p>نامشخص <input type="checkbox"/></p> <p>م.ن <input type="checkbox"/></p>	<p>بله <input type="checkbox"/></p> <p>خیر <input type="checkbox"/></p> <p>نامشخص <input type="checkbox"/></p> <p>م.ن <input type="checkbox"/></p>	<p>بله <input type="checkbox"/></p> <p>خیر <input type="checkbox"/></p> <p>نامشخص <input type="checkbox"/></p> <p>م.ن <input type="checkbox"/></p>



<b>کاربرگ ارزیابی تجهیزات</b>			
شماره مشخصه تجهیز:		نوع تجهیز: هواساز	
شرح تجهیز:			
<b>مهار (فصل ۳)</b>			
۱. نوع مهار			
<input type="checkbox"/> مهار انبساطی			
<input type="checkbox"/> گل میخ و میل مهار درجا			
<input type="checkbox"/> میل مهار قلابدار درجا			
<input type="checkbox"/> مهار چسبی			
<input type="checkbox"/> مهار توسط اتصال جوشی به فولاد مدفون در محل بیرون زدگی فولاد			
<input type="checkbox"/> مهار سربی			
<input type="checkbox"/> انواع دیگر .....			
<input type="checkbox"/> موضوعیت ندارد (نیاز به بررسی بیشتر مهار نمی‌باشد)			
۲. ویژگی‌های متناسب با نوع مهار کنترل شده است. (ابعاد، محل قرارگیری، خصوصیات تجهیزات)			
<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/> م.ن
۳. فاصله آزاد در مهار رزوه شده کمتر از ۶ mm است.			
<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/> م.ن
۴. ضوابط سختی پایه تجهیز و عدم وجود عمل اهرمی برآورده می‌شود.			
<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/> م.ن
۵. مقاومت پایه تجهیز و مسیر انتقال بارهای سازه‌ای مناسب می‌باشد.			
<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/> م.ن
۶. ضوابط فولاد مدفون و بالشتک‌ها رعایت می‌شود.			
<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/> م.ن
۷. ضوابط طول مهاری مدفون رعایت می‌شود.			
<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/> م.ن
۸. ضوابط فاصله بین مهارها رعایت می‌شود.			
<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/> م.ن
۹. ضوابط فاصله مهار از لبه‌ها رعایت می‌شود.			
<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/> م.ن
۱۰. بتنی که مهار در آن نصب شده مقاومت لازم را دارد.			
<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/> م.ن
۱۱. ضوابط حداکثر عرض ترک برآورده می‌شود.			
<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/> م.ن
۱۲. الزامات مهار تجهیزات حاوی رله‌های ضروری برآورده می‌شود.			
<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/> م.ن
۱۳. کیفیت نصب مهار مناسب است.			
<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/> م.ن
۱۴. آیا آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند.			
<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/> م.ن
- آیا نسبت ظرفیت به نیاز مهار متجاوز از یک می‌باشد.			
<input type="checkbox"/> بله	<input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> نامشخص	<input type="checkbox"/> م.ن



## کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:

نوع تجهیز: هواساز

شرح تجهیز:

مراجع:

## اثرات اندرکنش (فصل ۲)

۱. اهداف سبک از ضربه تجهیزات یا سازه‌های مجاور ایمن می‌باشند. بله  خیر  نامشخص  م.ن
۲. تجهیزات حاوی رله‌های ضروری از هر گونه ضربه ناشی از تجهیزات یا سازه‌های مجاور مصون می‌باشند. بله  خیر  نامشخص  م.ن
۳. خطوط لوله متصل به تجهیزات دارای انعطاف‌پذیری کافی می‌باشند. بله  خیر  نامشخص  م.ن
۴. خطر خرابی و واژگونی در تجهیزات فوقانی، سیستم‌های توزیع یا دیوارهای بنایی وجود ندارد. بله  خیر  م.ن
۵. آثار اندرکنش در ارتباط با آبفشان و آب گرفتگی قابل ملاحظه می‌باشد. بله  خیر  م.ن
۶. آثار اندرکنش در ارتباط با آتش‌سوزی قابل ملاحظه می‌باشد. بله  خیر  م.ن
۷. نگرانی در ارتباط با اثر تجهیزات با اهمیت پائین‌تر بر روی تجهیزات با اهمیت بالاتر وجود دارد. بله  خیر  م.ن
۸. آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند. بله  خیر  نامشخص  م.ن
- تجهیز در مقابل اثرات ناشی از اندرکنش ایمن می‌باشد. بله  خیر  نامشخص

