جمهوری اسلامی ایران

مشخصات فنی عمومی و اجرایی
پست ها، خطوط فوق توزیع و انتقال
سازه های پست های فشار قوی

نشریه شماره- ٤٥٤

معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور
معاونت نظارت راهبردی
دفتر نظام فنی اجرایی
http://tec.mporg.ir

وزارت نیرو – شرکت توانیر
طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت برق
www.tavanir.ir

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

جمهوری اسلامی ایران

مشخصات فنی عمومی و اجرایی پست ها، خطوط فوق توزیع و انتقال سازه های پست های فشارقوی

نشریه شماره ۴۵۴

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

وزارت نیرو – شرکت توانیر
طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت برق
www.tavanir.ir

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

بسمه تعالی

ریاست جمهوری
معاون برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی

بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران	**شماره:**	۱۰۰/۵۶۵۷۰
	تاریخ:	۱۳۸۷/۶/۲۳

موضوع:
مشخصات فنی عمومی و اجرایی پست‌ها و خطوط فوق توزیع و انتقال- سازه‌های پست‌های فشار قوی

به استناد آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی، موضوع ماده (۲۳) قانون برنامه و بودجه و در چارچوب نظام فنی و اجرایی کشور (مصوبه شماره ٤٢٣٣٩/ت٣٣٤٩٧هـ مورخ ۱۳۸۵/٤/۲۰ هیأت محترم وزیران)، به پیوست نشریه شماره ۴۵۴ دفتر نظام فنی اجرایی، با عنوان «مشخصات فنی عمومی و اجرایی پست‌ها و خطوط فوق توزیع و انتقال- سازه‌های پست‌های فشار قوی» 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.

امیرمنصور برقعی
معاون برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

omoorepeyman.ir

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، ایهام 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

omoorepeyman.ir

بسمه تعالی

پیشگفتار

در اجرای ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه و در چارچوب نظام فنی و اجرایی کشور و بـه منظـور تعمـیم اسـتانداردهای صنعت برق و ایجاد هماهنگی و یکنواختی در طراحی و اجرای پروژه‌های مربوط به تولید، انتقـال و توزیـع نیـروی بـرق، معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری (معاونت نظارت راهبردی – دفتر نظام فنی اجرایی) بـا همکـاری وزارت نیرو – شرکت توانیر در قالب طرح «ضوابط و معیارهای فنی صـنعت بـرق» اقـدام بـه تهیـه مجموعـه کـاملی از استانداردهای مورد لزوم نموده است.

نشریه حاضر با عنوان «مشخصات فنی عمومی و اجرایـی پسـت هـا، خطـوط فـوق توزیـع و انتقـال – سـازه هـای پست‌های فشار قوی » در بر گیرنده مباحث مربوط به معرفی پست های فشار قوی، انواع سازه های پست هـای مزبـور شامل سازه های فلزی و بتنی و روش طراحی آن، و مشخصات و دستورالعمل های فنی و اجرایی این گونه سازه ها مـی باشد.

معاونت نظارت راهبردی به این وسیله از کوشش‌های دست‌اندرکاران به ثمر رسیدن این نشریه و همچنین سازمان‌هـا و شرکت‌های مهندسی مشاور که با اظهارنظرهای سازنده خود این معاونت را در جهت غنا بخشیدن به آن یاری نموده‌اند سپاسگزاری و قدردانی نموده و توفیق روزافزون آنان را از درگاه ایزد یکتا آرزومند است.

معاون نظارت راهبردی

۱۳۸۷

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

مشخصات فنی عمومی و اجرایی پست ها، خطوط فوق توزیع و انتقال - سازه های پست های فشار قوی- نشریه شماره ٤٥٤

تهیه کننده

این مجموعه به وسیله شرکت مهندسین مشاور نیرو با همکاری آقایان مهندسین محمد مهدی محسنی، سعید هدیه لو، پیمان اسلامی و دکتر عارف درودی تهیه و تدوین شده است و توسط آقای اسماعیل زارعی مورد ویراستاری قرار گرفته است.

کمیته فنی

این نشریه همچنین در کمیته فنی طرح با مشارکت مجری و مشاور طرح و نمایندگان شرکت‌های مهندسی مشاور تحت پوشش وزارت نیرو به شرح زیر بررسی، اصلاح و تصویب شده است.

آقای مهندس جمال بیاتی	وزارت نیرو – سازمان توانیر – مجری طرح
آقای مهندس بهمن الله مرادی	سازمان توسعه برق
آقای مهندس مهدی اسماعیلی	مهندسین مشاور نیرو
آقای مهندس رحمت الله اکرم	شرکت مشانیر
آقای مهندس حسین ایلخانی	شرکت مشانیر
آقای مهندس علی رحیم زاده خوشرو	معاونت برنامه ریزی- دفتر فنی شبکه
آقای دکتر عارف درودی	مهندسین مشاور نیرو
آقای مهندس حسن شعبانی	مهندسین مشاور قدس نیرو
آقای مهندس رضا صائمی	شرکت مشانیر
آقای مهندس سید حسن عرب اف	مهندسین مشاور قدس نیرو
آقای مهندس بهروز قهرمانی	سازمان توسعه برق
آقای مهندس اباذر میرزایی	مشاور معاون هماهنگی و نظارت بر بهره برداری سازمان توانیر
اقای مهندس احسان الله زمانی	وزارت نیرو – سازمان توانیر – دبیر کمیته فنی

مسوولیت کنترل و بررسی نشریه در راستای اهداف دفترنظام فنی اجرایی به عهده آقایان مهندسین محمدرضا طلاکوب و پرویز سیداحمدی بوده است.

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول ـ اهداف، کلیات و تعاریف

۱-۱- وظیفه سازه‌های پست‌های فشارقوی ۳

۱-۲- تعاریف ۳

۱-۲-۱- پست فشار قوی ۳

۱-۲-۲- گنتری ۳

۱-۲-۳- پایه نگهدارنده تجهیزات و مقره‌های اتکایی ۳

۱-۳- معرفی و شناخت انواع سازه‌های پست‌های فشارقوی ۴

۱-۳-۱- انواع سازه‌های پست از نقطه‌نظر مصالح ۴

۱-۳-۱-۱- سازه‌های بتنی ۴

۱-۳-۱-۲- سازه‌های فلزی ۴

۱-۳-۲- انواع سازه‌های پست از نقطه‌نظر کاربرد ۶

۱-۳-۲-۱- گنتری‌ها ۶

۱-۳-۲-۲- پایه‌های نگهدارنده تجهیزات و مقره‌های اتکایی ۱۲

فصل دوم- طراحی سازه‌های پست‌های فشارقوی

۲-۱- بارگذاری ۱۹

۲-۲- سازه‌های فولادی ۱۹

۲-۲-۱- کلیات ۱۹

۲-۲-۲- تحلیل ۱۹

۲-۲-۳- شرایط بهره‌برداری ۲۰

۲-۲-۴- تغییر شکل ۲۰

۲-۲-۵- لاغری ۲۱

۲-۲-۶- مقاطع محاسباتی ۲۳

۲-۲-۶-۱- سطح مقطع کلی ۲۳

۲-۲-۶-۲- سطح مقطع خالص ۲۳

omoorepeyman.ir

۲-۲-۶-۳- سطح مقطع موثر ۲۳
۲-۲-۷- تنش‌های مجاز ۲۴
۲-۲-۸- اتصالات و وسایل اتصال ۲۵
۲-۲-۸-۱- اتصال اعضای کششی و فشاری در خرپاها ۲۵
۲-۲-۸-۲- ترکیب پیچ و جوش ۲۵
۲-۲-۸-۳- طراحی اتصالات جوشی، پیچی و پرچی ۲۵
۲-۲-۹- ملاحظات ویژه ۲۵
۲-۲-۹-۱- انبساط و انقباض حرارتی ۲۵
۲-۲-۹-۲- خستگی ۲۶
۲-۲-۱۰- مثال طراحی ۲۶
۲-۳- سازه‌های بتنی ۳۰

فصل سوم _ مشخصات و دستورالعمل‌های فنی و اجرایی

۳-۱- کلیات ۳۳
۳-۲- سازه‌های فولادی ۳۵
۳-۲-۱- مصالح ۳۵
۳-۲-۲- تهیه و آماده‌سازی قطعات ۳۵
۳-۲-۳- اتصالات جوشی ۳۵
۳-۲-۴- اتصالات پیچی ۳۶
۳-۲-۵- درزهای فشاری ۳۶
۳-۲-۶- کف ستون‌ها ۳۶
۳-۲-۷- گالوانیزه‌کردن ۳۷
۳-۲-۷-۱- آماده‌سازی سطوح ۳۷
۳-۲-۷-۲- پوشش روی ۳۸
۳-۲-۷-۳- بازرسی ۳۹
۳-۲-۸- رنگ‌آمیزی روی سطح گالوانیزه‌شده ۳۹
۳-۲-۹- مدارک و نقشه‌های طرح و محاسبه ۳۹
۳-۲-۱۰- نقشه‌های کارگاهی ۴۰
۳-۳- سازه‌های بتنی ۴۰
۳-۳-۱- مصالح ۴۰
۳-۳-۱-۱- سیمان ۴۰

omoorepeyman.ir

۳-۳-۱-۲- سنگدانه ۴۰
۳-۳-۱-۳- آب ۴۱
۳-۳-۱-۴- افزودنی‌ها ۴۲
۳-۳-۱-۵- فولاد ۴۲
۳-۳-۲- مقاومت بتن ۴۲
۳-۳-۳- اختلاط بتن ۴۳
۳-۳-۴- بتن‌ریزی ۴۳
۳-۳-۵- عمل‌آوری ۴۳
۳-۳-۵-۱- عمل‌آوری به کمک آب ۴۳
۳-۳-۵-۲- عمل‌آوری به کمک بخار آب ۴۳
۳-۳-۶- پیش‌تنیدگی ۴۴
۳-۳-۷- قالب‌بندی ۴۴
۳-۳-۸- پرداخت سطح رویه ۴۴
۳-۳-۹- شرایط ردسازی بتنی ساخته‌شده ۴۴
۳-۴- لوازم یدکی و وسایل مخصوص ۴۵
۳-۵- آزمون‌ها ۴۵
۳-۵-۱- آزمون‌های سازه‌های فولادی ۴۵
۳-۵-۲- آزمون‌های سازه‌های بتنی ۴۵
۳-۶- نقشه‌ها و مدارک ۴۶
۳-۶-۱- مدارکی که باید پیشنهاددهندگان ارائه نمایند ۴۶
۳-۶-۲- مدارکی که باید پیمانکار یا سازنده ارائه نماید ۴۶
۳-۷- بازرسی ۴۷

منابع و مراجع ۵۳

omoorepeyman.ir

فصل 1

اهداف، کلیات و تعاریف

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

مقدمه

هدف از تدوین این نشریه، ارائه روش‌ها، راهکارها و ملاحظاتی است که منجر به طراحی و ساخت صحیح و قابل قبول سازه‌های پست‌های فشارقوی گردد. منظور از مقبولیت طرح‌ها و روش‌های ساخت، اطمینان از صحت کارکرد سازه‌ها از یک سو و اقتصادی بودن آن‌ها از سوی دیگر است. در این فصل پس از بیان وظایف و کلیاتی درخصوص سازه‌های پست، برخی از اصطلاحات فنی به کار رفته در فصول بعدی تعریف می‌شوند.

۱-۱- وظیفه سازه‌های پست‌های فشارقوی

سازه‌های پست‌های فشارقوی به منظور نگهداری ابتدا و انتهای هادی‌های خط انتقال و استقرار مقره‌های نگهدارنده سیم‌های هوایی و ارتباط سیم‌ها با تجهیزاتی نظیر برقگیرها و ترانسفورماتورها و نیز نگهداری تجهیزات موجود در پست و حفظ حداقل فاصله مجاز آن‌ها از زمین به کار می‌روند. از این رو لازم است به‌گونه‌ای طراحی شوند که قادر به تحمل نیروهای اعمال شده از سوی هادی‌ها، تجهیزات و نیز وزن خود بوده و آن‌ها را به فوندانسیون منتقل نمایند.

۱-۲- تعاریف

۱-۲-۱- پست[1] فشارقوی

پست‌های فشارقوی محل ارتباط شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع نیروی برق هستند که دربرگیرنده تجهیزات مختلف برقی می‌باشند.

۱-۲-۲- گنتری[2]

گنتری‌ها پایه‌های قابی شکل هستند که از حداقل دو ستون و حداقل یک تیر افقی تشکیل می‌شوند. این سازه‌ها به طور معمول بسته به سطح ولتاژ (حداکثر تا ولتاژ ۴۰۰ کیلوولت) برای دهانه‌های ۷/۵ تا ۲۲ متر و با ارتفاع ۹ تا ۲۴ متر طراحی و ساخته می‌شوند. از این سازه‌ها به منظور نگهداری هادی‌ها استفاده می‌شود. در پست‌های نیروگاهی و پست‌های غیرنیروگاهی غیر همسطح، ارتفاع تأسیسات و حداقل فواصل مجاز و ایمنی هادی‌ها ممکن است به طراحی خاص گنتری‌ها از نظر طول دهانه و ارتفاع بیانجامد.

۱-۲-۳- پایه نگهدارنده[3] تجهیزات و مقره‌های اتکایی

برای نگهداری تجهیزات، تامین ارتباط بین آن‌ها و نیز ایجاد فضای ایمنی کافی برای قسمت‌های برق‌دار از این پایه‌ها استفاده می‌شود. بطور معمول این پایه‌ها دارای ارتفاعی بین ۲/۲۵ تا ۲/۵۰ متر می‌باشند.

1. Substation
2. Gantry
3. Support

omoorepeyman.ir

۱-۳- معرفی و شناخت انواع سازه‌های پست‌های فشار قوی

به منظور دستیابی به طراحی بهینه و اقتصادی سازه‌های پست‌های فشار قوی، لازم است مناسب‌ترین گزینه از میان انواع مختلف آن‌ها انتخاب شود. این سازه‌ها با استفاده از مصالح مختلفی نظیر بتن و فلز طراحی و ساخته می‌شوند. علاوه بر آن انتخاب شکل و فرم مناسب سازه برای هر یک از مصالح فوق، اهمیت زیادی در هزینه‌های تمام شده دارد. به این ترتیب در هر پست، با توجه به سطح ولتاژ، شرایط اقلیمی و محیطی، مصالح مناسب دردسترس و ... بهترین گزینه از میان انواع سازه‌ها انتخاب شده و مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در برآورد هزینه‌ها، علاوه بر هزینه‌های طراحی و ساخت، لازم است هزینه‌های نگهداری[1] سازه نیز در نظر گرفته شود. دوام زیاد برخی سازه‌ها می‌تواند هزینه‌های بالای احداث آن‌ها را توجیه‌پذیر نماید.

در این بخش به شرح انواع مختلف سازه‌های به کار رفته در پست‌های فشار قوی و مقایسه آن‌ها پرداخته می‌شود.

۱-۳-۱- انواع سازه‌های پست از نقطه نظر مصالح

سازه‌های به کار رفته در پست‌های فشار قوی را می‌توان بر حسب نوع مصالح، به سه دسته سازه‌های بتنی، سازه‌های فلزی و سازه‌هایی که از ترکیب این دو حاصل می‌شوند تقسیم نمود.

۱-۳-۱-۱- سازه‌های بتنی

سازه‌های بتنی به دو صورت پیش‌ساخته[2] و یا ریخته شده در محل[3]، قابل طراحی و اجرا هستند. استفاده از تکنیک‌هایی چون پیش‌تنیدگی[4] اعضای پیش‌ساخته و یا به کار بردن مصالحی با کیفیت مرغوب‌تر و استفاده از بتن با مقاومت بالا، می‌تواند در کاهش هزینه‌های نهایی مؤثر باشد.

به علت کندی اجرا و زمان طولانی جهت گیرش بتن و نیز مشکلات تعبیه بستر نشمین‌گاه تجهیزات برقی بر روی آن، این نوع از سازه‌ها کمتر مورد استقبال قرار گرفته‌اند. علاوه بر این نحوه مناسب زمین کردن تجهیزات نصب شده بر روی آن‌ها باید مورد توجه قرار گیرد.

۱-۳-۱-۲- سازه‌های فلزی

عمده سازه‌های به کار رفته در پست‌های فشار قوی ایران را سازه‌های فلزی تشکیل می‌دهند. این سازه‌ها معمولاً از قطعات فولادی ساخته می‌شوند.[5]

---

1. Maintenance
2. Precast
3. Cast in place
4. Prestressing

۵. در سال‌های اخیر سازه‌های آلومینیومی به دلیل مزایایی چون وزن کم، امکان تولید آسان قطعات، حمل و نقل ساده و مقاومت کافی در مقابل خوردگی و پوسیدگی مورد توجه قرار گرفته‌اند. اگرچه هنوز هزینه بالای تهیه قطعات آلومینیومی از مشکلات عمده این‌گونه سازه‌ها به شمار می‌رود.

omoorepeyman.ir

سازه‌های فولادی می‌توانند به یکی از اشکال یکپارچه[1] با استفاده از پروفیل‌های I یا U، یکپارچه ساخته شده از لوله و مشبک[2] (خرپایی)، طراحی و ساخته شوند.

الف ـ نوع یکپارچه

استفاده از این نوع سازه‌ها سبب افزایش سرعت و سهولت در نصب می‌شود. اگر چه استفاده از این پروفیل‌ها در ابعاد بزرگ، مشکلات زیادی در حمل و گالوانیزه کردن آن‌ها بوجود می‌آورد. معمولاً گالوانیزه کردن اعضایی با طول بیش ۳ متر، نیاز به کارگاه‌های مجهزتری دارد و باعث افزایش هزینه‌های ساخت خواهد شد.

ب ـ نوع لوله‌ای

به کار بردن مقاطع لوله‌ای نسبت به پروفیل‌های دیگر، می‌تواند باعث کاهش وزن نهایی سازه و در نتیجه کاهش هزینه شود. برای این منظور انواع لوله‌های بی‌درز و یا درزدار می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند. در صورت باز بودن مقطع لوله‌ای باید از پوشش سطوح داخلی مقطع در برابر خوردگی اطمینان حاصل شود. از آن‌جاییکه بررسی سطوح داخلی لوله مشکل است، می‌توان از مقاطع لوله‌ای بسته بهره جست.

مقاطع بسته باید به طرز مناسبی در برابر نفوذ هوا و رطوبت عایق‌بندی شده و با استفاده از آزمون فشار، کنترل شوند. چون هوا و رطوبت به داخل مقطع نفوذ نخواهد کرد، نیازی به محافظت از سطح داخلی نمی‌باشد. چرا که خوردگی در سطح داخلی پس از تمام شدن اکسیژن موجود، متوقف خواهد شد. در مقاطع لوله‌ای باز لازم است سوراخ‌هایی جهت زهکشی در پای عضو تعبیه شود.

