جمهوری اسلامی ایران

معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور

دستورالعمل طراحی سازه‌های ساحلی

بخش چهارم: قطعات بتنی پیش‌ساخته

نشریه شماره ۶۳۳

وزارت راه و شهرسازی

سازمان بنادر و دریانوردی

معاونت توسعه و تجهیز بنادر

اداره کل مهندسی سواحل و بنادر

http://coastseng.pmo.ir

معاونت نظارت راهبردی

امور نظام فنی

nezamfanni.ir

۱۳۹۲

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

بسمه‌تعالی

معاون برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور

بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران	شماره:	۹۲/۲۷۲۸۵
	تاریخ:	۱۳۹۲/۰۴/۰۲

موضوع : دستورالعمل طراحی سازه‌های ساحلی

بخش چهارم- قطعات بتنی پیش ساخته

به استناد ماده (۲۳) قانون برنامه و بودجه و مواد (۶) و (۷) آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی- مصوب سال ۱۳۵۲ و در چارچوب نظام فنی و اجرایی کشور (موضوع تصویب‌نامه شماره ۴۲۳۳۹/ت۳۳۴۹۷هـ مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیأت محترم وزیران)، به پیوست نشریه شماره ۶۳۳ امور نظام فنی، با عنوان «**دستورالعمل طراحی سازه‌های ساحلی، بخش چهارم– قطعات بتنی پیش ساخته**» از نوع گروه دوم ابلاغ می‌شود تا از تاریخ ۱۳۹۲/۷/۱ به اجرا درآید.

یادآور می‌شود نشریات ابلاغی از نوع گروه دوم مطابق بند (۲) ماده (۷) آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی، مواردی هستند که بر حسب مورد مفاد آنها با توجه به کار مورد نظر و در حدود قابل قبولی که در آن نشریه‌ها تعیین شده ضمن تطبیق با شرایط کار، مورد استفاده قرار می‌گیرند.

امور نظام فنی این معاونت در مورد مفاد نشریه پیوست، دریافت کننده نظرات و پیشنهادات اصلاحی مربوط بوده و عهده‌دار اعلام اصلاحات لازم به طور ادواری خواهد بود.

بهروز مرادی

ش ش: ۳۰۷۲۰

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی

امور نظام فنی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور و سازمان بنادر و دریانوردی، با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این نشریه کرده و آن را برای استفاده به جامعه مهندسی کشور عرضه نموده‌اند. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلط‌های مفهومی، فنی، ابهام، ایهام و اشکالات موضوعی نیست.

از این‌رو، ***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 مربوطه نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت. پیشاپیش از همکاری و دقت‌نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه:

۱- امور نظام فنی:

تهران، میدان بهارستان، خیابان صفی‌علی‌شاه، مرکز تلفن ۳۳۲۷۱، معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، امور نظام فنی.

Email: info@nezamfanni.ir **web: Nezamfanni.ir**

۲- سازمان بنادر و دریانوردی-معاونت توسعه و تجهیز بنادر- اداره کل مهندسی سواحل و بنادر:

تهران، میدان ونک، بزرگراه شهید حقانی، بعد از چهارراه جهان کودک، خیابان دکتر جعفر شهیدی، ساختمان سازمان بنادر و دریانوردی، طبقه ششم، اداره کل مهندسی سواحل و بنادر.

Email: cped@pmo.ir **web: coastseng.pmo.ir**

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

پیشگفتار

استفاده از ضوابط و معیارهای فنی در مراحل امکان‌سنجی، مطالعات پایه، مطالعات تفصیلی، طراحی و اجرای طرح‌های تملک سرمایه‌ای به لحاظ توجیه فنی اقتصادی طرح‌ها، ارتقای کیفیت، تامین پایایی و عمر مفید از اهمیت ویژه برخوردار است. نظام فنی و اجرایی طرح‌های تملک دارایی سرمایه‌ای کشور، موضوع تصویب نامه شماره ۴۲۳۳۹/ت۳۳۴۹۷هـ مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیأت محترم وزیران و آیین‌نامه استانداردهای اجرایی موضوع ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه ناظر بر به‌کارگیری معیارها، استانداردها و ضوابط فنی در مراحل مختلف طرح‌ها می‌باشند.

بنابر مفاد ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه، معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی موظف به تهیه و ابلاغ ضوابط، مشخصات فنی، آیین‌نامه‌های فنی و معیارهای مورد نیاز طرح‌های عمرانی کشور است، لیکن با توجه به تنوع و گستردگی طرح‌های عمرانی و افزایش ظرفیت تخصصی دستگاه‌های اجرایی طی سالیان اخیر در تهیه و تدوین این‌گونه مدارک فنی از توانمندی دستگاه‌های اجرایی نیز استفاده شده است. بر این اساس و با اعلام لزوم بازنگری نشریه شماره ۳۰۰ با عنوان «آیین‌نامه طراحی بنادر و سازه‌های دریایی ایران» و آمادگی سازمان بنادر و دریانوردی به‌عنوان دستگاه اجرایی مربوط، کار تدوین مجدد دستورالعملی برای طراحی سازه‌های ساحلی با مدیریت و راهبری سازمان بنادر و دریانوردی به انجام رسید.

سازمان بنادر و دریانوردی در راستای وظایف قانونی و حاکمیتی خود در سواحل، بنادر و آبراه‌های تحت حاکمیت کشور مبنی بر ساخت و توسعه و تجهیز بنادر کشور و نیز صدور هرگونه مجوز ساخت‌وساز دریایی و به پشتوانه مطالعات و تحقیقات صورت پذیرفته در بخش مهندسی سواحل و بنادر ازجمله مطالعات پایش و شبیه‌سازی سواحل کشور، شبکه اندازه‌گیری مشخصه‌های دریایی و طرح مدیریت یکپارچه مناطق ساحلی کشور (ICZM) و به منظور ایجاد زمینه‌های لازم برای طراحی و احداث سازه‌ها و تاسیسات دریایی مطمئن و با دوام در سطح کشور لازم دید تا نشریه ویژه طراحی سازه‌های ساحلی تدوین شود و در این کار مدیریت تهیه و تدوین را به‌عهده گرفت.

آن سازمان کار تدوین دستورالعمل طراحی سازه‌های ساحلی را با همکاری پردیس دانشکده‌های فنی دانشگاه تهران به انجام رساند و با تشکیل کمیته‌هایی از دیگر کارشناسان و مهندسان مشاور، مراحل نظرخواهی ادواری و اصلاحات آن صورت پذیرفت. امور نظام فنی- معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی نیز به لحاظ ساختاری در تنظیم و تدوین متن نهایی اقدام نمود.

دستورالعمل طراحی سازه‌های ساحلی به منظور ایجاد هماهنگی و یکنواختی در معیارهای طراحی، ساخت، نظارت و اجرای سازه‌های ساحلی و پروژه‌های موضوع آن دستورالعمل، و همچنین رعایت اصول، روش‌ها و فناوری‌های متناسب با تجهیزات کاربردی و سازگار با شرایط و مقتضیات کشور تهیه و تدوین گردیده و سعی شده است علاوه بر استفاده از بازخوردهای دریافتی نشریات شماره ۳۰۰، دستورالعمل‌ها و متون فنی ارائه شده با ویرایش‌های جدید استانداردها و سایر آیین‌نامه‌های ملی نیز هماهنگ شود و در مواردی که ضوابط و معیارهای ملی نظیر موجود نبوده از استانداردهای معتبر

omoorepeyman.ir

بین‌المللی استفاده گردد. همچنین سعی شده نشریه به‌گونه‌ای تدوین شود که باتوجه به محدودیت دسترسی به متون استانداردها و آیین‌نامه‌ها و به منظور بسط و توسعه فرهنگ دانش فنی و انتقال آن به عوامل طراحی و اجرایی پروژه‌ها، محتوای دستورالعمل‌ها و ضوابط فنی لازم‌الاجرا تا حد امکان در اختیار استفاده‌کنندگان قرار گیرد.

امروزه حدود ۹۰ درصد مبادلات تجارت جهانی از طریق دریاها و کشتیرانی انجام می‌گردد و نقش و اهمیت بنادر به عنوان حمل‌ونقل دریایی در پاسخ‌گویی به این حجم عظیم اعم از کالا و مسافر بیش از پیش نمایان می‌شود. در کشورهای همجوار با دریا، سواحل به‌عنوان کانون فعالیت‌های اقتصادی اعم از تجارت، صنعت و حمل‌ونقل کالا و مسافر، تفریحی، گردشگری و شیلات و پرورش آبزیان محسوب گردیده و در همه حال فرصت‌های ایده‌آلی را برای توسعه اقتصادی و سرمایه‌گذاری‌های کلان فراهم می‌سازد. وجود قریب به ۵۸۰۰ کیلومتر طول سواحل کشور سبب شده است تا طی دهه‌های اخیر سرمایه‌گذاری‌های قابل توجهی در جهت ساخت و توسعه سازه‌ها و تاسیسات ساحلی و دریایی صورت پذیرد و فاصله پیشرفت‌های قابل توجه در علمی و فنی و اجرائی در زمینه طراحی و ساخت بنادر، احداث سازه‌های ساحلی نظیر موج‌شکن، اسکله، ابنیه حفاظتی و تجهیزات دریایی و بندری و سایر تاسیسات ساحلی و فراساحلی، به نحوی که متضمن تردد ایمن شناورها باشد، حاصل گردد. رفع مشکلات فنی و اجرایی احداث انواع سازه‌های ساحلی و فراساحلی در محیط دریا و صرف هزینه‌های هنگفت اینگونه سازه‌ها و تاسیسات مهندسی اهتمام ویژه به طراحی مهندسی صحیح و مناسب بر طبق ضوابط، استانداردها و معیارهای طراحی بیش از پیش ضروری می‌سازد.

دستورالعمل طراحی سازه‌های ساحلی مشتمل بر ۱۱ بخش به شرح زیر است که هر یک موضوع نشریه‌ای مستقل می‌باشد و نشریه حاضر با شماره ۶۳۳ بخش چهارم از آیین‌نامه سازه‌های ساحلی را شامل می‌شود. همچنین مستندات مربوط به تدوین دستورالعمل موضوع نشریه شماره ۶۴۱ می‌باشد.

بخش اول: ملاحظات کلی، موضوع نشریه شماره ۶۳۰

بخش دوم: شرایط طراحی، موضوع نشریه شماره ۶۳۱

بخش سوم: مصالح، موضوع نشریه شماره ۶۳۲

بخش چهارم: قطعات بتنی پیش ساخته، موضوع نشریه شماره ۶۳۳

بخش پنجم: پی‌ها، موضوع نشریه شماره ۶۳۴

بخش ششم: کانال‌های ناوبری و حوضچه‌ها، موضوع نشریه شماره ۶۳۵

بخش هفتم: تجهیزات محافظت بنادر، موضوع نشریه شماره ۶۳۶

بخش هشتم: تاسیسات پهلوگیری (مهار)، موضوع نشریه شماره ۶۳۷

بخش نهم: سایر تجهیزات بندر، موضوع نشریه شماره ۶۳۸

بخش دهم: اسکله‌های ویژه، موضوع نشریه شماره ۶۳۹

بخش یازدهم: اسکله های تفریحی، موضوع نشریه شماره ۶۴۰

مستندات تدوین دستورالعمل طراحی سازه‌های ساحلی، نشریه شماره ۶۴۱

omoorepeyman.ir

این دستورالعمل مرهون تلاش و زحمات عده کثیری از متخصصین، کارشناسان، صاحب‌نظران و نمایندگان دستگاه‌های اجرایی بوده و نقطه عطفی در تهیه مراجع طراحی سازه‌های ساحلی به شمار می‌رود. اما باید اذعان داشت که برای رسیدن به آیین‌نامه مطلوب‌تر با توجه به شرایط محیطی و منطقه‌ای و با توجه به حجم عظیم سرمایه‌گذاری‌ها و انجام پروژه‌های متنوع، انجام مطالعات و تحقیقات گسترده‌تری در این حوزه و ایجاد سازوکار مناسبی برای بازنگری، به‌روز رسانی و توسعه این دستورالعمل ضروری است.

تمامی عوامل اجرایی که در تدوین آیین‌نامه حاضر مشارکت داشتند شایسته تقدیر و تشکر می‌باشند. آقای دکتر خسرو برگی- مجری طرح از دانشگاه تهران، آقای مهندس سید عطاالله صدر- معاون وزیر و مدیر عامل، آقای مهندس رمضان عرب سالاری- سرپرست وقت معاونت فنی و مهندسی، آقای مهندس علیرضا کبریایی- معاون توسعه و تجهیز بنادر، آقای مهندس محمدرضا الهیار- مدیرکل مهندسی سواحل و بنادر همگی از سازمان بنادر و دریانوردی، آقای مهندس غلامحسین حمزه مصطفوی- رییس امور نظام فنی، اساتید دانشگاه‌ها، متخصصین و کارشناسان شرکت‌های مهندسین مشاور و پیمانکاران که بنحوی در تهیه، تکمیل و ارائه نظرات تخصصی و کارشناسی نقش موثر داشته‌اند. به این وسیله مراتب تشکر خود را از همگی این عزیزان ابراز می‌نمایم.

امید است تلاش صورت گرفته در ایجاد این اثر با ارزش به‌عنوان گامی موثر در راستای توسعه پایدار و اعتلای علمی و فناوری کشور مورد استفاده کلیه متخصصین، مهندسین مشاور، پیمانکاران و سازندگان قرار بگیرد.

معاون نظارت راهبردی

تابستان ۱۳۹۲

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

تهیه و کنترل دستورالعمل طراحی سازه‌های ساحلی، بخش چهارم- قطعات بتنی پیش ساخته [نشریه شماره ۶۳۳]

مجری و مسئول تهیه متن:

خسرو برگی	دکترای مهندسی عمران	دانشگاه تهران

گروه تهیه کننده:

سید عطاءاله صدر	کارشناس مهندسی عمران	سازمان بنادر و دریانوردی
خسرو برگی	دکترای مهندسی عمران	دانشگاه تهران
علی اکبر رمضانیانپور	دکترای مهندسی عمران	دانشگاه صنعتی امیرکبیر
علیرضا کبریایی	کارشناس ارشد مهندسی عمران	سازمان بنادر و دریانوردی
بهروز گتمیری	دکترای مهندسی عمران	دانشگاه تهران
مجید جندقی علایی	دکترای مهندسی عمران	مهندسان مشاور
محمدرضا الهیار	کارشناس ارشد مهندسی عمران	سازمان بنادر و دریانوردی
سید رسول میرقادری	دکترای مهندسی عمران	دانشگاه تهران
محسن سلطانپور	دکترای مهندسی عمران	دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
رضا کمالیان	دکترای مهندسی عمران	موسسه تحقیقات آب- وزارت نیرو

بررسی و اظهارنظر کنندگان:

علی طاهری مطلق	دکترای مهندسی عمران	شرکت تاسیسات دریایی ایران
بابک بنی‌جمالی	دکترای مهندسی عمران	مهندسان مشاور
بهروز عسگریان	دکترای مهندسی عمران	مهندسان مشاور
میراحمد لشته نشایی	دکترای مهندسی عمران	دانشگاه گیلان
عرفان علوی	دکترای مهندسی عمران	مهندسان مشاور
مرتضی بیک‌لریان	دکترای مهندسی عمران	
شاهین مقصودی زند	کارشناس ارشد مهندسی عمران	مهندسان مشاور

تنظیم و آماده‌سازی:

رضا سهرابی قمی	کارشناس ارشد فیزیک دریا	سازمان بنادر و دریانوردی
بهرنگ نیرومند	کارشناس ارشد مهندسی عمران	سازمان بنادر و دریانوردی
سمیه شوقیان	کارشناس مترجمی زبان	سازمان بنادر و دریانوردی
مانی مقدم	کارشناس ارشد مهندسی عمران	سازمان بنادر و دریانوردی

هماهنگی ابلاغ:

علیرضا توتونچی	معاون امور نظام فنی
حمیدرضا خاشعی	کارشناس مسئول پروژه در امور نظام فنی

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول- صندوقه‌ها

۱-۱- کلیات ۵

۱-۲- تعیین ابعاد ۶

۱-۳- پایداری شناوری ۶

۱-۴- نیروهای خارجی طراحی ۸

۱-۴-۱- ترکیب بارها و ضرایب بار ۸

۱-۴-۲- نیروهای خارجی هنگام ساخت ۱۵

۱-۴-۳- نیروهای خارجی هنگام به آب اندازی و شناوری ۱۶

۱-۴-۴- نیروهای خارجی هنگام نصب ۱۷

۱-۴-۵- نیروهای خارجی بعد از اجرا ۱۷

۱-۵- طراحی اعضا ۲۵

۱-۵-۱- دیوار خارجی ۲۵

۱-۵-۲- دیوار جداکننده ۲۵

۱-۵-۳- دال کف ۲۶

۱-۵-۴- سایر موارد ۲۶

۱-۶- طراحی قلاب‌ها برای بلند کردن با جرثقیل ۲۶

فصل دوم- بلوک‌های L شکل

۲-۱- کلیات ۲۹

۲-۲- تعیین ابعاد ۲۹

۲-۳- بارهای وارد بر اعضا ۳۰

۲-۳-۱- کلیات ۳۰

۲-۳-۲- فشار خاک ۳۲

۲-۳-۳- بارهای تبدیل شده برای محاسبات طراحی ۳۳

۲-۴- طراحی اعضا ۳۳

۲-۴-۱- دیوار جلویی ۳۳

۲-۴-۲- پاشنه ۳۴

omoorepeyman.ir

۲-۴-۳- دال کف ۳۵
۲-۴-۴- دیوار پشت‌بند ۳۵
۲-۵- طراحی قلاب‌ها برای بلند کردن با جرثقیل ۳۶

فصل سوم- بلوک‌های سلولی

۳-۱- کلیات ۳۹
۳-۲- تعیین ابعاد ۴۰
۳-۲-۱- شکل بلوک سلولی ۴۰
۳-۲-۲- تعیین ابعاد ۴۰
۳-۳- بارهای وارد بر بلوک‌های سلولی ۴۰
۳-۳-۱- کلیات ۴۰
۳-۳-۲- فشار جانبی مصالح پرکننده و فشار آب باقیمانده ۴۱
۳-۳-۳- بارهای تبدیل شده برای محاسبات طراحی ۴۳
۳-۴- طراحی اعضا ۴۳
۳-۴-۱- بلوک سلولی مستطیلی ۴۳
۳-۴-۲- انواع دیگر بلوک سلولی ۴۴

فصل چهارم- صندوقه‌های قائم جاذب موج

۴-۱- کلیات ۵۱
۴-۲- نیروهای خارجی وارد بر اعضا ۵۲
۴-۳- طراحی اعضا ۵۳

فصل پنجم- صندوقه‌های مرکب

۵-۱- کلیات ۵۷
۵-۲- تعیین ابعاد ۵۷
۵-۳- نیروهای خارجی طراحی ۵۷
۵-۴- طراحی اعضا ۵۸
۵-۴-۱- نیروی مقطع ۵۸
۵-۴-۲- طراحی دال‌های مرکب ۵۸
۵-۴-۳- طراحی اعضای SRC ۵۹

omoorepeyman.ir

۵-۴-۴- طراحی جداکننده‌ها ۵۹
۵-۴-۵- طراحی گوشه‌ها و اتصالات ۵۹
۵-۴-۶- ایمنی در برابر شکست ناشی از خستگی ۶۰
۵-۵- کنترل خوردگی ۶۰

مراجع ۶۳

چکیده انگلیسی .....