## ملاحظات

ارزیابی و بازدیدهای چشمی:

تاریخ

زمان

اعضاء تیم



<b>کاربرگ ارزیابی تجهیزات</b>	
شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: هواساز
شرح تجهیز:	
<b>روش پیشنهادی برای رفع نقص</b>	
_____	<input type="checkbox"/> ترمیم و نگهداری :
_____	<input type="checkbox"/> ارزیابی‌های بیشتر :
_____	<input type="checkbox"/> طرح بهسازی :
_____	<input type="checkbox"/> سایر روش‌ها:
<input type="checkbox"/> کفایت لرزه‌ای مسجل است و نیاز به بررسی‌های بیشتر نیست	
تمامی جنبه‌های مختلف کفایت لرزه‌ای بررسی شده‌اند؟	
_____ تاریخ:	_____ ۱- اعضای تیم ارزیابی و تاریخ ارزیابی
_____ تاریخ:	_____ ۲-
_____ تاریخ:	_____ ۳-
_____ تاریخ:	_____ ۴-



پ-۵-۳-۱۰- فن‌ها<sup>۱</sup>

## پ-۵-۳-۱۰-۱- شرایط عمومی

این نوع تجهیزات دربر گیرنده فن‌های خودایستا و فن‌های نصب شده بر روی کانال‌ها<sup>۲</sup> می‌باشد. فن‌هایی که به عنوان جزئی از انواع دیگر تجهیزات (مانند هواسازها) به کار می‌روند در همان نوع تجهیز بررسی شده و احتیاج به ارزیابی آنها در این بخش وجود ندارد. دمنده‌های هوا<sup>۳</sup> و تخلیه کننده‌ها<sup>۴</sup> در طبقه تجهیزات فن قرار داشته و بررسی می‌شوند.

فشارهای نسبی متداول برای فن‌ها از ۱/۵ تا ۱۲ سانتی‌متر آب متغیر می‌باشد. در بعضی از فن‌های گریز از مرکز فشار نسبی تا ۳۰ سانتی‌متر آب می‌تواند متغیر می‌باشد. دبی جریان هوا معمولاً از مقادیری کمتر از ۲۸ مترمکعب در دقیقه تا حدود ۱۴۰۰ مترمکعب در دقیقه متغیر است. توان موتور محرک فن‌ها نیز مقادیری بین ۱ تا ۲۰۰ اسب بخار اختیار می‌کند. وزن متداول فن‌ها با توجه به ظرفیت آن و جزئیات طراحی از ۴۵ الی ۴۵۰ کیلوگرم متغیر است. دو نوع اساسی از فن‌ها که در این بخش مورد بررسی قرار می‌گیرند عبارتند از فن‌های محوری<sup>۵</sup> و فن‌های گریز از مرکز.