به طور کلی این سازه‌ها علاوه بر ویژگیهای انواع یکپارچه دارای زیبایی ظاهری بیشتری می‌باشند. به هرحال اتصال مقاطع لوله‌ای نسبت به سایر پروفیل‌ها، دارای مشکلات بیشتری است.

ج ـ نوع مشبک (خرپایی)

استفاده از سازه‌های مشبک در پست‌های فشار قوی ایران، بسیار متداول است. از مزایای این سازه‌ها می‌توان به راحتی حمل و نقل و سهولت اصلاح و رفع عیب در محل اشاره کرد. به علت محدودیت در انتخاب ابعاد نبشی‌ها، در برخی مواقع این سازه‌ها دارای وزن نسبی بیشتری نسبت به انواع دیگر می‌شوند. در هر حال، استفاده از این نوع سازه‌ها در دهانه‌ها و ابعاد بزرگ سبب سهولت در ساخت و اجرا و صرفه‌جویی اقتصادی می‌گردد.

سازه‌های فولادی که در معرض هوای آزاد و یا آلودگی‌های صنعتی قرار دارند، باید در برابر خوردگی محافظت شوند. محافظت از قطعات فولادی در سازه‌های پست معمولاً به یکی از روش‌های زیر صورت می‌گیرد:

- استفاده از روش گالوانیزه کردن گرم و عمیق
- استفاده از پوشش‌های شیمیایی ضد زنگ و رنگ

1. Monolithic
2. Lattice

omoorepeyman.ir

سازه‌های مشبک می‌توانند به دو صورت قطعه قطعه و یا یکجا گالوانیزه شوند، در حالت اول هزینه گالوانیزه کردن و حمل و نقل پایین است. ولی هزینه ساخت اسکلت در محل بطور قابل ملاحظه‌ای بالاست. از طرفی در حالت دوم هزینه گالوانیزاسیون بالا بوده و هزینه ساخت در محل پایین می‌باشد.

۱-۳-۲- انواع سازه‌های پست از نقطه‌نظر کاربرد

جهت نگهداری تجهیزات، تأمین ارتباط بین آن‌ها و نیز ایجاد فضای ایمنی کافی برای قسمت‌های برق‌دار به طور معمول از پایه‌هایی با ارتفاع ۲/۲۵ تا ۲/۵۰ متر استفاده می‌شود. علاوه بر آن پایانه‌های ورودی و خروجی خطوط نیز توسط گنتری‌ها تأمین می‌شوند. گنتری‌ها پایه‌هایی قابی شکل هستند که بسته به سطح ولتاژ (حداکثر تا ولتاژ ۴۰۰ کیلوولت)، با دهانه ۷/۵ تا ۲۲ متر و با ارتفاع ۹ تا ۲۴ متر طراحی و ساخته می‌شوند.

هر یک از سازه‌های فوق، صرف نظر از جنس و طرح آن، باید قادر به تحمل نیروهای وارده و انتقال آن‌ها به پی، با در نظر گرفتن ضرایب اطمینان کافی باشند.

۱-۳-۲-۱- گنتری‌ها

گنتری‌ها براساس محل استفاده به انواع گنتری‌های خطوط، گنتری‌های ترانسفورماتور و گنتری‌های شینه تقسیم می‌شوند. گنتری در واقع یک قاب بوده که شامل اعضای تیر و ستون می‌باشد. اعضای گنتری‌های نگهدارنده هادی‌ها به صورت منفرد، مسطح یا فضایی در نظر گرفته می‌شوند. جهت راحتی صعود به هنگام بهره‌برداری از سازه، می‌توان نردبان‌ها یا پیچ- پله‌هایی به بدنه ستون‌ها افزود. گنتری‌ها معمولاً از اعضای فولادی و در پاره‌ای موارد از اعضای بتن آرمه ساخته می‌شوند.

۱-۳-۲-۱-۱- گنتری‌های فولادی

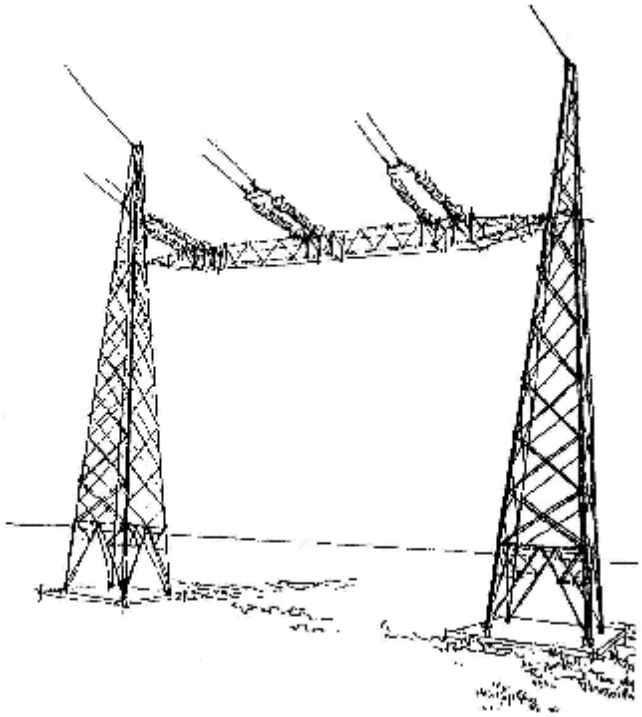
در سطوح ولتاژ پایین و دهانه و ارتفاع کم، می‌توان از تک پروفیل‌های I، U و ... در ساخت گنتری‌ها استفاده کرد. در سطوح ولتاژ بالا معمولاً گنتری‌های مشبک که در اکثر موارد از نبشی‌هایی با ابعاد متفاوت ساخته می‌شوند، به کار می‌رود. علت استفاده از مقاطع نبشی در این سازه‌ها علاوه بر داشتن استحکام مکانیکی مناسب، تمایل به اجرای اتصالات به صورت پیچی و سهولت کاربرد قطعات نبشی در این اتصالات است.

از جمله مزایای اتصالات پیچی نسبت به اتصالات جوشی می‌توان به نصب آسان، عدم وارد آوردن خسارت به پوشش گالوانیزه، بازرسی ساده و سهولت در تصحیح اشتباهات و نیز میرایی بیشتر و جذب انرژی بهتر اتصال در هنگام اعمال نیروهای دینامیکی اشاره کرد.

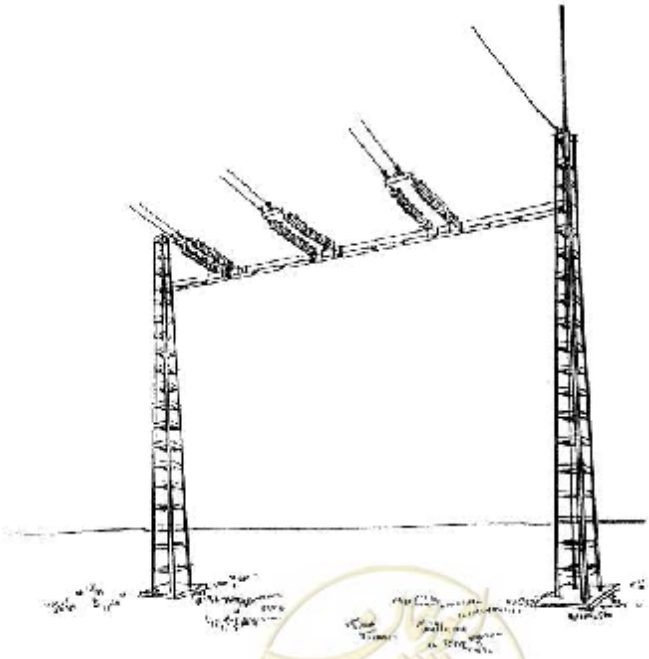
استفاده از پروفیل‌های لوله‌ای در ساخت سازه گنتری به علت عدم توانایی استفاده از اتصال پیچی، چندان رایج نیست. ضمن اینکه گالونیزه کردن این مقاطع با هزینه بیشتری صورت می‌گیرد.

از دیگر روش‌های رایج می‌توان به استفاده از دو پروفیل (I، U و...) برای هر ستون و اتصال آنها به یکدیگر بصورت مایل نام برد. اشکال (۱-۱) تا (۱-۴) برخی از انواع سازه‌های گنتری فولادی را نشان می‌دهند.

omoorepeyman.ir

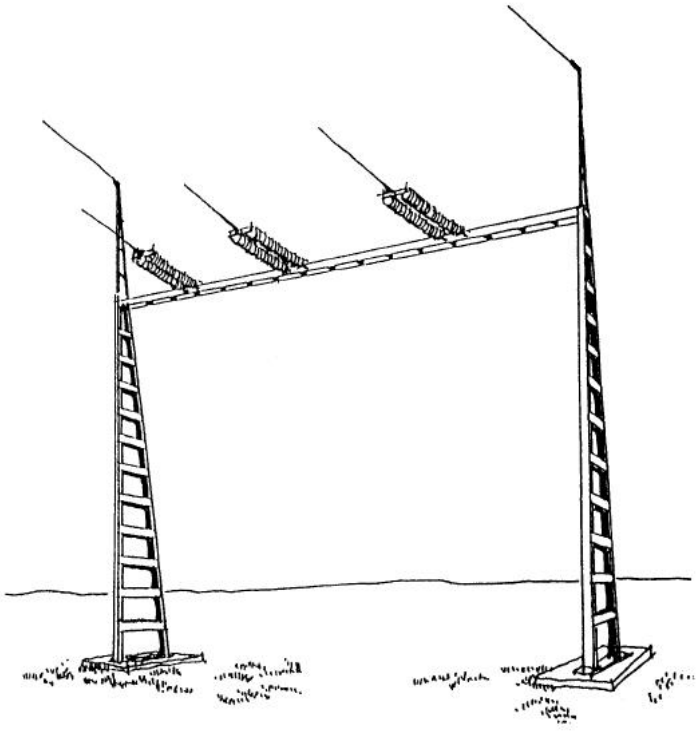


شکل ۱-۱: گنتری فولادی مشبک با اعضای قطری

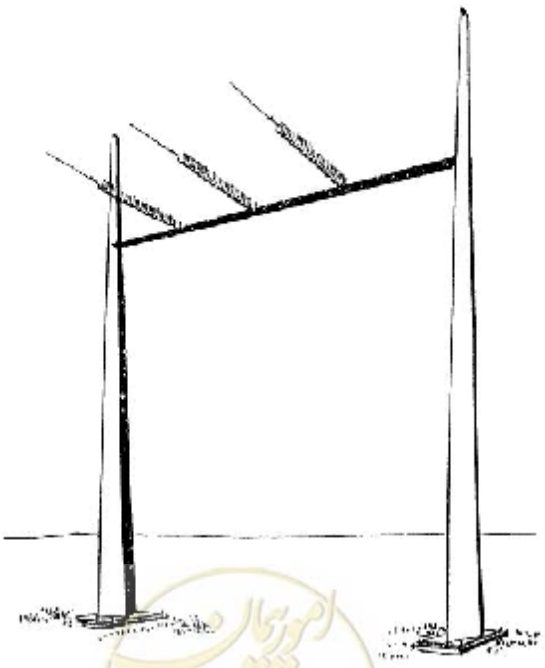


شکل ۱-۲: گنتری فولادی مشبک با اعضای غیرمورب

omoorepeyman.ir



شکل ۱-۳: گنتری فولادی مشبک صفحه‌ای با اعضای غیرمورب



شکل ۱-٤: گنتری فولادی با اعضای یکپارچه

omoorepeyman.ir

در صورتی که کشش هادی‌ها در جهت عمود برتیر گنتری باشد، استفاده از خرپاهای دوبعدی در ستون‌ها، منجر به طرح‌های اقتصادی‌تری خواهند شد.

اتصال تیر به ستون در گنتری‌ها می‌تواند مفصلی و یا گیردار باشد. پای ستون‌ها باید قادر به تحمل لنگر بوده و از گیرداری کافی برخوردار باشند. تأمین گیرداری در محل اتصال ستون‌های خرپایی به فوندانسیون ساده‌تر بوده و با این روش اسکلت‌ها و فوندانسیون‌های اقتصادی‌تری طراحی خواهند شد.

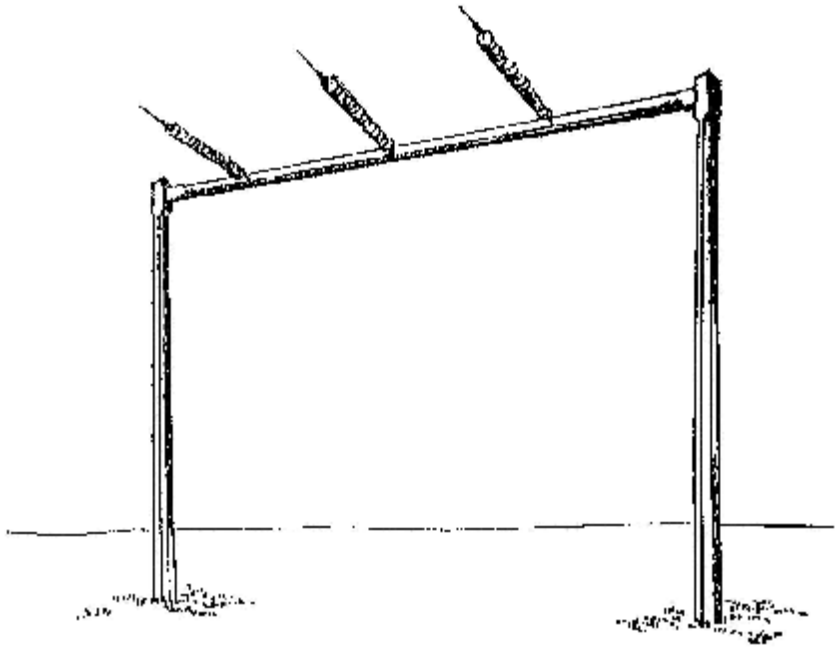
۱-۳-۲-۱-۲- گنتری‌های بتنی

اعضای بتنی معمولاً بصورت پیش‌ساخته و پیش تنیده تهیه شده و مورد استفاده قرار می‌گیرند. اجرای اعضای یک پارچه بتنی در محل مرسوم نبوده و کاربرد زیادی ندارد.

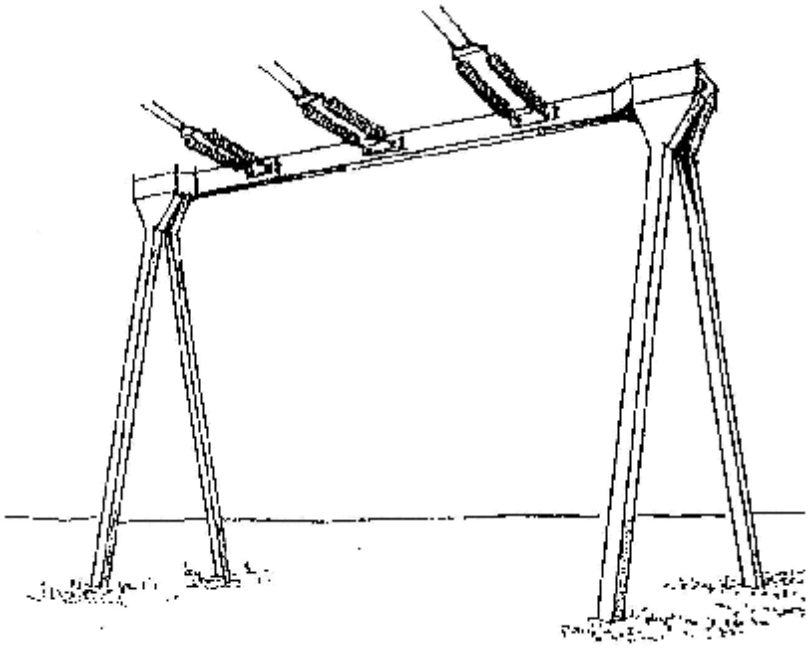
مقطع اعضا می‌تواند بصورت مستطیل، T شکل، دایره و... در نظر گرفته شود. نصب تیرهای فولادی در محل اتصال با قسمت بالای ستون‌های بتنی بسیار ساده‌تر از نصب تیرهای بتنی خواهد بود. برای این منظور در مقطع بتنی باید از قبل تمهیداتی در نظر گرفته شود. پس از اتصال می‌توان گره را با پوشش بتنی تکمیل نمود.