omoorepeyman.ir

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل ۴-۱- مراحل طراحی صندوقه ۵
شکل ۴-۲- اسامی اعضای صندوقه ۷
شکل ۴-۳- پایداری صندوقه ۷
شکل ۴-۴- بارهای طراحی برای دیوار جلویی (موج‌شکن) ۹
شکل ۴-۵- بارهای طراحی برای دیوار عقبی (موج‌شکن) ۹
شکل ۴-۶- بارهای طراحی برای دیوار کناری (موج‌شکن) ۱۲
شکل ۴-۷-الف- بارهای طراحی برای دیوارهای کناری (دیوار ساحلی) ۱۳
شکل ۴-۷-ب- بارهای طراحی برای دیوارهای کناری (دیوار ساحلی) ۱۳
شکل ۴-۸- بار طراحی دال کف (موج‌شکن) ۱۴
شکل ۴-۹- بارهای طراحی دال‌های کف (دیوار ساحلی) ۱۵
شکل ۴-۱۰- فشار آب وارد بر دیوار خارجی ۱۶
شکل ۴-۱۱- نیروی خارجی وارد بر دال کف ۱۶
شکل ۴-۱۲- اختلاف تراز هیدرواستاتیک محفظه‌ها ۱۷
شکل ۴-۱۳- فشار جانبی مصالح پرکننده ۱۸
شکل ۴-۱۴- فشار خاک و آب داخلی وارد بر دیوارهای صندوقه ۲۰
شکل ۴-۱۵- عکس‌العمل کف ۲۱
شکل ۴-۱۶- بار طراحی پاشنه صندوقه ۲۳
شکل ۴-۱۷- بار طراحی برای بررسی جدا شدن دیوار خارجی از دیوارهای جداکننده ۲۴
شکل ۴-۱۸- بار طراحی برای بررسی جدا شدن دال کف از دیوارهای جداکننده ۲۴
شکل ۴-۱۹- ارزیابی ناهمواری زمین ۲۵
شکل ۴-۲۰- دهانه طراحی دال کف و پاشنه ۲۶
شکل ۴-۲۱- مراحل طراحی بلوک L شکل ۲۹
شکل ۴-۲۲- رابطه بین ارتفاع و عرض بلوک‌های L شکل ۳۰
شکل ۴-۲۳- بارهای وارد بر بلوک‌های L شکل ۳۱
شکل ۴-۲۴- روش تبدیل توزیع بار ۳۳
شکل ۴-۲۵- دهانه عضو و بار ۳۴
شکل ۴-۲۶- طول و بار پاشنه ۳۴

omoorepeyman.ir

شکل ۴-۲۷- طول و بار دیوار پشت بند ۳۶
شکل ۴-۲۸- مراحل طراحی بلوک سلولی ۳۹
شکل ۴-۲۹- بارهای وارد بر بلوک‌های سلولی ۴۱
شکل ۴-۳۰- محاسبه فشار جانبی مصالح پرکننده ۴۲
شکل ۴-۳۱- بار برای ارزیابی جدا شدن دیوارهای کناری از دیوار جداکننده ۴۳
شکل ۴-۳۲- نمونه‌هایی از انواع دیگر بلوک سلولی (واحد: متر) ۴۵
شکل ۴-۳۳- بار وارد بر قسمت طره دیوار جلویی ۴۵
شکل ۴-۳۴- نیروها و لنگرهای دیوار کناری بلوک سلولی ۴۶
شکل ۴-۳۵- اسامی اعضای صندوقه با شیار قائم ۵۱
شکل ۴-۳۶- نتایج آزمایشگاهی تغییرات فشار بالابرنده ناشی از نسبت بازشدگی سوراخ‌های تهویه ۵۴
شکل ۴-۳۷- اعضای سازه مرکب ۵۷
شکل ۴-۳۸- نمونه‌ای از سازه صندوقه مرکب ۵۸

omoorepeyman.ir

فهرست جدول‌ها

عنوان **صفحه**

جدول ۴-۱- بارها و ضرایب بار ۱۰
جدول ۴-۲- ضرایب بار و ضریب تاثیر بر عرض ترک برای دیوار جلویی (موج‌شکن)..... ۱۲
جدول ۴-۳- ضرایب بار و ضریب تاثیر بر عرض ترک برای دیوار عقبی (موج‌شکن)..... ۱۲
جدول ۴-۴- ضرایب بار و ضریب تاثیر بر عرض ترک برای دیوار کناری (موج‌شکن)..... ۱۲
جدول ۴-۵- ضرایب بار و ضریب تاثیر بر عرض ترک برای دیوار خارجی (موج‌شکن)..... ۱۳
جدول ۴-۶- دسته‌بندی بار تحت نیروی موج (موج‌شکن)..... ۱۴
جدول ۴-۷- ترکیب بار با ضرایب بار یا ضریب تاثیر بر عرض ترک (موج‌شکن)..... ۱۴
جدول ۴-۸- ترکیبات بار (دیوار ساحلی) ۱۵
جدول ۴-۹- نیروهای خارجی برای طراحی اعضای محفظه آب صندوقه جاذب انرژی..... ۵۳

omoorepeyman.ir

بخش ۴

قطعات بتنی پیش‌ساخته

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

فصل ۱

صندوقه‌ها

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

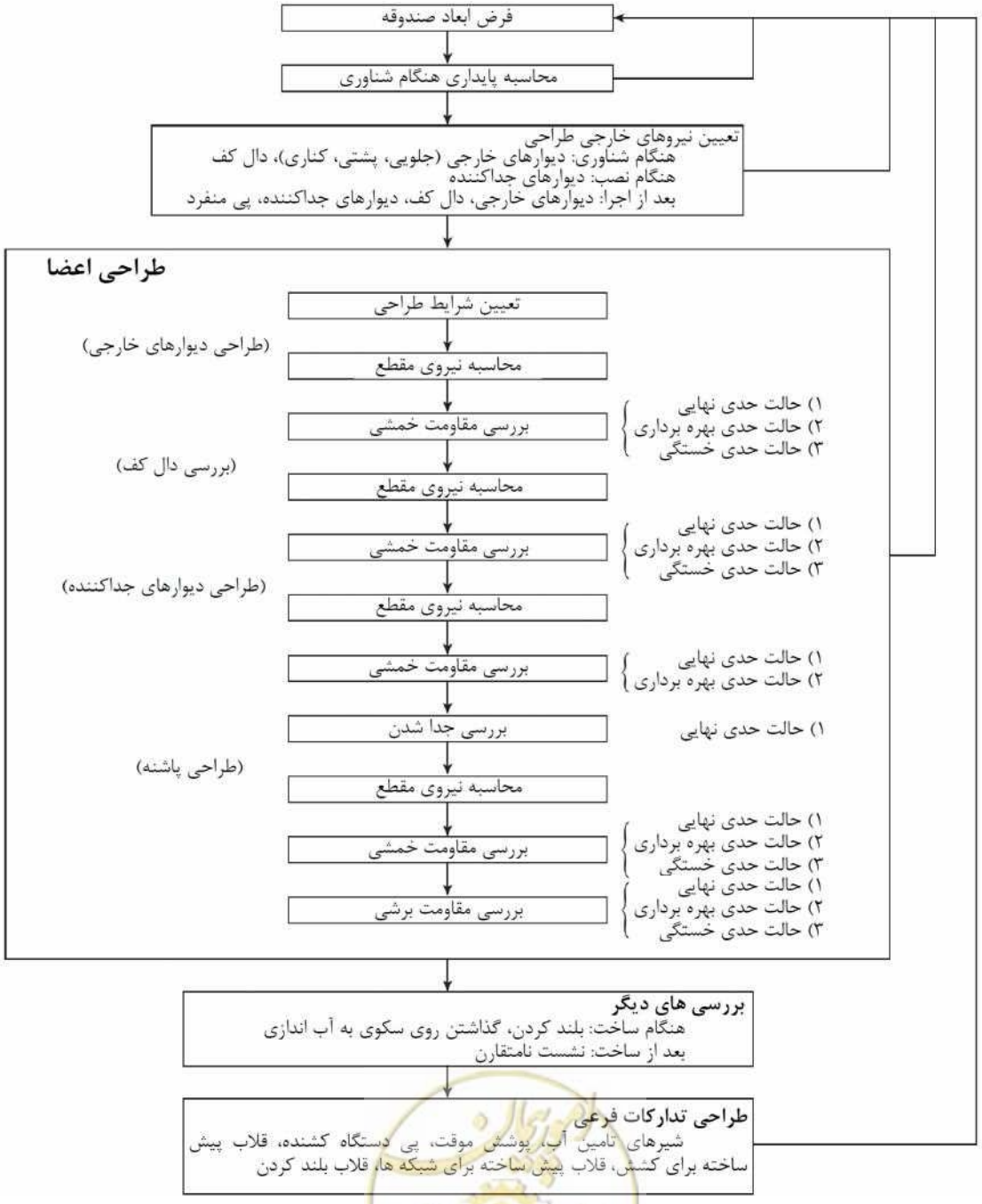
۱-۱- کلیات

۱) الزامات این فصل برای طراحی صندوقه‌های بتنی مسلح متعارف مورد استفاده در تجهیزات بنادر کاربرد دارد.

۲) طراحی بر اساس روش طراحی حالت حدی انجام می‌گیرد.

نکات فنی

۱) می‌توان طراحی صندوقه‌ها را بر اساس مراحل شکل (۴-۱) انجام داد.



شکل ۴-۱- مراحل طراحی صندوقه

omoorepeyman.ir

۲) برای تشریح حالات حدی می‌توان به بخش ۳، بند (۳-۲) اصول طراحی بر اساس روش طراحی حالت حدی، مراجعه نمود.
۳) ممکن است برای صندوقه‌های دیوار ساحلی، ارزیابی حالت حدی خستگی انجام نگیرد.

۱-۲- تعیین ابعاد

ابعاد اعضای صندوقه با توجه به عوامل زیر تعیین می‌گردد:

۱) ظرفیت تجهیزات ساخت صندوقه

۲) عمق آبخور صندوقه و عمق آب در محل نصب (عمق بالای تاج خاکریز پی)

۳) پایداری شناوری

۴) شرایط کار هنگام انتقال و نصب: جریانات جزرومدی، امواج، باد و غیره

۵) شرایط کار بعد از نصب صندوقه: پرکردن، نصب بتن رویی، جریانات جزرومدی، امواج، باد و غیره

۶) نشست نامتقارن خاکریز

۷) خمش و پیچش وارد بر صندوقه

نکات فنی

اصطلاحات اعضای صندوقه در شکل (۴-۲) ارائه شده است. ضخامت دیوار خارجی معمولا ۳۰ سانتی‌متر تا ۶۰ سانتی‌متر (با فاصله بین دیوارهای جداکننده کمتر از ۵ متر)، ضخامت دال کف ۴۰ سانتی‌متر تا ۸۰ سانتی‌متر و ضخامت دیوارهای جداکننده ۲۰ سانتی‌متر تا ۳۰ سانتی‌متر می‌باشد.

۱-۳- پایداری شناوری

اگر صندوقه برای رسیدن به محل نصب به شکل شناور حمل شود، پایداری شناوری صندوقه بررسی می‌گردد تا صندوقه واژگون یا کج نگردد.

نکات فنی

۱) برای اطمینان از پایداری صندوقه در آب باید رابطه (۱-۱) ارضا گردد (شکل ۴-۳).

$$\frac{I}{V} - \overline{CG} = \overline{GM} > 0 \qquad (1\text{-}1)$$

که در آن:

V: جابجایی (m^3)

I: ممان اینرسی مقطع در تراز آب ساکن حول محور طولی (m^4)

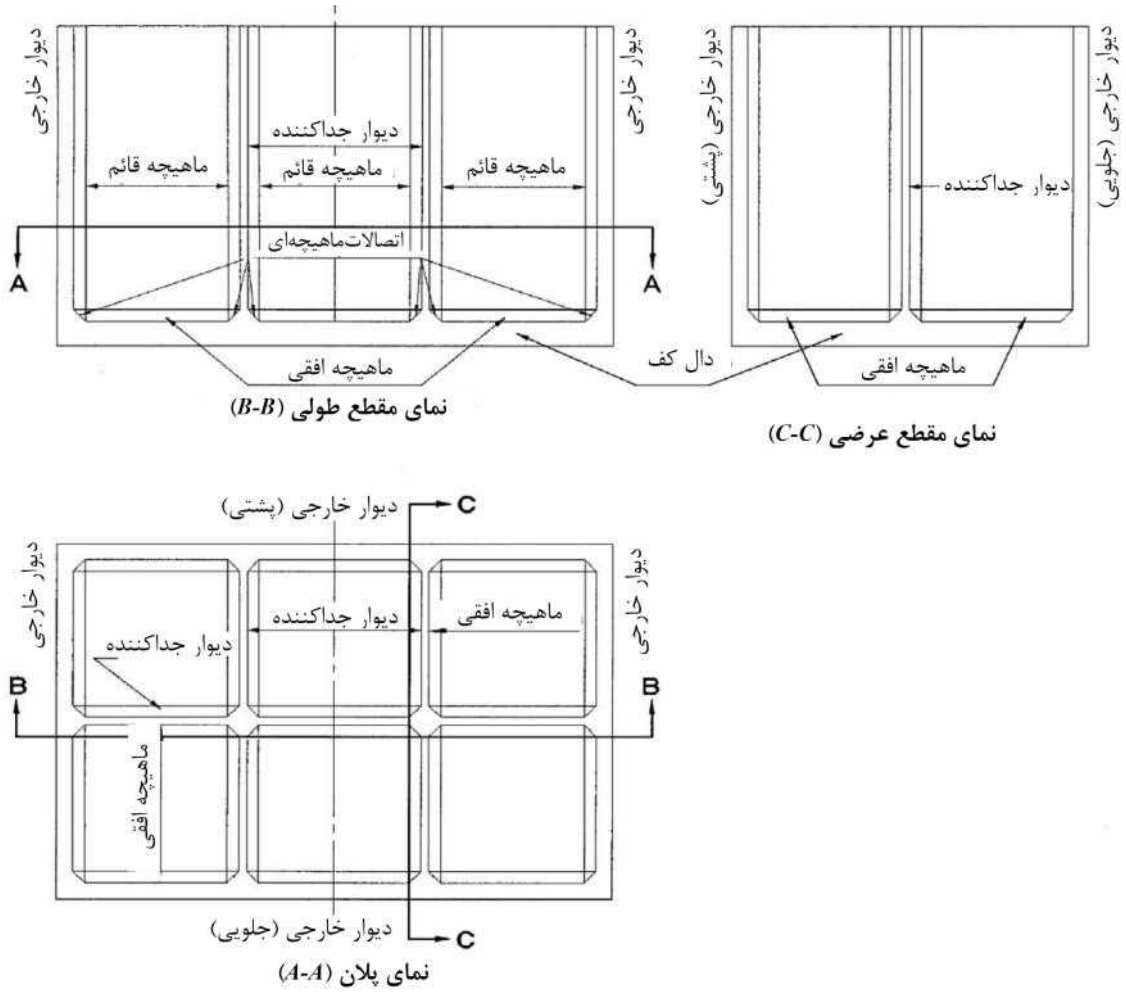
C: مرکز شناوری

G: مرکز ثقل

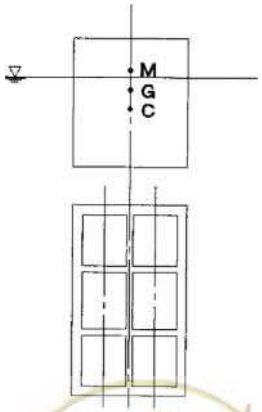
omoorepeyman.ir

M: نقطه توازن (metacenter)

برای تامین ایمنی، فاصله GM باید برابر ۵ درصد عمق آبخور یا بیشتر باشد.



شکل ۴-۲- اسامی اعضای صندوقه



شکل ۴-۳- پایداری صندوقه

۲) رابطه (۱-۱) برای حالتی که مقطع صندوقه متقارن بوده و کج شدگی کم باشد، کاربرد دارد.

omoorepeyman.ir

۳) رابطه (۱-۲) یا (۱-۳) در حالتی که از مصالح تعادلی در داخل صندوقه استفاده می‌شود کاربرد دارد.

الف) استفاده از آب به عنوان مصالح تعادلی:

$$\frac{I}{V'}(I' - \sum i) - \overline{C'G'} > 0 \qquad (۱-۲)$$

ب) استفاده از ماسه، سنگ یا بتن تازه به عنوان مصالح تعادلی:

$$\frac{I'}{V'} - \overline{C'G'} > 0 \qquad (۱-۳)$$

که در آن:

i: ممان اینرسی سطوح آب داخل محفظه‌ها حول محور مرکزی که موازی محور دوران صندوقه می‌باشد (m^4)

V'، I'، C' و G': تغییر مکان، ممان اینرسی، مرکز شناوری و مرکز ثقل صندوقه با مصالح تعادلی می‌باشند.

۱-۴- نیروهای خارجی طراحی

۱-۴-۱- ترکیب بارها و ضرایب بار

ترکیب بارها و ضرایب بار در شرایط زیر به طور مناسبی در نظر گرفته شود:

۱) موج‌شکن

(۱) بدون موج

(۲) با امواج

(۳) هنگام اجرا

۲) دیوار ساحلی

(۱) تحت شرایط معمولی

(۲) هنگام زلزله

(۳) هنگام اجرا

نکات فنی

۱) ضرایب ایمنی حالت حدی نهایی و ضرایب تاثیر بر عرض ترک حالت حدی بهره‌برداری (بخش ۳، بند (۳-۲) اصول طراحی بر اساس روش طراحی حالت حدی) برای ضرب در مشخصات بار مربوط به ترکیبات بارهای گوناگون در طراحی، در جدول (۴-۱) ارائه شده است. می‌توان پاشنه را شبیه دال کف در نظر گرفت.

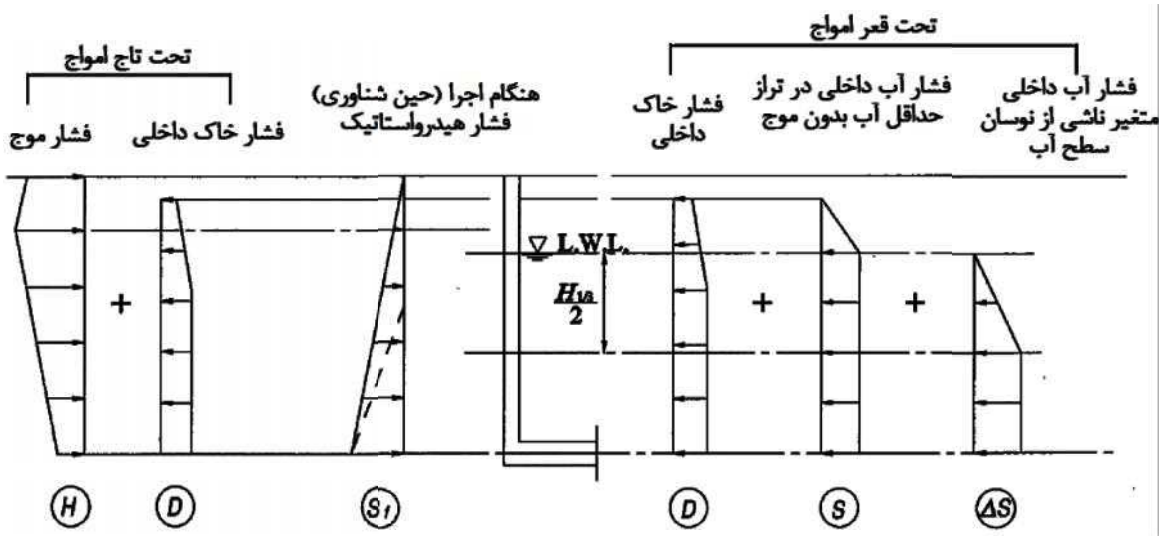
۲) مقادیر داخل جدول (۴-۱) ضرایب بار حالت حدی نهایی می‌باشد. اعداد داخل کروشه [] ضرایب بار حالتی است که باری کوچکتر، بار طراحی بزرگتری برای عضو ایجاد می‌کند. مقادیر داخل پرانتز () ضریب تاثیر بر عرض ترک در حالت حدی بهره‌برداری را نشان می‌دهد.

omoorepeyman.ir

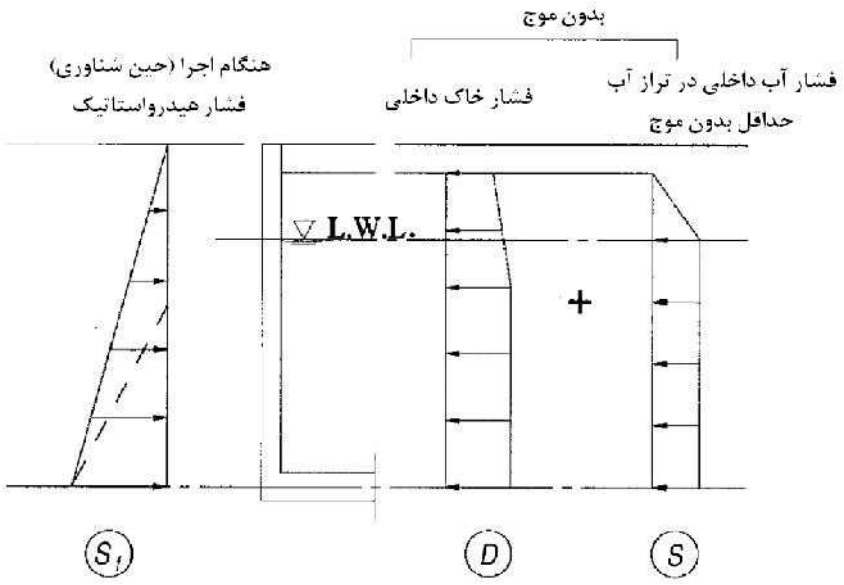
۳) *بارهای هنگام اجرا دارای دوره اثر کمتری نسبت به سایر شرایط بوده و فقط هنگام اجرا رخ می‌دهند. بنابراین ضریب تاثیر بر عرض ترک (k_p و k_r) در حالت حدی بهره‌برداری را می‌توان ۰/۵ در نظر گرفت.*