فن‌های محوری در فشارهای نسبتاً پائین مانند سیستم‌های گرمایش و سرمایش ساختمانی و یا برج‌های خنک‌کننده کارایی دارند. فن‌های جریان محوری (ملخی)<sup>۶</sup> و فن‌های پره محوری<sup>۷</sup> دو نوع اصلی از انواع فن‌های محوری می‌باشند. فن‌های جریان محوری از دو یا چند پره که بر روی یک محور مرکزی نصب شده‌اند، تشکیل شده و درون یک حلقه باریک به گردش در می‌آیند. فن‌های جریان محوری معمولاً بر روی دیوار یا سقف نصب می‌شوند. فن‌های پره محوری دارای یک چرخ پروانه<sup>۸</sup> هستند که دارای چهار تا هشت پره بوده و بر روی یک محور مرکزی در درون یک محفظه استوانه‌ای نصب می‌شوند. فن‌های پره محوری در مقایسه با فن‌های جریان محوری در کاربردهایی با فشار و جریان (دبی) بالاتر به کار برده می‌شوند. فن‌های پره محوری شامل یک مجموعه از پره که قبل و بعد از پروانه موتور نصب می‌شوند، می‌باشند بطوری که برای افزایش کارایی و بازدهی، خطوط جریان هوا را به نحوی که کمترین مقاومت در برابر آنها ایجاد شود، هدایت می‌کنند.

طراحی برخی از فن‌های محوری به گونه‌ای است که برای ارتقای فشار در آنها از پروانه‌های چندتایی استفاده می‌شود. فن‌های جریان محوری معمولاً در درون کانال استوانه‌ای قرار گرفته و تکیه‌گاه آن توسط دستک‌هائی که از دیواره کانال به سمت مرکز کانال کشیده شده‌اند، تامین می‌شود. موتورهای محرک الکتریکی معمولاً در مجاورت پروانه و در بالا دست آن، در امتداد محور مرکزی کانال قرار داده می‌شوند. پروانه و محور محرک به صورت طره‌ای از موتور خارج می‌شوند. در برخی از انواع دیگر طراحی‌ها، موتور در خارج از کانال قرار می‌گیرد و توسط یک اتصال تسمه‌ای به محور محرک پروانه متصل می‌گردد.

فن‌های گریز از مرکز با توجه به موقعیت قرارگیری پره‌ها به ۳ گروه عمده تقسیم می‌شوند که عبارتند از ماریپچ جلو رونده<sup>۹</sup>، شعاعی و بالارونده معکوس<sup>۱۰</sup>. در فن‌های گریز از مرکز خم به جلو، پره‌ها در نوک خود مایل به جهت دوران می‌باشند. این فن‌ها در فشارهای

- 1 Fans
- 2 Duct-mounted Fans
- 3 Blowers
- 4 Exhauster
- 5 Axial Fans
- 6 Propeller Fans
- 7 Vane-axial Fans
- 8 Impeller wheel
- 9 Forward-curved
- 10 Backward-inclined



استاتیک کم، حجم زیادی از جریان را بوجود می‌آورند. در فن‌های گریز از مرکز با پره شعاعی، پره‌ها بر روی شعاع قرار داشته و در یک انتها به محور دوران خود متصل می‌شوند. فن‌های مایل به عقب یکی از انواع فن‌های گریز از مرکز می‌باشد و پره‌های آن در نوک، مایل به خلاف جهت دوران می‌باشند.

در فن‌های گریز از مرکز یک کانال ورودی استوانه‌ای که منطبق بر مرکز محور فن می‌باشد و همچنین یک کانال خروجی مربعی که به صورت مماس بر محیط فن قرار دارد، وجود دارند. یکی از انواع فن‌های گریز از مرکز، فن‌های گریز از مرکز لوله‌ای<sup>۱</sup> می‌باشند که جهت هوای خروجی را تغییر داده و آن را در جهت محوری، هدایت می‌کنند. همانند فن‌های جریان محوری، در فن‌های گریز از مرکز نیز موتور محرک الکتریکی می‌تواند یا مستقیماً بر روی محور فن و یا در خارج از محفظه فن قرار داشته باشد و توسط تسمه به محور متصل گردد. پروانه و محور محرک در شرایطی که به موتور به صورت طره‌ای وصل شده باشند، در یک نقطه دارای تکیه‌گاه<sup>۲</sup> و در شرایطی که تکیه‌گاه محور هم در موتور و هم در تکیه‌گاه انتهایی تامین شده باشد، در دو نقطه دارای تکیه‌گاه<sup>۳</sup> خواهند بود.