اشکال (۱-۵) تا (۱-۸) چند نمونه از گنتری‌های بتنی را نشان می‌دهند. استفاده از مهار مناسب اهمیت زیادی در اقتصادی بودن طرح دارد (شکل ۱-۸). اگر چه به علت مشکلاتی نظیر مزاحمت سیم مهار برای احداث و تعمیر تجهیزات، اشغال فضا و رعایت حداقل فواصل الکتریکی و ایمنی از آنها کمتر استفاده می‌شود. از این مهارها همچنین می‌توان برای تقویت و مقاوم‌سازی گنتری‌های موجود بهره برد. جزئیات بیشتر در خصوص استفاده از مهار در این‌گونه سازه‌ها در نشریه «مشخصات فنی، عمومی و اجرایی پایه‌های خطوط هوایی انتقال نیرو»، از مجموعه استاندارد حاضر، آمده است.

omoorepeyman.ir

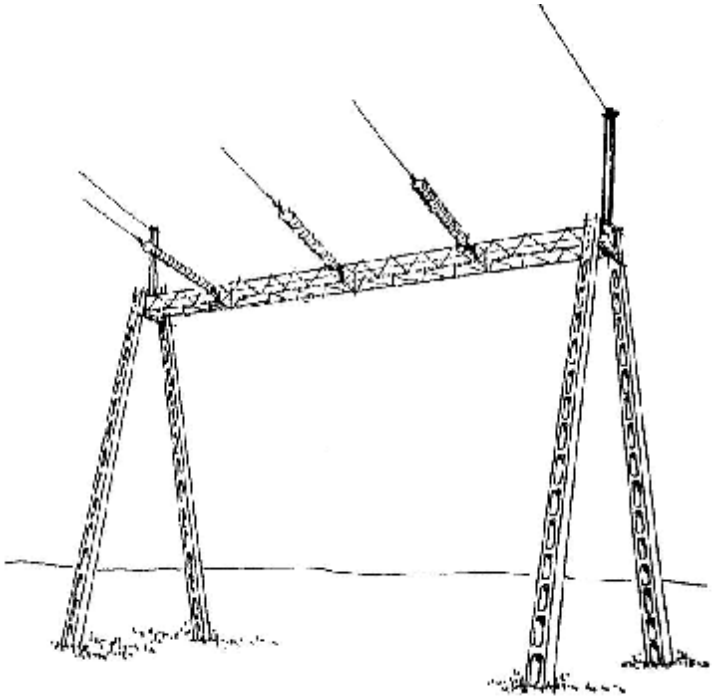


شکل ۱-۵: گنتری بتنی ساده برای سطوح ولتاژ پایین

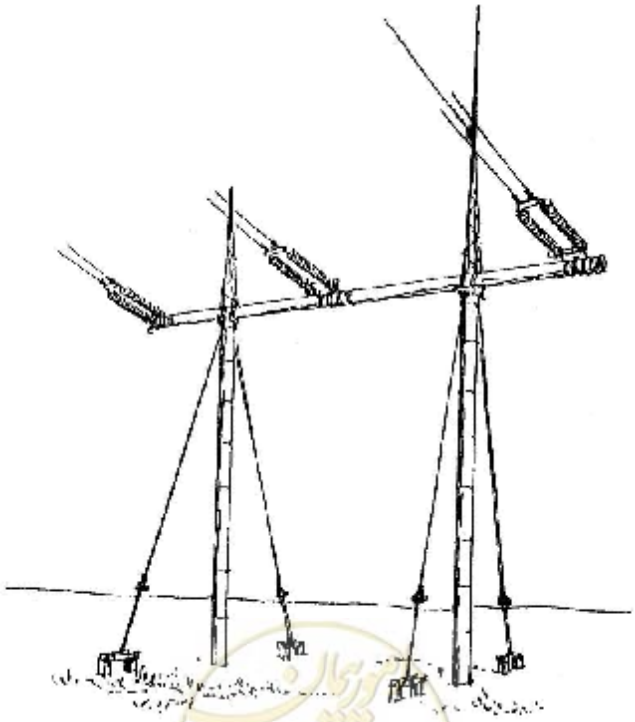


شکل ۱-٦: گنتری بتنی با پایه‌های تشکیل شده از دو عضو

omoorepeyman.ir



شکل ۱-۷: گنتری بتنی با تیر فولادی و پایه‌های بتنی سوراخ‌دار



شکل ۱-۸: گنتری بتنی π شکل با استفاده از مهار

omoorepeyman.ir

۱-۳-۲-۲- پایه‌های نگهدارنده تجهیزات و مقره‌های اتکایی

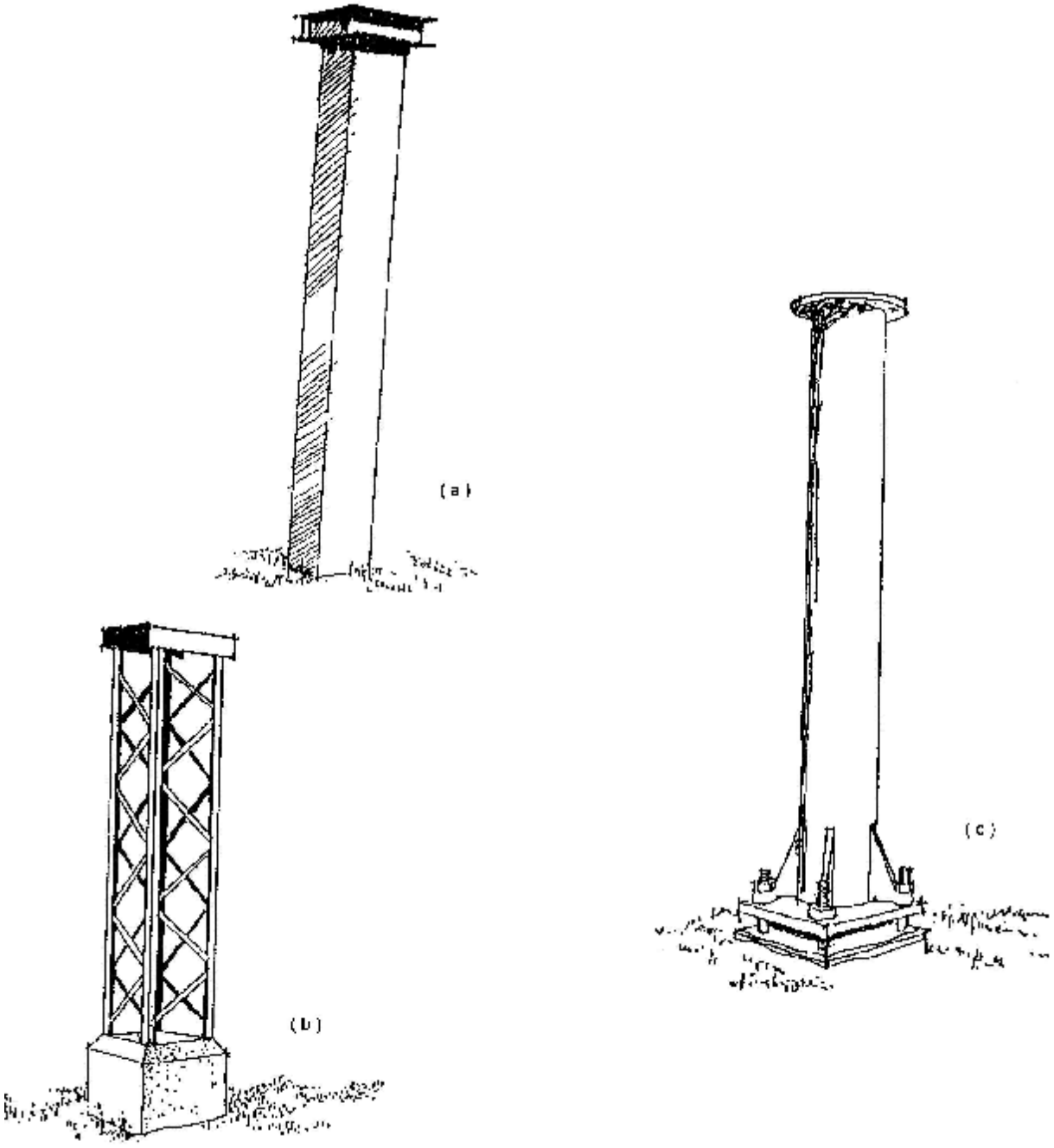
در پستهای فشار قوی روباز (حداکثر تا ولتاژ ۴۰۰ کیلوولت)، به منظور برآوردن نیازهای ایمنی، تجهیزات فشار قوی و مقره‌های اتکایی معمولاً در ارتفاع ۲/۲۵ تا ۲/۵۰ متر از سطح زمین قرار می‌گیرند. پایه نگهدارنده این تجهیزات، می‌تواند بصورت پیوسته برای سه فاز و یا برای هر فاز جداگانه ساخته شوند. در پست‌هایی که از شینه‌های صلب در آنها استفاده می‌شود، مقره‌های اتکایی نگهدارنده هادی‌ها و نیز سازه کلیدها در ارتفاعی حدود ۶ متر نصب می‌گردند. در این موارد استفاده از گنتری و هادی‌های انعطاف‌پذیر به جای اسکلت مقره اتکایی نگهدارنده با شینه صلب، باعث کاهش هزینه‌ها می‌گردد.

پایه‌های نگهدارنده در انواع متفاوت بتنی، فولادی یکپارچه و فولادی مشبک قابل طراحی و ساخت هستند. شکل (۱-۹) سه نمونه از پایه‌های منفرد مورد استفاده را نشان می‌دهد. چند نوع سازه مربوط به سکسیونر[1]های سه پل در شکل (۱-۱۰) آمده است. این سازه‌های علاوه بر حالت دوتایی، بصورت تک پایه نیز طراحی می‌شوند.

پایه‌های مربوط به کلید قدرت سه فازه نیز در شکل (۱-۱۱) نشان داده شده‌اند. پایه‌های بتنی کلید قدرت می‌توانند در محل ریخته شوند.

omoorepeyman.ir

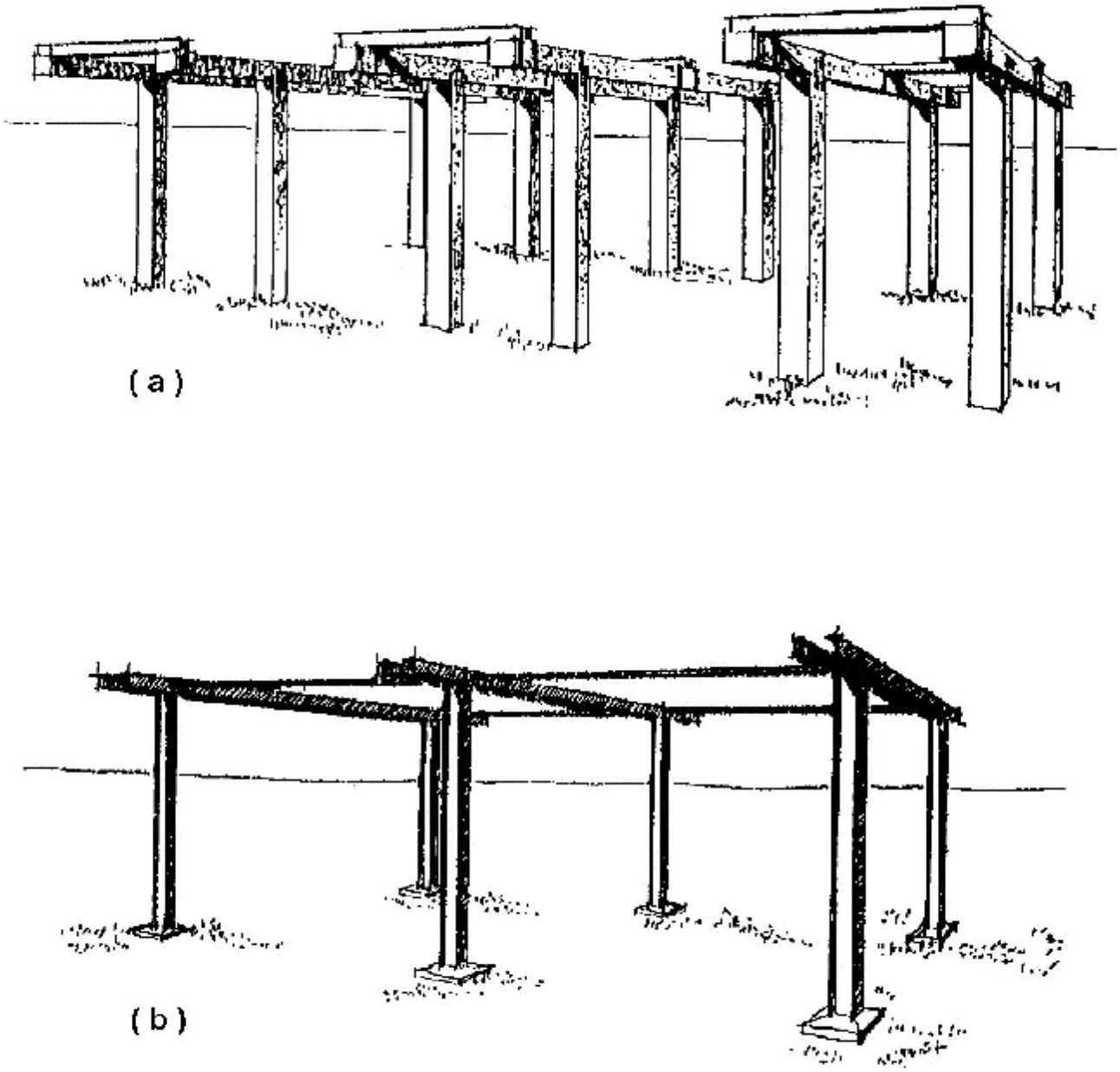
1. Sectionalizer



شکل ۱-۹: انواع پایه‌های مقره اتکایی

a) پایه بتنی پیش‌ساخته،b) پایه فولادی مشبک c) پایه فولادی لوله‌ای

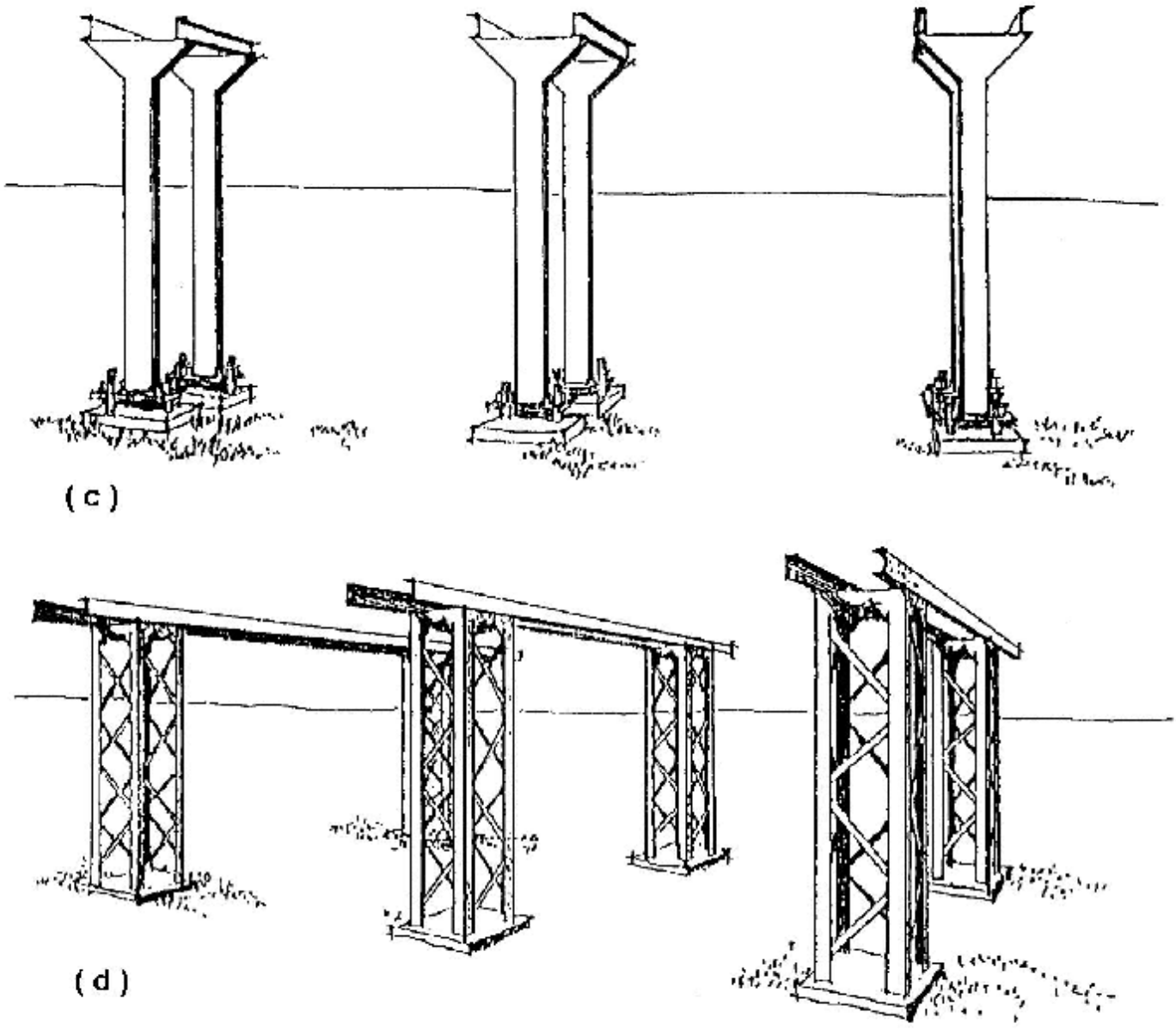
omoorepeyman.ir



شکل ۱-۱۰: انواع پایه‌های سکسیونر

a) پایه‌های بتنی پیش‌ساخته، b) پایه‌های فولادی با مقطع پروفیل نوردشده

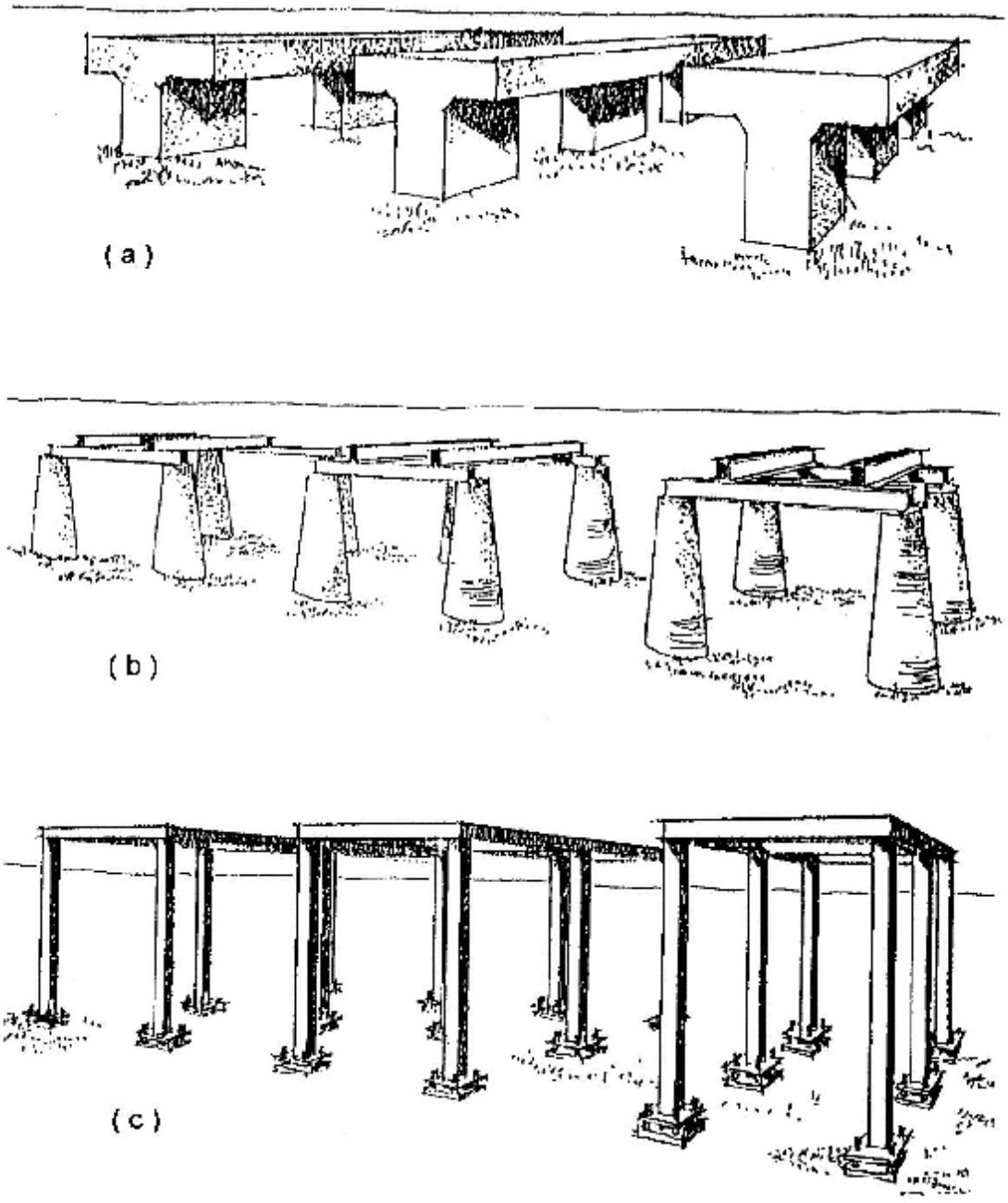
omoorepeyman.ir



ادامه شکل ۱-۱۰: انواع پایه‌های سکسیونر

c) پایه‌های فولادی با مقطع قوطی شکل، d) پایه‌های فولادی مشبک

omoorepeyman.ir



شکل ۱-۱۱: انواع پایه‌های کلید قدرت

a) پایه‌های بتنی ریخته شده در محل، b) پایه‌های ترکیبی (بتن پیش‌ساخته و پروفیل فولادی)

c) پایه‌های فولادی با مقطع قوطی شکل

omoorepeyman.ir

فصل 2

طراحی سازه‌های پست‌های فشارقوی

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

مقدمه

عمده سازه‌های پست‌های فشارقوی با استفاده از فولاد یا بتن مسلح ساخته می‌شوند. لازم است سازه‌های فوق به‌گونه‌ای طراحی و اجرا شوند که در طول عمر مفید خود، قادر به تحمل نیروهای اعمال‌شده و انتقال آن‌ها به فوندانسیون، بادرنظرگرفتن ضرایب اطمینان مناسب باشند. همچنین باید عملکرد مطلوب سازه در شرایط بهره‌برداری تامین شده و محدودیت‌هایی نظیر حداقل فواصل، حداکثر تغییرشکل‌های مجاز و کنترل ترک‌خوردگی مقاطع بتن مسلح رعایت شوند.