۴) *بارهای طراحی دیوارهای خارجی صندوقه‌های موج‌شکن در شکل (۴-۴) تا (۴-۶) و ضرایب بار و ضرایب تاثیر بر عرض ترک در جداول (۴-۲) تا (۴-۴) ارائه شده است.*

الف) دیوار جلویی (موازی محور مرکزی: سمت دریا)



شکل ۴-۴- بارهای طراحی برای دیوار جلویی (موج‌شکن)



شکل ۴-۵- بارهای طراحی برای دیوار عقبی (موج‌شکن)

omoorepeyman.ir

جدول ۴-۱- بارها و ضرایب بار

الف) موج‌شکن

شرایط	وزن مرده	فشار هیدرواستاتیک	فشار خاک داخلی	عکس‌العمل دال کف	فشار آب داخلی	فشار بالا برنده	عکس‌العمل دال کف متغیر	فشار آب داخلی متغیر	نیروی موج	اختلاف تراز آب بین محفظه‌ها	توضیحات
بدون موج	۰/۹ (۱/۰)	۱/۱ (۱/۰)		۱/۱ (۱/۰)							دال کف
			۱/۱ (۱/۰)		۱/۱ (۱/۰)						دیوار خارجی
تحت اثر موج	۱/۱ [۰/۹] (۱/۰)	۱/۱ [۰/۹] (۱/۰)		۱/۱ [۰/۹] (۱/۰)		۱/۳ [۰/۷] (۱/۰)	۱/۲ [۰/۸] (۱/۰)				دال کف
			۰/۹ (۱/۰)						۱/۳ (۱/۰)		دیوار خارجی
			۱/۱ (۱/۰)		۱/۱ (۱/۰)			۱/۲ (۱/۰)			
هنگام اجرا	۰/۹ (۰/۵)	۱/۱ (۰/۵)									دال کف (وقتی شناور باشد)
		۱/۱ (۰/۵)									دیوار خارجی (وقتی شناور باشد)
									۱/۱ (۰/۵)		دیوار جداکننده (هنگام نصب)

ب) دیوارهای ساحلی

شرایط	وزن مرده	فشار هیدرواستاتیک	فشارآب داخلی	فشارخاک داخلی	عکس‌العمل‌دال‌کف تحت بار دائمی	سربار	عکس‌العمل دال کف هنگام زلزله	فشار هیدرواستاتیک هنگام نصب		توضیحات
								بار هنگام اجرا	فشار هیدرواستاتیک در آب ساکن	
تحت شرایط معمولی	۰/۹ (۱/۱)	۱/۱ (۱/۰)			۱/۱ (۱/۰)	۰/۸ (۰/۵)				دال کف (عکس‌العمل ناشی از سربار غیر زلزله)
			۱/۱ (۱/۰)	۱/۱ (۱/۰)						دیوار خارجی
هنگام زلزله	۱/۰ (-)	۱/۰ (-)				۱/۰ (-)	۱/۰ (-)			دال کف (عکس‌العمل ناشی از سربار هنگام زلزله)

omoorepeyman.ir

جدول ۴-۱- ادامه- بارها و ضرایب بار

هنگام اجرا	۰/۹ (۰/۵)									۱/۱ (۰/۵)	دال کف (وقتی شناور باشد)
										۱/۱ (۰/۵)	دیوار خارجی (وقتی شناور باشد)
								۱/۱ (۰/۵)			دیوار جداکننده (هنگام نصب)

توجه: هنگام ارزیابی نیروی لرزه‌ای، بارهای مشخصه طبق بخش ۲، فصل ۱۲، زلزله و نیروهای لرزه‌ای، حساب می‌گردد.

omoorepeyman.ir

جدول ۴-۲- ضرایب بار و ضریب تاثیر بر عرض ترک برای دیوار جلویی (موج‌شکن)

جهت بار	شرایط طراحی	حالت حدی نهایی	حالت حدی بهره‌برداری
بار از خارج	زیر تاج موج	1.3H-0.9D	1.0H-1.0D
	وقتی شناور است	$1.1S_f$	$0.5S_f$
بار از داخل	زیر قعر موج	1.1D+1.1S+1.2ΔS	1.0D+1.0S+1.0ΔS

توجه: ۱) بار از خارج، بزرگترین بار از میان دو شرایط بار بالا می‌باشد.

۲) برای علائم داخل جدول به شکل (۴-۴) مراجعه گردد.

ب) دیوار عقبی (موازی محور مرکزی: سمت خشکی)

جدول ۴-۳- ضرایب بار و ضریب تاثیر بر عرض ترک برای دیوار عقبی (موج‌شکن)

جهت بار	شرایط طراحی	حالت حدی نهایی	حالت حدی بهره‌برداری
بار از خارج	وقتی شناور است	$1.1S_f$	$0.5S_f$
بار از داخل	حداقل تراز آب بدون موج	1.1D+1.1S	1.0D+1.0S

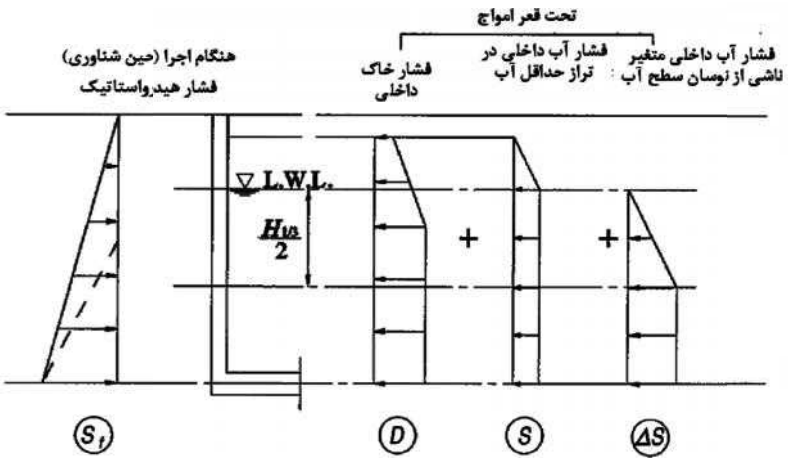
توجه: برای علائم داخل جدول به شکل (۴-۵) مراجعه گردد.

پ) دیوار کناری (عمود بر خاکریز)

جدول ۴-۴- ضرایب بار و ضریب تاثیر بر عرض ترک برای دیوار کناری (موج‌شکن)

جهت بار	شرایط طراحی	حالت حدی نهایی	حالت حدی بهره برداری
بار از خارج	وقتی شناور است	$1.1S_f$	$0.5S_f$
بار از داخل	زیر قعر موج	1.1D+1.1S+1.2ΔS	1.0D+1.0S+1.0ΔS

توجه: برای علائم داخل جدول به شکل (۴-۶) مراجعه گردد.



شکل ۴-۶- بارهای طراحی برای دیوار کناری (موج‌شکن)

omoorepeyman.ir

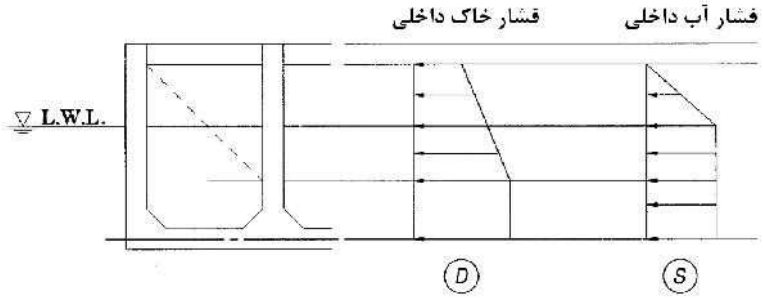
۵) بارهای طراحی برای دیوارهای کناری صندوقه‌های دیوار ساحلی در شکل (۴-۷) و ضرایب بار در جدول (۴-۵) ارائه شده است.

جدول ۴-۵- ضرایب بار و ضریب تاثیر بر عرض ترک برای دیوار خارجی (موج‌شکن)

جهت بار	شرایط طراحی	حالت حدی نهایی	حالت حدی بهره‌برداری
بار از خارج	وقتی شناور است	$1.1S_f$	$0.5S_f$
بار از داخل	در حداقل تراز آب	1.1D+1.1S	1.0D+1.0S

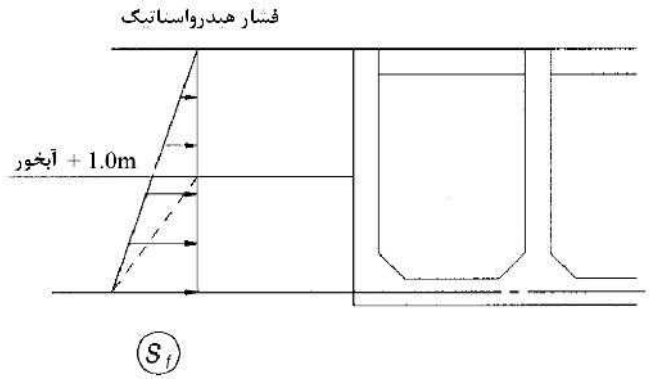
توجه: برای علائم داخل جدول به شکل (۴-۷) مراجعه گردد.

الف) تحت شرایط معمولی (بارها از سمت خارج)



شکل ۴-۷-الف- بارهای طراحی برای دیوارهای کناری (دیوار ساحلی)

ب) در شرایط شناوری (بارها از سمت خارج)



شکل ۴-۷-ب- بارهای طراحی برای دیوارهای کناری (دیوار ساحلی)

۶) بارهای دال‌های کف صندوقه‌های موج‌شکن در حالت شناور با ضرب بار مشخصه در ضرایب بار و ضریب تاثیر بر عرض ترک محاسبه می‌شود که در جدول (۴-۱) ملاحظه می‌گردد.

بارهای وارد بر دال‌های کف صندوقه‌های موج‌شکن بعد از ساخت در شکل (۴-۵) نشان داده شده است. بار ترکیبی بدون موج (D_0) نقش بار دائم را دارد. بار ترکیبی با موج شامل بار ترکیبی بدون موج، عکس‌العمل متغیر دال کف (ΔR) و فشار بالابرنده (U) می‌باشد (شکل (۴-۵)). بار را می‌توان از روابط جدول (۴-۷) و بر اساس دسته‌بندی جدول (۴-۶) محاسبه نمود.

omoorepeyman.ir

جدول ۴-۶- دسته‌بندی بار تحت نیروی موج (موج‌شکن)

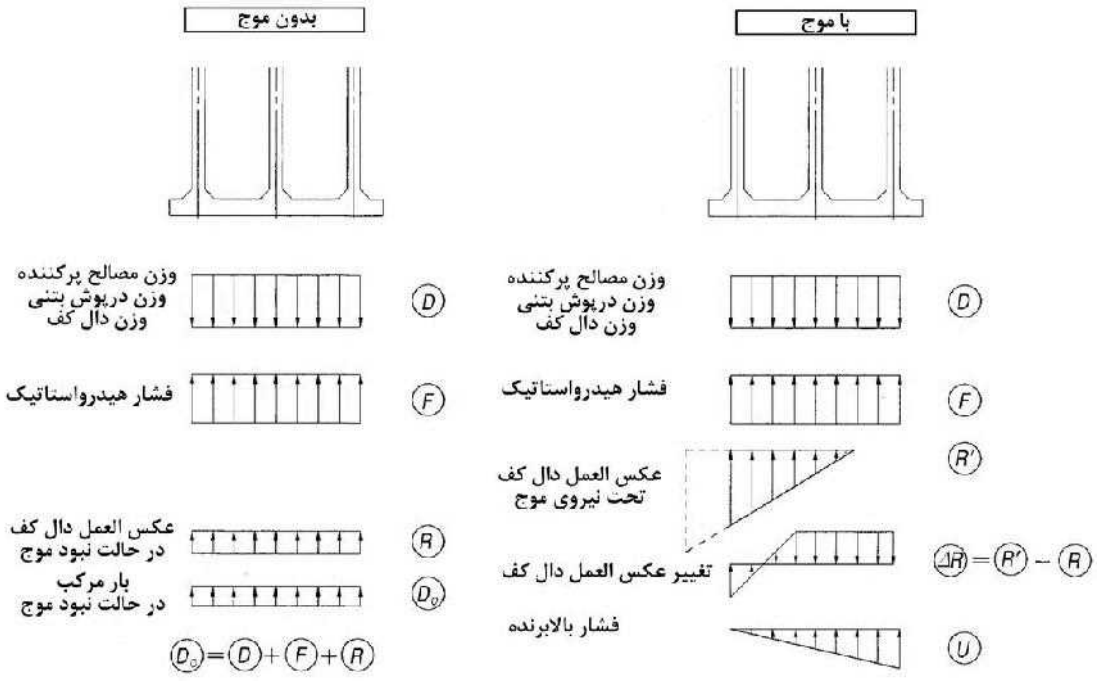
دسته‌بندی بار	بار
دائم	بار ترکیبی بدون موج (D_0)
متغیر	عکس‌العمل متغیر دال کف (ΔR)، فشار بالابرنده (U)

جدول ۴-۷- ترکیب بار با ضرایب بار یا ضریب تاثیر بر عرض ترک (موج‌شکن)

حالت حدی	شرایط	جهت ΔR و W		ضرایب بار و ترکیب بار
حالت حدی نهایی	تاج موج	$\Delta R \uparrow$	W ↑	$1.1D_0+1.2\Delta R+1.3U$
		$\Delta R \downarrow$	W ↑	$1.1D_0+0.8\Delta R+1.3U$
			W ↓	(*) $0.9D_0+1.2\Delta R+0.7U$
	قعر موج	$\Delta R \uparrow$	W ↑	$1.1D_0+1.2\Delta R+0.7U$
			W ↓	$0.9D_0+0.8\Delta R+1.3U$
		$\Delta R \downarrow$	W ↑	$1.1D_0+0.8\Delta R+0.7U$
			W ↓	(*) $0.9D_0+1.2\Delta R+1.3U$
حالت حدی بهره‌برداری	همه	-		$1.0D_0+1.0\Delta R+1.0U$

توجه: ۱) مجموع بارها باید به صورت جبری یعنی با توجه به جهت بارها انجام گیرد.

۲) (*) وقتی عکس‌العمل متغیر دال کف (ΔR) رو به پایین باشد، مقدار $1.2|\Delta R|$ نمی‌تواند از $1.1|R|$ فراتر رود. بنابراین اگر $1.2|\Delta R|>1.1|R|$ باشد، ترکیب بارها با رابطه $0.9D_0+1.1|R|+0.7(1.3)U$ جایگزین می‌گردد.



شکل ۴-۸- بار طراحی دال کف (موج‌شکن)

۷) بارهای طراحی دال‌های کف صندوقه‌های دیوار ساحلی در حالت شناور با ضرب بار مشخصه در ضرایب بار جدول (۴-۱) حاصل می‌گردد.

omoorepeyman.ir

بارهای وارد بر دال کف در شکل (۴-۹) مشاهده می‌شود. نیروی برآیندی که از وزن مصالح پرکننده و درپوش بتنی، فشار هیدرواستاتیک و عکس‌العمل دال کف ترکیب شده است، بار دائمی تلقی می‌گردد. سربار و عکس‌العمل دال کف در زلزله بار متغیر در نظر گرفته می‌شوند. بارهای طراحی را می توان با استفاده از رابطه جدول (۴-۸) محاسبه نمود.

جدول ۴-۸- ترکیبات بار (دیوار ساحلی)

	حالت حدی نهایی	حالت حدی بهره‌برداری (*)
تحت شرایط معمولی	0.9D+1.1R+1.1F+0.8W	1.0D+1.0R+1.0F+0.5W
هنگام زلزله	0.9D+1.0R+1.1R'+0.8W'	لازم نیست
حالت شناور	$0.9D_f+1.1S_f$	$0.5D_f+0.5S_f$

توجه: برای علائم داخل جدول به شکل (۴-۹) مراجعه شود.

۸) برای بررسی لنگر خمشی دیوارهای جداکننده، بار طراحی برابر اختلاف تراز هیدرواستاتیک بین محفظه‌ها هنگام نصب می‌باشد.

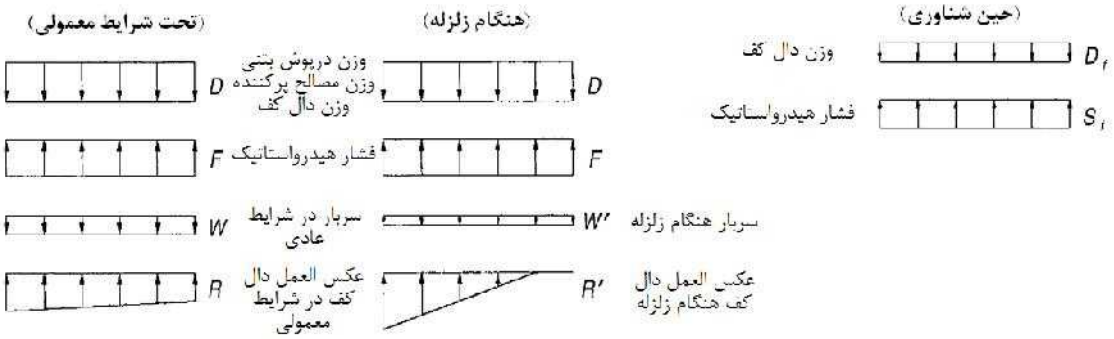
مقادیر طراحی به صورت زیر می‌باشد:

حالت حدی نهایی: $1.1S$ *(1.1 برای ضریب بار:* γ_f*)*

حالت حدی بهره‌برداری: $0.5S$ *(0.5 برای ضریب تاثیر بر عرض ترک:* k_p*)*

نماد S نشان دهنده بار مشخصه می‌باشد.

برای بررسی جدا شدن دال کف و دیوار کناری، بار طراحی باید از میان بزرگترین بارهای طراحی دال کف و دیوار کناری تعیین گردد.



شکل ۴-۹- بارهای طراحی دال‌های کف (دیوار ساحلی)

۱-۴-۲- نیروهای خارجی هنگام ساخت

وقتی یک صندوقه در حوضچه خشک یا شناور ساخته می‌شود، می‌توان نیروهای خارجی هنگام ساخت را نادیده گرفت. به هر حال وقتی صندوقه توسط جک، بالا برده شده یا روی سکو قرار می‌گیرد تا به سرسره یا محل انبار صندوقه منتقل گردد، بار طراحی صندوقه، بار متمرکز وزن صندوقه می‌باشد.

omoorepeyman.ir

نکات فنی

برای ارزیابی نیروی مقطع هنگام ساخت، کل صندوقه باید به عنوان تیر ساده در نظر گرفته شود.

۱-۴-۳- نیروهای خارجی هنگام به آب اندازی و شناوری

وقتی صندوقه ساخته شده در حوضچه خشک، شناور یا سرسره معمولی به آب انداخته شده و شناور می‌گردد، فشار هیدرواستاتیک در آبخور طراحی به عنوان ضریب اطمینان نیروی خارجی مقداری افزایش می‌یابد. اگر امکان دارد هنگام به آب اندازی، فشار هیدرواستاتیک بیشتری به‌طور موقت به صندوقه وارد شود، باید به طور جداگانه بررسی گردد.

نکات فنی

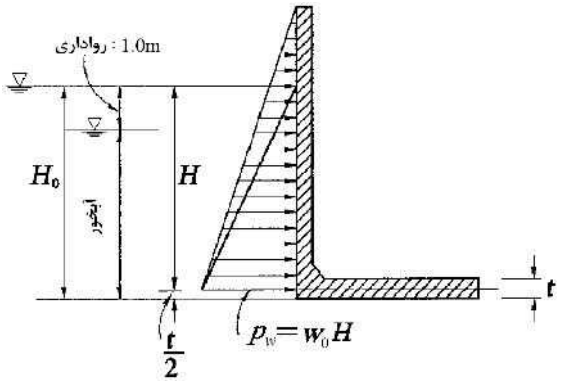
۱) دیوار خارجی

توزیع فشار آب طراحی بر دیوار خارجی باید به صورت زیر در نظر گرفته شود (شکل (۴-۱۰)):

(۱) آبخور صندوقه ۱ متر افزایش یابد.

(۲) فشار آب وارد بر کف با آبخور مذکور حساب شود.

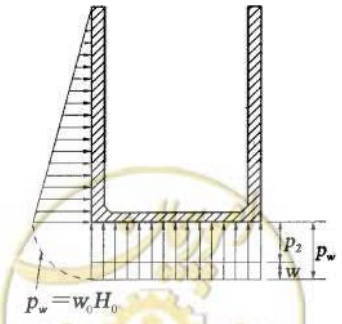
(۳) توزیع فشار آب به شکل مثلثی با مقدار حداکثر فوق و امتداد تا تاج دیوار خارجی، محاسبه گردد.