طیف ظرفیت ارائه شده برای ارزیابی لرزه‌ای نوع تجهیز فن‌ها دربرگیرنده پروانه فن و محفظه آن، موتور محرک، کانال‌های الحاقی، لوورهای نصب شده بر روی پره<sup>۴</sup> و خطوط ابزار دقیق و مجاری الحاقی می‌باشد.

#### پ-۵-۳-۱۰-۲- پیش نیازها برای استفاده از طیف آسیب پذیری

**پیش نیاز اول** شرایط عمومی فن باید مشابه با شرایط عمومی که در بخش (پ-۵-۳-۱۰-۱) شرح داده شد، بوده و یا تحت پوشش آن قرار گیرد.

**پیش نیاز دوم** محرک و فن باید توسط یک پایه مشترک به یکدیگر متصل و یا به نحوی نصب شده باشند که تغییر مکانهای ناهمسان محدود گردند. هدف از این پیش نیاز این است که تغییر مکان‌های ناهمسان بین موتور محرک و فن می‌تواند سبب ایجاد برون محوری در محور شود. چنانچه موتور محرک و محور بر روی یک پایه مشترک قرار نگرفته باشند، امکان به وجود آمدن تغییر مکانهای ناهمسان باید به شکل ویژه‌ای مورد ارزیابی قرار گیرد.

**پیش نیاز سوم** در فن‌های محوری که طول محور در بین موتور و فن زیاد است، تکیه‌گاه محور باید هم در فن و هم در موتور تامین گردد. هدف از این پیش نیاز جلوگیری از به وجود آمدن برون محوری در محور است. چنانچه تکیه‌گاه محور در هر دو سر تامین نشده باشد، ارزیابی ویژه‌ای باید صورت پذیرد. تغییر مکانی که در صورت وقوع زلزله در محور ممکن است بوجود آید باید تعیین شده و با تغییر مکان-های مجاز فن (تغییر مکانهای متناظر با حفظ عملکرد) مقایسه شود.

**پیش نیاز چهارم** اثرات ناشی از اعوجاج کانال در هنگام وقوع زلزله بر روی فن که می‌تواند منجر به گریپاژ<sup>۵</sup> و یا برون محوری فن شوند، باید مورد توجه قرار گیرند. توجه به این اثرات در شرایطی الزامی است که در مجاورت فن، کانال‌هایی با طول زیاد و بدون تکیه‌گاه موجود بوده و یا اینکه کانال‌هایی با صلیب بالا تحت تاثیر حرکات نسبی شدید تکیه‌گاهها قرار گیرند. چنانچه این شرایط حساس تشخیص داده شوند، ارزیابی ویژه‌ای برای بررسی این مودهای خرابی باید صورت پذیرد.

**پیش نیاز پنجم** جزئیات مشکوک و یا موقعیت‌های غیرمعمول که توسط پیش نیازها پوشش داده نشده‌اند و می‌توانند اثر منفی بر روی ظرفیت لرزه‌ای فن داشته باشند، باید شناسایی شوند.