طراحی سازه‌های فولادی پست به شیوه تنش مجاز صورت می‌گیرد. به این ترتیب ترکیبات مختلف نیروهای وارد بر سازه بدون درنظرگرفتن ضرایب بار درنظر گرفته شده و ضرایب اطمینان با کاهش تنش مجاز اعضا، در محاسبات منظور می‌شوند.

سازه‌های بتنی در پست‌های فشارقوی به شیوه طراحی در حالت حدنهایی مقاومت طراحی و ساخته می‌شوند. لازم است در محاسبات بارگذاری سازه‌ها، ضرایب بار مناسب برای انواع مختلف نیروها درنظر گرفته شوند. طراحی و اجرای سازه‌های بتنی بصورت پیش‌ساخته و پیش‌تنیده، در برخی شرایط کمک قابل توجهی به صرفه‌جویی در زمان و هزینه اجرای سازه‌ها خواهد نمود.

۲-۱- بارگذاری

محاسبه و تعیین نیروهای وارد بر سازه‌های پست‌های فشارقوی و ترکیبات آن‌ها، مطابق با آخرین تجدیدنظر نشریه «ترکیب بارگذاری نیروها بر سازه‌های پست‌های فشارقوی» از مجموعه استاندارد حاضر، صورت می‌گیرد.

لازم است سازه‌ها به‌گونه‌ای طراحی شوند که قادر به تحمل بحرانی‌ترین شرایط بارگذاری در طول عمر مفید خود بوده، و در شرایط بهره‌برداری (بارهای روزمره) از عملکرد مناسبی برخوردار باشند.

۲-۲- سازه‌های فولادی

۲-۲-۱- کلیات

به طور کلی طراحی سازه‌های فولادی پست‌های فشارقوی، مطابق با مبحث دهم مقررات ملی ساختمانی ایران، تحت عنوان «طرح و اجرای ساختمان‌های فولادی» و یا آیین‌نامه طراحی ساختمان‌های فولادی (ANSI/AISC 360) صورت می‌گیرد. در هر حال لازم است آخرین تجدیدنظر هر یک از نشریات فوق، مبنای محاسبات قرار گیرد.

درمورد ضوابط و مقررات خاصی که در این نشریه به آن‌ها اشاره شده است، رعایت معیارهای نشریه حاضر ملاک عمل خواهد بود.

۲-۲-۲- تحلیل

نیروهای داخلی بوجودآمده در اعضای سازه، لازم است بر مبنای اصول بنیادی تحلیل سازه‌ها و یا به کمک نرم‌افزارهای معتبر تعیین شوند.

omoorepeyman.ir

تحلیل سازه می‌تواند به دو روش خطی و غیرخطی صورت گیرد. در تحلیل خطی از اثرات تغییرشکل سازه در نیروهای داخلی صرف‌نظر می‌شود و شمای تغییرشکل یافته سازه، منطبق بر شکل اولیه آن فرض می‌شود. اگرچه این روش برای بیشتر سازه‌های پست، خصوصاً پایه‌های نگهدارنده تجهیزات و مقره‌های اتکایی، به دلیل سختی زیاد آن‌ها، قابل کاربرد است، ولی با توجه به پیشرفت در زمینه محاسبات رایانه‌ای و سهولت تحلیل سازه‌ها به شیوه غیرخطی توصیه نمی‌گردد.

در تحلیل به شیوه غیرخطی، تغییرات گام به گام دو عامل مدنظر خواهد بود، هندسه سازه و خصوصیات مصالح. از آن جا که تغییرات هندسه سازه در نتیجه اعمال نیروها، باعث بوجودآمدن نیروهای اضافی در اعضای سازه می‌شود، لازم است اثر آن به‌گونه‌ای مناسب در محاسبات وارد شود. به این ترتیب تحلیل غیرخطی هندسی سازه در چند گام صورت می‌گیرد. در هر مرحله هندسه تغییرشکل یافته سازه که از مرحله قبل بدست آمده است، در نظر گرفته شده و نیروهای خارجی روی آن اعمال می‌شوند. محاسبه نیروهای داخلی در هر گام مشابه با حالت تحلیل خطی خواهد بود.

به دلیل طراحی اعضای سازه برای محدوده ارتجاعی و نیز رفتار خطی فولاد در این بازه، نیازی به اثردادن رفتار غیرخطی مصالح در تحلیل سازه نمی‌باشد.

۲-۲-۳- شرایط بهره‌برداری

لازم است در طراحی سازه‌های پست علاوه‌بر مقاومت مناسب سازه، شرایط بهره‌برداری نیز به شکل مناسبی درنظر گرفته شوند. شرایط بهره‌برداری عبارت است از شرایطی که سازه ضمن انجام نقش اصلی خود، معیارهای ظاهری، عوامل سرویس و نگهداری و دوام و پایداری مناسب را نیز تامین نماید. محدودکردن بسیاری از مقادیر مربوط به رفتار سازه (مانند حداکثر تغییرشکل‌ها) و یا اعمال محدودیت در طراحی و انتخاب اعضا (مانند حداقل ابعاد و ضخامت)، به دلایل فوق صورت می‌گیرد.

۲-۲-٤- تغییرشکل

تغییرشکل اعضای خمشی با طول بزرگ باید به میزان مناسبی محدود شود. حداکثر خیز تیر نگهدارنده سکسیونرها $\frac{۱}{۳۰۰}$ طول تیر، ستون نگهدارنده تجهیزات $\frac{۱}{۲۰۰}$ ارتفاع ستون و تیر نگهدارنده سازه تجهیزات $\frac{۱}{۲۰۰}$ طول تیر می‌باشد. لازم است در هیچ‌یک از حالات بارگذاری تغییر شکل‌ها از مقادیر داده شده تجاوز نکند.

در شرایط خاصی که تغییرشکل سازه باعث بروز اختلال در عملکرد تجهیزات متصل به آن گردد، لازم است صلبیت سازه به‌گونه‌ای تأمین شودکه تحت هیچ‌یک از حالات بارگذاری، میزان تغییرشکل از مقادیر مجاز ارائه شده توسط سازنده تجهیزات، تجاوز نکند.

درمورد بعضی از قطعات، می‌توان با درنظرگرفتن پیش‌خیز کافی، شرایطی را فراهم آورد تا در هنگام بارگذاری روزمره، سازه به شکل مطلوب درآید.

omoorepeyman.ir

۲-۲-۵- لاغری[1]

محدودیت لاغری برای اعضای سازه فولادی به شرح زیر می‌باشد:

اعضای فشاری: $\frac{KL}{r} \le 200$

اعضای کششی: $\frac{KL}{r} \le 300$

اعضای فرعی در سازه مشبک: $\frac{KL}{r} \le 250$

اعضایی که برای تحمل کشش در سازه طرح شده‌اند و ممکن است در معرض نیروی فشاری نیز قرار گیرند، لازم نیست محدودیت ضریب لاغری اعضای فشاری را تامین نمایند.

در روابط فوق L طول مهارنشده (cm)، r شعاع ژیراسیون مقطع (cm) و K ضریب طول موثر می‌باشد. مقدار ضریب طول موثر (K)، با توجه به شرایط تکیه‌گاهی دو انتهای عضو درنظر گرفته می‌شود. جدول (۲-۱) مقادیر مختلف ضریب طول موثر را در شرایط ایده‌آل و نیز در حضور تکیه‌گاههای غیرایده‌آل بیان می‌کند. اشکالی که بصورت خطچین می‌باشند، شکل کمانش یافته ستون را نشان می‌دهند.

جدول ۲-۱: مقادیر ضریب طول موثر اعضای فشاری

شرایط تکیه‌گاهی مختلف	(f)	(e)	(d)	(c)	(b)	(a)
مقدار تئوری K	۲/۰	۲/۰	۱/۰	۱/۰	۰/۷	۰/۵
مقدار K در حضور تکیه‌گاههای غیرایده‌آل	۲/۰	۲/۱۰	۱/۰	۱/۲	۰/۸۰	۰/۶۵

در صورت استفاده از مقاطع نبشی که کاربرد زیادی در سازه‌های فولادی مشبک (خرپایی) دارند، به جای درنظرگرفتن اثرات خروج از مرکزیت نیروی محوری که به علت اتصال یکی از بالهای نبشی بوجود می‌آید، می‌توان از نسبت‌های لاغری معادل زیر استفاده نمود. استفاده از روابط داده شده، تنها در شرایطی مجاز است که سه شرط زیر برقرار باشند:

۱- نیروی فشاری در دو سر عضو، بر روی بال یکسان وارد شود.

1. Slenderness

omoorepeyman.ir

۲- اتصال نبشی بوسیله جوش یا حداقل دو پیچ در هر راستا اجرا شود.

۳- بار جانبی میانی بر عضو اعمال نشود.

الف- برای نبشی‌هایی با بال مساوی یا نامساوی که توسط بال بزرگتر خود متصل شده‌اند و بصورت منفرد یا عضوی از جان یک خرپای مسطح هستند و سایر اعضای جان خرپا به همان سمت ورق اتصال متصل شده باشند، برای $0 \le \frac{L}{r_x} \le 80$:

$$\frac{KL}{r} = 72 + 0.75\frac{L}{r_x} \qquad (۱-۲)$$

و برای $\frac{L}{r_x} > 80$:

$$\frac{KL}{r} = 32 + 1.25\frac{L}{r_x} \le 200 \qquad (۲-۲)$$

برای نبشی‌هایی با بال نامساوی که نسبت طول بالهای آن کمتر از ۱/۷ باشد و توسط بال کوچکتر خود متصل شده باشند، مقادیر نسبت لاغری محاسبه شده از روابط (۲-۱) و (۲-۲) می‌توانند به اندازهٔ $4\left[(\frac{b_1}{b_s})^2 - 1\right]$ افزایش داده شوند. ولی نسبت لاغری آنها نباید کمتر از $0.95\frac{L}{r_z}$ درنظر گرفته شود.

ب- برای نبشی‌هایی با بال مساوی یا نامساوی که توسط بال بزرگتر خود متصل شده‌اند و عضوی از جان خرپاهای قوطی‌شکل یا فضایی هستند و سایر اعضا به همان سمت ورق اتصال متصل شده باشند، برای $0 \le \frac{L}{r_x} \le 75$:

$$\frac{KL}{r} = 60 + 0.8\frac{L}{r_x} \qquad (۳-۲)$$

و برای $\frac{L}{r_x} > 75$:

$$\frac{KL}{r} = 45 + \frac{L}{r_x} \le 200 \qquad (۴-۲)$$

برای نبشی‌هایی با بال نامساوی که نسبت طول بالهای آن کمتر از ۱/۷ باشد و توسط بال کوچکتر خود متصل شده باشند، مقادیر نسبت لاغری محاسبه شده از روابط (۲-۳) و (۲-۴) می‌توانند به اندازهٔ $6\left[(\frac{b_1}{b_s})^2 - 1\right]$ افزایش داده شوند. ولی نسبت لاغری آنها نباید کمتر از $0.82\frac{L}{r_z}$ در نظر گرفته شود.

در روابط فوق L طول مهارنشده عضو، r_x شعاع ژیراسیون حول محور موازی با بال، r_z شعاع ژیراسیون حول محور ضعیف نبشی، b_l عرض بال بزرگتر و b_s عرض بال کوچکتر نبشی می‌باشند.

در صورتیکه نبشی هر یک از شرایط بندهای (الف) و (ب) را برآورده نکند، لازم است اثر نیروی محوری به همراه لنگر خمشی بوجودآمده در نبشی درنظر گرفته شود.

omoorepeyman.ir

۲-۲-٦- مقاطع محاسباتی

۲-۲-٦-۱- سطح مقطع کلی

سطح مقطع کلی عضو (A_g) برابر با مجموع سطح مقطع‌های اجزای آن و سطح مقطع هر جزء، برابر با حاصل‌ضرب پهنای کلی در ضخامت آن می‌باشد. برای نیمرخ نبشی پهنای کلی عبارت است از مجموع پهناهای دوبال منهای ضخامت بال.

۲-۲-٦-۲- سطح مقطع خالص

سطح مقطع خالص عضو (A_n) برابر با حاصل‌ضرب پهنای خالص اجزاء در ضخامت هر کدام می‌باشد. پهنای خالص عبارت است از پهنای کلی منهای قطر سوراخ‌های عضو که به شرح زیر درنظر گرفته می‌شود:

الف- قطر سوراخ پیچ و پرچ به مقدار ۱/۵ میلیمتر بزرگتر از قطر اسمی سوراخ به حساب می‌آید.

ب- اگر سوراخ‌های متعدد به شکل زنجیره (به صورت قطری یا زیگزاگ) در مسیر مقطع بحرانی احتمالی قرار داشته باشند، برای محاسبه پهنای خالص باید از پهنای کل مورد بررسی، مجموع قطر سوراخ‌های مسیر زنجیره را کم و به آن برای هر ردیف گام مورب در زنجیره، یک مرتبه جمله $\frac{S^2}{4g}$ را اضافه کرد.

در رابطه فوق، S فاصله مرکز به مرکز سوراخ‌ها در امتداد طولی (گام طولی) و g فاصله مرکز به مرکز ردیف‌های طولی (گام عرضی) می‌باشند.

در نیمرخ نبشی گام عرضی برای سوراخ‌های واقع در روی دو بال متعامد، عبارت خواهد بود از جمع فواصل سوراخ‌ها تا پشت نبشی منهای ضخامت آن.

مقطع بحرانی مقطعی است که سوراخ‌های مسیر زنجیرهٔ آن، حداقل پهنای خالص را بدست دهد.

۲-۲-٦-۳- سطح مقطع موثر

در صورتیکه بار بصورت مستقیم، توسط وسایل اتصال، به هر یک از عناصر تشکیل‌دهنده مقطع منتقل شود، سطح مقطع موثر (A_e) برابر سطح مقطع خالص (A_n) درنظر گرفته می‌شود.

اگر بار توسط پیچ یا پرچ به قسمتی از عناصر تشکیل‌دهندهٔ مقطع (و نه تمام آن) منتقل شود، سطح مقطع موثر از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$A_e=U.A_n \qquad (۲-۵)$$

در رابطه فوق:

A_n: سطح مقطع خالص عضو و

U: ضریب کاهش‌دهنده است.

اگر بار توسط اتصال جوشی به قسمتی از عناصر تشکیل‌دهنده مقطع (و نه تمام آن) منتقل شود، سطح مقطع موثر از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$A_e=U.A_g \qquad (۲-۶)$$

omoorepeyman.ir

مقدار ضریب کاهنده U به شرح زیر درنظر گرفته خواهد شد:

الف- برای نیمرخ‌های I نوردشده و سپری بریده شده از آنها و مقاطع مرکب ساخته‌شده، در اتصال‌های جوشی، در اتصال‌های پیچی یا پرچی، در صورتی که اتصال از طریق بال‌ها برقرار شده و نبشی‌ها در صورتی که توسط یک بال متصل شده باشند و حداقل سه وسیلهٔ اتصال در هر ردیف در امتداد تاثیر نیرو موجود باشد، U =۰/۸۵ درنظر گرفته می‌شود.

ب- در تمام اعضای با اتصال پیچی و یا پرچی که فقط دو وسیله اتصال در هر ردیف در امتداد تأثیر نیرو موجود باشد، U =۰/۷۵ خواهد بود.

ج- در اتصالات تسمه و ورق که با جوشهای طولی در دو لبه موازی (در انتهای قطعه) متصل‌اند، طول جوش‌ها نباید از فاصله عمودی بین آنها (پهنای تسمه) کمتر باشد و سطح مقطع موثر (A_e) باید طبق رابطه (۲-۶) با ضریب U به شرح زیر بدست آید:

اگر $1.5\ W>L<W$	آنگاه $U=0.75$
و اگر $2w>L>1.5W$	آنگاه $U=0.87$
و اگر $W>2L$	آنگاه $U=1$

در روابط فوق:

L: طول جوش و

W: پهنای ورق (تسمه) است.

در اتصالات پیچی و پرچی در وصله قطعات که تحت نیروی کششی قرار می‌گیرند، سطح مقطع موثر نباید بزرگتر از ۸۵ درصد سطح مقطع کل درنظر گرفته شود.

۲-۲-۷- تنش‌های مجاز

تمام عناصر سازه شامل اعضای اصلی و فرعی، اتصالات و وسایل اتصال، باید به‌گونه‌ای طراحی و محاسبه شوند که تنش آن‌ها تحت اثر بارهای مفروض از مقادیر مجاز تجاوز نکند. درصورتی که اثر باد شدید، زلزله یا اتصال کوتاه چه به تنهایی و چه در ترکیب با بارهای دیگر، در تنش‌ها منظور شده باشد، تنش‌های مجاز مربوط را می‌توان به میزان $\frac{1}{3}$ افزایش داد مشروط برآنکه مقطع محاسبه شده به این طریق کمتر از مقدار لازم برای حالت ترکیبی بارهای مرده و زنده و اثر ضربه (در صورت وجود)، بدون منظور نمودن $\frac{1}{3}$ افزایش در تنش مجاز، نباشد.

اعضای به کار رفته در سازه‌های پست‌های فشارقوی تحت تنش‌های خمشی، کششی، فشاری و یا ترکیبی از آن‌ها قرار خواهند گرفت. تنش‌های مجاز در هر یک از حالات فوق و برای مقاطع مختلف، با توجه به ضوابط آیین‌نامه‌های ذکرشده در بند (۲-۲-۱) محاسبه خواهند شد.

omoorepeyman.ir

۲-۲-۸- اتصالات و وسایل اتصال

ابعاد اتصال باید طوری اختیار شود که تنش موجود محاسباتی، براساس هر یک از دو حالت زیر که مناسب‌تر باشد، از تنش مجاز کمتر گردد:

الف- بر مبنای تحلیل سازه برای بارهای موثر

ب- بر مبنای درصدی از مقاومت اعضای متصل‌شونده

۲-۲-۸-۱- اتصال اعضای کششی و فشاری در خرپاها

اتصال در هر سر عضو کششی یا فشاری در خرپاها، باید بتواند نیروهای محاسباتی در اعضا را تحمل کرده و در عین حال باید نیرویی حداقل برابر ۵۰ درصد ظرفیت موثر مقطع عضو را نیز تحمل کند. مگراینکه توسط محاسبه‌ای روشن که عوامل دیگر مانند حمل و نصب را هم در نظر گرفته باشد، درصد کوچکتری قابل قبول باشد.