شکل ۴-۱۰- فشار آب وارد بر دیوار خارجی

۲) دال کف

بار خارجی وارد بر دال کف باید برابر حاصل تفریق وزن مرده دال کف از فشار هیدرواستاتیک دال کف باشد (شکل (۴-۱۱)).



شکل ۴-۱۱- نیروی خارجی وارد بر دال کف

omoorepeyman.ir

$$p_2 = p_w - w = w_0 H_0 - w \qquad (۴-۱)$$

که در آن:

p_2: *فشار مشخصه وارد بر دال کف* (kN/m^2)

P_w: *فشار هیدرواستاتیک مشخصه وارد بر دال کف با رواداری ۱متر اضافه شده به آبخور طراحی صندوقه* (kN/m^2)

w : *وزن مرده مشخصه دال کف (شامل وزن مصالح پرکننده به عنوان مصالح تعادلی اگر موجود باشد)، بدون کاهش اثر شناوری* (kN/m^2)

w_0: *وزن مخصوص مشخصه آب دریا* (kN/m^3)

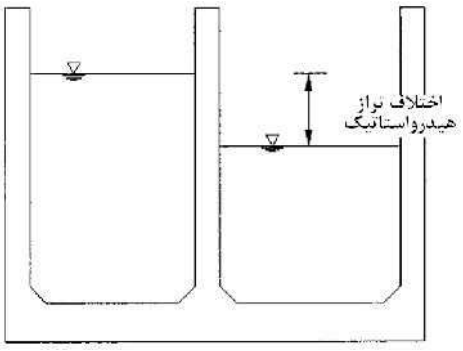
H_0: *عمق آب با رواداری حدود ۱ متر اضافه شده به آبخور طراحی صندوقه*

۱-۴-۴- نیروهای خارجی هنگام نصب

نکات فنی

۱) فشار هیدرواستاتیک وارد بر دیوارهای کناری و دال کف هنگام نصب، نیروی خارجی محسوب نمی‌شود.

۲) اختلاف تراز هیدرواستاتیک محفظه‌ها باید به عنوان نیروهای خارجی دیوارهای جداکننده استفاده شود (شکل (۴-۱۲)).



شکل ۴-۱۲- اختلاف تراز هیدرواستاتیک محفظه‌ها

۱-۴-۵- نیروهای خارجی بعد از اجرا

۱-۴-۵-۱-دیوارهای خارجی

فشار جانبی مصالح پرکننده و فشار آب داخلی به عنوان نیروهای خارجی دیوارهای خارجی در نظر گرفته شود. نیروهای موج وارد بر دیوار جلویی نیز در طراحی صندوقه‌های موج‌شکن‌ها مد نظر قرار گیرد.

نکات فنی

۱) فشار جانبی مصالح پرکننده

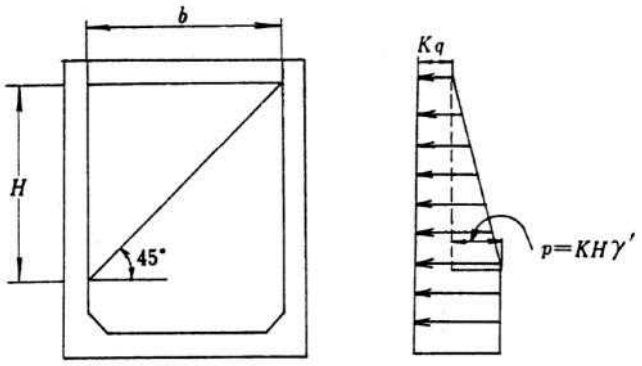
الف) توزیع ترکیب بار، اغلب شکل نامنظم به خود می‌گیرد، لذا برای مقاصد طراحی می‌توان توزیع نامنظم را به توزیع مثلثی یا یکنواخت معادل، تغییر داد.

omoorepeyman.ir

ب) ضریب فشار جانبی برابر ۰/۶ قرار داده می‌شود. البته فشار جانبی وقتی مصالح پرکننده شامل بلوک‌های بتنی یا بتن تازه باشد، نادیده گرفته می‌شود.

پ) باید فرض شود که فشار جانبی تا عمق معادل عرض محفظه افزایش می‌یابد و بعد از آن مقدار ثابتی خواهد داشت (شکل (۴-۱۳)).

ت) وقتی درپوش یا تاج بتنی دقیقا چسبیده به بالای صندوقه قرار می‌گیرد، اثر سربار بالای درپوش یا تاج بتنی را می‌توان نادیده گرفت.



شکل ۴-۱۳- فشار جانبی مصالح پرکننده

نمادهای داخل شکل (۴-۱۳) به صورت زیر تعریف می‌گردد:

q: سربار مشخصه روی مصالح پرکننده (kN/m^2)

γ': وزن مخصوص غوطه‌ور مشخصه مصالح پرکننده (kN/m^3)، می‌توان از $\gamma'=10\ kN/m^3$ استفاده نمود.

K: ضریب فشار جانبی مصالح پرکننده، $K=0.6$

b: عرض محفظه (متر)، $b=H$

۲) فشار آب داخلی

فشار آب داخلی، اختلاف تراز آب بین تراز آب در صندوقه و تراز جزر آب (LWL) بیرون صندوقه می‌باشد. البته در حالتی که قعر موج بر دیوارهای جلویی موازی با محور مرکزی موج‌شکن یا دیوارهای کناری عمود بر محور مرکزی اثر می‌کند، تراز آب خارجی در عمق $(H_{1/3})/2$ زیر LWL در نظر گرفته شود.

۳) نیروی موج

برای دیوار جلویی صندوقه که موازی محور مرکزی موج‌شکن است، نیروی موج باید هنگامی که تاج موج بر دیوار اثر می‌کند در نظر گرفته شود.

۴) توزیع فشار خاک و آب داخلی

توزیع فشار خاک و آب داخلی برای دیوارهای صندوقه‌های گوناگون در شکل (۴-۱۴) مشاهده می‌گردد. صندوقه موج‌شکن پوشیده شده با توده بلوک‌های بتنی جاذب موج در معرض ضربات بلوک‌های جاذب موج به دیوارهای جلویی می‌باشد. بسته

omoorepeyman.ir

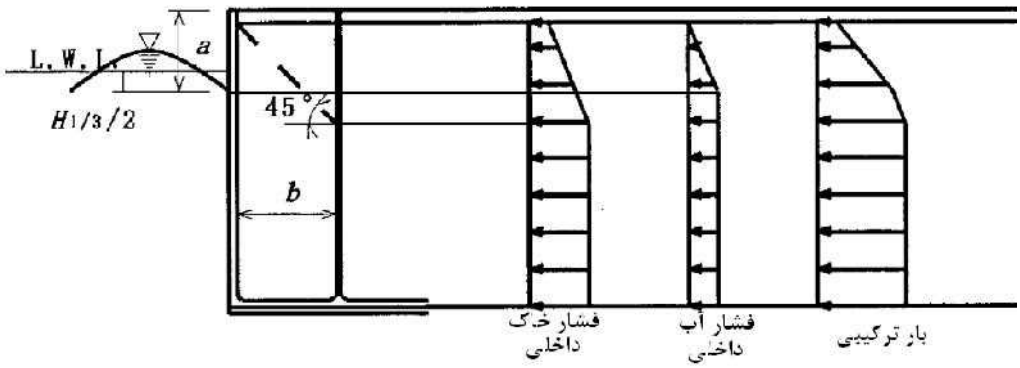
به محل قرارگیری، دیوارهای جلویی تحت تاثیر برخورد یخ یا قطعات شناور و یخزدگی آب دریا می‌باشد. اثرات این عوامل اصولا ناشناخته بوده و بنابراین برای پیشگیری باید بخش‌های بالایی دیوارها را مسلح نمود.

۱-۴-۵-۲- دال کف

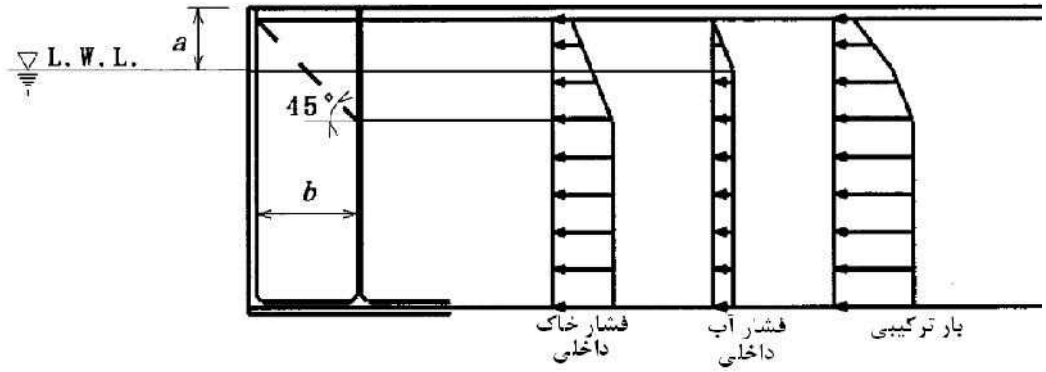
۱) برای دال کف که با دیوارهای خارجی و جداکننده یکپارچه است، عکس‌العمل‌های کف، فشار هیدرواستاتیک، فشار بالابرنده، وزن مصالح پرکننده، وزن درپوش بتنی، وزن دال کف و سربار به عنوان نیروهای خارجی در نظر گرفته می‌شود.

۲) پی‌های منفرد

عکس‌العمل کف، وزن پی با درنظر گرفتن شناوری و سربار روی پی به عنوان نیروهای خارجی وارد بر پی درنظر گرفته می‌شود.

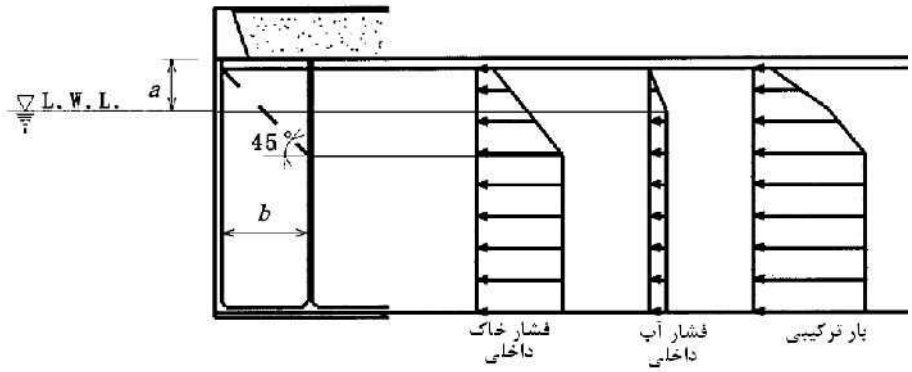


(الف) موج‌شکن‌ها (دیوارهای جلویی)

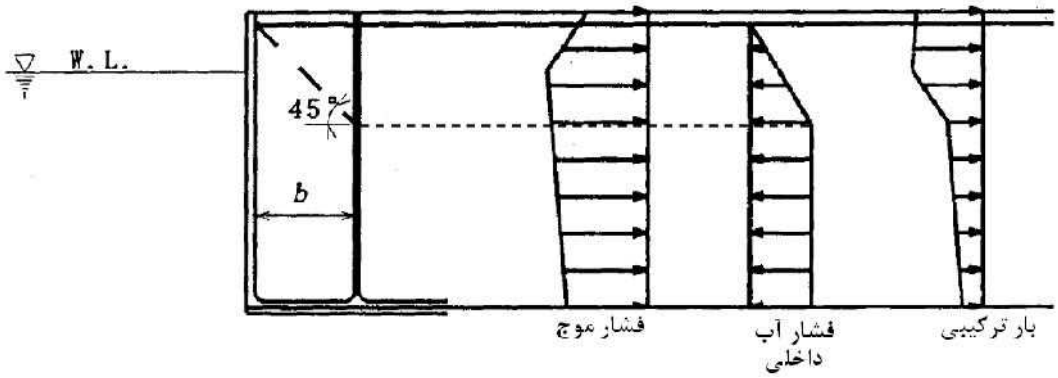


(ب) موج‌شکن‌ها (دیوارهای پشتی موازی محور مرکزی یا دیوارهای جانبی عمود بر محور مرکزی)

omoorepeyman.ir



(پ) اسکله‌ها (دیوارهای خارجی موازی یا عمود بر محور مرکزی)



(ت) نیروهای موج

شکل ۴-۱۴- فشار خاک و آب داخلی وارد بر دیوارهای صندوقه

نکات فنی

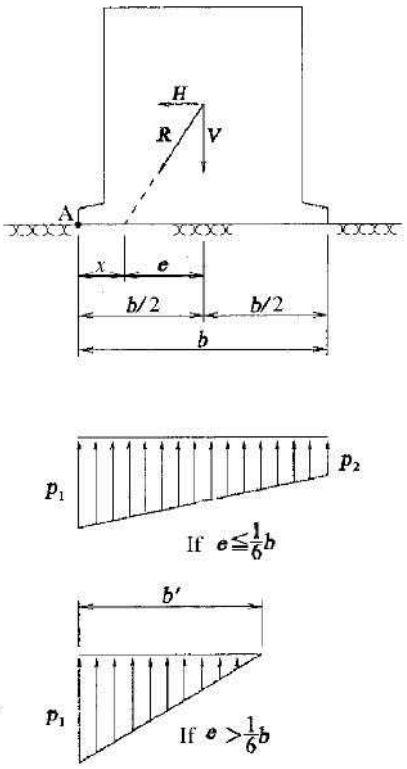
۱) دال کف

الف) توزیع ترکیب بار اغلب شکل نامنظم داشته و برای مقاصد طراحی، توزیع نامنظم را می‌توان تبدیل به توزیع مثلثی و یا یکنواخت معادل نمود.

ب) عکس‌العمل کف

عکس‌العمل مشخصه کف باید طبق روابط (۱-۵) و (۱-۶) محاسبه گردد (شکل (۴-۱۵)). مقدار e از رابطه (۱-۷) محاسبه می‌گردد.

omoorepeyman.ir



شکل ۴-۱۵- عکس‌العمل کف

(۱) اگر $e \le \frac{1}{6}b$:

$$\left.\begin{aligned} p_1 &= \left(1+\frac{6e}{b}\right)\frac{V}{b} \\ p_2 &= \left(1-\frac{6e}{b}\right)\frac{V}{b} \end{aligned}\right\} \qquad (۵-۱)$$

$$\left.\begin{aligned} e &= \frac{b}{2}-x \\ x &= \frac{M_w - M_h}{V} \end{aligned}\right\} \qquad (۷-۱)$$

(۲) اگر $e > \frac{1}{6}b$:

$$\left.\begin{aligned} p_1 &= \frac{2}{3}\frac{V}{\left(\frac{b}{2}-e\right)} \\ b' &= 3\left(\frac{b}{2}-e\right) \end{aligned}\right\} \qquad (۶-۱)$$

که در آن:

p_1: عکس‌العمل مشخصه در پنجه جلویی (kN/m^2)

p_2: عکس‌العمل مشخصه در پاشنه عقبی (kN/m^2)

V: نیروی برآیند قائم مشخصه در واحد طول (kN/m)

H: نیروی برآیند افقی مشخصه در واحد طول (kN/m)

e: خروج از مرکزیت نیروی برآیند V و H (متر)

omoorepeyman.ir

b: عرض کف (متر)

b': عرض توزیع عکس‌العمل‌های کف در حالت $e > \frac{1}{6}b$ (متر)

M_w: لنگر مشخصه در نقطه A ناشی از نیروی برآیند قائم ($kN.m/m$)

M_h: لنگر مشخصه در نقطه A ناشی از نیروی برآیند افقی ($kN.m/m$)

پ) فشار هیدرواستاتیک

فشار هیدرواستاتیک وارد بر دال کف باید در تراز جزرومدی طراحی در نظر گرفته شود.

ت) فشار بالابرنده

وقتی نیروی موج بر صندوقه اثر می‌کند، فشار بالابرنده باید مد نظر قرار گیرد. برای محاسبه فشار بالابرنده به بخش ۲، فصل ۵، نیروی موج، مراجعه گردد.

ث) وزن مصالح پرکننده

وزن مخصوص مصالح پرکننده معمولا با آزمایش‌های مصالح تعیین می‌گردد.

ج) وزن درپوش بتنی

وزن درپوش بتنی باید وزن خشک بدون اثر شناوری باشد. برای محاسبات طراحی، وزن مخصوص مشخصه را می‌توان برای بتن غیرمسلح $۲۲/۶ kN/m^3$ و برای بتن مسلح $۲۴ kN/m^3$ قرار داد.

چ) وزن دال کف

وزن دال کف باید به صورت خشک و بدون اثر شناوری باشد. برای محاسبات طراحی، وزن مخصوص مشخصه را می‌توان $۲۴ kN/m^3$ درنظر گرفت.

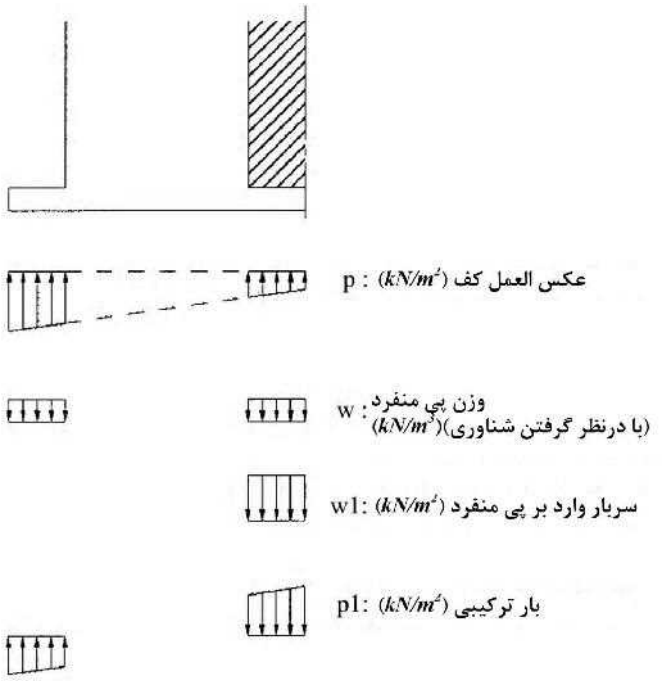
ح) سربار

وزن خاک روی صندوقه و بار اضافی باید برای سربار وارد بر دال کف در نظر گرفته شود. البته وقتی درپوش یا تاج بتنی به طور کاملا چسبیده روی صندوقه قرار گیرد، می‌توان اثر سربار روی درپوش یا تاج بتنی بالای دال کف به‌واسطه مصالح پرکننده را نادیده گرفت.

۲) پاشنه صندوقه

الف) بارهای طراحی موثر بر پاشنه صندوقه باید با توجه به توزیع بار طبق شکل (۴-۱۶) تعیین گردد.

omoorepeyman.ir



شکل ۴-۱۶- بار طراحی پاشنه صندوقه

ب) عکس‌العمل کف

عکس‌العمل‌های کف وارد بر پاشنه صندوقه باید مطابق روابط (۱-۵) یا (۱-۶) محاسبه گردد.

پ) وزن پاشنه صندوقه

وزن پاشنه، وزن غوطه‌ور با اثر شناوری می‌باشد. مقدار مشخصه وزن مخصوص پاشنه در هوا را می‌توان $24\ kN/m^3$ در نظر گرفت.

ت) سربار

وزن بلوک‌های بتنی جاذب موج در موج‌شکن، وزن خاک سربار و یا سربار دیوارهای ساحلی باید برای سربار وارد بر پی در نظر گرفته شوند.

۱-۴-۵-۳- دیوارهای جداکننده و سایر اجزا

۱) دیوارهای جداکننده

الف) در بررسی جدا شدن دیوار خارجی از دیوارهای جداکننده در اثر شکست کششی، فشار جانبی مصالح پرکننده و فشار آب داخلی وارد بر دیوار خارجی با فرض اثر بر اتصال بین دیوارهای جداکننده و دیوار خارجی مدنظر قرار گیرند.