1 Tubular Centrifugal Fans  
2 Single-point Support  
3 Two-point Support  
4 Mounted Louvers  
5 Binding





شکل (پ-۵-۲۴): فن



<b>کاربرگ ارزیابی تجهیزات</b>			
شماره مشخصه تجهیز:		نوع تجهیز: فن	
شرح تجهیز:			
سیستم:			
موقعیت تجهیز:		ساختمان:	
تولیدکننده، مدل، غیره:		طبقه (ارتفاع):	
اتاق:			
وزن:			
شماره نقشه:		رده عملکرد:	
<b>پیش‌نیازهای لازم برای استفاده از طیف آسیب پذیری</b>			
پیش‌نیازهایی را که مستقیماً مفاد این کاربرگ‌ها را برآورده نمی‌کنند اما بصورت غیرمستقیم اجرایی بودن آنها تضمین می‌شود با یک (*) مشخص کرده و دلیل برآورده شدن آنها در بخش ملاحظات شرح داده شود.			
<p>۱. مشخصات کلی فن، در محدوده شرایط عمومی، مطابق پیش‌نیاز اول استفاده از طیف آسیب‌پذیری، قرار می‌گیرد.</p> <p>بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن <input type="checkbox"/></p> <p>۲. موتور محرک و فن بر روی یک پایه مشترک نصب شده‌اند.</p> <p>بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن <input type="checkbox"/></p> <p>۳. محور در فن و موتور (در فن‌های محوری‌ای که طول محور بین موتور و فن زیاد است) دارای تکیه‌گاه هم در فن و هم در موتور است.</p> <p>بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن <input type="checkbox"/></p> <p>۴. امکان انتقال پیچش شدید از کانال‌ها به فن‌های داخلی (که باعث انحراف و گریپاژ آنها شود) وجود ندارد.</p> <p>بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن <input type="checkbox"/></p> <p>۵. آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند.</p> <p>بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن <input type="checkbox"/></p> <p>- مفاهیم و اهداف کلیه پیش‌نیازهای فوق برآورده می‌شوند.</p> <p>بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن <input type="checkbox"/></p>			
<b>مه‌ار (فصل ۳)</b>			
<p>۱. نوع مه‌ار</p> <p>مه‌ار انبساطی <input type="checkbox"/></p> <p>گل‌میخ و میل مه‌ار درجا <input type="checkbox"/></p> <p>میل مه‌ار قلابدار درجا <input type="checkbox"/></p> <p>مه‌ار چسبی <input type="checkbox"/></p> <p>مه‌ار توسط اتصال جوشی به فولاد مدفون در محل بیرون‌زدگی فولاد <input type="checkbox"/></p> <p>مه‌ار سربی <input type="checkbox"/></p> <p>انواع دیگر ..... <input type="checkbox"/></p> <p>موضوعیت ندارد (نیاز به بررسی بیشتر مه‌ار نمی‌باشد) <input type="checkbox"/></p>			



### کاربرگ ارزیابی تجهیزات

شماره مشخصه تجهیز:

نوع تجهیز: فن

شرح تجهیز:

- |                          |                          |                          |     |                          |     |                          |        |  |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----|--------------------------|-----|--------------------------|--------|--|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | بله | <input type="checkbox"/> | خیر | <input type="checkbox"/> | نامشخص | ۲. ویژگی های متناسب با نوع مهار کنترل شده است.<br>(ابعاد، محل قرارگیری، خصوصیات تجهیزات) |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | بله | <input type="checkbox"/> | خیر | <input type="checkbox"/> | نامشخص | ۳. فاصله آزاد در مهار رزوه شده کمتر از ۶ mm است.   |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | بله | <input type="checkbox"/> | خیر | <input type="checkbox"/> | نامشخص | ۴. ضوابط سختی پایه تجهیز و عدم وجود عمل اهرمی برآورده می شود.                            |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | بله | <input type="checkbox"/> | خیر | <input type="checkbox"/> | نامشخص | ۵. مقاومت پایه تجهیز و مسیر انتقال بارهای سازه ای مناسب می باشد.                         |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | بله | <input type="checkbox"/> | خیر | <input type="checkbox"/> | نامشخص | ۶. ضوابط فولاد مدفون و بالشتک ها رعایت می شود.   |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | بله | <input type="checkbox"/> | خیر | <input type="checkbox"/> | نامشخص | ۷. ضوابط طول مهاری مدفون رعایت می شود.   |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | بله | <input type="checkbox"/> | خیر | <input type="checkbox"/> | نامشخص | ۸. ضوابط فاصله بین مهارها رعایت می شود.  |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | بله | <input type="checkbox"/> | خیر | <input type="checkbox"/> | نامشخص | ۹. ضوابط فاصله مهار از لبه ها رعایت می شود.  |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | بله | <input type="checkbox"/> | خیر | <input type="checkbox"/> | نامشخص | ۱۰. بتنی که مهار در آن نصب شده مقاومت لازم را دارد.                                      |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | بله | <input type="checkbox"/> | خیر | <input type="checkbox"/> | نامشخص | ۱۱. ضوابط حداکثر عرض ترک برآورده می شود.   |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | بله | <input type="checkbox"/> | خیر | <input type="checkbox"/> | نامشخص | ۱۲. الزامات مهار تجهیزات حاوی رله های ضروری برآورده می شود.                              |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | بله | <input type="checkbox"/> | خیر | <input type="checkbox"/> | نامشخص | ۱۳. کیفیت نصب مهار مناسب است.  |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | بله | <input type="checkbox"/> | خیر | <input type="checkbox"/> | نامشخص | ۱۴. آیا آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده اند.   |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | بله | <input type="checkbox"/> | خیر | <input type="checkbox"/> | نامشخص | - آیا نسبت ظرفیت به نیاز مهار متجاوز از یک می باشد.                                      |

مراجع:

### اثرات اندرکنش (فصل ۲)

- |                          |                          |                          |     |                          |     |                          |        |  |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----|--------------------------|-----|--------------------------|--------|--|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | بله | <input type="checkbox"/> | خیر | <input type="checkbox"/> | نامشخص | ۱. اهداف سبک از ضربه تجهیزات یا سازه های مجاور ایمن می باشند.                                  |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | بله | <input type="checkbox"/> | خیر | <input type="checkbox"/> | نامشخص | ۲. تجهیزات حاوی رله های ضروری از هر گونه ضربه ناشی از تجهیزات یا سازه های مجاور مصون می باشند. |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | بله | <input type="checkbox"/> | خیر | <input type="checkbox"/> | نامشخص | ۳. خطوط لوله متصل به تجهیزات دارای انعطاف پذیری کافی می باشند.                                 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | بله | <input type="checkbox"/> | خیر | <input type="checkbox"/> | نامشخص | ۴. خطر خرابی و واژگونی در تجهیزات فوقانی، سیستم های توزیع یا دیوارهای بنایی وجود ندارد.        |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | بله | <input type="checkbox"/> | خیر | <input type="checkbox"/> | نامشخص | ۵. آثار اندرکنش در ارتباط با آبفشان و آب گرفتگی قابل ملاحظه می باشد.                           |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | بله | <input type="checkbox"/> | خیر | <input type="checkbox"/> | نامشخص | ۶. آثار اندرکنش در ارتباط با آتش سوزی قابل ملاحظه می باشد.                                     |

<b>کاربرگ ارزیابی تجهیزات</b>	
شماره مشخصه تجهیز:	نوع تجهیز: فن
شرح تجهیز:	
<p>۷. نگرانی در ارتباط با اثر تجهیزات با اهمیت پائین‌تر بر روی تجهیزات با اهمیت بالاتر وجود دارد.</p> <p style="text-align: center;">بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> م.ن <input type="checkbox"/></p> <p>۸. آیا آثار نامطلوب دیگری مشاهده شده‌اند.</p> <p style="text-align: center;">بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/> م.ن <input type="checkbox"/></p> <p>- آیا تجهیز در مقابل اثرات ناشی از اندرکنش ایمن می‌باشد.</p> <p style="text-align: center;">بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> نامشخص <input type="checkbox"/></p>	
ملاحظات	
ارزیابی و بازدیدهای چشمی:	
<u>تاریخ</u>	<u>زمان</u>
<u>اعضاء تیم</u>	
روش پیشنهادی برای رفع نقص	
	<input type="checkbox"/> ترمیم و نگهداری : <input type="checkbox"/> ارزیابی‌های بیشتر : <input type="checkbox"/> طرح بهسازی :
	<input type="checkbox"/> سایر روش‌ها: <input type="checkbox"/> کفایت لرزه‌ای مسجل است و نیاز به بررسی‌های بیشتر نیست
تمامی جنبه‌های مختلف کفایت لرزه‌ای بررسی شده‌اند؟	
	اعضای تیم ارزیابی و تاریخ ارزیابی ۱- _____ تاریخ: _____ ۲- _____ تاریخ: _____ ۳- _____ تاریخ: _____ ۴- _____ تاریخ: _____