۲-۲-۸-۲- ترکیب پیچ و جوش

وقتی که پیچ‌های معمولی و یا پیچ‌های پرمقاومت در حالت اتصال برشی (اتکایی) همزمان با جوش به کار روند، نباید فرض کرد که آن‌ها در تحمل بار با جوش سهیم هستند. در این حالت فرض می‌شود که کل تنش در اتصال را جوش به تنهایی تحمل می‌کند.

پیچ‌های پرمقاومت را که با فرض عمل اصطکاکی محاسبه شده باشند، می‌توان در تحمل تنش‌ها با جوش سهیم دانست.

۲-۲-۸-۳- طراحی اتصالات جوشی، پیچی و پرچی

طراحی اتصالات جوشی، پیچی و پرچی با توجه به ضوابط آیین‌نامه‌های ذکرشده در بند (۲-۲-۱) صورت می‌گیرد.

۲-۲-۹- ملاحظات ویژه

۲-۲-۹-۱- انبساط و انقباض حرارتی

به علت کاربرد قطعات فولادی با طول زیاد، در سازه‌های پست، لازم است انبساط و انقباض‌های ناشی از تغییرات دما به دقت بررسی شوند. ازجمله قطعاتی که طول زیادی دارند، می‌توان به شینه‌ها اشاره نمود.

بطورکلی تغییر طول ناشی از تغییرات دما در قطعات فولادی از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\Delta L = \frac{\alpha L_1 (T_2 - T_1)}{1 + \alpha T_1} \qquad (۲-۷)$$

در رابطه فوق:

ΔL: تغییر در طول برحسب cm،

α: ضریب انبساط و انقباض حرارتی فولاد برابر با $۱۱/۵ \times ۱۰^{-۶}$ به ازای هر درجه سانتیگراد،

L_1: طول قطعه فولادی در زمان دمای اولیه برحسب cm،

T_1: دمای اولیه قطعه برحسب $\hat{C}$ و

omoorepeyman.ir

T_2 : دمای نهایی قطعه برحسب $\dot{C}$ می‌باشند.

در رابطه فوق مخرج کسر می‌تواند به طور تقریبی معادل واحد درنظر گرفته شود. درصورتیکه از تغییر مکان دو انتهای قطعه جلوگیری شده باشد، افزایش طول فوق باعث ایجاد نیروی اضافی در قطعه، برابر با رابطه زیر می‌شود:

$$F_T = AE\frac{\Delta L}{L_1} = AE\alpha(T_2 - T_1) \qquad (۸-۲)$$

که در آن:

F_T: نیروی اضافی در عضو به علت تغییرات دما برحسب kg،

A: سطح مقطع قطعه فولادی برحسب cm^2 و

E: مدول الاستیسته فولاد برابر با $۲/۰۵ \times ۱۰^{۶}\ \frac{kg}{cm^2}$ می‌باشند.

در رابطه فوق تکیه‌گاهها بطور کامل گیردار فرض شده‌اند و از انعطاف‌پذیری پایه‌های نگهدارنده و سایر شرایط صرف‌نظر شده است. در چنین شرایطی محاسبه نیروی ایجادشده از رابطه فوق، در جهت اطمینان خواهد بود.

از آن جاییکه این افزایش طول متناسب با طول قطعه است، لازم است تمهیدات خاصی، بویژه در طولهای زیاد، درنظر گرفته شود. این تمهیدات می‌توانند شامل به کاربردن بست‌ها و اتصالات انبساطی و یا درنظرگرفتن تغییرشکل و انحنای بوجودآمده در عضو و پایه‌های نگهدارنده آن و نیز اثر آن بر هادی‌های متصل شده، باشند.

۲-۲-۹-۲- خستگی[1]

به ندرت لازم می‌شود که اعضا و اتصالات سازه‌های معمولی پست برای خستگی محاسبه شوند، زیرا تعداد تغییرات بارها و نوسان مقدار تنش‌های مربوط معمولاً کوچک است.

با این وجود اعضایی که بار قطعات و وسایل متحرک را تحمل می‌کنند و دیگر اعضایی که احتمال بروز خستگی در آنها وجود دارد، باید برای تحمل خستگی محاسبه شوند.

$$R_T = R20 \times \left(\frac{M+20}{273M}\right) \qquad (۹-۲)$$

۲-۲-۱۰- مثال طراحی

در این بخش به منظور ارائه مثال کاربردی از طراحی سازه‌های پست، سازه مقره اتکایی ارائه شده در نشریه «ترکیب بارگذاری نیروها بر سازه‌های پست‌های فشارقوی» از مجموعه استاندارد حاضر، طراحی می‌شود. محل نصب سازه شهر تهران بوده و مشخصات آن به شرح زیر می‌باشد:

الف_ مشخصات شینه

الف-۱- نوع شینه: لوله‌ای (D=120mm, t=6mm, W_d=5.8 kg/m)

1. Fatigue

omoorepeyman.ir

الف-۲- جنس شینه: E-ALMgSi 0.5F22

الف-۳- وضعیت شینه: تعداد دهانه برابر یک عدد، طول هادی بین دو نگهدارنده برابر ۱۲ متر (L=12m) و فاصله فازها برابر ۷ متر (a=7m) و نوع اتصال دو انتها ساده می‌باشد.

الف-۴- حداکثر جریان اتصال کوتاه: I_p=120KA

ب_ مشخصات مقره اتکایی

ب-۱- نوع مقره اتکایی: C8-1050

ب-۲- ارتفاع کلی مقره اتکایی: (H_{PI}=2300mm)

ب-۳- وزن کلی مقره اتکایی: (W_{PI}=176kg)

ب-۴- قطر مقره اتکایی: (D_{PI}=250mm)

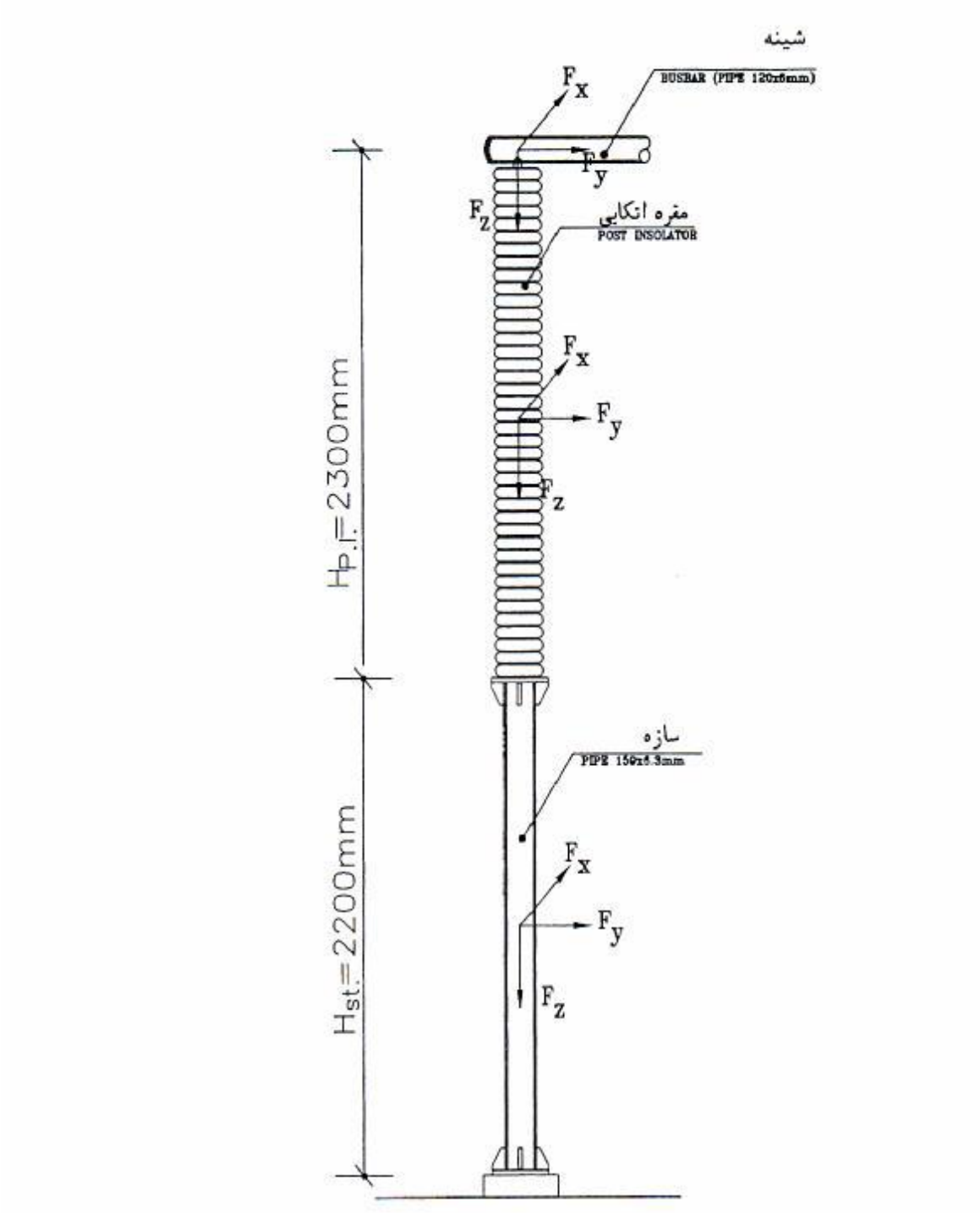
ج_ مشخصات سازهٔ نگهدارنده

ج-۱- نوع سازه: لوله فولادی (PIPE 159 × 6.3mm)

ج-۲- ارتفاع کلی سازه: (H_{st}=2200mm)

ج-۳- وزن کلی سازه: (W_{st}=60kg)

omoorepeyman.ir



شکل ۲-۱: سازه نگهدارنده مقره اتکایی

به عنوان نمونه، سازه برای حالت بارگذاری بار زلزله و اتصال کوتاه بدون بار باد و یخ طراحی می‌شود. با فرض اینکه نیروی زلزله در جهت x باشد، مقادیر نیروها آنگونه که در نشریه بارگذاری محاسبه شده‌اند عبارتند از:

omoorepeyman.ir

شینه

$$\begin{cases} F_x = 52.6 + 251.6 = 304.2 & kg \\ F_y = 0.0 \\ F_z = 34.8 \pm 9.7 = 44.5, 25.1 & kg \end{cases}$$

مقره اتکایی

$$\begin{cases} F_x = 266.1 & kg \\ F_y = 0.0 \\ F_z = 176 \pm 49.3 = 225.3, 126.7 & kg \end{cases}$$

سازه

$$\begin{cases} F_x = 90.7 & kg \\ F_y = 0.0 \\ F_z = 60 \pm 16.8 = 76.8, 43.2 & kg \end{cases}$$

- **محاسبه تنش‌های فشاری و خمشی موجود در پایین‌ترین نقطه لوله فولادی:**

$$PIPE\ 159\times 6.3\ mm:\ A = 30.2\ cm^2 \qquad ST52: F_y = 3600\ {}^{kg}\!/_{cm^2}$$

$$I = 882\ cm^4 \qquad F_u = 5200\ {}^{kg}\!/_{cm^2}$$

$$r = 5.40\ cm$$

$$S = 111\ cm^3$$

$$f_a = \frac{P}{A} = \frac{44.5 + 225.3 + 76.8}{30.2} = 11.48\ {}^{kg}\!/_{cm^2}$$

$$f_b = \frac{M}{S} = \frac{(304.2\times 450) + (266.1\times 335) + (90.7\times 110)}{111} = \frac{236010.5}{111} = 2126.22\ {}^{kg}\!/_{cm^2}$$

- **کنترل فشردگی مقطع:**

$$\frac{232\times 10^3}{F_y} = \frac{232000}{3600} = 64.44$$

$$\frac{D}{t} = \frac{159}{6.3} = 25.23 < 64.44 \Rightarrow$$ مقطع فشرده

- **محاسبه تنش فشاری مجاز اگر فقط نیروی محوری عمل کند:**

$$\frac{KL}{r} = \frac{2\times 220}{5.40} = 81.48$$

$$C_c = \frac{6440}{\sqrt{F_y}} = \frac{6440}{\sqrt{3600}} = 107.3$$

omoorepeyman.ir

چون $\frac{KL}{r} > C_c$ است، تنش مجاز از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$F_a = \frac{\left[1-\frac{(\frac{KL}{r})^2}{2C_c^2}\right]F_y}{\frac{5}{3}+\frac{3}{8}\left[\frac{(\frac{KL}{r})}{C_c}\right]-\frac{1}{8}\left[\frac{(\frac{KL}{r})}{C_c}\right]^3} = \frac{\left[1-\frac{81.48^2}{2\times 107.3^2}\right]\times 3600}{\frac{5}{3}+\frac{3}{8}(\frac{81.48}{107.3})-\frac{1}{8}(\frac{81.48}{107.3})^3} = 1349.83 \ {}^{kg}\!/_{cm^2}$$

- **محاسبه تنش فشاری مجاز در خمش اگر فقط لنگر خمشی عمل کند:**

$$F_b = 0.66F_y = 0.66\times 3600 = 2376 \ {}^{kg}\!/_{cm^2}$$

- **اثر همزمان فشار محوری و لنگر خمشی:**

$$\frac{f_a}{F_a} = \frac{11.48}{1349.83} = 0.0085 << 0.15$$

بنابراین در ترکیب تنش‌های فشاری و خمشی باید رابطه زیر برقرار باشد:

$$\frac{f_a}{F_a}+\frac{f_b}{F_b} \le 1.0$$

$$\frac{11.48}{1349.83}+\frac{2126.22}{2376} = 0.0085+0.8949 = 0.9034 < 1.0 \ \text{ ok.}$$

۲-۳- سازه‌های بتنی

مزایای نسبی سازه‌های فولادی در مقایسه با سازه‌های بتنی باعث شده تا استفاده از این سازه‌ها به ندرت صورت گیرد. استفاده از روش‌هایی نظیر پیش‌ساختگی و پیش‌تنیدگی قطعات بتنی کمک زیادی به کاربرد آسان‌تر و موثرتر این سازه‌ها می‌نماید.

به طور کلی طراحی سازه‌های بتنی پست‌های فشارقوی، مطابق با آیین‌نامه بتن ایران «آبا» (نشریه شماره ۱۲۰ دفتر امور فنی و تدوین معیارها) و آیین‌نامه طرح و محاسبه قطعات بتن پیش‌تنیده (نشریه شماره ۲۵۰ دفتر امور فنی و تدوین معیارها) و یا آیین‌نامه طراحی سازه‌های بتن آرمه (ACI 318) صورت می‌گیرد. در هر حال لازم است، آخرین تجدیدنظر هر یک از نشریات فوق، مبنای محاسبات قرار گیرد.

omoorepeyman.ir

فصل 3

مشخصات و دستورالعمل‌های فنی و اجرایی

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

مقدمه

در این فصل مشخصات و دستورالعمل‌های فنی و اجرایی سازه‌های پست‌های فشارقوی ارائه می‌شود. این مشخصات و دستورالعمل‌ها جهت پست‌هایی با سطوح ولتاژ ۶۳ تا ۴۰۰ کیلوولت قابل کاربرد هستند.

۳-۱- کلیات

مشخصات و دستورالعمل‌های حاضر، نیازمندیهای فنی لازم برای مقادیر نامی، مصالح تشکیل‌دهنده، طراحی، ساخت و آزمون‌های مورد نیاز را برای سازه‌های متداول مورد استفاده در پست‌های فشارقوی، ارائه می‌نماید. سازه‌های پست می‌بایستی براساس نیازمندیهای آخرین تجدیدنظر استانداردهای زیر و نشریات و مراجع مندرج در این استانداردها، طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گیرند:

- استاندارد ACI شماره ۳۱۸: آیین‌نامه طراحی سازه‌های بتن آرمه.
- استاندارد ASCE شماره 97-10: آیین‌نامه طراحی سازه‌های فولادی مشبک خطوط انتقال نیرو.
- استاندارد ASTM شماره A36: فولاد کربن دار سازه‌ای.
- استاندارد ASTM شماره A82: سیم‌های فولادی و ساده برای مسلح کردن بتن.
- استاندارد ASTM شماره A123: پوشش روی بر روی آهن و فولاد به روش گالوانیزه گرم و عمیق.
- استاندارد ASTM شماره A143: ملاحظات مربوط به تردی قطعات فولادی گالوانیزه‌شده گرم و عمیق و روند تعیین تردی.
- استاندارد ASTM شماره A153: پوشش روی بر روی ملحقات آهنی و فولادی به روش گالوانیزه گرم و عمیق.
- استاندارد ASTM شماره A242: فولاد سازه‌ای کم آلیاژ مقاومت بالا.
- استاندارد ASTM شماره A370: روش‌ها و تعاریف آزمون‌های مکانیکی محصولات فولادی.
- استاندارد ASTM شماره A384: ملاحظات مربوط به تابیدگی و اعوجاج مجموعه‌های فولادی هنگام گالوانیزه‌کردن گرم و عمیق.
- استاندارد ASTM شماره A385: آماده سازه پوشش روی گرم و عمیق با کیفیت بالا.
- استاندارد ASTM شماره A416: تاندن‌های هفت رشته‌ای بدون پوشش برای بتن پیش تنیده.
- استاندارد ASTM شماره A421: سیم‌های فولادی آزاد و بدون پوشش برای بتن پیش تنیده.
- استاندارد ASTM شماره A496: سیم‌های فولادی تغییرشکل یافته برای تسلیح بتن.
- استاندارد ASTM شماره A563: مهره‌های فولادی کربن‌دار و آلیاژی.
- استاندارد ASTM شماره A615: میلگردهای فولادی ساده و آجدار برای مسلح‌کردن بتن.
- استاندارد ASTM شماره A641: سیم‌های فولادی کربن‌دار پوشش داده شده با روی (گالوانیزه‌شده)
- استاندارد ASTM شماره A722: میلگردهای فولادی مقاومت بالا و پوشش نشده برای بتن پیش‌تنیده.

omoorepeyman.ir

- استاندارد ASTM شماره A931: روش آزمایش کشش سیم‌های مفتولی و رشته‌ای.
- استاندارد ASTM شماره C31: ساخت و عمل‌آوری نمونه‌های بتن در کارگاه.
- استاندارد ASTM شماره C33: مصالح سنگی بتن.
- استاندارد ASTM شماره C39: روش آزمون برای مقاومت فشاری نمونه‌های استوانه‌ای بتنی.
- استاندارد ASTM شماره C42: روش تهیه و آزمایش مغزه و تیرهای اره شده بتنی.
- استاندارد ASTM شماره C94: بتن آماده.
- استاندارد ASTM شماره C150: سیمان پرتلند.
- استاندارد ASTM شماره C172: نمونه‌گیری از مخلوط بتن تازه.
- استاندارد ASTM شماره C260: افزودنی هوازا برای بتن.
- استاندارد ASTM شماره C330: سنگدانه سبک برای بتن سازه‌ای.
- استاندارد ASTM شماره C403: روش آزمون برای زمان گیرش مخلوط بتن به کمک مقاومت در برابر نفوذ.
- استاندارد ASTM شماره C494: افزودنی‌های شیمیایی برای بتن.
- استاندارد ASTM شماره C595: سیمان‌های هیدرولیکی مخلوط.
- استاندارد ASTM شماره C618: خاکستر بادی زغال و پوزولان طبیعی آهکی یا خام.
- استاندارد ASTM شماره E376: اندازه‌گیری ضخامت پوشش به کمک میدان مغناطیسی یا جریان گردابی.
- استاندارد ANSI/AISC شماره 360: آیین‌نامه ساختمان‌های فولادی.
- استاندارد ANSI/AWS شماره D1.1: آیین‌نامه جوشکاری سازه‌ای.
- مقررات ملی ساختمانی ایران، مبحث ۱۰: طرح و اجرای ساختمانهای فولادی.
- نشریه شماره ۱۲۰ دفتر امور فنی و تدوین معیارها: آیین‌نامه بتن ایران «آبا».
- نشریه شماره ۲۲۸ دفتر امور فنی و تدوین معیارها: آیین‌نامه جوشکاری ساختمانی ایران.
- نشریه شماره ۲۵۰ دفتر امور فنی و تدوین معیارها: آیین‌نامه طرح و محاسبه قطعات بتن پیش‌تنیده.