ب) در بررسی جدا شدن دال کف از دیوارهای جداکننده، نیروهای زیر مورد توجه قرار گیرند:

(۱) وزن مصالح پرکننده

(۲) سربار

omoorepeyman.ir

(۳) وزن دال کف

(۴) وزن درپوش بتنی

(۵) عکس‌العمل دال کف

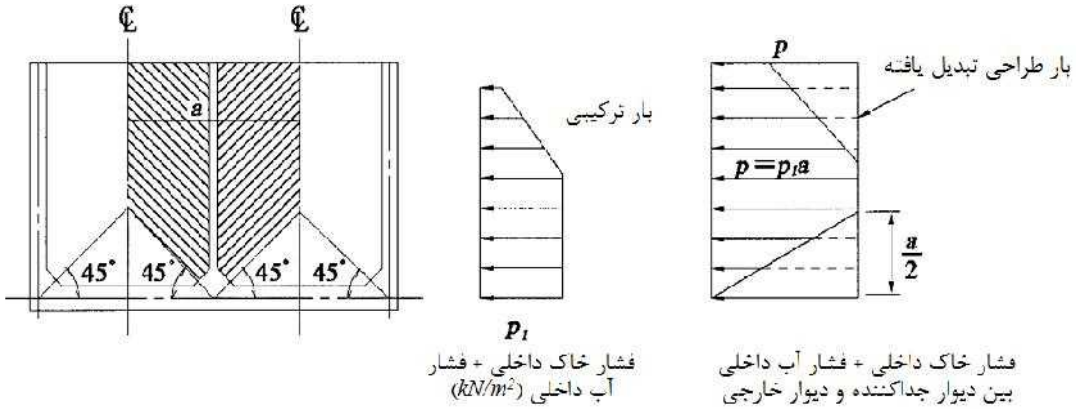
(۶) فشار بالابرنده

(۷) فشار هیدرواستاتیک

۲) نیروی احتمالی ناشی از ناهمواری زمین نیز باید بررسی گردد.

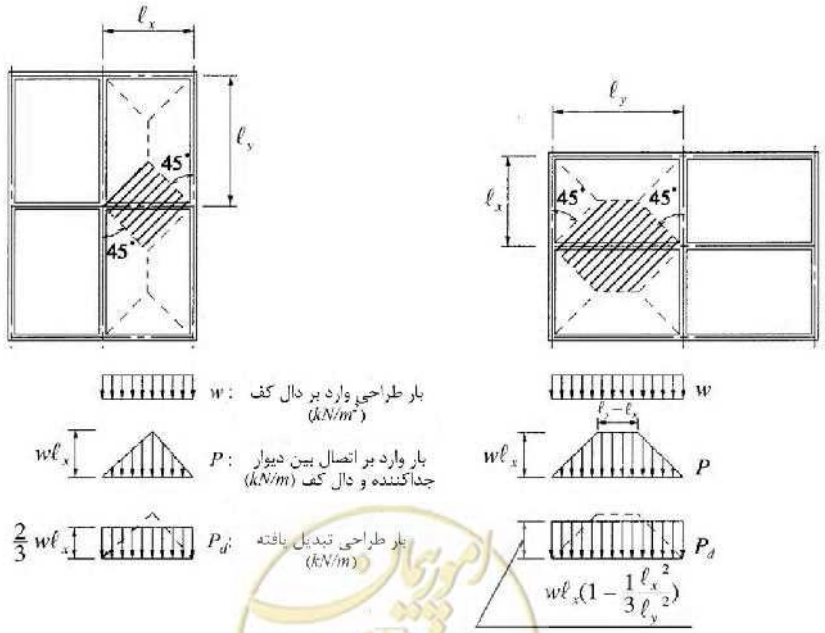
نکات فنی

۱) بار طراحی برای بررسی جدا شدن دیوار خارجی از دیوارهای جداکننده باید با توجه به توزیع بار شکل (۴-۱۷) تعیین گردد.



شکل ۴-۱۷- بار طراحی برای بررسی جدا شدن دیوار خارجی از دیوارهای جداکننده

۲) بار طراحی برای بررسی جدا شدن دال کف از دیوارهای جداکننده باید با توجه به توزیع بار شکل (۴-۱۸) تعیین گردد.



شکل ۴-۱۸- بار طراحی برای بررسی جدا شدن دال کف از دیوارهای جداکننده

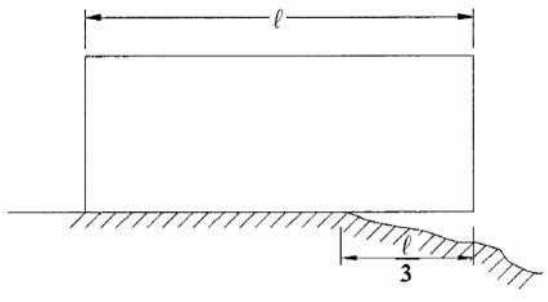
omoorepeyman.ir

۳) دیوار جداکننده

سهم بار بخش‌های مختلف بر اساس سهم بار دال معمولی روی تیر به دست می‌آید.

۴) بررسی بار خارجی ناشی از ناهمواری زمین

برای بررسی بار خارجی ناشی از ناهمواری زمین می‌توان صندوقه را مانند یک تیر طره با دهانه معادل یک سوم طول یا عرض صندوقه فرض کرد (شکل (۴-۱۹)).



شکل ۴-۱۹- ارزیابی ناهمواری زمین

۱-۵- طراحی اعضا

۱-۵-۱- دیوار خارجی

نکات فنی

۱) دیوار خارجی باید نظیر دال گیردار از سه طرف و آزاد از یک طرف طراحی شود.

۲) دهانه محاسباتی، فاصله مرکز به مرکز می‌باشد.

۳) پوشش میلگردهای اصلی نباید کمتر از مقادیر زیر باشد:

سمت خارجی: ۷ سانتی‌متر

سمت داخلی: ۵ سانتی‌متر

۱-۵-۲- دیوار جداکننده

نکات فنی

۱) دیوار جداکننده باید شبیه دال گیردار از سه طرف و آزاد از یک طرف طراحی شود.

۲) بعد از نصب، باید ایمنی در حالت حدی نهایی برای جدا شدن دیوارهای خارجی یا دال کف از دیوارهای جداکننده بررسی گردد.

۳) دهانه محاسباتی، فاصله مرکز به مرکز می باشد.

۴) پوشش میلگردها نباید کمتر از ۵ سانتی‌متر باشد.

omoorepeyman.ir

۱-۵-۳- دال کف

نکات فنی

۱) دال کف محصور در دیوارهای خارجی و دیوارهای جداکننده باید شبیه دال چهار طرف گیردار طراحی گردد.

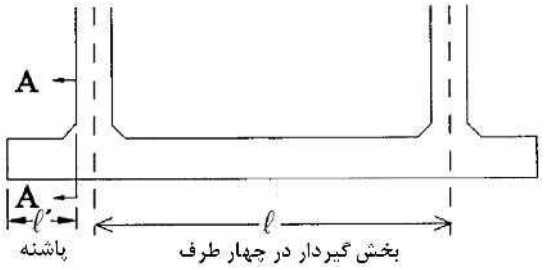
۲) پوشش میلگردهای اصلی نباید کمتر از مقادیر ذیل باشد.

سمت خارجی: ۷ سانتی‌متر

سمت داخلی: ۵ سانتی‌متر

۳) پاشنه صندوقه باید شبیه دال طره محاسبه گردد.

۴) دهانه محاسباتی دال کف باید فاصله مرکز به مرکز باشد (شکل (۴-۲۰)).



شکل ۴-۲۰- دهانه طراحی دال کف و پاشنه

۵) مقطع مورد بررسی خمش پاشنه باید سطح جلویی دیوار خارجی باشد (مقطع A-A در شکل (۴-۲۰)). مقطع مورد بررسی برش پاشنه در فاصله معادل نصف ارتفاع پی از جلوی صندوقه می‌باشد. برای محاسبه ارتفاع پی، بخش‌های ماهیچه با شیب بیشتر از ۱:۳ نادیده گرفته شود.

۱-۵-۴- سایر موارد

نکات فنی

کل صندوقه باید هنگام بلند شدن توسط جک برای انتقال یا هنگام تحلیل نشست نامتقارن بعد از نصب، شبیه تیر ساده بررسی گردد.

۱-۶- طراحی قلاب‌ها برای بلند کردن با جرثقیل

بار وارد بر قلاب‌ها با توجه به وزن صندوقه و چسبندگی دال کف به کف محل ساخت صندوقه، محاسبه می‌گردد.

omoorepeyman.ir

فصل ۲

بلوک‌های L شکل

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

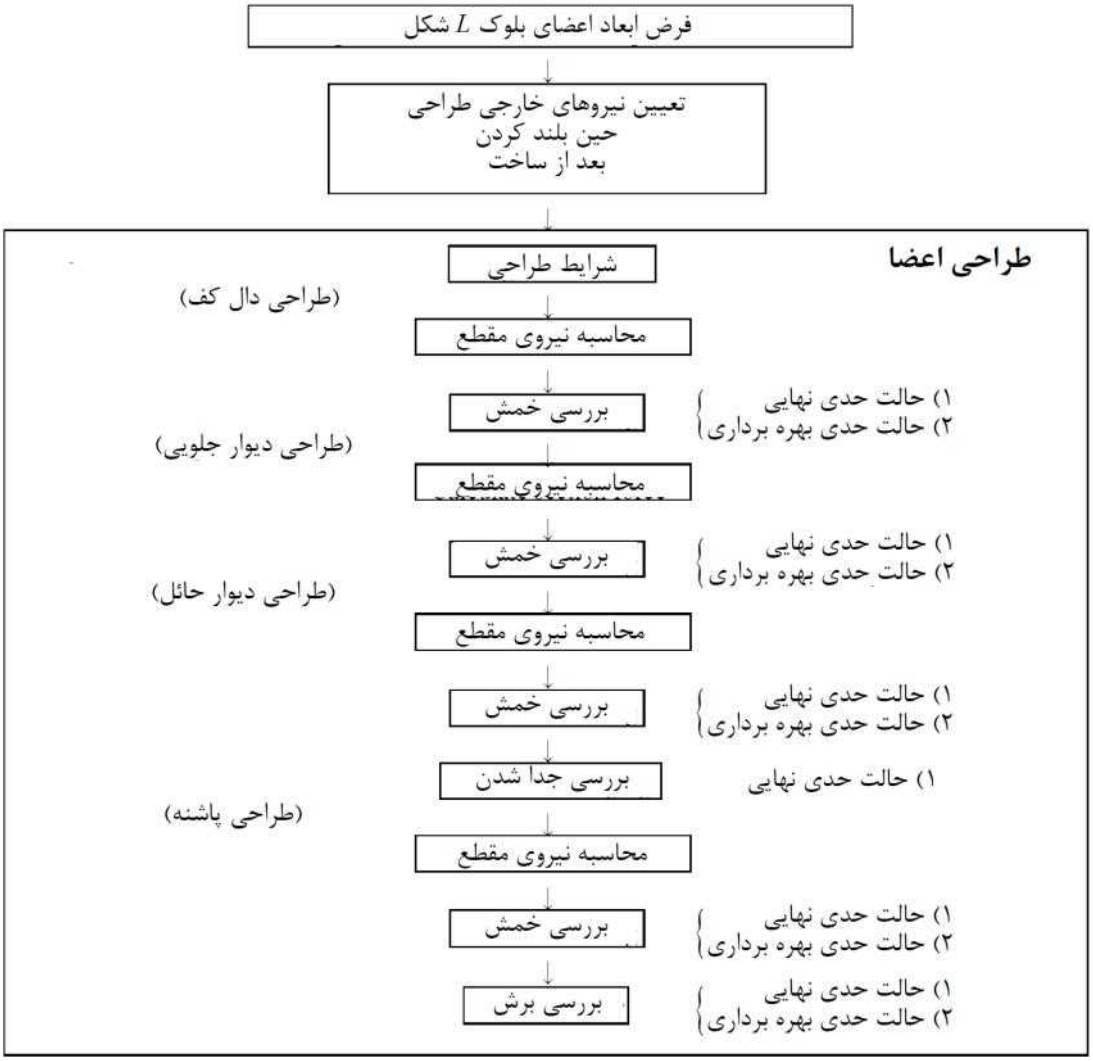
۲-۱- کلیات

۱) الزامات این فصل برای طراحی بلوک‌های L شکل متعارف کاربرد دارد.

۲) طراحی بر اساس روش طراحی حالت حدی انجام می‌گیرد.

نکات فنی

۱) می‌توان طراحی بلوک‌های L شکل را بر اساس مراحل شکل (۴-۲۱) انجام داد.



شکل ۴-۲۱- مراحل طراحی بلوک L شکل

۲-۲- تعیین ابعاد

ابعاد اعضای بلوک L شکل با توجه به عوامل زیر تعیین می‌گردد:

۱) قابلیت تجهیزات ساخت بلوک‌های L شکل

omoorepeyman.ir

۲) ظرفیت و توانایی جرثقیل

۳) عمق آب محل نصب بلوک‌های L شکل برای تشکیل دیوار ساحلی

۴) محدوده جزرومد

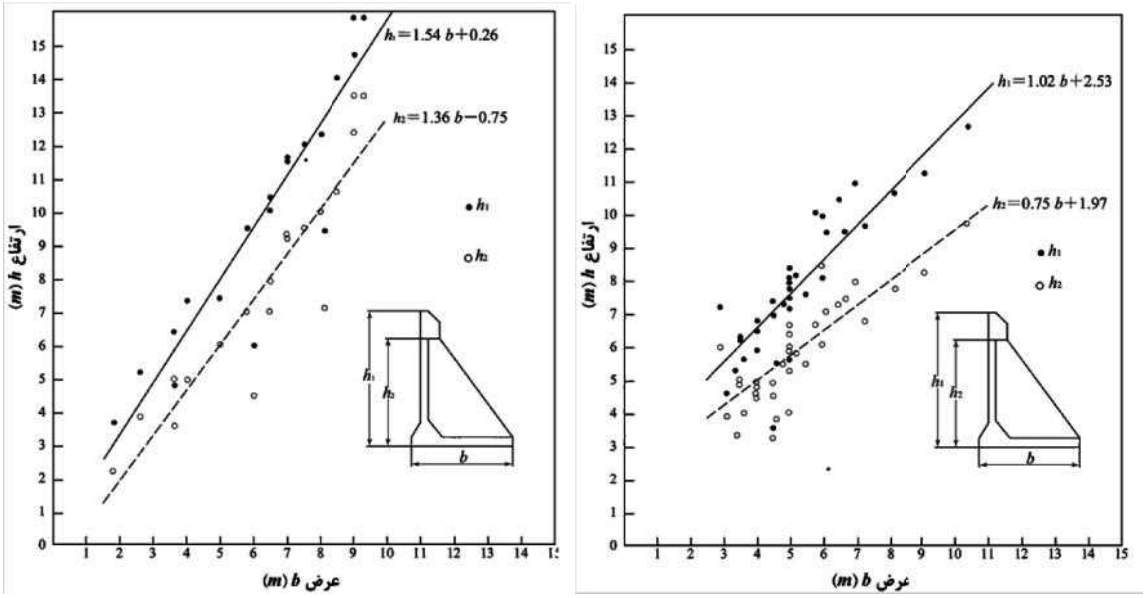
۵) تراز تیر اصلی (تیر پیشانی)

تفسیر

ارتفاع تاج بلوک L شکل برای تسهیل اجرای عرشه، با توجه به عمق آب و محدوده جزرومدی تعیین می‌گردد.

نکات فنی

رابطه بین عرض بلوک، ارتفاع دیوار و ارتفاع بلوک L شکل بر اساس نمونه‌های اجرا شده قبلی در شکل (۴-۲۲) مشاهده می‌گردد. ضریب زلزله طراحی در حالت (الف) و (ب) به ترتیب برابر ۰/۰۵ و ۰/۱۰ می‌باشد. هر چه ضریب زلزله طراحی افزایش یابد، عرض نیز در مقایسه با ارتفاع افزایش پیدا می‌کند.



(الف) ضریب زلزله طراحی k_h=0.05 **(ب) ضریب زلزله طراحی** k_h=0.10

شکل ۴-۲۲- رابطه بین ارتفاع و عرض بلوک‌های L شکل

۲-۳- بارهای وارد بر اعضا

۲-۳-۱- کلیات

موارد زیر به عنوان نیروهای وارد بر اعضای سازه‌ای بلوک‌های L شکل در نظر گرفته می‌شود:

۱) دیوار جلویی

الف) سربار و فشار جانبی ناشی از خاکریز سنگی یا خاکی

omoorepeyman.ir

ب) فشار آب باقیمانده

۲) پاشنه

الف) عکس‌العمل کف

ب) وزن مرده پاشنه

۳) دال کف

الف) سربار

ب) وزن خاکریز

پ) وزن مرده دال کف

ت) عکس‌العمل کف

۴) دیوار پشت‌بند

الف) عکس‌العمل دیوار جلویی

ب) عکس‌العمل دال کف

پ) فشار خاک و فشار آب باقیمانده وارد بر دیوار پشت‌بند عقبی

همچنین بارهای زیر هنگام اجرا در نظر گرفته می‌شود.

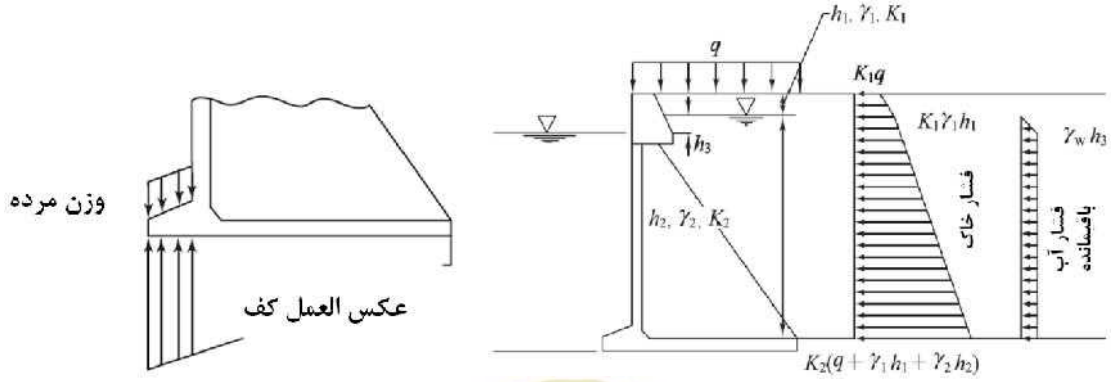
ت) بار هنگام بلند کردن بلوک L شکل

ث) بار هنگام استقرار بلوک L شکل

نکات فنی

۱) ترکیب بار و ضرایب بار شبیه بند (۱-۴-۱) ترکیب بارها و ضرایب بار، می‌باشد.

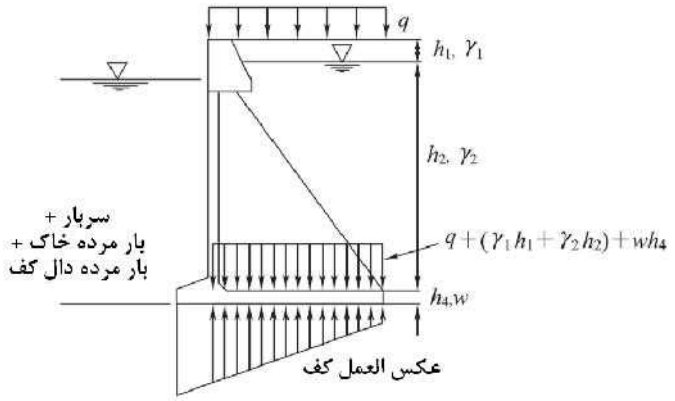
۲) بارهای وارد بر اعضای سازه‌ای بلوک‌های L شکل در شکل (۴-۲۳) مشاهده می‌گردد.



(الف) بار وارد بر دیوار جلویی و دیوارهای پشت بند **(ب) بار وارد بر پی‌های منفرد**

شکل ۴-۲۳- بارهای وارد بر بلوک‌های L شکل

omoorepeyman.ir



(پ) بار وارد بر دال کف

شکل ۴-۲۳- ادامه بارهای وارد بر بلوک‌های L شکل

که در آن:

q: سربار (kN/m^2)

γ_1: وزن مخصوص خاک بالای تراز آب باقیمانده (kN/m^3)

γ_2: وزن مخصوص خاک زیر تراز آب باقیمانده (kN/m^3)

γ_w: وزن مخصوص آب (kN/m^3)

h_1: ضخامت لایه خاک بالای تراز آب باقیمانده (متر)

h_2: ضخامت لایه خاک زیر تراز آب باقیمانده (متر)

h_3: محدوده جزرومد (متر)

h_4: ضخامت دال کف (متر)

K_1: ضریب فشار خاک بالای تراز آب باقیمانده

K_2: ضریب فشار خاک زیر تراز آب باقیمانده

w: وزن مرده دال کف (kN/m^2)

۳) روش‌های محاسباتی فشار خاک وارد بر اعضای بلوک L شکل در بخش ۲، فصل ۱۴، فشار خاک و فشار آب، توضیح داده شده است. زاویه اصطکاک دیوار باید برابر $\delta=15°$ قرار داده شود.

۴) روش‌های محاسباتی عکس‌العمل کف در بند (۱-۴-۵) نیروهای خارجی بعد از اجرا، توضیح داده شده است.