# پیوست ۶

---

---

## راهنمای طبقه‌بندی سامانه‌های نیروگاه





[omoorepeyman.ir](http://omoorepeyman.ir)

**پ-۶-۱ - مقدمه**

بر اساس مطالب فصل اول جهت تعیین ترازهای خطر لرزه‌ای در دو سطح عملکردی ایمنی بهره برداری و ایمنی طرح برای ارزیابی لرزه‌ای نیروگاه، اهمیت نسبی سامانه‌های نیروگاه باید مشخص گردد. اهمیت نسبی سامانه‌های داخل نیروگاه با توجه به اهمیت نیروگاه در شبکه و اهمیت سامانه‌ها در نیروگاه تعیین می‌گردد.

**پ-۶-۲ - طبقه بندی سامانه‌های نیروگاه**

برای راهنمایی مشاوران و کارفرمایان جهت طبقه‌بندی سامانه‌های نیروگاه، جدولی شامل سامانه‌های اصلی واحد نیروگاه و تعیین نوع بحرانی، غیر بحرانی و عادی سامانه تهیه شده است. این جدول شامل تمامی زیر سامانه‌ها و سامانه‌های نیروگاه نبوده و باید پس از تهیه لیست کامل سامانه‌های نیروگاه توسط مشاور تکمیل گردد. همچنین مشاور بعد از بررسی‌های کارشناسی بر حسب مورد و ضرورت می‌تواند در مورد نوع بحرانی، غیر بحرانی و عادی سامانه‌های ذکر شده در جدول زیر اعمال نظر نماید.



تاسیسات	نوع سامانه	سامانه
نیروگاه بخاری	غیر بحرانی	لوله کشی و شیر آلات
	بحرانی	کندانسور
	بحرانی	بویلر اصلی
	عادی	بویلر کمکی
	بحرانی	مبدل های حرارتی و هوازدا
	غیر بحرانی	واحد پالایش آب کندانسور
	بحرانی	توربین بخاری
	عادی	سیستم اتصال زمین و حفاظت در برابر صاعقه
	عادی	سیستم ارتباطات
	بحرانی	ژنراتور و سیستم تحریک
	عادی	سیستم مصرف داخلی و توزیع برق نیروگاه
	غیر بحرانی	سیستم تامین و تصفیه آب خام و تولید آب مقطر
	بحرانی	سیستم کنترل و ابزار دقیق
	بحرانی	سیستم خنک کن اصلی



تاسیسات	نوع سامانه	سامانه
نیروگاه گازی	بحرانی	توربین گاز
	بحرانی	سیستم احتراق
	غیر بحرانی	سیستم کنترل و ابزار دقیق
	بحرانی	کمپرسور و سیستم هوای ورودی
	بحرانی	ژنراتور و سیستم تحریک
	عادی	سیستم مصرف داخلی و توزیع برق نیروگاه
	عادی	سیستم خنک کن کمکی
	عادی	سیستم اتصال زمین و حفاظت در برابر صاعقه
	عادی	سیستم تامین هوای کنترل
	غیر بحرانی	سیستم سوخت رسانی
	عادی	سیستم ارتباطات
	عادی	سیستم تهویه مطبوع
	غیر بحرانی	سیستم روغن
عادی	سیستم آتش نشانی	