سایر استانداردهای معتبر ملی یا بین‌المللی دیگر نیز به شرط تایید کارفرما و در صورتیکه جزئیات آن‌ها با استانداردهای ذکرشده سازگار باشد، پذیرفته خواهد شد. پیشنهاددهنده موظف است در پیشنهاد خود اطلاعات کافی و لازم را بگنجاند، تا ارزیابی صحیح آن، با توجه به مشخصات فنی، امکان‌پذیر گردد. اگر پیشنهاد بر مبنای استانداردهایی غیر از موارد ذکرشده باشد، ارائه‌دهنده موظف است دو نسخه از استانداردهای مذکور را همراه با توضیح و توجیح کتبی تفاوت‌های موجود، به کارفرما تسلیم کند. کارفرما براساس این اطلاعات درباره قبول یا رد پیشنهاد تصمیم خواهد گرفت.

omoorepeyman.ir

۳-۲- سازه‌های فولادی

سازه‌های فولادی باید کاملاً مطابق با نقشه‌های ارائه شده توسط طراح، ساخته شوند و هرگونه تغییر در ابعاد یا پروفیل‌های سازه باید با تایید مهندس طراح صورت پذیرد. ساخت سازه باید به نحوی انجام شود که تا حد امکان حمل و نقل، نصب و بازرسی سازه به راحتی صورت پذیرد.

نحوه اتصال و صلبیت سازه باید به نحوی باشد که تجهیزات موجود در سازه‌ها، در اثر بارهای استاتیکی و دینامیکی که به سازه وارد می‌شوند، دچار انحراف نشوند.

۳-۲-۱- مصالح

مصالح به کار رفته شامل نیمرخ‌ها، ورق‌ها، تسمه‌ها، میلگردها، پرچ‌ها، پیچ‌ها، واشرها، مهره‌ها، میل‌مهارها، الکترودها و ... باید با استانداردهای ملی ایران مطابق باشد. درصورتیکه برای برخی از مصالح، استاندارد ایران تهیه نشده باشد، باید یکی از استانداردهای معتبر بین‌المللی که مورد تایید کارفرما باشد (ترجیحاً استانداردهای ASTM و ISO) مورد استفاده قرار گیرد. در این صورت لازم است دو نسخه از استاندارد مذکور ضمیمه مدارک شوند.

۳-۲-۲- تهیه و آماده‌سازی قطعات

به کاربردن روش‌های گرم‌کردن موضعی و یا تغییرشکل مکانیکی برای ایجاد انحنا یا از بین بردن انحنای نامطلوب مجاز است. دمای مواضع گرم شده که باید به روش قابل قبولی اندازه‌گیری شود، نباید از ۵۶۵ درجه سانتیگراد (۱۰۵۰ درجه فارنهایت) برای فولادهای با مقاومت بالا و ۶۵۰ درجه سانتیگراد (۱۲۰۰ درجه فارنهایت) برای فولادهای نرمه، بیشتر باشد.

لبه‌هایی که با شعله بریده می‌شوند و در آینده محل واردشدن تنش‌های کششی بزرگی خواهند بود، باید کاملاً یکنواخت و خالی از ناهمواریهای بیش از ۵ میلی‌متر باشد. ناهمواریها و زخم‌های بیش از ۵ میلی‌متر را باید با سنگ‌زدن و در صورت لزوم تعمیر کاری توسط برش، هموار کرد. همچنین لبه‌های بریده شده توسط شعله که مصالح جوش در آن قرار خواهد گرفت، باید تا حدامکان عاری از ناهمواری و بریدگی باشد. در نیمرخ‌های سنگین و قطعات ساخته شده با جوش به ضخامت بیش از ۵۰ میلی‌متر، باید پیش گرم‌کردن تا دمای حداقل ۶۵ درجه سانتیگراد (۱۵۰ درجه فارنهایت) قبل از برش گرمایی انجام شود.

احتیاجی به صاف و پرداخت‌کردن لبه‌های بریده شده توسط قیچی یا شعله نیست. مگراینکه لزوم آن در مدارک طرح و محاسبه برای قسمتهای بخصوصی مشخص شده باشد و یا به عنوان بخشی از عمل آماده‌کردن لبه برای جوشکاری قید شده باشد.

۳-۲-۳- اتصالات جوشی

روش جوشکاری، مهارت جوشکار، ظاهر سطح جوش‌شده، خواص جوش و روش‌هایی که برای تصحیح جوش معیوب به کار می‌رود باید مطابق با ضوابط ذکرشده در آیین‌نامه جوشکاری ساختمانی ایران (نشریه شماره ۲۲۸ دفتر امور فنی و تدوین معیارها) و یا استاندارد ANSI/AWS D1.1 باشد. لازم به ذکر است جوشکاری بعد از گالوانیزه‌کردن قطعات فولادی مجاز نمی‌باشد و در این موارد تنها استفاده از اتصال پیچی مجاز خواهد بود.

omoorepeyman.ir

۳-۲-٤- اتصالات پیچی

کلیه قسمتهایی که توسط پیچ به هم متصل می‌شوند، باید در ضمن نصب با گذاردن پین یا پیچ و مهره موقت، نسبت به هم کاملاً تثبیت شوند. استفاده از وسایل نصب و نگهداری موقت نباید به سوراخ‌های پیچ صدمه بزند و یا آن را گشاد کند.

در صورتی که سوراخ‌های قطعات در یک اتصال دقیقاً هم راستا نباشند، دستگاه نظارت مجاز به ردکردن اتصال می‌باشد.

در حالتی که ضخامت قطعه از قطر اسمی پیچ به اضافه ۱/۵ میلی‌متر بیشتر نباشد، می‌توان سوراخ پیچ را توسط منگنه‌کردن ایجاد نمود. اگر ضخامت از قطر پیچ به اضافه ۱/۵ میلی‌متر بیشتر باشد، لازم است سوراخ‌ها با مته ایجاد شوند و یا با قطری کوچکتر پیش منگنه شده، سپس برقو زده شود.

قطر سوراخ در حالت‌های پیش منگنه و یا پیش مته‌کردن باید حداقل ۱/۵ میلی‌متر از قطر اسمی پیچ کوچکتر باشد. به طور کلی سوراخ‌کردن ورق‌های ضخیم‌تر از ۱۲ میلی‌متر و یا از فولاد مخصوص قوی و سخت باید با مته انجام شود.

در اتصال به کمک پیچ پرمقاومت، سطوحی که در تماس با سرپیچ و یا مهره آن قرار می‌گیرند، نباید شیبی بیش از $\frac{1}{20}$ نسبت به صفحه عمود بر محور پیچ داشته باشند. در صورت عدم تامین این شرط، باید با استفاده از واشر شیب‌دار، موازی نبودن سطوح را جبران کرد.

قطعاتی که با پیچ پرمقاومت به یکدیگر متصل می‌شوند، باید کاملاً به هم جفت شده باشند و نباید واشرهای پرکننده یا هر نوع مصالح فشارپذیر دیگری بین آن‌ها گذارده شود.

هنگامی که قطعات جمع و نصب می‌شوند، باید کلیه سطوح اتصال (شامل سطوح مجاور سرپیچ و طرف مهره) از قسمت‌های پوسته شده و دیگر مواد زاید عاری باشد. به ویژه سطوح تماس اتصال اصطکاکی باید به طور کامل تمیز بوده و اثری از رنگ، لاک، انواع روغن و مصالح دیگر در آن‌ها وجود نداشته باشد.

علاوه‌بر موارد ذکرشده، لازم است پیچ‌های پرمقاومت، مطابق با مشخصات مندرج در استانداردهای مربوط که در بند (۳-۱) آمده‌اند، مورد استفاده قرار گیرند.

۳-۲-٥- درزهای فشاری

در درزهای فشاری که در آن‌ها انتقال نیرو از طریق فشار تماسی مستقیم، قسمتی از ظرفیت اتصال را تشکیل می‌دهد، باید سطوح قطعات در محل تماس بوسیله تراش‌دادن، سوهان‌زدن، سنگ‌زدن و یا روش‌های مناسب دیگر به خوبی آماده شده باشد.

۳-۲-٦- کف ستون‌ها

کف ستون‌ها و پای ستون‌ها باید طبق مشخصات زیر تنظیم و تمام شود:

الف- استفاده از ورق‌های نوردشده فولادی به ضخامت ۵۰ میلی‌متر و کمتر، بدون تراش و پرداخت مجاز است، مشروط بر آن‌که در سطح آن‌ها تماس کامل برقرار شود. ورق‌های نوردشده فولادی با ضخامت ۵۰ تا ۱۰۰ میلی‌متر را می‌توان با پرس‌کردن صاف کرد و در صورتی که پرس مناسب دردسترس نباشد، می‌توان با تراشیدن و صاف‌کردن، سطح مستوی را بوجود آورد (به جز در موارد ج و د).

omoorepeyman.ir

ب- کف ستون‌ها غیر از ورق‌های نوردشده باید به طور کلی صفحه تراشی شود (به جز در موارد ج و د).
ج- سطح زیرین کف ستون‌ها در صورتی که با ریختن دوغاب ماسه سیمان تماس کامل برقرار شود، احتیاجی به پرداخت ندارد.
د- سطح بالایی کف ستون‌ها که در تماس با ستون قرار می‌گیرد، در صورتی احتیاج به پرس و صاف‌کردن نخواهد داشت که با جوش نفوذی و بطور سرتاسری و کامل به ستون جوش شود.

۳-۲-۷- گالوانیزه‌کردن

لازم است کلیه قطعات فولادی شامل اسکلت سازه، صفحات اتصال، پیچ‌ها و مهره‌ها، با استفاده از فلز روی و به روش گرم و عمیق و بر مبنای استاندارد ASTM A153 گالوانیزه شوند. ظاهر نهایی و دوام پوشش روی بستگی مستقیم به کیفیت روش گالوانیزه‌کردن خواهد داشت.

کلیه قطعات سازه باید از مصالحی که با گالوانیزاسیون سازگار باشند، ساخته شوند. مدت زمان غوطه‌وری، دمای حمام و استفاده از تسریع‌کننده‌ها و افزودنیها برحسب نوع فولاد تغییر خواهد کرد. قطعاتی که از فولادهایی با مواد ترکیبی مختلف ساخته شده‌اند و یا دارای اختلاف زیادی در ضخامت مقاطع هستند، ممکن است در رنگ، بافت و ضخامت پوشش با یکدیگر متفاوت شوند.

در تعیین ابعاد اعضای سازه باید به ابعاد مخزن‌های موجود توجه شود. روش «غوطه‌ور کردن دوگانه» که در آن ابتدا یک انتهای قطعه و سپس انتهای دیگر آن گالوانیزه می‌شوند جز در شرایط خاص که باید به تایید مشاور برسد، نباید اجرا شود. در صورت استفاده از این روش باید پوشش صحیح روی در داخل مقاطع بسته به دقت بررسی و تایید گردد.

انتخاب صحیح فولاد و روش گالوانیزه‌کردن آن به منظور کاهش احتمال تردشکنی عضو الزامیست. هرچه تنش تسلیم مصالح افزایش پیدا کند، احتمال تردشکنی در طی عمل گالوانیزاسیون زیاد می‌شود. اعضای ضخیم که سرد نوردشده هستند، تمایل بیشتری به رفتار ترد دارند. ملاحظات بیشتر در مورد تردی قطعات در استانداردهای ASTM A123 و ASTM A143 آمده است.

همچنین اطلاعات اضافی به منظور گالوانیزه‌کردن هرچه بهتر قطعات در استانداردهای ASTM A384 و ASTM A385 آمده است.

۳-۲-۷-۱- آماده‌سازی سطوح

مصالح پایه باید از قبل بطور کامل تمیز شده باشند. برای از بین بردن روغن‌ها و رنگ‌های اضافی از یک حمام اسیدی استفاده می‌شود. برجستگیهای ناشی از تراشکاری و زنگارها در حمام اسید باقی خواهند ماند. برای از بین بردن برجستگیهای عمیق و یا جاییکه سطح فلز ناخالصیهای دانه‌ای دارد که بوسیله قطعه‌شویی قابل برطرف‌شدن نیستند، می‌توان از ضربه‌زدن و سنگ‌شویی با سنگریزه استفاده نمود. از آنجا که باقیمانده‌های جوشکاری از نظر شیمیایی خنثی هستند و در محلول اسیدی شسته نخواهند شد، کلیه جوش‌ها باید بوسیله دست یا روشهای دیگر تمیز شوند.

دمای زیاد حمام قطعه‌شویی و طولانی‌کردن غوطه‌وری ممکن است باعث افزایش حساسیت قطعه به تردشکنی در نتیجه جذب هیدروژن شود. در این حالت لازم است بازدارنده‌های شیمیایی که جذب هیدروژن را کاهش می‌دهند در حمام شستشو به کار روند. قبل از فروبردن قطعه در حمام گالوانیزاسیون، محلول شستشو باید بطور کامل از داخل و خارج قطعه پاک‌شده و خشک گردد.

omoorepeyman.ir

۳-۲-۷-۲- پوشش روی

بعد از فروبردن در محلول اولیه، قطعه در حمام گالوانیزاسیون شامل روی فرو برده می‌شود. حداکثر مقدار پوشش روی با کیفیت مطلوب که در شرایط معمولی بر روی فولاد می‌تواند بدست آید، مطابق آخرین ویرایش استاندارد ASTMA123 برابر ۸۴۰ $^{gr}/_{m^2}$ است.

جدول (۳-۱) حداقل میانگین ضخامت پوشش را برحسب درجه گالوانیزاسیون و برای انواع مختلف قطعات فولادی بیان می‌کند. درجه گالوانیزاسیون ضخامت لایه پوشش برحسب میکرومتر (µm) است و مقادیر گرم بر مترمربع ($^{gr}/_{m^2}$) معادل آن در جدول (۳-۲) آمده است.

جدول ۳-۱: حداقل میانگین درجه گالوانیزاسیون برای انواع مختلف قطعات فولادی

نوع قطعه	ضخامت فولاد (mm)				
	< ۱/٦	۱/٦ – ۳/۲	۳/۲ – ٤/۸	٤/۸ – ٦/٤	≥ ٦/٤
پروفیل سازه‌ای و ورق	۴۵	۶۵	۷۵	۸۵	۱۰۰
نوار و میلگرد	۴۵	۶۵	۷۵	۸۵	۱۰۰
لوله	۴۵	۴۵	۷۵	۷۵	۷۵
سیم	۳۵	۵۰	۶۰	۶۵	۸۰

جدول ۳-۲: ضخامت پوشش درجه‌های مختلف گالوانیزاسیون *

درجه گالوانیزاسیون	µm	$^{gr}/_{m^2}$
۳۵	۳۵	۲۴۵
۴۵	۴۵	۳۲۰
۵۰	۵۰	۳۵۵
۵۵	۵۵	۳۹۰
۶۰	۶۰	۴۲۵
۶۵	۶۵	۴۶۰
۷۵	۷۵	۵۳۰
۸۰	۸۰	۵۶۵
۷۵	۸۵	۶۰۰
۱۰۰	۱۰۰	۷۰۵

* مقادیر ضخامت برحسب μm در واقع همان درجه گالوانیزاسیون می‌باشد. مقادیر ستون سوم از رابطه $\mu m \times 7.067 = {}^{gr}/_{m^2}$ بدست آمده است.

قسمت‌هایی که در حین جابجایی و نصب آسیب دیده‌اند، باید بوسیله محصولات تجاری که برای همین‌منظور ساخته می‌شوند تعمیر شوند. ازجمله این محصولات تجاری می‌توان به رنگ غنی‌شده روی، اسپری روی و روی مایع اشاره کرد.

omoorepeyman.ir

۳-۲-۷-۳- بازرسی

برای بازرسی و تایید ضخامت گالوانیزاسیون می‌توان از روش‌های مختلف مخرب و یا غیرمخرب استفاده کرد. مناسب‌ترین روش، آزمونهای غیرمخرب مغناطیسی است که در استاندارد ASTM E376 ارائه شده است. همچنین در محل جوش‌ها ممکن است آزمون‌های غیرمخرب اضافی برای اطمینان از عدم وجود ترک نیاز باشد که بنابرنظر مشاور انجام خواهند شد.

۳-۲-۸- رنگ‌آمیزی روی سطح گالوانیزه شده

در حالت‌های زیر استفاده از پوشش شیمیایی و رنگ‌آمیزی روی سطح گالوانیزه‌شده مورد نیاز خواهد بود:

- نیاز به محافظت بیشتر از فلز پایه
- رنگ‌آمیزی به منظور زیبایی بیشتر
- کاهش انعکاس نور

آزمایشات نشان داده‌اند عمر مفید ترکیب روش‌های گالوانیزاسیون و رنگ‌آمیزی، بیشتر از جمع طول عمر هر یک به تنهایی می‌باشد.

لازم است درخصوص چسبندگی مناسب رنگ به سطح گالوانیزه‌شده دقت لازم صورت گیرد. عدم چسبندگی بین دو سطح به عوامل مختلفی بستگی دارد که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره نمود. لازم است در هر مورد اقدامات لازم جهت برطرف نمودن آن صورت گیرد.