۵) روش‌های قائم و افقی برای ریختن بتن هنگام ساخت بلوک‌های L شکل وجود دارد. روش افقی شامل استقرار بلوک قبل از عملیات نصب بوده و بنابراین در طراحی، بار استقرار بلوک بررسی می‌گردد.

۲-۳-۲- فشار خاک

فشار خاک مورد استفاده در طراحی اعضای سازه‌ای بلوک‌های L شکل همان فشار خاک مورد استفاده در محاسبات پایداری دیوار ساحلی می‌باشد.

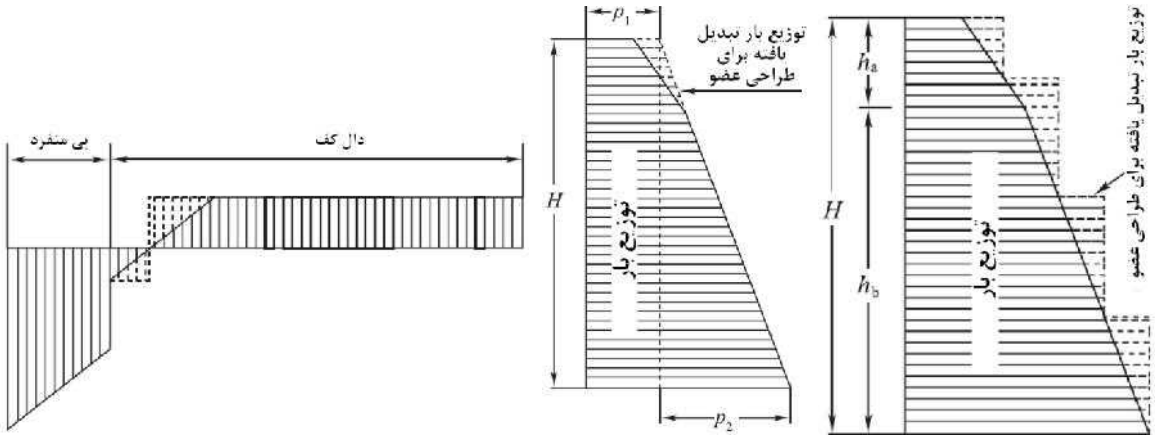
omoorepeyman.ir

۲-۳-۳- بارهای تبدیل شده برای محاسبات طراحی

برای سادگی محاسبات می‌توان بارهای وارد بر بلوک L شکل را به چند بار با توزیع یکنواخت تبدیل نمود. هنگام این تبدیل، در طراحی باید ایمنی سازه‌ای اعضا را در نظر گرفت.

نکات فنی

معمولا بارهای وارد بر بلوک‌های L شکل بارهای یکنواخت نمی‌باشند. این امر باعث مشکلاتی در طراحی اعضا می‌گردد. بنابراین می‌توان بارها را به بارهای یکنواخت تبدیل نمود. باید توجه داشت که در مقاومت اعضا، نقاط ضعیف ایجاد نگردد. در شکل (۴-۲۴) مثال‌هایی از تبدیل بار وجود دارد.



(الف) فشار خاک **(ب) بارهای خارجی وارد بر پاشنه و دال کف**

شکل ۴-۲۴- روش تبدیل توزیع بار

۲-۴- طراحی اعضا

۲-۴-۱- دیوار جلویی

نکات فنی

۱) دیوار جلویی باید نظیر دال روی دیوار طراحی گردد. اگر یک دیوار موجود باشد، دیوار جلویی باید شبیه دال طره روی دیوار طراحی گردد. اگر دو یا چند دیوار وجود داشته باشد، دیوار جلویی نظیر دال پیوسته طراحی می‌شود.

۲) دهانه دیوار جلویی، فاصله مرکز تا مرکز دیوارها می‌باشد.

۳) باید فرض نمود که بارها بر تمامی دهانه دیوار جلویی وارد می‌گردد.

۴) پوشش میلگردهای اصلی دیوار جلویی نباید از مقادیر زیر کمتر باشد:

سمت دریا: ۷ سانتی‌متر

سمت خشکی: ۵ سانتی‌متر

۵) دهانه دیوار جلویی و بارهای وارد بر آن را می‌توان شبیه شکل (۴-۲۵) در نظر گرفت.

omoorepeyman.ir

۶) از لحاظ سازه‌ای، دیوار جلویی به دال کف و دیوارها تکیه دارد. بنابراین می‌توان دیوار جلویی را متکی بر دو یا سه طرف در نظر گرفت. معمولا، در حالی که آرماتوربندی دیوار جلویی بلوک‌های L شکل با ارتفاع زیاد در محل اتصال با دال کف پیچیده می‌گردد، این دیوار تاثیر کمی از تکیه‌گاه دال کف می‌پذیرد. بنابراین دیوار جلویی را می‌توان مانند دال طره یا دال پیوسته متکی بر دیوار طراحی نمود. با اینکه طراحی دیوار جلویی متکی بر دو یا سه طرف مزایایی دارد، توضیح آن در این متن لزوما کاربردی ندارد.

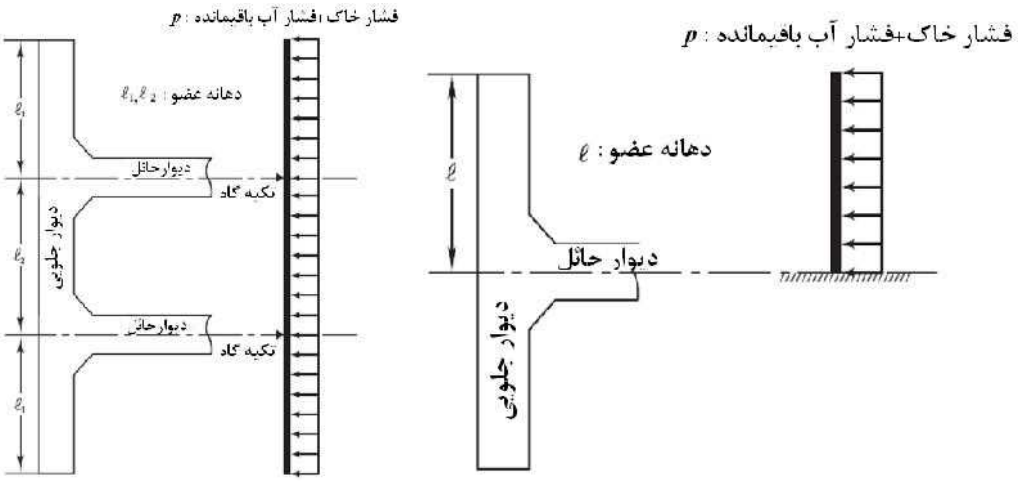
۲-۴-۲- پاشنه

نکات فنی

۱) پاشنه باید مانند دال طره متکی بر دیوار جلویی طراحی گردد.

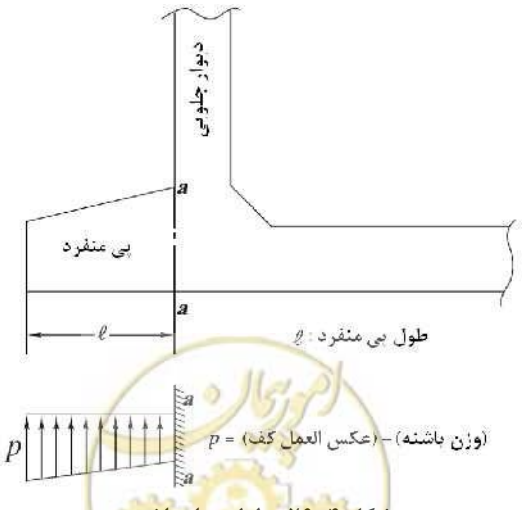
۲) طول و بار پاشنه باید شبیه شکل (۴-۲۶) باشد.

۳) پوشش آرماتورها نباید کمتر از ۷ سانتی‌متر باشد.



(الف) یک دیوار پشت بند **(ب) دو یا چند دیوار پشت بند**

شکل ۴-۲۵- دهانه عضو و بار



شکل ۴-۲۶- طول و بار پاشنه

omoorepeyman.ir

۲-۴-۳- دال کف

نکات فنی

۱) *دال کف باید همانند دال متکی بر یک یا چند دیوار طراحی گردد. اگر یک دیوار برای اتکا وجود داشته باشد، دال کف شبیه دال طره متکی به دیوار طراحی می‌گردد. اگر دال کف متکی به دو یا چند دیوار باشد، مانند دال پیوسته طراحی می‌شود.*

۲) *دهانه دال کف، فاصله مرکز تا مرکز دیوارها می‌باشد.*

۳) *باید فرض شود که بار به تمامی دهانه دال کف وارد می‌گردد.*

۴) *پوشش آرماتورهای اصلی دال کف نباید از مقادیر زیر کمتر باشد:*

زیر دال: ۷ سانتی‌متر

بالای دال: ۵ سانتی‌متر

۵) *از نظر سازه‌ای، می‌توان فرض کرد که دال کف علاوه بر دیواره‌ها، متکی به دیوار جلویی نیز می‌باشد. بنابراین می‌توان دال کف را نظیر دال متکی بر دو یا سه تکیه‌گاه طراحی نمود. به دلیل مشابه بند (۲-۴-۱) دیوار جلویی، شماره (۶) از نکات فنی، دال کف را باید مانند دال طره یا دال پیوسته متکی بر دیوار طراحی نمود. با اینکه طراحی دال کف متکی بر دو یا سه طرف مزایایی دارد، توضیح بند (۱)، لزوما کاربرد ندارد.*

۶) *از میان بارهای وارد بر دال کف، عکس‌العمل کف بر تمامی دهانه وارد می‌شود و بارهای خاکریز و سربار فقط بر قسمت مشخصی از دهانه اثر می‌کنند. البته به علت دشواری در نظر گرفتن محل دقیق وارد شدن بار در طراحی و هم‌چنین اثر اندک آن بر طراحی دال کف، می‌توان فرض نمود که بارهای خاکریز و سربار بر تمامی دهانه دال اثر می‌کنند.*

۲-۴-۴- دیوار پشت‌بند

نکات فنی

۱) *دیوار پشت‌بند باید در برابر عکس‌العمل دال کف و دیوار جلویی طراحی گردد.*

۲) *دیوار پشت‌بند باید مانند ترکیب تیر T شکل و دیوار جلویی طراحی گردد.*

۳) *دیوار پشت‌بند باید همانند تیر طره متکی بر دال کف در برابر عکس‌العمل دیوار جلویی طراحی گردد.*

۴) *دیوار پشت‌بند باید در مقاطعی موازی دال کف طراحی گردد.*

۵) *دیوار پشت‌بند، دیوار جلویی و دال کف باید کاملا به هم متصل باشند. میزان آرماتوربندی اتصال باید مستقل از آرماتوربندی خاموت‌ها در برابر تنش‌های برشی باشد.*

۶) *پوشش آرماتورهای دیوار پشت‌بند باید ۵ سانتی‌متر یا بیشتر باشد.*

۷) *اگر دیوار جلویی و دال کف طبق توضیحات این فصل طراحی شود، بار پشت دیوار پشت‌بند را می‌توان نادیده گرفت.*

۸) *طول المان دیوار پشت‌بند باید کل ارتفاع بلوک شامل دال کف مانند شکل (۴-۲۷) باشد. بار وارد بر دیوار پشت‌بند شامل بارهای وارد بر عرشه می‌باشد.*

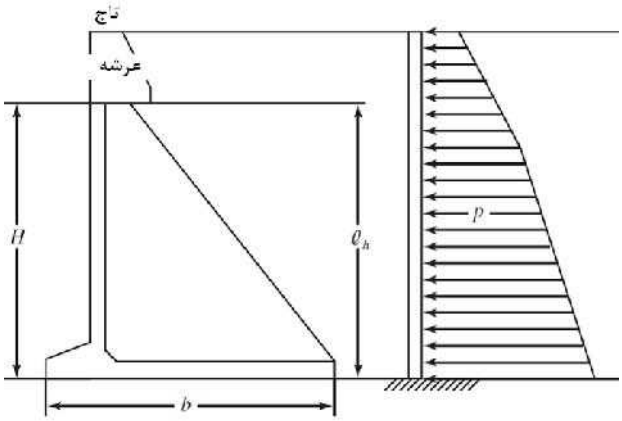
omoorepeyman.ir

p: جمع فشار خاک و فشار آب باقیمانده

l_h: طول المان دیوار پشت‌بند

b: عرض بلوک

H: ارتفاع بلوک



شکل ۴-۲۷- طول و بار دیوار پشت‌بند

۲-۵- طراحی قلاب‌ها برای بلند کردن با جرثقیل

قلاب‌های بلند کردن طبق بند (۱-۶) طراحی قلاب‌ها برای بلند کردن با جرثقیل، طراحی می‌گردد.

omoorepeyman.ir

فصل ۳

بلوک‌های سلولی

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۳-۱- کلیات

۱) الزامات این فصل باید برای طراحی بلوک سلولی معمولی به کار برده شود.

۲) طراحی باید بر اساس روش طراحی حالت حدی انجام گیرد.

نکات فنی

۱) برای طراحی بلوک سلولی بر اساس روش طراحی حالت حدی، باید مراحل شکل (۴-۲۸) دنبال شود.

شکل ۴-۲۸- مراحل طراحی بلوک سلولی

۲) برای طراحی جداگانه اعضای انواع مختلف بلوک‌های سلولی، می‌توان با توجه به نوع عضو، روش‌های طراحی در فصل ۱،صندوقه‌ها، یا فصل ۲، بلوک‌های L شکل، را به‌کار برد.

اگر از بلوک سلولی برای موج‌شکن یا سنگ‌چین در معرض اثر نیروی موج استفاده گردد، حالت حدی خستگی باید به طور جداگانه بررسی شود.

omoorepeyman.ir

۳-۲- تعیین ابعاد

۳-۲-۱- شکل بلوک سلولی

شکل بلوک سلولی باید با هدف تضمین پایداری سازه موجود، تعیین گردد.

تفسیر

به طور کلی بلوک سلولی بلوکی شامل دیوارهای کناری بدون دال کف بوده که با چیدن چندین بلوک روی هم تشکیل دیوار می‌دهد. برخی از انواع این بلوک‌ها مانند بلوک‌هایی که در کف قرار می‌گیرد، دارای دال کف می‌باشد.

در طراحی بلوک سلولی، باید روش طراحی مناسبی بعد از تعیین مشخصات شکل بلوک اتخاذ گردد.

۳-۲-۲- تعیین ابعاد

ابعاد بلوک سلولی باید با توجه به موارد زیر تعیین گردد:

۱) قابلیت تجهیزات ساخت بلوک سلولی

۲) ظرفیت و توانایی جرثقیل

۳) عمق آب محل قرارگیری دیوار تشکیل شده از بلوک سلولی

۴) محدوده جزرومدی

۵) تراز تیر پیشانی

۶) استحکام بلوک‌های روی هم چیده‌شده به شکل پله‌ای

۳-۳- بارهای وارد بر بلوک‌های سلولی

۳-۳-۱- کلیات

بارهای وارد بر بلوک‌های سلولی به قرار زیر است:

۱) فشار جانبی مصالح پرکننده

۲) فشار آب باقیمانده

۳) وزن مرده بلوک‌ها

۴) وزن تیر پیشانی

۵) سربار

۶) عکس‌العمل کف

۷) بارهای حین اجرا

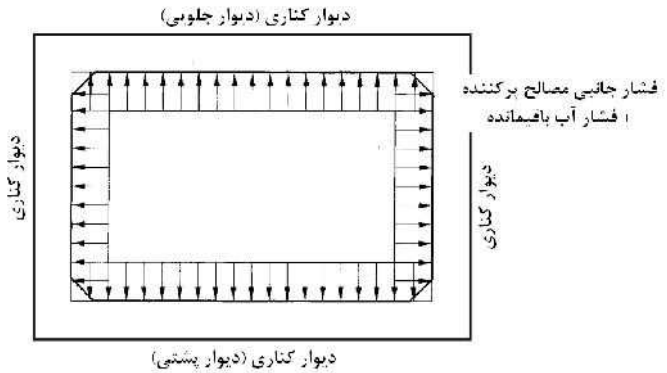
omoorepeyman.ir

۸) نیروی موج

نکات فنی

۱) دیوار پشتی در معرض فشار جانبی خاکریز و فشار آب باقیمانده می‌باشد. اما هر دو نیرو توسط فشار جانبی مصالح پرکننده داخلی خنثی شده و در نتیجه نیاز به بررسی این بارها وجود ندارد.

۲) فشار جانبی مصالح پرکننده و فشار آب باقیمانده وارد بر بلوک‌های سلولی در شکل (۴-۲۹) مشاهده می‌شود. هنگامی که پشت این بلوک‌ها که نقش دیوار دارد، کاملا پر می‌گردد، تنش دیوارهای کناری ناشی از مصالح پرکننده داخلی به طور قابل توجهی توسط فشار خاک محرک و فشار آب باقیمانده خاکریز کاهش می‌یابد. بنابراین دیوارهای کناری باید برای شرایط حین مراحل اجرا وقتی که مصالح پرکننده داخلی وجود دارد و هنوز خاکریز اجرا نشده است، طراحی گردد.



شکل ۴-۲۹- بارهای وارد بر بلوک‌های سلولی

۳) فشار موج فقط هنگامی که فشار ضربه موج بر بلوک‌ها وارد می‌شود، مد نظر قرار می‌گیرد.

۴) بارهای فصل ۲، بلوک‌های L شکل، را می‌توان برای بارهای حین اجرا به کار برد.

۵) برای ترکیبات بارها و ضرایب بار در طراحی می‌توان به بند (۱-۴-۱) ترکیب بارها و ضرایب بار، مراجعه نمود.

۳-۳-۲- فشار جانبی مصالح پرکننده و فشار آب باقیمانده

۱) دیوار جلویی، دیوار پشتی و دیوارهای کناری

فشار جانبی مصالح پرکننده و فشار آب باقیمانده هنگام طراحی دیوار جلویی، دیوار پشتی و دیوارهای کناری در نظر گرفته می‌شود.

اگر درپوش بتنی به صورت گیردار بالای بلوک سلولی نصب گردد، اثر سربار بالای تاج یا درپوش بتنی را می‌توان نادیده گرفت.

۲) دیوار جداکننده

دیوار جداکننده باید در برابر جدا شدن دیوارهای کناری از دیوار جداکننده در اثر فشار جانبی مصالح پرکننده و فشار آب باقیمانده طراحی گردد.

omoorepeyman.ir

نکات فنی

۱) دیوار جلویی، دیوار پشتی و دیوارهای کناری

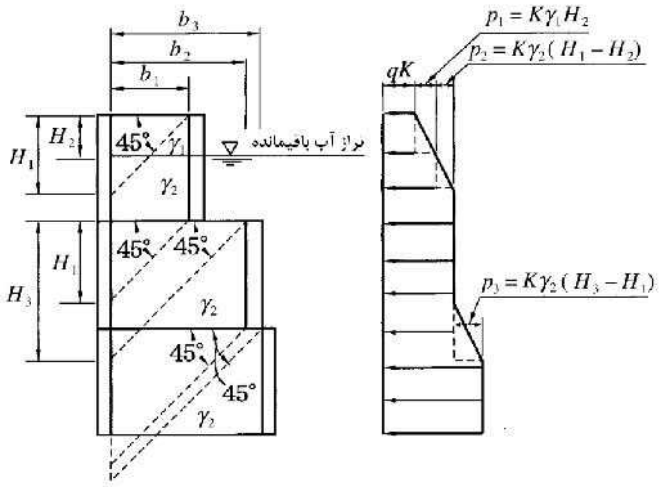
الف) فشار جانبی مصالح پرکننده

۱) ضریب فشار جانبی برابر ۰/۶ است که اگر مصالح پرکننده بلوک یا بتن تازه باشد، فشار جانبی مصالح پرکننده را نباید در نظر گرفت.

۲) فشار جانبی از تاج بلوک تا ارتفاع معادل عرض داخلی b_1 بلوک سلولی افزایش یافته و بعد از آن ثابت باقی خواهد ماند.

۳) فشار جانبی وارد بر بلوک‌های سلولی روی هم چیده شده پله‌ای طبق شکل (۴-۳۰) محاسبه می‌گردد. اگر عرض داخلی بلوک سلولی زیرین کمتر از عرض داخلی بلوک بالایی باشد (در حالتی که بلوک سلولی دارای دیواره‌های جداکننده باشد)، فشار جانبی بلوک بالایی را می‌توان به بلوک زیرین نیز تعمیم داد.

ب) فشار جانبی مصالح پرکننده بلوک سلولی باید مطابق فشار جانبی مصالح پرکننده صندوقه‌ها باشد (به بند (۱-۴-۵-۱) دیوارهای خارجی، مراجعه شود).