تاسیسات	نوع سامانه	سامانه
نیروگاه سیکل ترکیبی	غیر بحرانی	لوله کشی و شیر آلات
	بحرانی	کندانسور
	بحرانی	بویلر بازیاب حرارتی
	بحرانی	مبدل های حرارتی و هوازدا
	غیر بحرانی	واحد پالایش آب کندانسور
	بحرانی	توربین بخاری
	عادی	سیستم اتصال زمین و حفاظت در برابر صاعقه
	عادی	سیستم ارتباطات
	بحرانی	ژنراتور و سیستم تحریک
	عادی	سیستم مصرف داخلی و توزیع برق نیروگاه
	غیر بحرانی	سیستم تامین و تصفیه آب خام و تولید آب مقطر
	بحرانی	سیستم کنترل و ابزار دقیق
	بحرانی	سیستم خنک کن اصلی
	بحرانی	توربین گاز
	بحرانی	سیستم احتراق
	بحرانی	سیستم کنترل و ابزار دقیق
	بحرانی	کمپرسور و سیستم هوای ورودی
		

تاسیسات	نوع سامانه	سامانه
نیروگاه سیکل ترکیبی	عادی	سیستم مصرف داخلی و توزیع برق نیروگاه
	عادی	سیستم خنک کن کمکی
	عادی	سیستم اتصال زمین و حفاظت در برابر صاعقه
	عادی	سیستم تامین هوای کنترل
	غیر بحرانی	سیستم سوخت رسانی
	عادی	سیستم ارتباطات
	عادی	سیستم تهویه مطبوع
	غیر بحرانی	سیستم روغن
	عادی	سیستم آتش نشانی
	غیر بحرانی	سیستم کنترل دریچه دمپر
	غیر بحرانی	گیوتین دمپر
	غیر بحرانی	کانال دود ورودی
غیر بحرانی	دایورتر دمپر	





## خواننده گرامی

دفتر نظام فنی اجرایی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور با گذشت بیش از سی سال فعالیت تحقیقاتی و مطالعاتی خود، افزون بر چهارصد عنوان نشریه تخصصی- فنی، در قالب آیین‌نامه، ضابطه، معیار، دستورالعمل، مشخصات فنی عمومی و مقاله، به صورت تالیف و ترجمه، تهیه و ابلاغ کرده است. نشریه حاضر در راستای موارد یاد شده تهیه شده، تا در راه نیل به توسعه و گسترش علوم در کشور و بهبود فعالیت‌های عمرانی به کار برده شود. فهرست نشریات منتشر شده در سال‌های اخیر در سایت اینترنتی <http://tec.mporg.ir> قابل دستیابی می‌باشد.

## دفتر نظام فنی اجرایی



omoorepeyman.ir



[omoorepeyman.ir](http://omoorepeyman.ir)

**Islamic Republic of Iran**  
**Vice Presidency for Strategic Planning and Supervision**

# **Instruction for Seismic Evaluation Procedures for Power plants Facilities**

**NO: 512**

**Office of Deputy for Strategic Supervision**  
**Bureau of Technical Execution System**  
**<http://tec.mporg.ir>**



[omoorepeyman.ir](http://omoorepeyman.ir)



[omoorepeyman.ir](http://omoorepeyman.ir)

این نشریه

با عنوان « دستورالعمل ارزیابی لرزه‌ای

تاسیسات نیروگاه» به منظور ارائه روشهایی

برای ارزیابی لرزه ای تاسیسات نیروگاهها

تدوین شده است. مطابق دستورالعمل ماضر

ارزیابی آسیب پذیری تاسیسات نیروگاهها با دو

رویکرد "ارزیابی اولیه" و "ارزیابی تفصیلی"

صورت می پذیرد.