- صافی بیش از اندازه سطح گالوانیزه‌شده که اجازه درگیری مکانیکی لایه‌های پوشش را نمی‌دهد.
- روغن‌ها و سایر مواد موجود روی سطح گالوانیزه‌شده که از چسبندگی سطوح می‌کاهند.
- اختلاف بین ضریب انبساط حرارتی لایه رنگ و فلز پایه که باعث ترک و جداشدگی می‌شود.
- عدم چسبندگی روی تازه با برخی از انواع رنگ‌ها

۳-۲-۹- مدارک و نقشه‌های طرح و محاسبه

نقشه‌های سازه باید شامل طرح کامل مقاطع، محل قرارگرفتن اعضای سازه نسبت به یکدیگر، تراز کف‌ها و محورهای گذرنده از مرکز ستونها، با اندازه‌های مربوط باشد.

در مدارک طرح و محاسبه باید نوع سازه، مقادیر بارها، نیروهای برشی، لنگرهای خمشی و نیروهای محوری که توسط قطعات و اتصالات آن‌ها تحمل می‌گردد، مشخص شود. به طوری که با مراجعه به آنها بتوان نقشه‌های اجرایی کارگاهی را تهیه کرد.

اگر استفاده از پیچ‌های با مقاومت زیاد برای اتصالات موردنظر باشد، مدارک طرح و محاسبه و نقشه‌ها باید نوع اتصال را از نظر طرز کارکردن (اتصال اصطکاکی، اتصال برشی معمولی (اتکایی) و یا اتصال کششی) معین کند. میزان پیش‌خیز در ساخت (در صورت لزوم) باید در مدارک محاسباتی و نقشه‌ها قید شود.

omoorepeyman.ir

۳-۲-۱۰- نقشه‌های کارگاهی

نقشه‌های کارگاهی که حاوی کلیه اطلاعات و جزئیات لازم برای ساخت قطعات سازه می‌باشد، باید قبل از عمل ساخت، تهیه و آماده شود. این اطلاعات و جزئیات باید ابعاد عناصر سازه و محل آن‌ها، نوع و اندازه جوش‌ها، پیچ‌ها و یا پرچ‌ها را شامل شود.

در این نقشه‌ها باید کلیه جوش‌ها و پیچ‌های کارخانه‌ای، از جوش‌ها و پیچ‌های کارگاهی به خوبی متمایز شده باشد. همچنین باید نوع اتصال پیچ‌های پرمقاومت به وضوح مشخص و حد سفت‌کردن پیچ‌ها قید شده باشد. نقشه‌های کارگاهی باید با درنظرداشتن مناسب‌ترین نوع اجرا و با توجه به سرعت اجرا و شرایط اقتصادی ساخت و نصب، تهیه شود.

۳-۳- سازه‌های بتنی

سازه‌های بتنی پست‌های فشارقوی باید به‌گونه‌ای طراحی شوند که قادر به تحمل کلیه نیروهای وارد بر آن‌ها، با درنظرگرفتن نیروی پیش‌تنیدگی، حمل و نقل، نصب و سایر شرایط باشند. نیروهای فوق نباید خسارتی به مقاومت مقطع، قابلیت سرویس‌دهی و زیبایی سازه وارد نمایند.

مشخصات و دستورالعمل‌های فنی تهیه و ساخت سازه‌های بتنی پست‌های فشارقوی، جز در موارد ذکر شده در این نشریه، مطابق با ضوابط آیین‌نامه بتن ایران «آبا» (نشریه شماره ۱۲۰ دفتر امور فنی و تدوین معیارها) و آیین‌نامه طرح و محاسبه قطعات بتن پیش‌تنیده (نشریه شماره ۲۵۰ دفتر امور فنی و تدوین معیارها) و یا آیین‌نامه طراحی سازه‌های بتن آرمه (ACI 318) خواهد بود.

۳-۳-۱- مصالح

۳-۳-۱-۱- سیمان

سیمان پرتلند مورد استفاده باید ضوابط استاندارد ASTM C150 را برآورده نماید. سیمان پرتلند همچنین می‌توان با سیمان هیدرولیکی و یا پوزولان مطابق با ضوابط استاندارد ASTM C595 مخلوط گردد.

بارگیری، حمل و تخلیه سیمان‌ها باید به دقت صورت گیرد و از اثر باران و رطوبت بر آن‌ها جلوگیری شود. نگهداری سیمان فله فقط در سیلو مجاز است. نگهداری و ذخیره سیمان در نقاطی که رطوبت نسبی هوا از ۹۰درصد بیشتر باشد، نباید در کیسه بیش از ۶ هفته و در سیلوهای مناسب بیش از ۳ ماه به طول بیانجامد. بطورکلی سیمان مصرف شده در کارگاه باید با سیمانی که براساس آن، نسبت‌های اختلاط بتن تهیه شده است، مطابقت داشته باشد.

۳-۳-۱-۲- سنگدانه

سنگدانه‌های مورد استفاده می‌تواند ریزدانه و یا درشت‌دانه باشد و باید مطابق با ضوابط ASTM C33 برای سنگدانه‌های معمولی و ASTM C330 برای سنگدانه‌های سبک، تهیه گردد.

حداکثر قطر اسمی سنگدانه‌های درشت دانه نباید از $\frac{1}{5}$ کوچکترین بعد عضو، $\frac{3}{4}$ فواصل بین میلگردها و یا $\frac{3}{4}$ پوشش بتن بیشتر گردد.

omoorepeyman.ir

سنگدانه‌ها باید تمیز و سخت بوده و عاری از هرگونه مواد شیمیایی، ترکیبات آلی، نمک، پوشش‌های گچی، رس و یا مواد ریز دیگر که برچسبندگی آنها با خمیر سیمان اثر می‌گذارد، باشند. همچنین سنگدانه‌ها نباید دارای پتانسیل واکنش قلیایی باشند.

از نظر شکل ظاهری سنگدانه‌ها نباید پولکی، سوزنی، ترد، قابل تورم، متخلخل و از مصالح نرم باشند. درصد سنگدانه‌های پولکی و سوزنی در درشت‌دانه‌ها نباید از ۱۵٪ تجاوز کند. برای بتن مصرفی در مناطق ساحلی خلیج‌فارس و دریای عمان، حداکثر جذب آب سنگدانه‌های مصرفی در بتن برای سنگدانه‌های درشت به ۲/۵ درصد و برای سنگدانه‌های ریز به ۳ درصد محدود می‌گردد.

۳-۳-۱-۳- آب

آب مصرفی برای شستشوی سنگدانه‌ها، ساخت و عمل‌آوری بتن باید تمیز، صاف و روشن باشد. همچنین باید از مصرف آب حاوی مقادیر زیاد از هر نوع ماده از قبیل روغن‌ها، اسیدها، قلیایی‌ها، املاح، مواد قندی و موادآلی که قادر به صدمه‌زدن به بتن یا میلگرد باشد، خودداری کرد. مواد زیان‌آور در آب مصرفی در بتن نباید از مقادیر حداکثر مجاز داده شده در جدول (۳-۳) تجاوز کند.

جدول ۳-۳: حداکثر مجاز مواد زیان‌آور در آب مصرفی بتن

نوع ماده زیان‌آور	شرح	حداکثر غلظت مجاز ppm (قسمت در میلیون)
ذرات جامد مطلق	- بتن‌آرمه در شرایط محیطی شدید و بتن پیش‌تنیده - بتن آرمه در شرایط محیطی ملایم	۱۰۰۰ ۲۰۰۰
مواد محلول	- بتن‌آرمه در شرایط محیطی شدید و بتن پیش‌تنیده - بتن‌آرمه در شرایط محیطی ملایم	۱۰۰۰ ۲۰۰۰
کلرید (Cl)	- بتن‌آرمه در شرایط محیطی شدید، بتن پیش‌تنیده - سایر موارد بتن‌آرمه، در شرایط مرطوب	*۵۰۰ *۱۰۰۰
سولفات (SO_4)	- بتن‌آرمه و بتن پیش‌تنیده	۱۰۰۰
قلیاییها	$(Na_2O+0.658\ K_2O)$	۶۰۰

* مقدار کل یون کلرید قابل حل در آب در مخلوط بتن، برحسب درصد وزن سیمان، نباید از مقادیر حداکثر مجاز داده شده در جدول (۳-۴) تجاوز کند.

بطورکلی آب آشامیدنی، برای مصرف در ساخت و عمل‌آوری بتن رضایت‌بخش تلقی می‌شود. آب غیرآشامیدنی را به شرطی می‌توان در ساختن بتن به کار برد که با ضوابط زیر و نیز جدول (۳-۴) مطابقت داشته باشد.

الف- مقاومت‌های ۷ روزه و ۲۸ روزه نمونه‌های ملات ساخته شده با آب غیرآشامیدنی، حداقل معادل ۹۰ درصد مقاومت‌های نظیر نمونه‌های مشابه ساخته با آب مقطر باشند.

ب- زمان گیرش سیمان با آب غیرآشامیدنی نباید بیش از یکساعت زودتر تا ۱/۵ ساعت دیرتر از نتیجه به دست آمده با آب مقطر باشد.

ج- نتیجه آزمایش سلامت سیمان با آب غیرآشامیدنی بیش از میزان مجاز مربوط به آب مقطر نباشد.

omoorepeyman.ir

جدول ۳-٤: حداکثر کلرید قابل حل در آب در بتن

نوع قطعه بتنی	حداکثر کلرید قابل حل در آب در بتن، درصد نسبت به وزن سیمان
تیر پیش‌تنیده	۰/۰۶
تیر بتن‌آرمه که در زمان بهره‌برداری در معرض رطوبت و کلریدها قرار گیرد.	۰/۱۵
تیر بتن‌آرمه‌ای که در زمان بهره‌برداری در حالت خشک باشد یا از رطوبت محافظت شود.	۱/۰۰

مقدار PH آب مصرفی در بتن نباید از ۵ کمتر و از ۸/۵ بیشتر باشد. طرح اختلاط بتن باید براساس آبی که در کارگاه استفاده می‌شود، تعیین گردد.

۳-۳-۱-٤- افزودنی‌ها[1]

افزودنی‌های هوازا باید مطابق با استاندارد ASTM C260 به کار روند. افزودنی‌های شیمیایی نیز باید مطابق با استاندارد ASTM C494 مورد استفاده قرار گیرند. خاکستر بادی[2] و یا سایر پوزولان[3]های مورد استفاده باید ضوابط استاندارد ASTM C618 را برآورده سازند. در هر حال مقدار یون کلرید در افزودنی‌ها باید در حدی باشد که از مقادیر داده شده در جدول (۳-۴) تجاوز نکند.

۳-۳-۱-۵- فولاد

فولاد پیش‌تنیدگی باید مطابق ضوابط ASTM A416/A416M، ASTM A421 و یا ASTM A722/A722M باشد. میلگردهای طولی غیرپیش‌تنیده باید مطابق ضوابط ASTM A615/A615M باشند. خاموت‌ها باید ضوابط ASTM A82، ASTM A496 و یا ASTM A641 را برآورده سازند.

کلیه ملحقاتی که در مقطع قرار داده شده‌اند باید در برابر خوردگی مقاوم باشند. همچنین استفاده از آلومینیوم در مقطع بتن مجاز نمی‌باشد.

۳-۳-۲- مقاومت بتن

حداقل مقاومت فشاری ۲۸ روزه بتن مورد استفاده ۲۱MPa (۲۱۰ kg/cm^2) می‌باشد. نحوه تعیین مقاومت فشاری مطابق با استاندارد ASTM C39 و یا ASTM C42 می‌باشد. استوانه‌های آزمایش مقاومت فشاری مطابق با ASTM C31 و ASTM C172 تهیه می‌شوند.

omoorepeyman.ir

1. Admixtures
2. Fly ash
3. Pozzolan

۳-۳-۳- اختلاط بتن[1]

سنگدانه‌ها باید شسته و دانه‌بندی شده بوده و به طرز صحیحی با نسبت‌های آب و سیمان و افزودنیها مخلوط گردد. به نحوی که بتن حاصل کیفیت مورد نیاز را برآورده نماید. در این مورد ضوابط ASTM C94 باید برآورده شود.

۳-۳-٤- بتن‌ریزی[2]

بتن‌ریزی باید در شرایطی صورت گیرد که قالب آن تا حدامکان در موقعیتی نزدیک به موقعیت نهایی قرار داشته باشد. لازم است درمورد پرشدن تمامی قالب و قرارگیری بتن در زیر و اطراف همه میلگردها، توجه ویژه صورت گیرد. آرماتورها باید به نحوی قرار داده شده و محکم شوند که در هنگام بتن‌ریزی جابجا نشوند. سیم‌هایی که برای محکم‌کردن خاموت‌ها و میلگرد و تاندن‌ها به کار می‌روند باید تا حدامکان خم شود تا مانع از بتن‌ریزی مناسب نشوند.

۳-۳-۵- عمل‌آوری[3]

بتن باید به کمک یکی از روشهای زیر عمل‌آوری شود. دمای بتن در یک ساعت اول بعد از بتن‌ریزی نباید بیش از ۴۰°C و یا کمتر از ۴°C گردد.

۳-۳-۵-۱- عمل‌آوری به کمک آب[4]

سازه‌ها می‌توانند با استفاده از پوشش اشباع از آب و یا به کمک سیستم لوله‌های سوراخ‌دار عمل‌آوری گردند.

۳-۳-۵-۲- عمل‌آوری به کمک بخار آب[5]

اتاق بخار باید به گونه‌ای ساخته شود که از افت حرارت و رطوبت جلوگیری کرده و اجازه دهد بخار آب در اطراف نمونه‌ها به خوبی در گردش باشد. ورودی‌های بخار باید به گونه‌ای تعبیه شوند که بخار آب را بطور مستقیم روی نمونه‌ها و یا قالب‌ها ندمند. چرخه عمل‌آوری به کمک بخار آب مطابق زیر صورت خواهد گرفت:

الف ـ بعد از بتن ریزی و قبل از اقدام به بالابردن حرارت بتن با بخار، باید صبر کرد تا بتن به مقاومت اولیه تقریبی ۳/۵ MPa برسد. این کار به کمک روش ارائه شده در ASTM C403 صورت خواهد گرفت. اگر دمای محیط کمتر از ۱۵°C گردد، باید حرارت کافی داده شود تا دمای بتن در حد دمای بتن‌ریزی باقی بماند.

ب ـ افزایش دما در محفظه عمل‌آوری باید یکنواخت و با نرخ افزایش بین ۱۷°C تا ۳۳°C در ساعت باشد. بتن باید در دمای بین ۵۴°C تا ۷۴°C عمل‌آوری شود تا اینکه به مقاومت موردنظر برسد.

ج ـ نمونه‌های استوانه‌ای باید در شرایط مشابه با سازه عمل‌آوری گردند.

1. Mixture
2 .Casting
3. Curing
4. Water curing
5. Steam curing

omoorepeyman.ir

د ـ به منظور ثبت رابطه زمان ـ دما در طول عمل‌آوری از مرحله بتن‌ریزی تا انتقال پیش‌تنیدگی لازم است از دماسنج‌های ثبت‌کننده استفاده شود.

علاوه بر روش‌های ذکرشده، عمل‌آوری به طرق دیگر باید بر مبنای استانداردهای معتبر صورت گرفته و به تأیید کارفرما برسد.

۳-۳-٦- پیش‌تنیدگی[1]

قبل از اعمال پیش‌تنیدگی اولیه، بتن باید به مقاومتی بیش از ۱/۶۷ برابر حداکثرتنش موردانتظار در بتن (که در نتیجه نیروهای پیش تنیدگی بلافاصله بعد از انتقال نیرو و قبل از افت‌ها در بتن بوجود می‌آید) برسد. ترتیب کشیدن رشته‌ها و سیم‌ها در حالت پس کشیده باید به نحوی باشد که از اعمال تنش‌های موقت نامطلوب جلوگیری شود.

۳-۳-۷- قالب‌بندی

قالب‌ها باید صلب بوده و به قدر کافی مقاوم باشند تا وزن بتن را بدون بوجود آوردن تغییر شکل بیش از حد تحمل نمایند. نشت آب از قالب باید تا حد امکان برطرف گردد. کلیه قالب‌ها باید به گونه‌ای طراحی شوند که هنگام جداشدن از بتن، آسیبی به آن وارد نکنند. کلیه لبه‌های نمایان بتن با زاویه کمتر از ۱۰۰درجه باید گرد و یا پخ شوند.

قالب‌ها قبل از هر مرحله استفاده باید تمیز گردند. قالب‌های نو باید از هر نوع رنگ و یا پوشش دیگر که ممکن است به سطح تیر بچسبد، عاری باشد.

۳-۳-۸- پرداخت سطح رویه

پرداخت سطح رویه باید مطابق پیشنهادات ناظر صورت گیرد.

۳-۳-۹- شرایط رد سازه‌های بتنی ساخته شده

سازه‌ها و قطعات بتنی ساخته شده ممکن است به علت عدم برآورد مشخصات فنی ذکرشده و یا یکی از دلایل زیر پذیرفته نشوند:

الف- نقصی که بیان‌کننده عدم درستی نسبت مصالح، اختلاط بتن و قالب‌بندی باشد.

ب- نقایص سطحی که شامل متخلخل‌بودن بتن و یا محل‌های بتن‌ریزی نشده باشد.

ج- وجود مناطق آسیب‌دیده و ترک‌خورده به نحوی که مقطع دیگر قادر به برآوردن نیازهای طراحی نباشد.

د- افت پیش‌تنیدگی تاندن‌ها

از آن جاییکه مشکلات موضعی در ساخت و یا واردآمدن خسارت در حمل و نقل در برخی موارد غیرقابل اجتناب است، تعمیر قطعات بتنی در صورتی که عملکرد سازه‌ای آنها به مخاطره نیافتد با تایید کتبی دستگاه نظارت مجاز است. مقاطع تعمیرشده باید مطابق با مشخصات فنی ذکرشده در این نشریه بوده و پس از انجام اصلاحات لازم، مورد تایید دستگاه نظارت قرار گیرد.

1. Prestressing

omoorepeyman.ir

۳-٤- لوازم یدکی و وسایل مخصوص

لوازم یدکی مورد نیاز برای ساخت سازه‌های فولادی و بتنی و نیز وسایل لازم برای نصب، بهره‌برداری و تعمیر، که به تشخیص سازنده مورد نیاز است، باید توسط سازنده پیشنهاد و تامین گردد.