شکل ۴-۳۰- محاسبه فشار جانبی مصالح پرکننده

علائم شکل (۴-۳۰) به صورت زیر تعریف می‌گردند:

q: مقدار مشخصه سربار (kN/m^2)

γ_1: وزن مخصوص مصالح پرکننده بالای تراز آب باقیمانده (kN/m^3) (در حالت کلی $\gamma_1=18\ kN/m^3$)

γ_2: وزن مخصوص مصالح پرکننده زیر تراز آب باقیمانده (kN/m^3) (در حالت کلی $\gamma_2=10\ kN/m^3$)

K: ضریب فشار جانبی مصالح پرکننده، $K=0.6$

b_1: عرض داخلی محفظه بلوک (متر)، $b_1=H_1$

omoorepeyman.ir

پ) فشار آب باقیمانده

(۱) برای اسکله دیواری

فشار آب باقیمانده از اختلاف تراز بین تراز آب باقیمانده و LWL محاسبه می‌گردد.

(۲) برای موج‌شکن

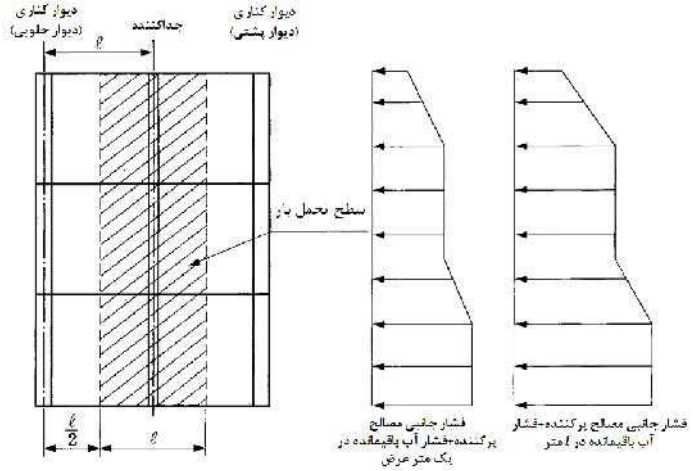
وقتی از بلوک‌ها به عنوان موج‌شکن یا سنگ‌چین استفاده می‌شود و قعر موج بر جلوی بلوک اثر می‌کند، افزایش اختلاف تراز آب باقیمانده باید مورد بررسی قرار گیرد. برای محاسبه فشار آب در این حالت می‌توان به بخش ۲، بند (۵-۲) نیروی موج وارد بر دیواره قائم، مراجعه نمود.

۲) دیوار جداکننده

مقادیر مشخصه بارها در برابر کنده شدن دیوارهای جداکننده و دیوارهای کناری باید مقادیر مشخصه فشار جانبی وارد بر بخش‌های هاشور خورده شکل (۴-۳۱) باشد.

۳-۳-۳- بارهای تبدیل شده برای محاسبات طراحی

بار وارد بر بلوک سلولی را می‌توان برای سادگی محاسبات به بارهایی با توزیع یکنواخت مطابق بند (۲-۳-۳) بارهای تبدیل شده برای محاسبات طراحی، تبدیل نمود.



شکل ۴-۳۱- بار برای ارزیابی جدا شدن دیوارهای کناری از دیوار جداکننده

۳-۴- طراحی اعضا

۳-۴-۱- بلوک سلولی مستطیلی

طراحی اعضای بلوک سلولی مستطیلی باید متناسب با انواع سازه‌ای اعضا انجام گیرد.

نکات فنی

۱) دیوارهای کناری

omoorepeyman.ir

الف) پوشش آرماتورهای اصلی نباید از مقادیر زیر کمتر باشد:

طرف بیرونی: ۷ سانتی‌متر

طرف داخلی: ۵ سانتی‌متر

ب) نیروی ایجاد شده در بلوک سلولی مستطیلی با فرض بلوک به صورت قاب جعبه‌ای صلب برای هر واحد ارتفاع، در برابر بار یکنواخت معادل تبدیل یافته از توزیع بار واقعی، حاصل می‌گردد.

پ) دهانه مورد استفاده برای محاسبه، فاصله بین مراکز دیوارهای متصل می‌باشد.

۲) دیوار جداکننده

الف) نیروهای وارد بر دیوار جداکننده مشابه نیروهای دیوارهای کناری محاسبه می‌گردد.

ب) وقتی در هنگام اجرا بین محفظه‌های مجاور اختلاف ارتفاع مصالح پرکننده وجود داشته باشد، باید دیوار جداکننده در برابر فشار جانبی ناشی از اختلاف ارتفاع طراحی گردد.

پ) دهانه مورد استفاده برای محاسبه، فاصله بین مراکز دیوارهای متصل می‌باشد.

ت) پوشش آرماتورهای اصلی نباید کمتر از ۵ سانتی‌متر باشد.

۳) پاشنه

الف) پاشنه را می‌توان نظیر دال طره متکی بر دیوارهای کناری در نظر گرفت.

ب) دهانه پاشنه، فاصله جلوی دیوار کناری تا نوک پاشنه می‌باشد.

پ) پوشش آرماتورهای اصلی نباید از ۷ سانتی‌متر کمتر باشد.

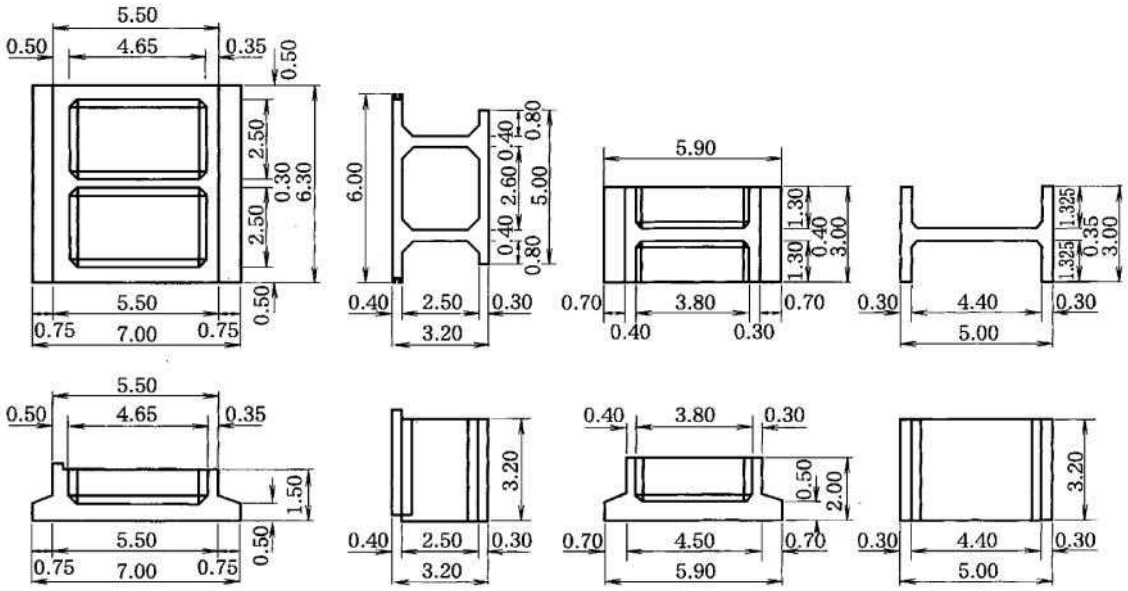
۳-۴-۲- انواع دیگر بلوک سلولی

اعضای انواع دیگر بلوک سلولی با توجه به شکل سازه‌ای آن‌ها طراحی می‌گردد.

تفسیر

نمونه‌هایی از انواع دیگر بلوک سلولی در شکل (۴-۳۲) مشاهده می‌گردد.

omoorepeyman.ir



نوع Iشکل نوع Iشکل با دال کف نوع مستطیلی دارای بال نوع صندوقه‌ای با دال کف

شکل ۴-۳۲- نمونه‌هایی از انواع دیگر بلوک سلولی (واحد: متر)

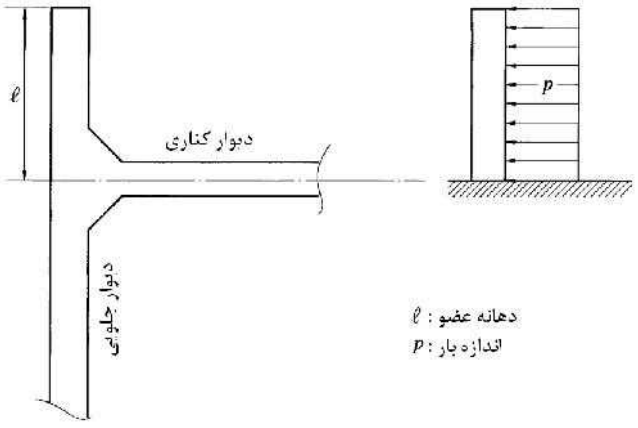
نکات فنی

۱) دیوار جلویی

الف) دیوار جلویی باید به عنوان دال متکی بر دیوارهای کناری طراحی گردد. وقتی دیوار جلویی از دو سمت قاب بیرون زده باشد، فرض می‌شود لنگر غیرمتقارن در تکیه‌گاه‌ها به دیوارهای کناری منتقل می‌شود.

ب) دهانه دیوار جلویی باید بین مراکز دیوارهای کناری متصل به آن در نظر گرفته شود.

پ) بار اعمال شده از پشت دیوار جلویی باید بر کل دهانه دیوار جلویی اعمال گردد (شکل (۴-۳۳)).



شکل ۴-۳۳- بار وارد بر قسمت طره دیوار جلویی

ت) پوشش آرماتورهای اصلی نباید از مقادیر زیر کمتر باشد:

طرف دریا: ۷ سانتی‌متر

طرف خشکی: ۵ سانتی‌متر

omoorepeyman.ir

۲) دیوار پشتی

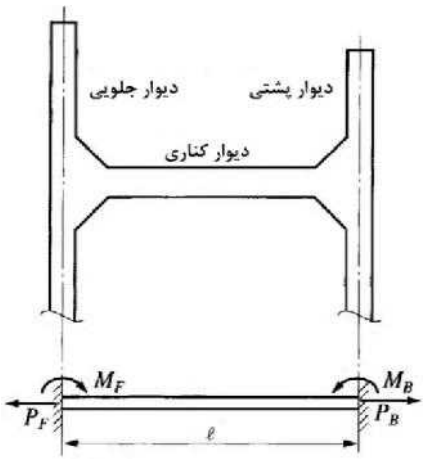
الف) هنگام عملیات اجرایی غالبا در ابتدا پرکردن سلول انجام می‌شود و شرایط طراحی دیوار پشتی شبیه دیوار جلویی می‌باشد. بنابراین می‌توان دیوار پشتی را مشابه دیوار جلویی طراحی نمود.

ب) بار دیوار پشتی، فشار جانبی مصالح پرکننده می‌باشد. اصولا فشار خاک محرک پشت دیوار در نظر گرفته نمی‌شود.

پ) پوشش آرماتورهای اصلی نباید کمتر از ۵ سانتی‌متر باشد. وقتی از بلوک سلولی برای موج‌شکن استفاده می‌گردد، دیوار در تماس مستقیم با آب دریا قرار دارد. بنابراین در این حالت پوشش آرماتورهای اصلی ترجیحا نباید کمتر از ۷ سانتی‌متر باشد.

۳) دیوارهای کناری

الف) اصولا دیوارهای کناری در برابر عکس‌العمل‌ها و لنگرهای انتقال‌یافته از دیوارهای جلویی و پشتی طراحی می‌شوند (شکل (۴-۳۴)).



شکل ۴-۳۴- نیروها و لنگرهای دیوار کناری بلوک سلولی

علائم شکل (۴-۳۴) به صورت زیر تعریف می‌گردند:

P_F: مقدار مشخصه عکس‌العمل دیوار جلویی (kN)

M_F: مقدار مشخصه لنگر انتقال‌یافته از دیوار جلویی ($kN.m$)

P_B: مقدار مشخصه عکس‌العمل دیوار پشتی (kN)

M_B: مقدار مشخصه لنگر انتقال‌یافته از دیوار پشتی ($kN.m$)

l: فاصله بین تکیه‌گاه‌ها (متر)

ب) دهانه دیوارهای کناری فاصله بین مراکز دیوارهای جلویی و پشتی می‌باشد.

پ) پوشش آرماتورهای اصلی نباید کمتر از ۵ سانتی‌متر باشد.

ت) اگر در هنگام عملیات اجرایی، احتمال وجود اختلاف ارتفاع در مصالح پرکننده وجود داشته باشد، باید مقاومت دیوارهای کناری در مقابل فشار جانبی ناشی از این اختلاف بررسی گردد.

omoorepeyman.ir

۴) دال کف

اگر بلوک سلولی دارای دال کف باشد، می‌توان آن را در برابر بارهای زیر طراحی نمود:

(۱) بارهای وارد بر کف نظیر وزن مصالح پرکننده و سربار

(۲) وزن مرده دال کف

(۳) عکس‌العمل کف

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

فصل ۴

صندوقه‌های قائم جاذب موج

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۴-۱- کلیات

الزامات این فصل برای طراحی صندوقه‌های قائم جاذب موج در دیوار ساحلی، موج‌شکن و سنگ‌چین کاربرد دارد. روش طراحی، روش طراحی حالت حدی می‌باشد.

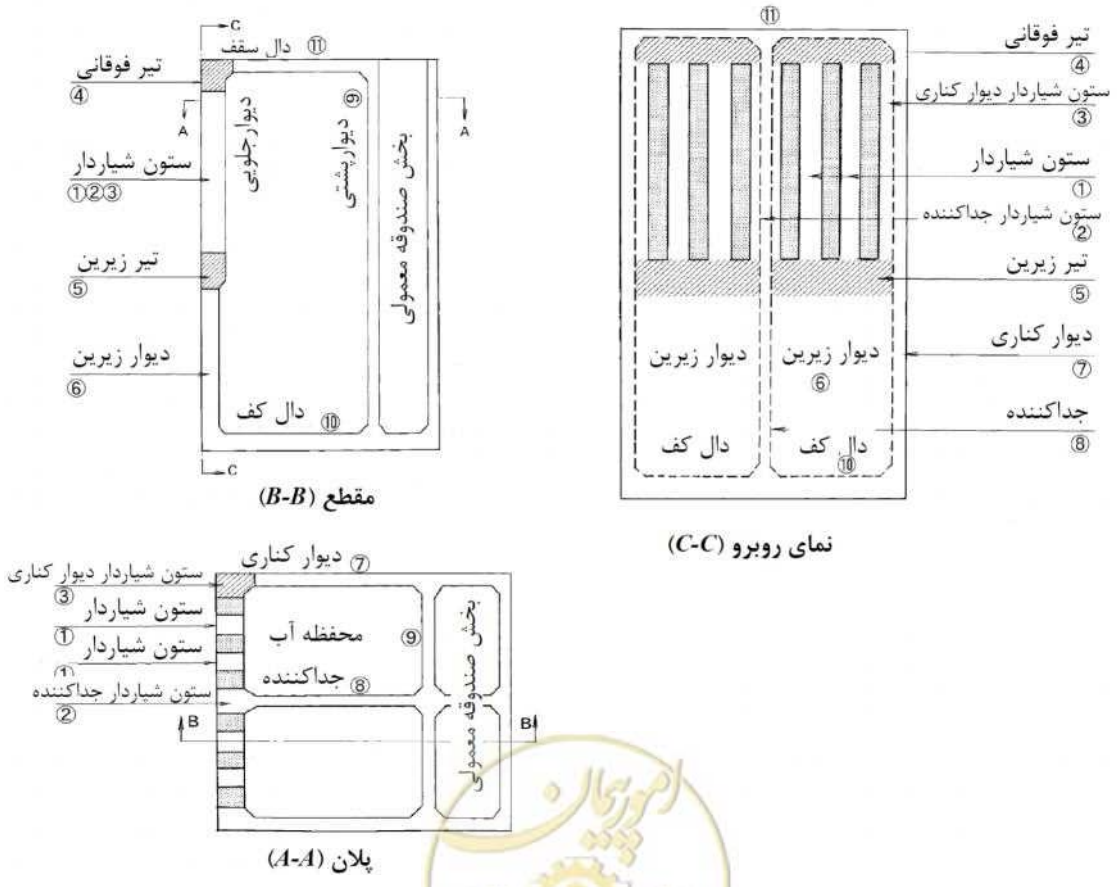
تفسیر

صندوقه قائم جاذب موج با داشتن شیارهایی در دیوار جلویی و محفظه‌های نگهدارنده آب با عملکرد اتلاف موج، برای اجرای اسکله و موج‌شکن استفاده می‌گردد. اشکال و انواع مختلف اجرای صندوقه‌های جاذب موج موجود است که می‌توان آن‌ها را به دو نوع نفوذپذیر و نفوذناپذیر تقسیم نمود. در میان شیارها، شیار قائم بیشتر استفاده می‌گردد. همچنین شیار افقی و نوع دیوار سوراخدار نیز وجود دارد. روشی عمومی برای طراحی این صندوقه‌های قائم جاذب موج تدوین نشده است. در طراحی اعضای سازه‌ای، مشخصات سازه‌های مختلف باید کاملا مطالعه شود، آزمایش‌های مدل هیدرولیکی در شرایط مناسب انجام گرفته و سپس طراحی مناسب صورت پذیرد.

نکات فنی

۱) صندوقه های قائم جاذب موج را می‌توان طبق مراحل بند (۱-۱) کلیات، شماره (۱) از نکات فنی طراحی کرد.

۲) نام اعضای نسبتا متعارف صندوقه شیاردار در شکل (۴-۳۵) مشاهده می‌گردد.



شکل ۴-۳۵- اسامی اعضای صندوقه با شیار قائم

omoorepeyman.ir

۴-۲- نیروهای خارجی وارد بر اعضا

نیروهای خارجی زیر بر اعضای صندوقه‌های جاذب موج برای هر حالت حدی در حد ضرورت مد نظر قرار می‌گیرد.

۱) فشار خاک

۲) فشار جانبی مصالح پرکننده

۳) فشار آب باقیمانده

۴) نیروی موج

۵) فشار بالابرنده

۶) نیروی برخورد ناشی از اجسام شناور

۷) وزن صندوقه و مصالح پرکننده

۸) وزن عرشه

۹) سربار

۱۰) عکس‌العمل ضربه‌گیر

۱۱) عکس‌العمل کف

۱۲) بارهای حین اجرا

از بین این نیروها، اثرات زلزله را می‌توان هنگام محاسبه فشار جانبی مصالح پرکننده، نیروی موج، فشار بالابرنده، عکس‌العمل ضربه‌گیر و نیروهای خارجی حین اجرا نادیده گرفت.

تفسیر

نیروی موج وارد بر اعضای صندوقه شیاردار بسته به سازه محفظه آب و وجود دال سقف محفظه، بسیار متغیر می‌باشد. بنابراین قبل از طراحی پیشنهاد می‌گردد علاوه بر مراجعه به موارد اجرا شده قبلی، آزمایش‌های مناسب مدل هیدرولیکی با توجه به شرایط خاص اجرا شود.

نکات فنی

۱) ترکیبات بار و ضرایب بار شبیه بند (۱-۴-۱) ترکیب بارها و ضرایب بار، می باشد.

۲) برای بارهای خارجی وارد بر اعضای سازه‌ای می‌توان به بخش ۲، بند (۵-۲-۸) نیروی موج وارد بر صندوقه قائم جاذب موج، مراجعه نمود.

۳) اگر بالای محفظه آب کاملا توسط دال سقف آب‌بندی شده باشد، ممکن است در لحظه‌ای که جبهه موج شیارها یا سوراخ‌ها را می‌پوشاند، در اثر تراکم هوای حبس شده در بالا، فشار ضربه‌ای ایجاد گردد.

۴) با پیش‌بینی سوراخ‌های تهویه با نسبت بازشدگی مناسب در سقف دال می‌توان فشار ضربه‌ای ناشی از تراکم هوا را کاهش داد. نسبت بازشدگی این سوراخ‌ها باید با دقت طراحی گردد. اگر این نسبت زیاد باشد، سطح موج مستقیما به دال سقف برخورد کرده و می‌تواند ضربه فشاری بالابرنده بیشتری نسبت به حالت نبود این سوراخ‌های تهویه ایجادکند.

omoorepeyman.ir

۵) نمونه‌ای از تغییرات شدت فشار بالابرنده p_{e1} هنگامی که نسبت بازشدگی سوراخ‌های تهویه ε_1 تغییر می‌کند، در مدلی آزمایشگاهی، در شکل (۴-۳۶) مشاهده می‌گردد. معمولا می‌توان با تعبیه سوراخ‌های تهویه با نسبت بازشدگی حدود ۰/۵ تا ۱/۰ درصد، فشار هوای وارد بر دال سقف را ۳۰ تا ۵۰ درصد نسبت به دال بدون سوراخ کاهش داد.

۶) نیروهای خارجی برای طراحی اعضای محفظه آب صندوقه جاذب انرژی در جدول (۴-۹) مشاهده می‌شود.

جدول ۴-۹- نیروهای خارجی برای طراحی اعضای محفظه آب صندوقه جاذب انرژی

عضو		شماره‌عضو	بار طراحی
ستون شیاردار	دیوار جلویی	۱	فشار آب هنگام شناوری فشار موج (موازی/عمود بر محور مرکزی) نیروی ضربه‌ای اجسام شناور نیروی محوری منتقل شده از تیر بالایی
ستون شیاردار جداکننده		۲	فشار موج (شامل نیروی موج منتقل شده از دیوار جداکننده)
ستون شیاردار دیوار کناری		۳	فشار آب هنگام شناوری (شامل نیروی موج منتقل شده از دیوارهای کناری) فشار موج (شامل نیروی موج منتقل شده از دیوارهای کناری)
تیر فوقانی		۴	بارهای قائم از بالا یا زیر فشار آب هنگام شناوری (عکس‌العمل منتقل شده از شیار قائم) فشار موج (نیروی موج وارد بر خود تیر و عکس‌العمل شیار قائم)
تیر زیرین		۵	فشار آب هنگام شناوری (عکس‌العمل از ستون شیاردار و دیوار زیرین، بار وارد بر خود تیر) فشار موج (عکس‌العمل از ستون شیاردار و دیوار زیرین، بار وارد بر خود تیر)
دیوار زیرین		۶	فشار آب هنگام شناوری فشار موج
دیوار کناری		۷	فشار آب هنگام شناوری فشار موج
جداکننده		۸	فشار موج طراحی وارد بر دو طرف بطور جداگانه، در جهت موازی محور مرکزی عکس‌العمل ضربه‌گیر
دیوار پشتی		۹	فشار موج فشار خاک، فشار آب باقیمانده
دال کف		۱۰	عکس‌العمل کف، وزن دال‌کف، اختلاف تراز آب و فشار آب هنگام شناوری در حالات مختلف بارگذاری
دال سقف		۱۱	فشار موج (رو به بالا، رو به پایین) سربار وزن مرده

توجه: شماره عضو همان شماره در شکل (۴-۳۵) می‌باشد.

۴-۳- طراحی اعضا

نکات فنی

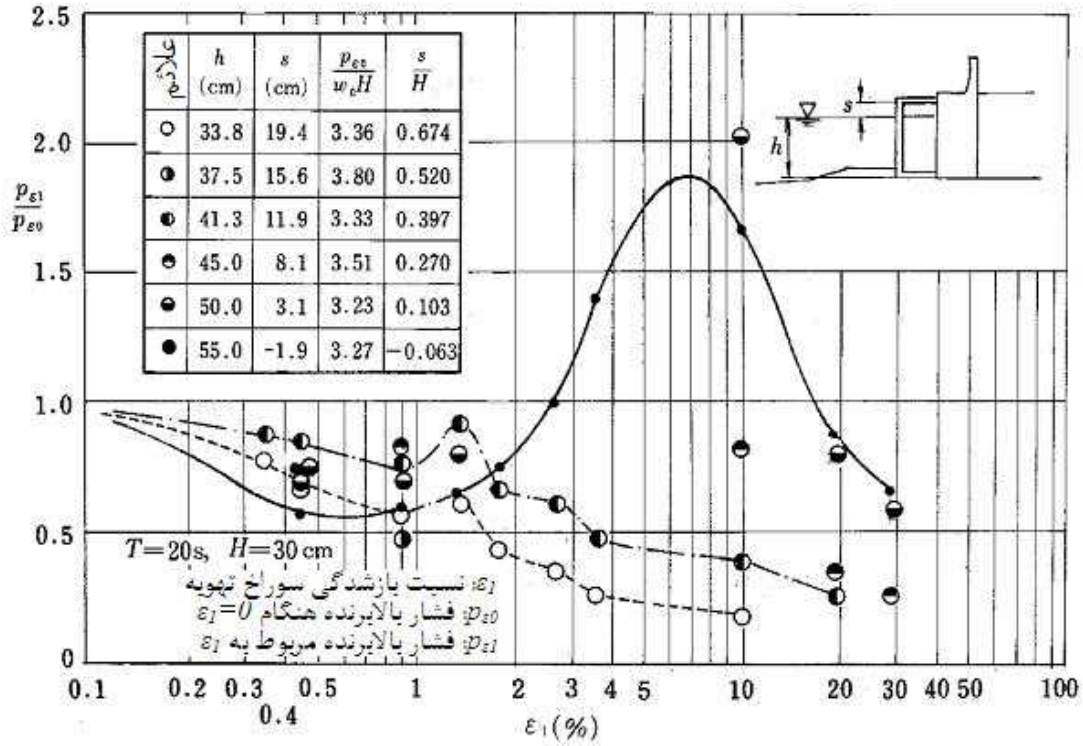
۱) دهانه محاسباتی فاصله بین مراکز اعضای تکیه‌گاهی می‌باشد.

۲) پوشش آرماتورهای اصلی نباید کمتر از مقادیر زیر باشد:

قسمت‌های در معرض شسته شدن توسط آب دریا: ۷ سانتی‌متر

omoorepeyman.ir

سایر قسمت‌ها: ۵ سانتی‌متر



علائم	h (cm)	s (cm)	$\frac{p_{\varepsilon 1}}{w_c H}$	$\frac{s}{H}$
○	33.8	19.4	3.36	0.674
◑	37.5	15.6	3.80	0.520
◐	41.3	11.9	3.33	0.397
◓	45.0	8.1	3.51	0.270
◒	50.0	3.1	3.23	0.103
●	55.0	-1.9	3.27	−0.063

شکل ۴-۳۶- نتایج آزمایشگاهی تغییرات فشار بالابرنده ناشی از نسبت بازشدگی سوراخ‌های تهویه

omoorepeyman.ir

فصل ۵

صندوقه‌های مرکب

omoorepeyman.ir

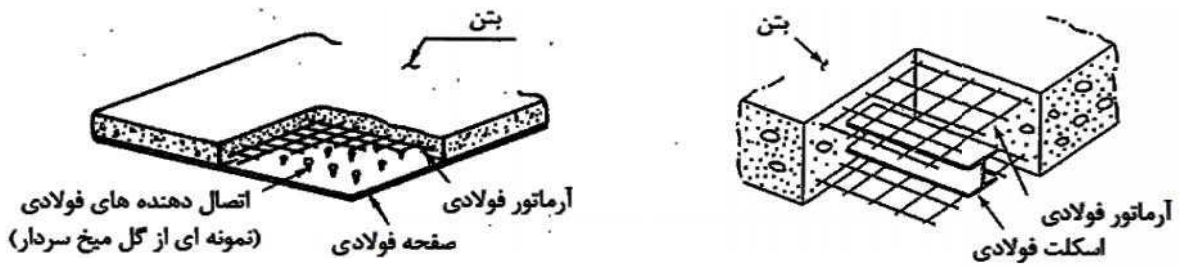
omoorepeyman.ir

۵-۱- کلیات

الزامات این فصل برای طراحی صندوقه مرکب که سازه‌ای مرکب از صفحات فولادی و بتن است، کاربرد دارد. روش طراحی، روش طراحی حالت حدی می‌باشد.

تفسیر

در این فصل، صندوقه‌هایی با نوع سازه‌ای مرکب از صفحات فولادی و بتن به عنوان صندوقه مرکب تعریف شده است. با ترکیب مصالح مختلف در سازه‌های مرکب، می‌توان به ویژگی مقاومت سازه‌ای بسیار زیادی دست یافت که رسیدن به آن مقاومت با استفاده از مصالح به صورت تکی، غیر ممکن می‌باشد. در سازه‌های مرکب، مقاطع اعضا متشکل از ترکیبی از مصالح مختلف برای رسیدن به کاربرد سازه هستند. صندوقه‌های مرکب، همانند صندوقه‌های بتنی مسلح فولادی مرسوم، در موج‌شکن، اسکله و سنگ‌چین ساحلی به کار برده می‌شود. دو نوع اعضای سازه‌ای صندوقه‌های مرکب که در سازه‌های بنادر مرسوم هستند، در شکل (۴-۳۷) مشاهده می‌گردد. نوع اول سازه با عضو مرکب با صفحات فولادی تنها در یک طرف بوده و نوع دیگر سازه SRC با فولاد مدفون H شکل داخل آن می‌باشد. در این فصل عبارت صندوقه مرکب، عبارتی کلی برای صندوقه‌هایی است که این دو نوع سازه‌ای را دارا می‌باشند.



شکل ۴-۳۷- اعضای سازه مرکب

نکات فنی

۱) برای طراحی صندوقه‌های مرکب می‌توان به مراجع معتبر مربوط مراجعه نمود.

۲) نمونه‌ای از سازه صندوقه مرکب در شکل (۴-۳۸) مشاهده می‌گردد.

۵-۲- تعیین ابعاد

ابعاد صندوقه‌های مرکب طبق بند (۱-۲) تعیین ابعاد، تعیین می‌گردد.

۵-۳- نیروهای خارجی طراحی

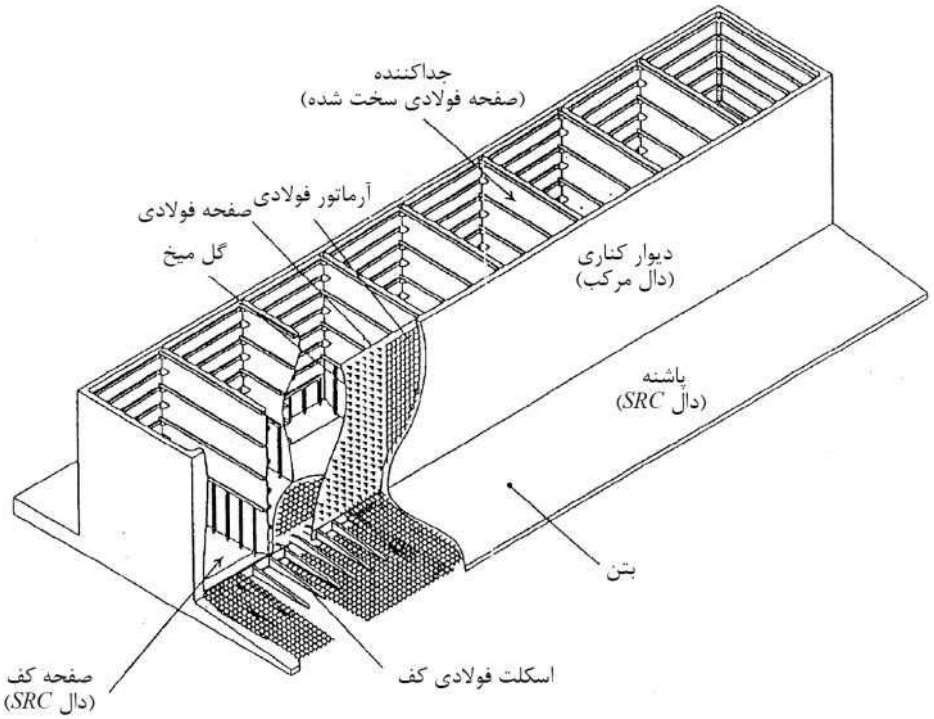
نیروهای خارجی طراحی شبیه بند (۱-۴) نیروهای خارجی طراحی، می‌باشد.

omoorepeyman.ir

۵-۴- طراحی اعضا

۵-۴-۱- نیروی مقطع

نیروی مقطع مورد بررسی در طراحی اعضا شبیه بند (۱-۵) طراحی اعضا، می‌باشد.



شکل ۴-۳۸- نمونه‌ای از سازه صندوقه مرکب

۵-۴-۲- طراحی دال‌های مرکب

دال‌های مرکب باید با توجه به موارد زیر طراحی گردد:

۱) لنگر خمشی

۲) نیروی برشی

۳) پیوستگی فولاد و بتن

<u>نکات فنی</u>

۱) لنگر خمشی

برای لنگر خمشی، تنش مقطع دال‌های مرکب را می‌توان شبیه عضو بتنی مسلح با تبدیل صفحات فولادی به آرماتورهای معادل محاسبه نمود.

۲) نیروی برشی

نیروی برشی دال‌های مرکب را می‌توان شبیه دال‌های بتنی مسلح تحلیل نمود.

omoorepeyman.ir

۳) پیوستگی فولاد و بتن

اتصالات برشی، اعضای سازه‌ای مهمی برای پیوستگی مصالح سازه مرکب به حساب می‌روند. در دال‌های مرکب، گل‌میخ‌های سردار و فولاد شکل‌دار متداول‌ترین اتصالات برشی هستند. تعداد لازم و چینش اتصالات برشی باید با توجه به جلوگیری از جداشدگی صفحه فلزی از بتن (به‌ویژه هنگامی که تنش فشاری فعال است) و تضمین انتقال نیروی برشی افقی در محل اتصال بین صفحه فولادی و بتن طراحی گردد.

۵-۴-۳- طراحی اعضای SRC

اعضای فولادی و بتن مسلح (SRC) باید در برابر لنگر خمشی و نیروی برشی با توجه کامل به مشخصات سازه‌ای ناشی از تفاوت‌های نوع سازه‌ای اسکلت فولادی طراحی گردد.

نکات فنی

۱) اعضای SRC را می‌توان با توجه به نوع سازه‌ای قاب‌های فولادی به دسته‌های زیر تقسیم کرد:

الف) نوع جان‌پر

ب) نوع جان خرپایی

۲) برای لنگر خمشی، تنش مقطع را می‌توان همانند عضو بتنی مسلح با تبدیل قاب‌های فولادی به آرماتورهای معادل، محاسبه نمود. هنگامی که در نوع جان‌پر، اتصال انتهای قاب فولادی با بتن ناکافی است، باید آن را به عنوان ترکیب عضو قاب فولادی مستقل و عضو بتنی مسلح محاسبه نمود.

۳) برای نیروی برشی، اگر جان عضو از نوع خرپایی باشد، تنش برشی را می‌توان نظیر بتن مسلح با تبدیل قاب‌های فولادی به آرماتورهای معادل، محاسبه نمود. اگر جان عضو پر باشد، خود قاب‌های فولادی می‌توانند در برابر نیروی برشی مقاومت کرده و به موقع در طراحی در نظر گرفته شوند.

۵-۴-۴- طراحی جداکننده‌ها

جداکننده‌های صندوقه‌های مرکب باید برای ایمنی کافی در برابر نیروهای خارجی وارد بر آن‌ها و کاربرد به عنوان اعضای تکیه‌گاهی برای دیوارهای کناری و صفحات کف ستون، طراحی شوند.

۵-۴-۵- طراحی گوشه‌ها و اتصالات

گوشه‌ها و اتصالات باید برای انتقال روان و کامل نیروهای مقطع و همچنین ساخت و اجرای آسان طراحی گردند.

نکات فنی

برای تضمین مقاومت کافی گوشه‌ها و اتصالات، مصالح فولادی قسمت کششی باید به قسمت فشاری، کاملا محکم متصل گردد. همچنین مطلوب است مصالح فولادی مسلح برشی (ماهیچه) در برابر تنش کششی بتن داخل اتصالات تامین گردد.

omoorepeyman.ir

۵-۴-۶- ایمنی در برابر شکست ناشی از خستگی

صندوقه‌های مرکب باید در برابر شکست ناشی از خستگی به طور مناسبی ایمن باشند.

نکات فنی

در صندوقه‌های مرکب از اتصالات جوشی فراوانی برای اتصال صفحات فولادی و نصب اتصالات برشی و فولاد مقاوم در برش استفاده می‌شود. بنابراین هرجا که اعضا به طور مرتب در معرض بارهای تکرار شونده قرار داشته باشند، باید مقاومت در برابر خستگی در قسمت‌های جوش شده مورد بازرسی قرار گیرد.

برای سنگ‌چین ساحلی و دیوار ساحلی، اثر چنین بار تکرار شونده‌ای، کوچک است. به هر حال، هنگام طراحی موج‌شکن، باید ایمنی صندوقه مرکب در برابر مقاومت خستگی بررسی گردد.

۵-۵- کنترل خوردگی

کنترل خوردگی در صندوقه‌های مرکب باید با توجه به سازه و شرایط طراحی و اجرای آن‌ها انجام گردد.

نکات فنی

مصالح فولادی مورد استفاده در سمت خارجی صندوقه مرکب معمولا با بتن یا کرباس آسفالتی پوشانده می‌شود. سمت داخلی از فضای خارجی به وسیله درپوش‌های بتنی جدا شده و در حالت سکون در تماس با ماسه پرکننده و آب دریای باقیمانده می‌باشد. بنابراین هنگام طراحی صندوقه‌های مرکب، باید به‌طور کلی از تماس مستقیم بین صفحات فولادی اعضا و محیط دریا جلوگیری شود. برای کنترل خوردگی، معمولا صفحه فولادی در سمت داخلی و بتن سمت خارجی قرار می‌گیرد تا از تماس مستقیم صفحه فولادی با آب دریا جلوگیری شود. اگر صفحات فولادی در تماس مستقیم با آب دریا باشد، باید کنترل خوردگی نظیر روش‌های پوششی در مناطق پاشش یا جزرومدی و روش‌های حفاظت کاتدی در آب دریا استفاده گردد.

omoorepeyman.ir

مراجع

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

1-Shigeo TAKAHASHI, Ken-ichirou SHIMOSAKO, Hitoshi SASAKI: “Experimental study on wave forces acting on perforated wall caisson breakwaters”, Rept of PHRI, Vol. 30, No. 4, 1991 (in Japanese).
2-Sigeo TAKAHASHI, Katsutoshi TANIMOTO: “Uplift forces on a ceiling slab of wave dissipating caisson with a permeable front wall - Field data analysis -”, Rept of PHRI, Vol. 23, No. 2, 1984 (in Japanese).
3-Katsutoshi TANIMOTO, Shigeo TAKAHASHI, Tsutomu MURANAGA: “Uplift forces on a ceiling slab of wave dissipating caisson with a permeable front wall - Analytical model for compression of an enclosed air layer -”, Rept of PHRI, Vol.19.,No. 1, 1980, pp. 3-31 (in Japanese).
4-Coastal Development Institute of Technology (CDIT): “Design Manual for Hybrid Caissons”, 1999, ISBN-4-900302-44 (in Japanese).
5-Hiroshi YOKOTA: “Study on mechanical properties of steel-concrete composite structures and their applicability to marine structures”, Tech. Note of PHRI, No.750, 1993 (in Japanese).
6-“Technical Standards for Port and Harbour Facilities in Japan” , Port and Harbour Research Institude , Ministry of Transport, Tokyo, Japan,1999.

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

Abstract

This volume, which is the 4th part of the Coastal Structures Design Manual, shall be applied to design of precast concrete units used on port and harbor facilities, reviewed in five chapters.

The first chapter, Caissons, mentions determination of dimensions, floating stability, design external forces, combination of loads factors, external forces during fabrication, external forces during launching and floating, external forces during installation, external forces after construction, then reviews design of hooks for suspension by crane. The second chapter, L-Shaped Blocks, Introduces determination of dimensions, loads acting on members, earth pressure, converted loads for design calculation then discusses design of members. The third chapter, Cellular blocks, reviews shape of cellular blocks, determination of dimensions, loads acting on cellular blocks, earth pressure of filling and residual water pressure and converted loads for design calculation then mentions design of members, rectangular cellular blocks and other types of cellular blocks. The fourth chapter, Upright Wave-Absorbing Caissons, includes external forces acting on members and design of members. Finally, the fifth chapter, Hybrid Caissons, discusses determinations of dimensions, design external forces, design of composite slabs, design of SRC members, design of partitions, design of corners and joints, safety against fatigue failure and corrosion control.

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

Islamic Republic of Iran
Vice presidency for Strategic Planning and Supervision

Coastal Structures Design Manual

Part 4: Precast Concrete Units

No. 633

Vice presidency for Strategic Planning and Supervision
Office of Deputy for Strategic Supervision
Department of Technical Affairs
Nezamfanni.ir

Ministry of Road and Urban Development
Port and Maritime Organization
Deputy of Development and Equipping of Ports
Department of Coasts and Ports Engineering
http://coastseng.pmo.ir

2013

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

این نشریه

با عنوان دستورالعمل طراحی سازه‌های ساحلی [قطعات بتنی پیش‌ساخته] شامل پنج فصل است.

صندوقه‌ها، بلوک‌های L شکل، بلوک‌های سلولی، صندوقه‌های قائم جاذب موج، و صندوقه‌های مرکب، فصل‌های مختلف نشریه را تشکیل می‌دهند.

دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور، پیمانکاران و عوامل دیگر لازم است از این نشریه به عنوان دستورالعمل در طراحی سازه‌های ساحلی استفاده نمایند.

omoorepeyman.ir