۳-۵- آزمون‌ها

۳-۵-۱- آزمون‌های سازه‌های فولادی

نمونه‌برداری، بازرسی، آزمون و قبول سازه‌های فولادی باید مطابق با استانداردهای ذکرشده در بند (۳-۱) باشد. آزمون‌های مورد نیاز عبارتند از:

- مشخصات مکانیکی پروفیل‌های فولادی
- مشخصات پیچ و مهره به کار رفته در اتصالات
- کیفیت قطعات گالوانیزه‌شده
- ویژگی الکترودهای به کار رفته در جوشکاری
- بازرسی و آزمون جوشکاری‌ها

۳-۵-۲- آزمون‌های سازه‌های بتنی

نمونه‌برداری، بازرسی، آزمون و قبول سازه‌های بتنی باید مطابق با استانداردهای ذکرشده در بند (۳-۱) باشد. لازم به ذکر است اولویت با مشخصات فنی منتشرشده توسط دفتر امور فنی و تدوین معیارها می‌باشد. در صورتی که استانداردهای مورد نیاز به وسیله دفتر امور فنی و تدوین معیارها تدوین و ارائه نشده، یا استفاده از استانداردهای دیگری که در این نشریه به آنها اشاره نشده ضرورت داشته باشد، به ترتیب از استانداردهای رسمی منتشرشده بوسیله موسسه استانداردها و تحقیقات صنعتی ایران، انجمن آمریکایی برای آزمایش و مصالح (ASTM) و سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)، استفاده خواهد شد. آزمون‌های مورد نیاز عبارتند از:

- مشخصات سیمان مصرفی
- مشخصات سنگدانه‌های بتن
- کیفیت و مشخصات آب مصرفی
- مشخصات مواد افزودنی
- مشخصات مکانیکی میلگردها
- آزمون مقاومت فشاری بتن
- مشخصات بتن آماده

omoorepeyman.ir

۳-٦- نقشه‌ها و مدارک

۳-٦-۱- مدارکی که باید پیشنهاددهندگان ارائه نمایند:

- جدول سازه (II) تکمیل‌شده
- تعداد سازه‌های ساخته شده توسط پیشنهاددهنده و کیفیت آنها
- فهرست آیین‌نامه‌ها و استانداردهای مورد استفاده
- شرح خلاصه‌ای از استثناهای موجود بر مشخصات فنی
- فهرست لوازم مخصوص مورد نیاز
- خلاصه‌ای از نحوه انجام آزمون‌ها
- دستورالعمل‌های مربوط به بسته‌بندی، حمل و نقل، انبارداری، نصب و نگهداری

۳-٦-۲- مدارکی که باید پیمانکار یا سازنده ارائه نماید:

مدارک و نقشه‌های مربوط به طراحی، ساخت، بسته‌بندی، علامت‌گذاری، حمل، انبارداری، نصب، آزمون‌ها، بهره‌برداری، عملکرد، تعمیر و نگهداری سازه‌ها که به شرح زیر می‌باشند ولی به آن‌ها محدود نمی‌شوند، باید ارسال گردند:

- دفترچه محاسبات طراحی برای اثبات کفایت مطلوب سازه (در صورت استفاده از نرم‌افزار، باید مشخصات و مبنای برنامه‌های مورد استفاده، فرض‌ها، داده‌های اولیه و نتایج بدست آمده ضمیمه دفترچه محاسبه شوند).
- نقشه‌های اجرایی
- گزارش آزمون‌ها و گواهی‌های مربوط به موفق‌بودن آن‌ها
- جزئیات بسته‌بندی، حمل و انبارداری
- جزئیات مربوط به نصب و نگهداری
- جداول زمانی پیشرفت کار
- گزارشات مربوط به پیشرفت کار ماهانه
- فهرست نقشه‌ها
- فهرست تجهیزات مورد استفاده

omoorepeyman.ir

۳-۷- بازرسی

کارخانه سازنده باید روشهای بازرسی و کنترل نوع کار ساخته شده را تا جایی که به طور مطمئن نشان دهد کار مطابق با مشخصات و مقررات مربوط انجام می‌گیرد، فراهم کند.

اضافه بر روش‌های بازرسی (مربوط به سازنده)، باید مصالح به کار رفته و مهارت‌های اجرایی، به طور مداوم توسط بازرسان اجرایی واجد شرایط، تحت بازرسی و کنترل قرار گیرد. شرایط مربوط به این نوع عملیات باید در مدارک طرح و محاسبه قید شده باشد.

تا حدامکان بازرسی‌های نمایندگان کارفرما باید در محل ساخت انجام گیرد. پیمانکار باید با بازرسان همکاری نموده و اجازه دهد که ساخت سازه، ضمن پیشرفت در مراحل مختلف، مورد بررسی قرار گیرد. نمایندگان کارفرما باید بازرسی خود را به صورت برنامه از پیش معین‌شده‌ای که حداقل وقفه را در کار ساخت به وجود آورد، به اطلاع سازنده برسانند.

مصالح و نیز روشهای اجرایی که با مقررات و مشخصات تعیین شده مطابق نباشد، در هر مرحله‌ای از پیشرفت کار، قابل مردودکردن است. سازنده باید یک نسخه از کلیه گزارش‌هایی را که از طرف بازرسان کار به کارفرما داده می‌شود، دریافت کند.

omoorepeyman.ir

جدول سازه (I)

مقادیر نامی و مشخصات سازه‌ها

ردیف	شرح		مشخصات فنی
۱	**مشخصات سیستم**		
۱-۱	حداکثر ولتاژ سیستم	کیلوولت موثر	*
۱-۲	فرکانس نامی	هرتز	۵۰
۱-۳	تعداد فاز		۳
۱-۴	نحوه زمین‌شدن سیستم		*
۱-۵	حداکثر مدت زمان اتصال کوتاه	ثانیه	۱-۳
۱-۶	سطح اتصال کوتاه	کیلوآمپر	*
۲	**شرایط عملکرد**		
۲-۱	حداکثر درجه حرارت محیط	درجه سانتیگراد	۴۰ / ۴۵ / ۵۰ / ۵۵
۲-۲	حداقل درجه حرارت محیط	درجه سانتیگراد	-۴۰ / -۳۵ / -۳۰ / -۲۵
۲-۳	ارتفاع از سطح دریا	متر	۱۰۰۰/۱۵۰۰/۲۰۰۰/۲۵۰۰
۲-۴	سطح آلودگی		سبک / متوسط / سنگین / خیلی سنگین/ویژه
۲-۵	حداکثر سرعت باد	متربرثانیه	۳۰ /۴۰ /۴۵
۲-۶	سرعت باد در شرایط یخ	متربرثانیه	۲۰
۲-۷	ضخامت یخ	میلیمتر	۵/۱۰/۲۰/۲۵
۲-۸	شتاب زلزله	متربرمجذور ثانیه	۰/۲g - ۰/۲۵g - ۰/۳g - ۰/۳۵g
۲-۹	رطوبت نسبی	درصد	بیش از ۹۵ / ۹۵ /۹۰
۳	**سازه فولادی**		
۳-۱	نوع فولاد		فولاد ۳۷ یا بالاتر
۳-۲	مدول الاستیسته فولاد	کیلوگرم برسانتیمترمربع	$۲/۰۵ \times ۱۰^{۶}$
۳-۳	ضریب انبساط حرارتی به ازای هر درجه سانتیگراد		$۱۱/۵ \times ۱۰^{-۶}$
۳-۴	شکل پیچ و مهره		شش ضلعی
۳-۵	حداقل ضخامت گالوانیزه	میکرون	۴۵ / ۶۰ / ۸۰ / ۱۰۰
۳-۶	حداقل مقدار وزنی گالوانیزه	گرم بر مترمربع	۳۲۰ / ۴۲۵ / ۵۶۵ / ۷۰۵
۳-۷	حداقل دوام و عمر سازه	سال	۳۰

omoorepeyman.ir

ادامه جدول سازه (I)
مقادیر نامی و مشخصات سازه‌ها

ردیف	شرح		مشخصات فنی
٤	**سازه بتنی**		
۴-۱	جنس میلگرد		AII یا AIII (آجدار)
۴-۲	حد جاری شدن فولاد AII (حداقل)	کیلوگرم بر سانتیمترمربع	۳۰۰۰
۴-۳	حد جاری شدن فولاد AIII (حداقل)	کیلوگرم بر سانتیمترمربع	۴۰۰۰
۴-۴	حداکثر نسبت وزنی آب به سیمان		۰/۵
۴-۵	حداقل طول پوشش آرماتور در شرایط محیط خورنده	سانتیمتر	۷
۴-۶	حداقل طول پوشش آرماتور در شرایط محیط عادی	سانتیمتر	۵
۴-۷	حداقل مقاومت بتن	کیلوگرم بر سانتیمترمربع	۲۱۰
۴-۸	حداکثر اسلامپ بتن	سانتیمتر	۸
۴-۹	حداقل دوام و عمر سازه	سال	۳۰

* این مقادیر توسط مهندس طراح تعیین می‌شود.

omoorepeyman.ir

جدول سازه (II)

اطلاعات فنی ضمانت‌شده سازه‌ها

(در زمان ارائه پیشنهاد تکمیل می‌شود)

ردیف	شرح		مشخصات فنی
۱	**کلیات**		
۱-۱	کارخانه سازنده		
۱-۲	علامت مشخصه کارخانه سازنده		
۱-۳	نوع سازه طراحی شده (فولادی، بتنی)		
۲	**شرایط عملکرد**		
۲-۱	حداکثر درجه حرارت محیط	درجه سانتیگراد	
۲-۲	حداقل درجه حرارت محیط	درجه سانتیگراد	
۲-۳	حداکثر سرعت باد	متر بر ثانیه	
۲-۴	سرعت باد در شرایط یخ	متر بر ثانیه	
۲-۵	ضخامت یخ	میلیمتر	
۲-۶	شتاب زلزله	متر بر مجذور ثانیه	
۳	**سازه فولادی**		
۳-۱	تعداد سازه‌ها:		
۳-۱-۱	گنتری		
۳-۱-۲	پایه تجهیزات و مقره اتکایی		
۳-۲	نوع سازه‌ها (مشبک، یکپارچه، لوله‌ای)		
۳-۳	سازنده مقاطع فولادی		
۳-۴	نوع فولاد مورد استفاده		
۳-۵	استاندارد پروفیل‌ها		
۳-۶	استاندارد پیچ و مهره‌ها		
۳-۷	ضخامت گالوانیزاسیون	میکرون	
۳-۸	مقدار وزنی گالوانیزاسیون	گرم بر مترمربع	
۳-۹	استاندارد گالوانیزاسیون		
۳-۱۰	جزئیات آزمون‌ها و نقشه‌ها		
۳-۱۱	راهنمای نگهداری و نصب		
۳-۱۲	دوام و عمر ضمانت‌شده سازه	سال	

omoorepeyman.ir

جدول سازه (II) - ادامه

اطلاعات فنی ضمانت‌شده سازه‌ها

(در زمان ارائه پیشنهاد تکمیل می‌شود)

ردیف	شرح		مشخصات فنی
٤	**سازه بتنی**		
۴-۱	تعداد سازه‌ها:		
۴-۱-۱	گنتری		
۴-۱-۲	پایه تجهیزات و مقره اتکایی		
۴-۲	نوع سازه (پیش‌ساخته، بتن‌ریزی در محل)		
۴-۳	پیش‌تنیدگی اعضای بتنی		
۴-۴	استاندارد ساخت بتن		
۴-۵	مقاومت فشاری بتن	کیلوگرم بر سانتیمترمربع	
۴-۶	نسبت آب به سیمان		
۴-۷	اسلامپ بتن	سانتیمتر	
۴-۸	نوع سیمان مصرفی		
۴-۹	مواد افزودنی مورد استفاده		
۴-۱۰	کارخانه سازنده میلگرد		
۴-۱۱	نوع میلگرد مصرفی		
۴-۱۲	مشخصات مکانیکی میلگرد		
۴-۱۳	حداقل پوشش آرماتور	سانتیمتر	
۴-۱۴	نحوه اتصال قطعات در محل		
۴-۱۵	نحوه عمل‌آوری بتن		
۴-۱۶	جزئیات آزمون‌ها و نقشه‌ها		
۴-۱۷	راهنمای نگهداری و نصب		
۴-۱۸	دوام و عمر ضمانت‌شده سازه	سال	

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

منابع و مراجع

1. ACI, Building Code Requirements for Structural Concrete, ACI 318-05 and ACI 318M-05, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2005.
2. AISC, Specification for Structural Steel Buildings, ANSI/AISC 360-05, American Institute of Steel Construction, Chicago, IL, 2005.
3. ASCE, Design of Latticed Steel Transmission Structures, ASCE 10-97, American Society of Civil Engineers, Reston, VA,2000.
4. ASTM, Standard Specification for Carbon Structural Steel, ASTM A36/A36M-05, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA, 2005.
5. ASTM, Standard Specification for Steel Wire, Plain, for Concrete Reinforcement, ASTM A82/A82M-05, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA, 2005.
6. ASTM, Standard Specification for Zinc (Hot-Dip Galvanized) Coatings on Iron and Steel Products, ASTM A123/A123M-02, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA, 2002.
7. ASTM, Standard Practice for Safeguarding Against Embrittlement of Hot -Dip Galvanized Structural Steel Products and Procedure for Detecting Embrittlement, ASTM A143/A143M-03, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA, 2003.
8. ASTM, Standard Specification for High-Strength Low-Alloy Structural Steel, ASTM A242/A242M-04, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA, 2004.
9. ASTM, Standard Specification for Zinc Coating (Hot- Dip) on Iron and Steel Hardware, ASTM A153 /A153 M-05.
10. ASTM, Standard Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Product, ASTM A370-05, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA, 2005.
11. ASTM, Standard Practice for Safeguarding Against Warpage and Distortion During Hot-Dip Galvanizing of Steel Assemblies, ASTM A384/A384M- 02, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA, 2002.
12. ASTM, Standard Practice for Providing High-Quality Zinc Coatings (Hot- Dip), ASTM A385-05, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA, 2005.
13. ASTM, Specification for Steel Strand, Uncoated Seven-Wire for Prestressed Concrete, ASTM A416/A416M-05, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA, 2005.
14. ASTM, Standard Specification for Uncoated Stress-Relieved Steel Wire for Prestressed Concrete, ASTM A421/A421M-05, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA, 2005.
15. ASTM, Standard Specification for Steel Wire, Deformed, for Concrete Reinforcement, ASTM A496/A496M-05, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA, 2005.
16. ASTM, Standard Specification for Carbon and Alloy Steel Nuts, ASTM A563-04a, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA, 2004.
17. ASTM, Standard Specification for Deformed and Plain Carbon-Steel Bars for Concrete Reinforcement, ASTM A615/A615M-05a, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA, 2005.
18. ASTM, Standard Specification for Zinc-Coated (Galvanized) Carbon Steel Wire, ASTM A641/A641M-03, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA, 2003.

omoorepeyman.ir

19. ASTM, Standard Specification for Uncoated High-Strength Steel Bar for Prestressing Concrete, ASTM A722/A722M-05, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA, 2005.
20. ASTM, Standard Test Method for Tension Testing of Wire Ropes and Strand, ASTM A931-96(2002), American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA, 2002.
21. ASTM, Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field, ASTM C31/C31M-03a, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA, 2003.
22. ASTM, Standard Specification for Concrete Aggregates, ASTM C33-03, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA, 2003.
23. ASTM, Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens, ASTM C39/C39M-04a, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA, 2004.
24. ASTM, Standard Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete, ASTM C42/C42M-04, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA, 2004.
25. ASTM, Standard Specification for Ready-Mixed Concrete, ASTM C94/C94M-04a, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA, 2004.
26. ASTM, Standard Specification for Portland Cement, ASTM C150-04ae1, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA, 2005.
27. ASTM, Standard Practice for Sampling Freshly Mixed Concrete, ASTM C172-04, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA, 2004.
28. ASTM, Standard Specification for Air-Entraining Admixtures for Concrete, ASTM C260-01, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA, 2001.
29. ASTM, Standard Specification for Lightweight Aggregates for Structural Concrete, ASTM C330-04, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA, 2004.
30. ASTM, Standard Test Method for Time of Setting of Concrete Mixtures by Penetration Resistance, ASTM C403/C403M-05, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA, 2005.
31. ASTM, Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete, ASTM C494/C494M-05, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA, 2005.
32. ASTM, Standard Specification for Blended Hydraulic Cements, ASTM C595-03, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA, 2003.
33. ASTM, Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete, ASTM C618-05, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA, 2005.
34. ASTM, Standard Practice for Measuring Coating Thickness by Magnetic -Field or Eddy-Current (Electromagnetic) Examination Methods, ASTM E376-03, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA, 2003.
35. AWS, Structural Welding Code-Steel, ANSI/AWS D1.1/D1.1M:2004, American Welding Society, Miami, FL, 19th edition, 2004.
36. IEEE, Recommended Practice for Seismic Design of Substations, IEEE Std 693-1997, Institute of Electrical & Electronics Engineers Inc., New York, NY, 1998.
۳۷. استاندارد طراحی بهینه پست‌های ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلو ولت، جلد ۲۱۸: معیارهای طراحی و مهندسی سازه‌ها و ترکیبات بارگذاری، وزارت نیرو، تهران، ۱۳۷۷.

omoorepeyman.ir

۳۸. استاندارد طراحی بهینه پست‌های ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلو ولت، جلد ۳۱۸: مشخصات فنی سازه‌ها و بارگذاری تجهیزات، وزارت نیرو، تهران، ۱۳۷۷.
۳۹. مقررات ملی ساختمان، مبحث ۱۰:طرح و اجرای ساختمان‌های فولادی، دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان، معاونت نظام مهندسی و اجرای ساختمان وزارت مسکن و شهرسازی، نشر توسعه ایران، تهران، چاپ دوازدهم، ۱۳۸۳.
۴۰. آیین‌نامه بتن ایران «آبا»، نشریه شماره ۱۲۰، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، تهران، تجدیدنظراول، چاپ دوم، ۱۳۸۰.
۴۱. آیین‌نامه طرح و محاسبه قطعات بتن پیش تنیده، نشریه شماره ۲۵۰، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، تهران، ، ۱۳۸۲.
۴۲. آیین‌نامه جوشکاری ساختمانی ایران، نشریه شماره ۲۲۸، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، تهران، چاپ دوم، ۱۳۸۲.
۴۳. مهندسین مشاور نیرو، مجموعه استاندارد رنگ و پوشش تجهیزات صنعت برق، سازمان مدیریت تولید و انتقال نیروی برق ایران (توانیر)، تهران، ۱۳۷۸.
۴۴. مهندسین مشاور نیرو، مشخصات فنی، عمومی و اجرایی پایه های خطوط هوایی انتقال نیرو، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور– وزارت نیرو، دردست اقدام.
۴۵. مهندسین مشاور نیرو، ترکیب بارگذاری نیروها بر سازه‌های پست‌های فشار قوی، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور– وزارت نیرو، دردست اقدام.

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

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

Islamic Republic of Iran
Vice Presidency for Strategic Planning and Supervision

General Technical Specification and Execution Procedures for Transmission and Subtransmission Networks High Voltage Substations Structures

NO: 454

Office of Deputy for Strategic Supervision
Bureau of Technical Execution System
http://tec.mporg.ir

Energy Ministry - Tavanir Co.
Power Industry Technical Criteria Project
www.tavanir.ir

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

این نشریه

با عنوان «مشخصات فنی عمومی و اجرایی پست ها، خطوط فوق توزیع و انتقال – سازه های پست های فشار قوی » دربرگیرنده مباحث مربوط به معرفی پست های فشار قوی، انواع سازه های پست های مزبور شامل سازه های فلزی و بتنی و روش طراحی آن، و مشخصات و دستورالعمل های فنی و اجرایی این گونه سازه ها می باشد.

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir