

جمهوری اسلامی ایران
سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

آیین‌نامه طراحی بنادر و سازه‌های دریایی ایران

نشریه شماره ۶-۳۰۰
(سازه و تجهیزات پهلوگیری)

وزارت راه و ترابری
معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری
پژوهشکده حمل و نقل
www.rahiran.ir

معاونت امور فنی
دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش
خطرپذیری ناشی از زلزله
<http://tec.mporg.ir>

۱۳۸۵

صلى الله عليه وسلم





ریاست جمهوری

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

رئیس سازمان

بسمه تعالی

شماره: ۱۰۰/۲۰۰۶۷	به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران
تاریخ: ۱۳۸۵/۲/۱۱	

موضوع: آیین‌نامه طراحی بنادر و سازه‌های دریایی ایران (سازه و تجهیزات پهلوگیری)

به استناد آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی، موضوع ماده (۲۳) قانون برنامه و بودجه و در چهارچوب نظام فنی و اجرایی طرح‌های عمرانی کشور مصوبه شماره ۲۴۵۲۵/ت/۱۴۸۹۸ هـ مورخ ۱۳۷۵/۴/۴ هیأت محترم وزیران به پیوست، نشریه شماره ۳۰۰-۶ دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله این سازمان، با عنوان «آیین‌نامه طراحی بنادر و سازه‌های دریایی ایران (سازه و تجهیزات پهلوگیری)» 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 راهنماهای بهتری در اختیار داشته باشند، رعایت مفاد این نشریه الزامی نیست. عوامل یاد شده باید نسخه‌ای از دستورالعمل‌ها، روش‌ها و یا راهنماهای جایگزین را برای دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله، ارسال دارند.

فرهاد رهبر

معاون رئیس جمهور و رئیس سازمان

:

دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور با استفاده از نظر کارشناسان برجسته، مبادرت به تهیه این دستورالعمل نموده و آن را برای استفاده به جامعه مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلط‌های مفهومی، فنی، ابهام، ابهام و اشکالات موضوعی نیست.

از این رو، **از شما خواننده گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و**

اشکال فنی، مراتب را به صورت زیر گزارش فرمایید:

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

پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه: تهران، خیابان شیخ بهایی، بالاتر از ملاصدرا، کوچه لادن، شماره ۲۴

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی

E-mail: tsb.dta@mporg.ir

از زلزله

Web: <http://tec.mporg.ir>

صندوق پستی ۴۵۴۸۱-۱۹۹۱۷

بسمه تعالی

پیشگفتار

استفاده از ضوابط و معیارها در مراحل تهیه (مطالعات امکان‌سنجی)، مطالعه، طراحی و اجرای طرح‌های تملک‌داری سرمایه‌ای به لحاظ توجیه فنی و اقتصادی طرحها و ارتقای کیفیت طراحی و اجرا (عمر مفید) از اهمیت ویژه برخوردار است. از این‌رو نظام فنی و اجرایی طرح‌های عمرانی کشور (مصوبه شماره ۲۴۵۲۵/ت/۱۴۸۹۸ هـ مورخ ۱۳۷۵/۴/۴ هیأت وزیران) به‌کارگیری معیارها، استانداردها و ضوابط فنی در مراحل تهیه و اجرای طرح را مورد تأکید قرار داده است.

بنابر مفاد ماده (۲۳) قانون برنامه و بودجه، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور موظف به تهیه و ابلاغ ضوابط، مشخصات فنی، آیین‌نامه‌ها و معیارهای مورد نیاز طرح‌های عمرانی است، لیکن با توجه به تنوع و گستردگی طرح‌های عمرانی، طی سالهای اخیر سعی شده است در تهیه و تدوین این‌گونه مدارک علمی از مراکز تحقیقاتی دستگاه‌های اجرایی ذی‌ربط نیز استفاده شود. در این راستا مقرر شده است پژوهشکده حمل و نقل در معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری وزارت راه و ترابری در تدوین ضوابط و معیارهای فنی بخش راه و ترابری، ضمن هماهنگی با دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، عهده‌دار این مهم باشد.

در سال ۱۳۸۲، تفاهم‌نامه‌ای با هدف همکاری و هماهنگی معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری وزارت راه و ترابری و معاونت امور فنی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور (دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله) در زمینه تهیه ضوابط و معیارهای فنی بخش راه و ترابری، مبادله و به منظور هدایت، راهبری و برنامه‌ریزی منسجم و اصولی امور مرتبط، کمیته راهبردی متشکل از نمایندگان دو مجموعه تشکیل گردید. این کمیته با تشکیل جلسات منظم نسبت به هدایت و راهبری پروژه‌های جدید و جاری، در مراحل مختلف تعریف و تصویب پروژه‌ها، انجام، نظارت و آماده‌سازی نهایی

و ابلاغ آنها، اقدامهای لازم را انجام داده است. یکی از پروژه‌های حاصل از این فرایند نشریه حاضر می‌باشد.

ایران در مرزهای شمالی و جنوبی خود حدود ۳۰۰۰ کیلومتر ساحل داشته و در سالهای اخیر سرمایه‌گذاری فراوانی در احداث بنادر، تأسیسات و سازه‌های دریایی در دستور کار دولت قرار دارد. سیاستهای کلان بخش حمل‌ونقل نیز بیانگر توجه ویژه به توسعه حمل‌ونقل دریایی می‌باشد.

در سال ۱۳۷۶ سازمان بنادر و کشتیرانی مجموعه‌ای تحت عنوان آیین‌نامه سازه‌های دریایی ایران تهیه و تدوین نمود. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور و مرکز تحقیقات و آموزش وزارت راه و ترابری از سال ۱۳۷۷ ضمن تشکیل کمیته تدوین نهایی آیین‌نامه طراحی بنادر و سازه‌های دریایی ایران، با عضویت نمایندگان سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، سازمان بنادر و کشتیرانی، معاونت ساخت و توسعه بنادر و فرودگاهها و مرکز تحقیقات و آموزش وزارت راه و ترابری، خط مشی و محورهای اصلی آیین‌نامه را ترسیم و پیگیری نمود. تنوع موضوعات مورد نظر در این بخش سبب شد تا تهیه آیین‌نامه مذکور در یازده بخش مجزا تقسیم‌بندی و توسط گروههای کاری جداگانه تدوین آن صورت پذیرد. این یازده بخش عبارتند از:

۱- ملاحظات محیطی و بارگذاری

۲- مصالح

۳- مکانیک خاک و پی

۴- اصول و مبانی مطالعات و طراحی بنادر

۵- موج‌شکنها و سازه‌های حفاظتی

۶- سازه و تجهیزات پهلوگیری

۷- آبراهه و حوضچه

۸- تسهیلات و تجهیزات بهره‌برداری و پشتیبانی بنادر

۹- سکوه‌های دریایی

۱۰- ملاحظات زیست‌محیطی بنادر ایران

۱۱- سازه و تجهیزات تعمیر شناور

مقدمه بخش ششم (سازه و تجهیزات پهلوگیری)

برای انجام هرگونه عملیاتی که لازم باشد تا شناورها به ساحل نزدیک شوند، نیاز به سازه‌ها و تجهیزاتی است تا پهلوگیری و انجام عملیات مختلف به شکلی ایمن صورت پذیرد. شناورها بعضاً به دلیل ابعاد حجیم و وزن قابل توجه خود و بارهایی که حمل می‌کنند بایستی قادر باشند تا به هنگام پهلوگیری و تخلیه و بارگیری و سایر امور، دارای شرایط خاصی از لحاظ ایمنی، پایداری و دسترسی باشند. طراحی دقیق و صحیح سازه و تجهیزات پهلوگیری، از مهم‌ترین عوامل در برقراری این ایمنی و رسیدن به شرایط قابل قبول بهره‌برداری می‌باشد.

این بخش از آیین‌نامه شامل دستورالعملها و توصیه‌هایی درباره طراحی اسکله، دولفین ضربه‌گیر، مهاربند و سپری به عنوان مهم‌ترین سازه‌های پهلوگیری می‌باشد. در پایان نیز به مطالبی در مورد شیب‌راهه و پیاده‌روها اشاره شده است.

در پایان از تلاش و جدیت پژوهشکده حمل و نقل وزارت راه و ترابری و سازمانها، مؤسسات و ادارات ذی‌ربط به ویژه سازمان بنادر و کشتیرانی و کارشناسان مشروح زیر که در تهیه و تدوین این مجموعه همکاری داشته و زحمات فراوانی کشیده‌اند، تشکر و قدردانی می‌نماید.

اعضای کمیته اجرایی بررسی نهایی و تکمیل آیین‌نامه

مهندس کامبیز احمدی	مهندس میرمحمد ظفیری
مهندس مرتضی بنی جمالی	دکتر رضا غیائی
مهندس بهناز پورسید	مهندس مهران غلامی
مهندس علیرضا توتونچی	دکتر مرتضی قارونی
دکتر محرم دولتشاهی	مهندس افشین کلانتری
دکتر حمید رحیمی‌پور	مهندس حسین مثقالی
مهندس محمد سعید سجادی‌پور	مهندس عبدالرضا محبی
دکتر محمود صفارزاده	مهندس خسرو مشتريخواه

اعضای کمیته راهبردی

دکتر کیومرث عماد
مهندس مهران غلامی
مهندس طاهر فتح الهی

مهندس حمیدرضا بهرامیان
مهندس بهناز پورسید
دکتر محمود صفارزاده
مهندس میرمحمود ظفری

مجری: شرکت جهاد تحقیقات خاک و آبخیزداری

مهندس حسین عمید
دکتر علی کرمی خانیکی
مهندس مهدی گلشنی
مهندس حسین مروتی
دکتر سعید مظاهری
دکتر حسین وفایی

بخش ششم (سازه و تجهیزات پهلوگیری)

مهندس دارابی نیا
دکتر محمد دقیق
دکتر محرم دولتشاهی
مهندس زرگران
دکتر صدرالسادات
مهندس صانعی
مهندس علیخانی
ناظر: دکتر حمید رحیمی پور

مهدی تفضلی
معاون امور فنی
۱۳۸۵

فهرست تفصیلی مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل اول - کلیات
۲	۱-۱ تعاریف
۲	۱-۱-۱ جزر و مد یا کشند.....
۴	۲-۱-۱ ظرفیت کشتی.....
۵	۳-۱-۱ امواج.....
۶	۴-۱-۱ پهلوگیری.....
۸	۲-۱ نمادها
۸	۱-۲-۱ پهلوگیرها.....
۱۰	۲-۲-۱ ضربه گیرها.....
۱۳	فصل دوم - طراحی سازه‌های پهلوگیری
۱۵	۱-۲ کلیات
۱۵	۱-۱-۲ طراحی.....
۱۵	۲-۱-۲ لایروبی و خاکریزی.....
۱۵	۳-۱-۲ عملکرد سازه.....
۱۶	۴-۱-۲ دسترسی و ایمنی.....
۱۶	۵-۱-۲ جهت پهلوگیر.....
۱۷	۶-۱-۲ هندسه اسکله.....
۲۲	۲-۲ ملاحظات عمومی محل
۲۲	۱-۲-۲ نشست.....
۲۲	۲-۲-۲ مصالح پرکننده.....
۲۲	۳-۲-۲ زهکشی و فیلتر.....
۲۳	۴-۲-۲ فشارهای وارده از طرف امواج بر دیوارها.....
۲۴	۵-۲-۲ محافظت در مقابل آبخستگی.....
۲۵	۶-۲-۲ زلزله.....
۲۵	۷-۲-۲ زهکشی آبهای سطحی و روسازی.....

۲۶	۸-۲-۲ بار یخ
۲۶	۳-۲ انتخاب سازه
۲۶	۱-۳-۲ کلیات
۲۶	۲-۳-۲ انواع سازه
۲۷	۳-۳-۲ شرایط کف دریا
۲۸	۴-۳-۲ مصالح ساختمانی محلی
۲۸	۵-۳-۲ روش اجرا
۲۸	۶-۳-۲ مشکلات اجرا
۲۹	۴-۲ دوام و بقا
۲۹	۱-۴-۲ کلیات
۲۹	۲-۴-۲ عمر طراحی
۳۰	۳-۴-۲ مصالح
۳۰	۴-۴-۲ کنترل خوردگی و ترک
۳۱	۵-۴-۲ نگهداری
۳۲	۵-۲ تأسیسات و تجهیزات
۳۲	۱-۵-۲ ملاحظات سازه‌ای
۳۳	۲-۵-۲ تأسیسات
۳۵	۳-۵-۲ تجهیزات
۳۷	فصل سوم - ملاحظات عمومی طراحی و بارگذاری اسکله‌ها
۳۹	۱-۳ روشهای طراحی
۳۹	۲-۳ بارها
۳۹	۱-۲-۳ کلیات
۴۰	۲-۲-۳ انواع بارها
۴۷	فصل چهارم - سپرپها
۴۹	۱-۴ کلیات
۴۹	۲-۴ مناسب بودن
۵۰	۳-۴ انواع سازه سپرها

۵۰	.....	۱-۳-۴ سپری مهارشده تک دیواره
۵۱	.....	۲-۳-۴ سپری تک طره‌ای
۵۲	.....	۳-۳-۴ سپری با سکوی کاهنده
۵۶		۴-۴ انواع سپریها (از نظر جنس)
۵۶	.....	۱-۴-۴ کلیات
۵۶	.....	۲-۴-۴ دیوارهای سپری
۶۰	.....	۳-۴-۴ دیوارهای شمعی بتنی درجا
۶۱	.....	۴-۴-۴ دیوارهای حایل
۶۳	.....	۵-۴-۴ دیواره شمع و صفحه
۶۵		۵-۴ اساس مقطع دیوار
۶۵	.....	۱-۵-۴ سپریهای فلزی
۶۵	.....	۲-۵-۴ سپری فلزی مرکب
۶۵	.....	۳-۵-۴ سپریهای حایل
۶۶		۶-۴ مصالح و تنشها
۶۶	.....	۱-۶-۴ مصالح
۶۶	.....	۲-۶-۴ تنشها
۶۷		۷-۴ تکمیل سازه‌های سپری
۶۷	.....	۱-۷-۴ سپرهای تک دیواره مهارشده
۷۴	.....	۲-۷-۴ سپریهای تک گیردار
۷۵	.....	۳-۷-۴ سپری با سکوی کاهنده
۷۷		۸-۴ تراز پاشنه
۷۷	.....	۱-۸-۴ حداقل عمق گیرداری
۷۸	.....	۲-۸-۴ رقوم پاشنه متناوب
۸۰		۹-۴ کلاhek درجا
۸۱		۱۰-۴ بارهای قائم وارده بر سپری
۸۱	.....	۱-۱۰-۴ انواع بار
۸۲	.....	۲-۱۰-۴ توزیع بارهای متمرکز
۸۲	.....	۳-۱۰-۴ مقاومت در برابر بارهای قائم

۸۳	..... ۴-۱۰-۴ زیر فشار
۸۴	..... ۴-۱۰-۵ طراحی اجزای مقاوم در مقابل بارهای وارده.
۸۴	..... ۴-۱۱-۱۱ بارهای پهلوگیری و مهاری وارد بر دیوار
۸۴	..... ۴-۱۱-۱ بارهای پهلوگیری
۸۴	..... ۴-۱۱-۲ بارهای مهاری
۸۵	..... ۴-۱۲-۱۲ بارهای وارده در جهت طولی
۸۶	..... ۴-۱۳-۱۳ تیرهای پشت بند و میل مهارها
۸۶	..... ۴-۱۳-۱ کلیات
۸۶	..... ۴-۱۳-۲ تیرهای پشت بند
۸۸	..... ۴-۱۳-۳ میل مهارها
۸۹	..... ۴-۱۴-۱۴ مهار برای سپریها
۸۹	..... ۴-۱۴-۱ کلیات
۸۹	..... ۴-۱۴-۲ دیوارهای مهاری
۹۱	..... ۴-۱۴-۳ مهاریهای طره‌ای
۹۲	..... ۴-۱۴-۴ شمعهای مایل
۹۵	..... ۴-۱۴-۵ مهارهای زمینی
۹۶	..... ۴-۱۵-۱۵ کنجها
۹۶	..... ۴-۱۵-۱ کلیات
۹۸	..... ۴-۱۵-۲ بستههای قطری
۹۸	..... ۴-۱۵-۳ دیوارهای مهار در دو جهت
۹۸	..... ۴-۱۵-۴ سکوی کاهنده
۹۹	..... ۴-۱۶-۱۶ عملیات خاکی
۹۹	..... ۴-۱۶-۱ خاکریزی
۹۹	..... ۴-۱۶-۲ نشست
۹۹	..... ۴-۱۶-۳ زهکشی
۱۰۰	..... ۴-۱۶-۴ محافظت در برابر آبخستگی
۱۰۰	..... ۴-۱۷-۱۷ ترتیب اجرا
۱۰۰	..... ۴-۱۷-۱ اثر طراحی

۱۰۰	..... ۲-۱۷-۴ اجرای دیوار
۱۰۱	..... ۳-۱۷-۴ مهار
۱۰۱	..... ۴-۱۷-۴ تیر سرسازی درجا
۱۰۲	..... ۱۸-۴ تأسیسات و ریل‌های جرثقیل
۱۰۵	..... فصل پنجم - اسکله‌های وزنی
۱۰۷	..... ۱-۵ کلیات
۱۰۷	..... ۲-۵ انواع دیوارهای وزنی
۱۰۸	..... ۳-۵ طراحی دیوارهای وزنی
۱۰۸	..... ۱-۳-۵ مقدمه
۱۰۹	..... ۲-۳-۵ شرایط طراحی
۱۱۰	..... ۳-۳-۵ فشار خاک
۱۱۲	..... ۴-۳-۵ بارهای اعمالی بر دیوارها
۱۱۳	..... ۵-۳-۵ اشکال اصلی گسیختگی دیوار
۱۱۸	..... ۶-۳-۵ مصالح و تنش‌ها
۱۱۸	..... ۷-۳-۵ طرح جزییات
۱۱۹	..... ۴-۵ دیوارهای بتنی بلوکی
۱۲۰	..... ۱-۴-۵ انواع اجرای دیوارهای بلوکی
۱۲۳	..... ۲-۴-۵ شکل بلوکها
۱۲۳	..... ۳-۴-۵ پی
۱۲۴	..... ۴-۴-۵ درز (اتصال) بین بلوکها
۱۲۴	..... ۵-۴-۵ تیر سرسازی درجا
۱۲۴	..... ۶-۴-۵ طراحی دیوار بلوکی
۱۲۶	..... ۵-۵ دیوارهای بتن مسلح پیش ساخته
۱۲۸	..... ۱-۵-۵ پیش ساخته
۱۲۸	..... ۲-۵-۵ اتصال بین قطعات
۱۲۸	..... ۳-۵-۵ خاکریزی و زهکشی
۱۲۹	..... ۴-۵-۵ ساخت تیر سرسازی در محل

۱۲۹	۵-۵-۵ طراحی دیوارهای بتن آرمه پیش ساخته
۱۲۹	۶-۵ صندوقه‌های بتنی
۱۳۰	۵-۶-۱ شکل
۱۳۱	۵-۶-۲ پی
۱۳۲	۵-۶-۳ ساخت و تولید صندوقه
۱۳۲	۵-۶-۴ شرایط شناوری
۱۳۳	۵-۶-۵ خاکریزی
۱۳۳	۵-۶-۶ اتصال بین صندوقه‌ها
۱۳۳	۵-۶-۷ زهکشی و فیلترها
۱۳۴	۵-۶-۸ تیر سرسازی گذاری در محل
۱۳۴	۵-۶-۹ طراحی دیوار صندوقه‌ای
۱۳۵	۵-۷-۷ سازه‌های سپری سلولی
۱۳۶	۵-۷-۱ مصالح و تنشها
۱۳۶	۵-۷-۲ ملاحظات اجرایی
۱۳۷	۵-۷-۳ خاکریزی و زهکشی
۱۳۷	۵-۷-۴ تیر سرسازی گذاری در محل
۱۳۸	۵-۷-۵ طراحی دیوارهای سلولی
۱۴۰	۵-۸-۸ سازه‌های سپری دوجداره
۱۴۱	۵-۸-۱ اجرا
۱۴۲	۵-۸-۲ خاکریزی و زهکشی
۱۴۲	۵-۸-۳ طراحی سازه‌های دو جداره
۱۴۳	۵-۹ دیوارهای بتنی حجیم درجا ساخته شده در زیر آب
۱۴۵	۵-۱۰ دیوارهای بتن مسلح درجا
۱۴۵	۵-۱۱ دیوارهای دیافراگمی
۱۴۸	۵-۱۲ مونولیتها
۱۴۹	۵-۱۲-۱ شکل مونولیتها
۱۴۹	۵-۱۲-۲ مستغرق نمودن و کفپوش کردن
۱۵۰	۵-۱۲-۳ خاکریزی و اجرای درزها بین واحدها و تیر سرسازی گذاری

۱۵۱	.....۴-۱۲-۵ طراحی دیوار مونولیت.....
۱۵۳	فصل ششم - اسکله‌های شمع و عرشه
۱۵۵	.....۱-۶ کلیات
۱۵۵	.....۲-۶ مصالح ساخت اسکله
۱۵۵	.....۱-۲-۶ مصالح ساخت زیرسازه.....
۱۵۶	.....۲-۲-۶ مصالح ساخت و سیستم سازه‌ای روسازه.....
۱۵۷	.....۳-۶ سیستم سازه‌ای اسکله
۱۵۷	.....۱-۳-۶ اسکله صلب.....
۱۵۷	.....۲-۳-۶ اسکله انعطاف‌پذیر.....
۱۵۹	فصل هفتم - اسکله شناور
۱۶۱	.....۱-۷ کلیات
۱۶۱	.....۱-۱-۷ نگاه کلی.....
۱۶۱	.....۲-۱-۷ مراحل طراحی اسکله‌های شناور.....
۱۶۲	.....۳-۱-۷ جانمایی.....
۱۶۲	.....۲-۷ طراحی صندوقه شناور
۱۶۲	.....۱-۲-۷ ابعاد فیزیکی.....
۱۶۲	.....۲-۲-۷ نیروهای خارجی.....
۱۶۲	.....۳-۲-۷ حالت‌های بارگذاری.....
۱۶۳	.....۳-۷ پایداری صندوقه‌های شناور
۱۶۳	.....۴-۷ طراحی اجزای صندوقه شناور
۱۶۳	.....۱-۴-۷ دال سقف.....
۱۶۴	.....۲-۴-۷ دیوارهای جانبی.....
۱۶۴	.....۳-۴-۷ دال کف.....
۱۶۴	.....۴-۴-۷ دیوارهای جدا کننده.....
۱۶۴	.....۵-۴-۷ قابهای نگهدارنده.....
۱۶۴	.....۵-۷ طراحی اعضای مهاری
۱۶۴	.....۱-۵-۷ بارهای خارجی.....

۱۶۵	۲-۵-۷	حالت‌های بارگذاری
۱۶۵	۳-۵-۷	ملاحظات نصب مهارى
۱۶۵	۶-۷	طراحی لنگرها
۱۶۵	۷-۷	طراحی پل دسترسى و پل اتصال
۱۶۵	۸-۷	طراحی دکل تنظيم کننده
۱۶۷		فصل هشتم - ستونهای مهاربند (دولفين)
۱۶۹	۱-۸	کليات
۱۶۹	۲-۸	انواع دولفينها
۱۶۹	۱-۲-۸	از نظر کاربرى
۱۶۹	۲-۲-۸	از نظر سختى
۱۷۳	۳-۲-۸	انتخاب سازه
۱۷۴	۳-۸	بارگذاری
۱۷۴	۴-۸	طراحی دولفينهای انعطاف پذير
۱۷۴	۵-۸	طراحی دولفينهای صلب
۱۷۵	۶-۸	محدود نمودن نيروى بالا برنده
۱۷۵	۷-۸	پايدارى کلی
۱۷۵	۸-۸	تجهيزات مهاربندی
۱۷۶	۹-۸	دسترسى و فضای کار
۱۷۶	۱-۹-۸	دسترسى
۱۷۶	۲-۹-۸	فضای کار
۱۷۷		فصل نهم - ضربه گیر
۱۷۹	۱-۹	کليات
۱۷۹	۲-۹	اصول کلی
۱۷۹	۱-۲-۹	شرایط ضربه گیرى
۱۸۱	۲-۲-۹	اصول پهلوگیرى
۱۸۱	۳-۲-۹	مبانى طراحی

۱۸۱	..... ۴-۲-۹ ابعاد کشتی
۱۸۲	..... ۳-۹ انرژی پهلویی
۱۸۲	..... ۱-۳-۹ کلیات
۱۸۴	..... ۲-۳-۹ انرژی پهلویی برای قایقها و یدک کشتیها
۱۸۸	..... ۴-۹ عکس العمل پهلویی و توزیع بار
۱۸۸	..... ۱-۴-۹ عکس العمل ضربه گیر در حالت پهلویی مایل
۱۹۰	..... ۲-۴-۹ فشار بدنه کشتی
۱۹۱	..... ۳-۴-۹ قابهای ضربه گیر
۱۹۱	..... ۴-۴-۹ ظرفیت برشی ضربه گیرها
۱۹۱	..... ۵-۹ ضریب اطمینان و تنش مجاز
۱۹۲	..... ۱-۵-۹ ضربه گیر فشاری بر روی سازه صلب
۱۹۲	..... ۲-۵-۹ ستونهای مهاربند شمعی فلزی انعطاف پذیر
۱۹۲	..... ۳-۵-۹ ستونهای مهاربند شمعی انعطاف پذیر با ضربه گیرهای فشاری
۱۹۲	..... ۴-۵-۹ ستونهای مهاربند شمعی بتنی پیش ساخته انعطاف پذیر
۱۹۳	..... ۵-۵-۹ ستونهای مهاربند چوبی انعطاف پذیر
۱۹۳	..... ۶-۹ پایه ها و نگه دارنده ها
۱۹۳	..... ۷-۹ جانمایی ضربه گیرها برای انواع اسکله ها
۱۹۴	..... ۱-۷-۹ اسکله دیواری ممتد
۱۹۵	..... ۲-۷-۹ اسکله های جزیره ای
۱۹۷	..... ۳-۷-۹ اسکله های شمعی (هادی)
۱۹۷	..... ۸-۹ انواع ضربه گیر
۱۹۷	..... ۱-۸-۹ ضربه گیرهای متشکل از قطعات مرتجع
۱۹۸	..... ۲-۸-۹ ضربه گیرهای پنوماتیک و پر شده از فوم
۲۰۰	..... ۳-۸-۹ دولفینهای انعطاف پذیر
۲۰۳	..... ۴-۸-۹ شمعیهای ضربه گیر
۲۰۴	..... ۵-۸-۹ ضربه گیرهای وزنی
۲۰۵	..... ۶-۸-۹ ضربه گیرهای چوبی
۲۰۶	..... ۷-۸-۹ ضربه گیرهای مکانیکی

۲۰۸.....	انواع دیگر ضربه گیرها ۸-۸-۹
۲۰۹.....	مزایا و معایب انواع ضربه گیرها ۹-۸-۹
۲۱۶.....	مکانهای قابل اجرای انواع ضربه گیرها ۱۰-۸-۹
۲۱۷.....	ملاحظات ویژه در ضربه گیری ۱۱-۸-۹
۲۱۹	فصل دهم - مهاربندها

۲۲۱	۱-۱۰ اصول مهاربندی صحیح
۲۲۲	۲-۱۰ حالات مهاربندی
۲۲۲.....	۱-۲-۱۰ کلیات
۲۲۴.....	۲-۲-۱۰ خطوط سینه
۲۲۴.....	۳-۲-۱۰ خطوط اسپرینگ
۲۲۴.....	۴-۲-۱۰ خطوط دماغه و پاشنه
۲۲۵	۳-۱۰ نیروهای اعمال شده به شناور مهار شده
۲۲۵.....	۱-۳-۱۰ کلیات
۲۲۵.....	۲-۳-۱۰ باد و جریانات
۲۲۶.....	۳-۳-۱۰ نیروهای هیدرودینامیکی مؤثر بر اسکله و اثرات هیدرودینامیکی کشتیهای در حال عبور
۲۲۶.....	۴-۳-۱۰ امواج
	۵-۳-۱۰ تغییر سطح آب بر اثر جزر و مد و تغییر در آبخور و یا تریم در هنگام عملیات تخلیه و بارگیری
۲۲۷.....	بارگیری
۲۲۸.....	۶-۳-۱۰ یخ
۲۲۸	۴-۱۰ بارهای اعمال شده به نقاط مهار و طراحی
۲۲۸.....	۱-۴-۱۰ شناورهای با تناژ تا ۲۰,۰۰۰ تن
۲۲۹.....	۲-۴-۱۰ شناورهای با تناژ بیش از ۲۰,۰۰۰ تن
۲۳۱	۵-۱۰ طراحی سازه نقطه مهاربندی
۲۳۱	۶-۱۰ تجهیزات مهاربندی
۲۳۱.....	۱-۶-۱۰ کلیات
۲۳۱.....	۲-۶-۱۰ مواد و مصالح
۲۳۲.....	۳-۶-۱۰ طریقه نصب و استقرار
۲۳۲.....	۴-۶-۱۰ طناب بندها

۲۳۳	.....۱۰-۶-۵ قابلهای مهاربندی به سرعت رها شوند.
۲۳۴	.....۱۰-۶-۶ حلقه‌های مهاربندی
۲۳۵	.....۱۰-۶-۷ چرخ لنگرها.

۲۳۷ فصل یازدهم - شیب‌راهه‌ها و پایانه‌های رو - رو

۲۳۹	.....۱۱-۱ کلیات
۲۳۹	.....۱۱-۲ موقعیت
۲۳۹	.....۱۱-۲-۱ موقعیتها و سازه‌های تیب
۲۴۱	.....۱۱-۲-۲ شناورهایی که به آنها سرویس داده می‌شود
۲۴۳	.....۱۱-۲-۳ تکیه‌گاه برای شیب‌راهه‌های ساحلی قابل تنظیم
۲۴۳	.....۱۱-۲-۴ کج شدن شناورها
۲۴۳	.....۱۱-۲-۵ شناورهای بدون شیب‌راهه
۲۴۳	.....۱۱-۲-۶ رویه شیب‌راهه
۲۴۴	.....۱۱-۲-۷ موانع ایمنی و علایم جاده‌ای
۲۴۴	.....۱۱-۲-۸ راه مسافران
۲۴۴	.....۱۱-۲-۹ نرده‌بانها
۲۴۴	.....۱۱-۳ بارها
۲۴۴	.....۱۱-۳-۱ وسایل نقلیه
۲۴۵	.....۱۱-۳-۲ بارگذاری ناشی از پهلوگیری و مهاربندی
۲۴۵	.....۱۱-۳-۳ شیب‌راهه‌ها
۲۴۵	.....۱۱-۳-۴ امواج و جریانها
۲۴۶	.....۱۱-۴ فرسایش بستر

۲۴۷ فصل دوازدهم - پیاده‌روها

۲۴۹	.....۱۲-۱ کلیات
۲۴۹	.....۱۲-۲ معابر
۲۴۹	.....۱۲-۳ پلکانها
۲۵۳	.....مراجع
۲۵۷	.....واژه‌نامه

فهرست جدولها

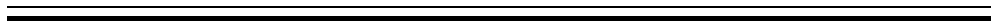
عنوان	صفحه
جدول ۱-۲ آبخور تقریبی کشتیهای بزرگ.....	۱۹
جدول ۱-۳ دامنه تغییرات مؤثر برای عرشه‌های سازه‌های دریایی.....	۴۲
جدول ۱-۹ شرایط حاکم بر ضربه‌گیر از نقطه‌نظر مکان پهلوگیری.....	۱۸۰
جدول ۲-۹ شرایط حاکم بر ضربه‌گیرها از نقطه‌نظر نوع شناور.....	۱۸۰
جدول ۳-۹ روابط تقریبی ظرفیت آب‌کش کشتیها.....	۱۸۲
جدول ۱-۱۰ بارهای اعمال شده به نقاط مهاربندی برای شناورهای حمل و نقل و.....	۲۳۰

فهرست شکلها

صفحه	عنوان
۴۶	شکل ۳-۱ ضریب پسا برای سیلندرهای دایره‌ای
۵۱	شکل ۴-۱ سپریهای مهار شده
۵۲	شکل ۴-۲ سپری تک طره‌ای
۵۴	شکل ۴-۳ سپری همراه با سکوی کاهنده
۵۵	ادامه شکل ۴-۳ سپری همراه با سکوی کاهنده
۵۷	شکل ۴-۴ اتصالات بین سپریهای چوبی
۵۸	شکل ۴-۵ سپریهای بتنی جزئیات
۶۰	شکل ۴-۶ قفل و بستها بین سپریهای فلزی
۶۱	شکل ۴-۷ نحوه چیدن دیوارهای شمع بتنی درجا
۶۳	شکل ۴-۸ نحوه چیدن دیوارهای دیافراگمی
۶۴	شکل ۴-۹ دیوار شمع و صفحه: مقطع عرضی نمونه
۶۸	شکل ۴-۱۰ تأثیر انعطاف‌پذیری سپرهای تک دیواره مهار شده بر روی توزیع فشار و مقاومت
۷۰	شکل ۴-۱۱ توزیع فشار محرک پشت سپری تک دیواره مهار شده در صورتی که
۷۰	شکل ۴-۱۲ توزیع فشار محرک پشت سپری تک دیواره مهار شده در صورتی که
۷۱	شکل ۴-۱۳ محل مهارها نسبت به صفحات گسیختگی
۷۲	شکل ۴-۱۴ توزیع فشار بر روی دیوارهای Double - Anchored
۷۴	شکل ۴-۱۵ صفحات گسیختگی در سپریهای با مهار کمکی
۷۵	شکل ۴-۱۶ توزیع ساده شده فشار محرک و مقاوم بر روی سپریهای طره‌ای
۷۷	شکل ۴-۱۷ توزیع فشار بر روی سپری در جلوی سکوی کاهنده
۷۹	شکل ۴-۱۸ رقوم پاشنه متناوب برای سپریها
۸۶	شکل ۴-۱۹ دیوار مهار شده با مهارهای قطری
۹۱	شکل ۴-۲۰ نمونه‌هایی از دیوارهای مهاری
۹۲	شکل ۴-۲۱ نمونه‌هایی از مهارهای طره‌ای
۹۴	شکل ۴-۲۲ نمونه‌هایی از شمعهای مایل
۹۶	شکل ۴-۲۳ نمونه‌هایی از مهارهای زمینی
۹۷	شکل ۴-۲۴ نحوه قرارگیری مهارها در کنجها

- شکل ۴-۲۵ نمونه‌هایی از نحوه قرارگیری پی جرثقیل..... ۱۰۳
- شکل ۵-۱ گسیختگی ناشی از لغزش عمیق..... ۱۱۳
- شکل ۵-۲ گسیختگی‌های ناشی از لغزش افقی..... ۱۱۳
- شکل ۵-۳ گسیختگی ظرفیت باربری (پی)..... ۱۱۴
- شکل ۵-۴ پی دیوارهای وزنی - روشهای جلوگیری از لغزش افقی..... ۱۱۷
- شکل ۵-۵ دیوارهای بتنی بلوکی..... ۱۲۲
- شکل ۵-۶ دیوارهای بتن مسلح پیش ساخته (طره‌ای)..... ۱۲۷
- شکل ۵-۷ دیوارهای بتنی پیش ساخته پشت‌بنددار..... ۱۲۷
- شکل ۵-۸ صندوقه بتنی..... ۱۳۰
- شکل ۵-۹ دیوار سپری سلولی..... ۱۳۶
- شکل ۵-۱۰ دیوار سپری دوجداره..... ۱۴۱
- شکل ۵-۱۱ توزیع فشارهای مقاوم و محرک زمین در دیوارهای سپری دوجداره..... ۱۴۳
- شکل ۵-۱۲ اشکال مختلف دیوارهای بتن حجیم درجا..... ۱۴۴
- شکل ۵-۱۳ اشکال مختلف دیوارهای بتن مسلح درجا..... ۱۴۵
- شکل ۵-۱۴ دیوارهای پهلوگیر دیافراگمی..... ۱۴۷
- شکل ۵-۱۵ مونولیت..... ۱۴۹
- شکل ۸-۱ نمونه‌هایی از دولفینهای انعطاف‌پذیر..... ۱۷۱
- شکل ۸-۲ نمونه‌هایی از دولفینهای صلب..... ۱۷۲
- شکل ۹-۱ نحوه نزدیک شدن کشتی به پهلوگیر..... ۱۸۴
- شکل ۹-۲ روشهای پهلوگیری برای قایقها و یدک‌کشها..... ۱۸۵
- شکل ۹-۳ هندسه برخورد بدنه کشتی به ضربه‌گیرها در صفحه قائم و افقی..... ۱۸۹
- شکل ۹-۴ هندسه برخورد بدنه کشتی با اسکله..... ۱۹۰
- شکل ۹-۵ تعیین زاویه در یک ضربه‌گیر مفصلی..... ۱۹۰
- شکل ۹-۶ ضربه‌گیر با سطح پیوسته برای اسکله دیواری ممتد..... ۱۹۴
- شکل ۹-۷ ضربه‌گیرهای تکی بر روی اسکله دیواری ممتد..... ۱۹۵
- شکل ۹-۸ ضربه‌گیر برای اسکله‌های جزیره‌ای (پهلوگیری با یک ضربه‌گیر)..... ۱۹۶
- شکل ۹-۹ ضربه‌گیر برای اسکله‌های جزیره‌ای (پهلوگیری با سه ضربه‌گیر)..... ۱۹۶
- شکل ۹-۱۰ ضربه‌گیر برای اسکله‌های جزیره‌ای (پهلوگیری با پنج ضربه‌گیر)..... ۱۹۷

- شکل ۹-۱۱ هندسه شناور با بدنه منحنی شکل هنگام پهلوگیری ۲۱۷
- شکل ۱۰-۱ طرح مهارهای مختلف ۲۲۳
- شکل ۱۰-۲ زاویه بهینه برای خطوط مهار ۲۲۳
- شکل ۱۰-۳ کشتی مهار شده در کنار اسکله باز ۲۲۶
- شکل ۱۰-۴ تأثیر جزر و مد بر کشتی مهار شده ۲۲۸
- شکل ۱۰-۵ قلابهای مهاربند رها شونده سریع ۲۳۲
- شکل ۱۰-۶ مشخصات عمومی حلقه‌های مهاربند ۲۳۴
- شکل ۱۱-۱ موقعیت تیپ شیب‌راهه در پایانه کشتیهای حمل وسایل نقلیه ۲۴۰
- شکل ۱۱-۲ شیب‌راهه ساحلی ثابت ۲۴۱
- شکل ۱۱-۳ شیب‌راهه ساحلی قابل تنظیم ۲۴۱
- شکل ۱۱-۴ موقعیتهای مختلف شیب‌راهه نسبت به شناور ۲۴۲
- شکل ۱۲-۱ تیپ کلی قرارگیری پلکانها ۲۵۱



کلیات

« ۱-۱ تعاریف

« ۱-۱-۱ جزر و مد یا کشند

- جزر و مد نیمه روزانه
جزر و مدی است که در یک دوره تقریبی ۱۲ ساعته، یک جزر و یک مد رخ می‌دهد.
- جزر و مد روزانه
جزر و مدی است که در یک دوره تقریبی ۲۵ ساعته، یک جزر و یک مد رخ می‌دهد.
- دامنه جزر و مد
اختلاف ارتفاع بین یک مد و جزر قبل از آن یا بعد از آن را دامنه جزر و مد می‌نامند.
- مهکشند
دو موقعیت زمانی از یک ماه قمری که در آن میانگین دامنه دو جزر و مد متوالی نسبت به سایر موقعیتها بیشتر می‌باشد.
- کهکشند
دو موقعیت زمانی از یک ماه قمری که در آن میانگین دامنه دو جزر و مد متوالی نسبت به سایر موقعیتها کمتر می‌باشد.
- میانگین مدهای مهکشند
میانگین دو مد متوالی در زمان مهکشند در یک دوره زمانی درازمدت را میانگین مدهای مهکشند می‌نامند.
- میانگین جزرهای مهکشند
میانگین دو جزر متوالی در زمان مهکشند در یک دوره زمانی درازمدت را میانگین جزرهای مهکشند می‌نامند.
- میانگین مدهای کهکشند

میانگین دو مد متوالی در زمان کهکشند در یک دوره زمانی درازمدت را میانگین مدهای کهکشند می‌نامند.

- میانگین تراز دریا

تراز متوسط دریا طی یک دوره زمانی طولانی ترجیحاً ۱۸/۶ سال (یک گردش کامل نقاط اعتدالین ماه) یا تراز متوسطی که بدون حضور جزر و مد وجود خواهد داشت را میانگین تراز دریا می‌نامند.

- کوتاه‌ترین جزر نجومی

کوتاه‌ترین جزر نجومی پایین‌ترین سطح آب است که می‌تواند در شرایط آب و هوایی معمولی و هر ترکیبی از شرایط نجومی ظاهر شود. این تراز معمولاً به عنوان مبنای عمق‌یابی در نقشه‌های دریانوردی به کار می‌رود.

- بلندترین مد نجومی

بلندترین مد نجومی بالاترین سطح آب است که می‌تواند در شرایط آب و هوایی معمولی و هر ترکیبی از شرایط نجومی ظاهر شود.

◀ ۱-۱-۲ ظرفیت کشتی

- وزن ناخالص ثبت شده

ظرفیت حجمی داخلی ناخالص کشتی که توسط قوانین رسمی تعریف می‌شود و بر اساس واحد ۲/۸۳ متر مکعب (۱۰۰ فوت مکعب) سنجیده می‌شود.

- وزن مرده

جرم کل بار، انبارها، سوخت، خدمه و ذخایری که در یک کشتی بارگیری می‌شود و تا خط آب‌خور تابستانی مستغرق می‌شود.

- وزن کل شناور

وزن کل کشتی و محتویات آن که با وزن آب جابه‌جا شده توسط کشتی برابر است.

◀ ۱-۱-۳ امواج

- ارتفاع موج

فاصله قائم بین تاج موج تا حضيض موج را ارتفاع موج نامند.

- دوره تناوب موج

زمانی که لازم است تا دو تاج موج متوالی از یک نقطه ثابت عبور نمایند را دوره تناوب موج می‌نامند.

- طول موج

فاصله بین دو تاج متوالی موج را طول موج می‌نامند.

- سرعت فاز

سرعتی است که با آن موج منتشر می‌شود. واژه‌های سرعت موج و سرعت انتشار موج نیز ممکن است برای تشریح سرعت فاز به کار رود.

- تیزی موج

حاصل تقسیم ارتفاع موج به طول موج را تیزی موج می‌نامند.

- سرعت گروهی

سرعت انتشار قطار موج، یعنی سرعتی که با آن انرژی قطار موج عبور می‌کند را سرعت گروهی می‌نامند.

- ارتفاع موج شاخص

میانگین ارتفاع بلندترین سیزده موج را ارتفاع موج شاخص می‌نامند.

- دوره تناوب موج شاخص

میانگین دوره تناوب بلندترین سیزده موج را دوره تناوب موج شاخص می‌نامند.

- دوره تناوب موج قطع کننده تراز صفر

میانگین زمان تناوبهای تمام امواجی که حضيض زیر و تاج بالای تراز میانگین سطح آب دارند را دوره تناوب موج قطع کننده تراز صفر می‌نامند.

- چگالی طیفی

چگالی طیفی، تخمینی از انرژی دریاست که تابعی از فرکانس و جهت موج می‌باشد.

◀ ۴-۱-۱ پهلوگیری

- پهلوگیر کناره‌ای
- پهلوگیر موازی با ساحل، پهلوگیر کناره‌ای نامیده می‌شود.
- پهلوگیر موج‌شکن
- پهلوگیری که در سمت باد پناه موج‌شکن قرار گرفته است را پهلوگیر موج‌شکن می‌نامند.
- اسکله ساحلی
- سازه پهلوگیری است که در طول ساحل یا زمین احیا شده قرار گرفته است.
- آستانه
- آستانه، محوطه روبازی است که در مجاورت پهلوگیرها واقع شده است.
- عمود اسکله یا اسکله عمود بر ساحل
- سازه پهلوگیری کوتاهی است که عمود بر ساحل بوده و امکان پهلوگیری در پیرامون آن فراهم می‌باشد.
- دور اسکله یا اسکله دور از ساحل
- سازه پهلوگیری است که امکان پهلوگیری را در مکانی دور از ساحل فراهم می‌نماید. این نوع پهلوگیر ممکن است به وسیله یک راه دسترسی به ساحل متصل گردد.
- رأس دور اسکله
- بخش انتهایی دور اسکله یا راه دسترسی که امکان پهلوگیری در آن فراهم می‌باشد را رأس دور اسکله می‌نامند.
- سپری
- دیوار حایلی است با مقطع نازک که در مقابل بارها به صورت خمشی عمل می‌کند.
- دیوار وزنی
- دیوار حایلی است که در مقابل بارها به صورت وزنی عمل می‌کند. باربری این دیوارها را می‌توان به وسیله مهارهایی که به زمین متصل می‌باشند، تقویت نمود.
- سازه عرشه معلق

اسکله‌ای است که از یک عرشه بر روی پایه‌های برابر تشکیل شده است.

- خط پهلوگیری

خط مماس بر وجه بیرونی ضربه‌گیرها را خط پهلوگیری می‌نامند. در صورتی که ضربه‌گیرها وجود نداشته باشند، وجه بیرونی سازه پهلوگیر به عنوان خط پهلوگیری در نظر گرفته می‌شود.

- سکوی کاهنده

سکوی ساخته شده در زیر تراز عرشه که نقش اصلی آن کاهش فشار جانبی خاک در قسمت بالایی سپری می‌باشد. سکوی کاهنده معمولاً بر روی دیوار حایل قرار می‌گیرد.

- پل دسترسی

پل ارتباطی ساحل به اسکله که به منظور عبور وسایل نقلیه، خطوط لوله و افراد احداث می‌گردد را پل دسترسی می‌نامند.

- دولفین

سازه مجزا یا نقطه اتکایی است که به منظور مانور شناورها یا مهاربندی آنها به کار می‌رود.

- دولفین ضربه‌گیر

دولفینی است که در هنگام پهلوگیری شناورها به عنوان ضربه‌گیر و در برابر وزش باد یا جریان آب به عنوان مهاربند عمل می‌کند.

- دولفین مهاربند

دولفینی است همراه با مهارگیر یا قلاب که مانع از دور شدن شناورها از پهلوگیر می‌شود.

- تیر پهلوگیری

سازه شمعی مجزا با کلاهک پیوسته که به موازات پهلوگیر واقع شده و عملکردی شبیه به دو یا چند دولفین ضربه‌گیر دارد را تیر پهلوگیری می‌نامند.

- دولفین مانور

دولفینی است که در انتهای سازه و یا در نقطه تغییر جهت پهلوگیر قرار گرفته است و به منظور نقطه اتکای کمکی شناورها جهت جابه‌جایی آنها از آن استفاده می‌شود.

- شیب‌راهه
- شیب‌راهه مهار شده یا سازه پل مانند که امکان تردد وسایل نقلیه را بین شناور و ساحل برقرار می‌کند را شیب‌راهه می‌نامند.
- پیاده‌رو
- سازه ثابتی است که امکانی دسترسی پیاده‌رو به سمت سازه‌های مجزا، مانند دولفین را فراهم می‌آورد.
- پیشانی پهلوگیر
- لبه بالایی پهلوگیر که به سمت دریا قرار دارد را پیشانی پهلوگیر می‌نامند.
- عرشه کاذب
- دال سازه‌ای که به وسیله مواد پرکننده و لایه پوششی پر شده است را عرشه کاذب می‌نامند.

◀◀ ۲-۱ نمادها

◀ ۱-۲-۱ پهلوگیرها

در بخش پهلوگیرها از نمادهای زیر استفاده شده است:

D: قطر شمع

d_1 : عمق نفوذ زیرسطحی که در آن فشار افقی خالص صفر می‌باشد.

d_v : طول گیرداری مؤثر سپری

F_H : نیروی اصطکاک افقی خاک

F_v : نیروی اصطکاک عمودی خاک

F_1 : نیروی خاک (مشابه F_2 و F_3)

F_{cu} : مقاومت مشخصه مکعبی بتن

H_1 : فاصله قائم کابل مهاری از بستر

H_R : فاصله قائم رأس سپری تا بستر

- h_s : ارتفاع معادل سربار
- K_A : ضریب فشار محرک خاک
- l_e : طول مؤثر میل مهار
- l_0 : طول غیر مؤثر میل مهار
- M : ممان مربوط به نقاط سپریهای متناوب
- M_s : جرم سازه طولی و خاک داخل آن
- P_A : کل نیروی محرک خاک در واحد طول دیوار
- P_{A0} : کل نیروی محرک خاک بر پشت گوه گسیختگی در واحد طول دیوار
- P_p : نیروی مقاوم خاک در واحد طول دیوار
- P_s : فشار سربار
- P_0 : نیروی محرک خاک بر پشت گوه گسیختگی
- P_1 : واکنش شمع (مشابه P_2 ، P_3 و P_4)
- R : نیروی برآیند روی سطح گسیختگی مربوطه
- R_p : برآیند نیروی مقاوم
- S : نصف ارتفاع نقاط متناوب
- T_1 : کشش در کابل مهاری (مشابه با ضخامت T_2)
- t : ضخامت
- W : وزن گوه خاک
- Y : عمق نفوذ بالای سطحی که فشار افقی خالص صفر می‌باشد.
- γ : چگالی خاک بالای سطح آب
- Δ' : تغییر شکل (شبییه Δ)
- δ : زاویه اصطکاک دیوار
- ϕ_r : زاویه مقاومت برشی خاک

◀ ۱-۲-۲ ضربه گیرها

در بخش ضربه گیرها از نمادهای زیر استفاده شده است:

B: عرض شناور

C: فاصله مجاز بین بدنه کشتی و پیشانی پهلوگیر

C_b: ضریب جابه‌جایی بدنه کشتی

C_c: ضریب شکل پهلوگیر

C_E: ضریب برون محوری

C_M: ضریب جرم هیدرودینامیکی

C_s: ضریب نرمی

d: آب‌خور کشتی

D: قطر ضربه‌گیر

E: انرژی جنبشی مؤثر شناور در حال پهلوگیری

H: ارتفاع بخش تراکم‌پذیر ضربه‌گیر

K: شعاع ژیراسیون کشتی

L: طول موازی با پهلوگیر ضربه‌گیر

L: طول بدنه کشتی

L_s: طول کوچکترین شناور استفاده‌کننده از پهلوگیر

L_L: طول بزرگترین شناور استفاده‌کننده از پهلوگیر

M: جرم شناور

M_R: تغییر مکان شناور

R: نیروی عکس‌العمل ضربه‌گیر

R: فاصله نقطه تماس شناور و پهلوگیر از مرکز جرم شناور

V: سرعت پهلوگیری شناور

V_B: سرعت شناور در جهت عمود بر پهلوگیر

α : زاویه پهلوگیری شناور

γ : زاویه بین خط عمود بر محور شناور و خطی که نقاط تماس شناور و پهلوگیر را به مرکز جرم شناور متصل می‌سازد.

δ : تغییر شکل ضربه‌گیر

Δ : تغییر شکل ضربه‌گیر

μ : ضریب اصطکاک



طراحی سازه‌های

پهلویی

◀ ۱-۲ کلیات

◀ ۱-۱-۲ طراحی

طراحی اجزای یک سازه نمی‌تواند از طرح کلی سازه جدا باشد. در این بخش به مسائل عمومی طراحی که ممکن است بر روی طراحی سازه تأثیر بگذارد پرداخته می‌شود.

◀ ۲-۱-۲ لایروبی و خاکریزی

در هنگام طراحی باید به عملیات خاکریزی لازم برای احداث اولیه یا عملیات لایروبی لازم برای تخلیه رسوبات در طول عمر مفید توجه شده و نکات مهم از جمله مشخصات طراحی و هزینه‌ها مد نظر قرار گیرد.

◀ ۳-۱-۲ عملکرد سازه

یک سازه پهلوگیر برای جا دادن به شناورهای مشخص، طراحی می‌شود. اگر طول شناور از اسکله و یا دور اسکله بیشتر باشد، باید از دولفینها استفاده شود. در صورت استفاده از دولفینها برای مقاومت در برابر نیروهای پهلوگیری و مهار، می‌توان از سازه سبک‌تری برای اسکله و دور اسکله استفاده کرد که در نتیجه ممکن است از نظر اقتصادی مقرون به صرفه‌تر باشد. این مطلب در مورد پایانه‌های نفتکشهای بزرگ (که در آنها بارهای افقی، بسیار بزرگ و بارهای قائم کم هستند) صادق است. متصل بودن پهلوگیر به ساحل، آستانه پهلوگیر و مساحت زمین لازم در پشت پهلوگیر، به روش حمل و انبار کردن محموله بستگی دارند و بارهای حجیم به فضای زیادی برای انبار کردن نیاز دارند. انبار می‌تواند کمی دورتر از پهلوگیر در خشکی باشد و محموله از پهلوگیر به این انبار (مخازن، سیلو، انبارهای باز یا مسقف) از طریق لوله یا تسمه نقاله منتقل شود. برعکس، فضای پشت پهلوگیر برای کشتیهای باری و کانتینردار یک قسمت اساسی است و مسیر انتقال محموله از کشتی به انبار باید حتی‌المقدور کوتاه و مستقیم باشد. لذا پهلوگیر از نوع کناره‌ای توصیه می‌شود. نیاز به احیای زمین برای فراهم کردن زمین پشت پهلوگیر، بر روی انتخاب نوع پهلوگیر کناره‌ای تأثیر می‌گذارد.

◀ ۲-۱-۴ دسترسی و ایمنی

برای تمامی سازه‌های دریایی، توجه دقیق به موارد مختلف ایمنی الزامی است. نکات قابل توجه عبارتند از: سهولت دسترسی گروه‌های نجات، مسیرهای فرار از مناطق مخاطره‌آمیز، آمادگی برای مقابله با حریق و تجهیزات نجات افراد.

با توجه به طبیعت باری که باید حمل شود، تجهیزات مقابله با آلودگی نیز ممکن است مورد نیاز باشد. جزئیات بیشتر در بخش دهم آیین‌نامه گنجانده شده است.

در ترمینالهای نفت‌کشهای بزرگ، نصب تجهیزات کمک‌رسانی برای مشاهده و بررسی سرعت نزدیکی کشتی به اسکله، وسایل اندازه‌گیری جریان و بادسنجها الزامی است. در تمامی ترمینالهای دریایی حداقل یک اندازه‌گیر جزر و مد ضروری است.

امکان دسترسی، هر جا که ممکن باشد، باید تأمین گردد تا بازرسی سازه‌های دریایی به منظور تعمیر و نگهداری میسر باشد.

◀ ۲-۱-۵ جهت پهلوگیر

در جایی که آزادی انتخاب برای جهت پهلوگیر (اسکله) وجود دارد یا در محلی که اسکله در یک موقعیت حفاظت نشده قرار دارد، جهت اسکله باید به گونه‌ای انتخاب شود که بادهای، امواج و جریانهای غالب در منطقه کمترین اثر را بر عملکرد اسکله داشته و سازه اسکله نیز کمترین تأثیرات زیان‌آور را بر رژیم ساحلی داشته باشند. برای بررسی این تأثیرات بهره‌گیری از یک مدل فیزیکی یا ریاضی قابل توصیه است.

جهت اصلی (بلندترین طول) اسکله‌ها نباید در معرض بادهای و امواج غالب کوبنده (قوی) واقع شوند. چنانچه احتمال وزش بادهای شدید بر جهت اصلی اسکله وجود داشته باشد، توجه به نکات و موارد قابل توجه در امر تردد، تخلیه و بارگیری کشتیها ضروری خواهد بود.

هنگامی که امواج در محل اسکله مورد توجه قرار می‌گیرند، تعیین و تشخیص دوره تناوب و جهت آنها ضروری است.

جهت جریان معمولاً در نقاط تحت تأثیر جزر و مد متغیر می‌باشد. تأثیرات جریان بر کشتیرانی به شدت جریان، میزان مهارهای موجود، وضعیت کشتی از نظر بار و این که آیا حرکات بر اثر جزر و مد محدود شده‌اند یا نه، بستگی دارد. جریانهای رو به دریا می‌توانند به کشتی در جدا شدن و دور شدن از اسکله کمک کنند. اما وقتی که لازم است یک کشتی کاملاً پر، بر خلاف جهت حرکت این جریانات به اسکله نزدیک شده و پهلو بگیرد، وجود آنها ممکن است باعث خطر شود. در مواقعی که وجود جریانهای نامطلوب در منطقه اجتناب‌ناپذیر است، باید مسیر جریانها با استفاده از دیوارهای محافظ تغییر داده شود. چنانچه شناورها همواره در امتداد اسکله و در جهتی مشخص (مثلاً رو به داخل یا رو به خارج) در کنار اسکله قرار می‌گیرند، وضعیت قرارگیری نقاط مهار و نیز تجهیزات ثابت یا ریلی جهت بارگیری یا تخلیه بار را می‌توان توسعه و بهبود بخشید.

وضعیت طبیعی بستر، میزان مواد جامد معلق در آب، جهت و سرعت جریانات موجود و الگوی حمل رسوبات ساحلی می‌بایست مورد بررسی قرار گرفته و حساسیت آنها به نحوه جهت‌گیری و جانمایی سازه مطالعه شود. علاوه بر تأثیر سازه بر رژیم کلی، تأثیر منطقه‌ای که احتمالاً منجر به ایجاد تغییرات نامطلوب در جریانات دریایی، فرسایش یا رسوب‌گذاری بستر دریا در محدوده اسکله می‌گردد نیز باید بررسی شوند. تغییرات ناگهانی پروفیل بستر دریا احتمالاً منجر به ایجاد اغتشاشات قابل توجهی می‌شود که قادر به تأثیرگذاری بر سازه و احتمالاً کشتیرانی در منطقه خواهد شد.

◀ ۲-۱-۶ هندسه اسکله

تأثیرات سرویسها و تجهیزات ریلی و ثابت بارگیری و تخلیه، بر هندسه اسکله تأثیر می‌گذارد که در این قسمت به بررسی آن می‌پردازیم.

۲-۱-۶-۱ طول اسکله

طول اسکله تابعی از طول کشتی، تغییرات احتمالی مشخصات کشتیهای پهلوگیر در عمر مفید اسکله و ترکیب شناورهای پهلوگیرنده در اسکله‌ها (در مجموعه‌های بندری) می‌باشد.

فاصله مجاز بین کشتیهای پهلو گرفته در اسکله، به روش پهلو گرفتن کشتیها بستگی دارد ولی معمولاً یک فاصله حداقل ۱۵ متری رعایت می‌شود. برای قایقهای ماهیگیری یا تفریحی انتخاب طول اسکله به اندازه ۱/۵ برابر طول شناور مطلوب می‌باشد. برای کشتیهای بزرگ انتخاب طول اسکله معادل طول بزرگترین شناور به اضافه حدود ۳۰ تا ۴۰ متر برای بستن مهارها توصیه می‌شود. بنابراین اسکله ۱۵۰ متری برای کشتی ۱۲۰ متری و اسکله ۳۰۰ متری برای کشتیهای بزرگ مناسب است. برای کشتیهای بسیار بزرگ با طول بیش از ۳۰۰ متر اسکله ۴۰۰ متری قابل توصیه است.

طول سازه پهلوگیری که لازم است در تماس با شناور باشد بستگی به نوع باری که تخلیه یا بارگیری می‌شود دارد. کشتیهای باری معمولی و بسیاری از کشتیهای باری فله‌ای خشک به طول قابل توجهی از اسکله احتیاج دارند تا تجهیزات تخلیه و بارگیری امکان دسترسی به تمامی انبارهای کشتی را داشته باشند. در حالت دیگر می‌توان از یک اسکله با طول کم برای سرویس‌دهی به شناورهای کوچک و بزرگ بهره برد. با این وجود در این روش، شناورها را باید در امتداد اسکله حرکت داد. مایعات و جامدات فله‌ای مثل سیمان را که می‌توان با فشار هوا به حرکت درآورد، با استفاده از خط لوله از یک نقطه ثابت، بارگیری و یا تخلیه می‌کنند. در این حالت تنها به طولی از اسکله که فضای مناسب برای این تجهیزات را تأمین کند، نیاز خواهد بود.

۲-۱-۶-۲ عمق کنار اسکله

عمق آب مورد نیاز در کنار اسکله تابعی است از آبخور مؤثر شناورهایی که انتظار می‌رود در طول عمر مفید اسکله در کنار آن پهلو بگیرند و دامنه جزر و مد. همچنین برای اسکله‌های حفاظت نشده، تأثیر عملکرد موج را نیز باید در نظر گرفت. جدول ۱-۲، آبخور تقریبی تعدادی از شناور را ارائه می‌دهد. امواج ناشی از حرکت کشتی، عملکرد باد که منجر به غلتش عرضی شناور می‌شود و تأثیر کج شدن شناور بر روی آبخور آن در طول بارگیری یا تخلیه نیز از مواردی است که باید مورد توجه قرار گیرند. چنانچه الگوی کشتیرانی نشان دهنده آن است که کشتیهایی که از اسکله استفاده می‌کنند هیچ‌گاه در وضعیت آبخور حداکثر قرار نمی‌گیرند، یک عمق کمتر نیز ممکن است قابل قبول باشد.

فاصله آزاد زیر تیر ته کشتی برای شناورهای با بیشترین آبخور در شرایط آرام معمولاً باید حداقل ۰/۵ متر در نظر گرفته شود. اما مقادیر اضافی را نیز برای خطای تراز مسیر، کج شدن و حرکت ناشی از موج می‌بایست در نظر گرفت. در جاهایی که بستر دریا سنگی باشد یک فاصله اضافی نیز احتمالاً مورد نیاز خواهد بود. در اسکله‌هایی که پهلوگیری بزرگترین شناورها در شرایط حدی جزر و مد صورت می‌گیرد، فاصله مورد نیاز زیر تراز تیر ته کشتی را می‌توان با لایروبی جعبه‌ای شکل در جلوی اسکله انجام داد. عرض جعبه حداقل باید ۱/۵ برابر تیر بزرگترین شناور و طول آن حداقل ۱/۲ برابر طول کلی شناور بوده و به طور متقارن حول نقطه مرکزی اسکله اجرا شود.

در مکانهای مقتضی، حفاظت در مقابل فرسایش ایجاد شده توسط پروانه‌ها و جلوبرهای ضربه‌ای ضروری است. همچنین توجه به امر توسعه و افزایش عمق مورد نیاز در جلوی اسکله توسط لایروبی در آینده نیز ضروری است.

جدول ۲-۱ آبخور تقریبی کشتیهای بزرگ

نفتکش ۵۵۰ هزار تن	۲۵ تا ۲۸ متر
نفتکش ۳۵۰ هزار تن	۲۲/۵ متر
نفتکش ۲۰۰ هزار تن	۲۰ متر
کشتی ترابری مواد معدنی ۱۵۰ هزار تنی	۱۶/۵ متر
کشتی ترابری مواد معدنی ۶۰ هزار تنی پاماکس	۱۳/۵ متر
کشتی صندوقه‌بر	۱۳ متر
کشتی باری ۱۲۰ هزار تنی	۱۰ تا ۱۱ متر

۲-۱-۶-۳ تراز تاج اسکله

تراز تاج در طول وجه جلویی اسکله را می‌توان بر اساس تراز تاج اسکله‌های موجود و یا تراز منطقه کاری واقع در پشت اسکله تعیین کرد. در یک منطقه بکر و دست نخورده تراز تاج را می‌بایست بر اساس ملاحظات اجرایی و اقتصادی مشخص کرد. تراز تاج بهینه را می‌توان با مشخص کردن احتمال وقوع سیل و نتایج حاصل از آن انتخاب کرد. یک تحلیل اقتصادی را می‌توان به منظور مقایسه ارزش

سرمایه‌گذاری و هزینه خرابیهای ناشی از سیل یا هزینه لازم جهت تأمین بیمه مناسب برای پوشش دادن چنین خرابیهایی انجام داد.

برای اسکله‌هایی که منحصرأ توسط شناورهای کوچک مورد استفاده قرار می‌گیرند تراز تاج پایین مناسب‌تر می‌باشد.

تأثیر تراز تاج بر روی ارتفاع جرثقیل و شیب‌راهه باید در نظر گرفته شود. برای اسکله‌های بارگیری واقع در درون لنگرگاهها، سطح زمین باید حداقل ۱/۵ متر بالاتر از تراز طراحی آب باشد.

برای اسکله‌های واقع در یک بندر یا منطقه باز، یک تحلیل آماری را می‌توان برای تعیین تراز و فرکانس ترازهای بالایی آب و ارتفاعات امواج انجام داد.

۲-۱-۶-۴ عرض آستانه

توصیه و رهنمود مشخص و محکمی را در مورد عرض آستانه که تابعی مستقیم از نحوه بارگیری و تخلیه بار است، نمی‌توان ارایه کرد. بسته به اینکه اسکله برای استفاده‌های اختصاصی یا چند منظوره باشد، عرض لازم برای آستانه نیز تغییر خواهد کرد. اسکله‌های باربری عمومی جدید با انبارهای موقت، نیاز به یک فاصله ۲۰ تا ۵۰ متری بین وجه جلوی اسکله و انبار دارند. برای بعضی از بارهای خاص مثل ماهی، عرض آستانه را می‌توان با توجه به نحوه بارگیری و تخلیه بار کاهش داد تا حجم کار به حداقل ممکن برسد.

برای اسکله‌ها باید مناطق پشتیبانی با مساحت کافی تأمین گردد تا انبار کردن و حمل و نقل بارهایی که در طول عمر اسکله تخلیه و بارگیری آنها انتظار می‌رود میسر باشد. در مورد پایانه‌های کانتینر، تمام منطقه پشت اسکله روباز بوده و فاصله وجه جلویی اسکله تا مرز عقبی محوطه پشت اسکله به ۳۰۰ متر یا بیشتر نیز خواهد رسید.

آستانه باید به اندازه کافی عریض باشد تا عملکرد مؤثر و ایمن تجهیزات بارگیری و تخلیه بار روی آن ممکن باشد. ضمناً توجه مخصوص به تأمین فضاهای لازم جهت چرخش وسایل ترددی و دسترسی وسایل اوزانس ضروری است.

۲-۱-۶-۵ فواصل آزاد در جلوی اسکله

توجه دقیق به سطوح جانبی شناورهایی که از اسکله استفاده می‌کنند ضروری است. برآمدگی کشتیه‌های حامل کانتینر یا شناورهای نظامی نیاز به فضای آزاد بیشتری را ایجاد می‌کند. پایه‌های جلویی جرثقیلها، شیلنگها و ادوات لوله‌های آتش‌نشانی و دیگر لوازم باید عقب‌تر از لبه اسکله جاگذاری شوند تا از آسیب آنها توسط دماغه یا قسمت‌های پیش‌آمده کشتی یا پلهای متحرک جلوگیری شده و ضمناً امکان تردد بین مهارها و سازه جرثقیلها وجود داشته باشد. محدوده فواصل خطوط ریل جرثقیل‌های کانتینر و فله‌ای وسیع بوده و چون اغلب جرثقیلها بر اساس تقاضا ساخته می‌شوند، دهانه مناسب را می‌توان انتخاب نمود.

ابعاد برای انواع خاصی از پایانه‌ها، مانند آنهایی که دارای لودرها و تخلیه‌کنهای شعاعی هستند باید به طور مجزا تعیین شوند.

آبخور بیشینه شناورهایی که در کنار اسکله پهلو می‌گیرند باید به هنگام تعیین فواصل آزاد کف بستر تا سطح جلویی سازه (اسکله) در نظر گرفته شوند.

فواصل آزاد اضافی برای دماغه‌های پیاپی وقتی که زاویه بین خط تاج و محور طولی شناور از ۷ درجه تجاوز کند، باید در نظر گرفته شود. برای توصیه‌های مربوط به زاویه نزدیک شدن (پهلوگیری) به فصلهای ۹ و ۱۰ مراجعه کنید.

باید از برخورد کشتیه‌ها با سازه‌ها در فواصل بین واحدهای مجزای ضربه‌گیر جلوگیری به عمل آید. این مطلب بخصوص در جایی که شناورها ممکن است به دلیل وجود جریان آب (مانور آنها را به تأخیر می‌اندازد یا تسریع می‌کند) در امتداد اسکله بچرخند حایز اهمیت است.

سازه‌های دریایی را معمولاً نمی‌توان طوری طراحی کرد که بتوانند در مقابل بارهای قائم غیر معمول که ممکن است توسط یک کشتی یا دیگر انواع شناورهای بزرگ که در زیر یک پیش‌آمدگی محبوس شده یا به آن آویزان گشته به هنگام بالا رفتن یا پایین آمدن سطح آب بر اثر جزر و مد به آن وارد می‌کنند، مقاومت نمایند. طراحی دقیق به منظور جلوگیری از پیش‌آمدهای زاویه‌دار و ایجاد هر پیش‌آمدگی افقی با یک برآمدگی می‌تواند احتمال وقوع چنین بارهای قائم غیر معمول را کاهش دهد.

واحدهای جلو و عرشه اسکله باید به سازه متصل گردند، زیرا عموماً نیروی جاذبه (وزن آن واحدها) به تنهایی برای نگهداشتن آنها در محل مربوطه کفایت نمی‌کند.

◀ ۲-۲ ملاحظات عمومی محل

◀ ۲-۲-۱ نشست

تأثیر نشست بر عملکرد بندر باید به دقت مورد توجه قرار گیرد. معمولاً، تنها نشستهای محدودی در اسکله‌های ساحلی و دور از ساحل مورد قبول خواهد بود، مگر آنکه از پی‌های ویژه‌ای که تأثیر نشستهای زیاد به عملکرد بندر به حداقل می‌رساند، استفاده شود. نحوه محاسبه نشست و حدود مربوطه در بخش سوم آیین‌نامه ارائه شده است.

◀ ۲-۲-۲ مصالح پرکننده

مصالح ریخته شده در پشت اسکله‌های ساحلی باید از مصالح دانه‌ای که زهکشی آب به طور آزادانه از بین آنها میسر است، باشد. خاکریزی را می‌توان با استفاده از روشهای متعارف متراکم کرد. لیکن تأثیرات ایجاد تراکم بالا که معمولاً در بنادر مورد نیاز است باید به دقت مورد شناسایی و توجه قرار گیرد. از جمله این تأثیرات می‌توان از افزایش فشارهای جانبی خاک بر دیوارها که منجر به افزایش تنش در دیوار یا مهارها شده و یا باعث تغییر مکان اضافی دیوار به سمت دریا می‌شود، نام برد. در جاهایی که دیوارهای اسکله بر روی سنگ ساخته و در پشت آن نیز سنگ ریخته شده است، فشار جانبی بر پشت دیوار را می‌توان با جایگزین کردن سنگ با بتن در جا در لایه زیرین کاهش داد. احتمال حرکت و جدا شدن دیوار از بتن و ورود آب به فضای بین آن دو باید مورد توجه قرار گیرد. توصیه‌های مربوط به مصالح خاکریزی در بخش سوم آیین‌نامه ارائه شده است.

◀ ۲-۲-۳ زهکشی و فیلتر

زهکشی دیوارهای اسکله به منظور کاهش اثر جزر و مد، معمولاً به صورت ایجاد سوراخهای تخلیه با شیرهای تخلیه انجام می‌شود. در بعضی از انواع دیوارهای اسکله، زهکشی از محل درزهای باز انجام

می‌شود. چنین درزهایی باید توسط صافیهای مناسب عایق‌بندی گردند تا از خروج مصالح ریزدانه جلوگیری به عمل آید. برای این کار می‌توان از شیرهای قائمی که عرض آنها از اندازه کوچکترین سنگ در لایه فیلتر مجاور به آن کوچکتر است، استفاده کرد. در طراحی سوراخهای تخلیه باید احتمال پیوستگی و بلوکه شدن مصالح بر اثر رشد گیاهان دریایی مورد توجه قرار گیرد.

در آبهای حاوی گل و لای، باید از شیرهای تخلیه به جای سوراخهای تخلیه استفاده کرد تا از پیوستگی و بلوکه شدن مصالح جلوگیری به عمل آید. شیرها باید درست در بالای سطح پایین آب قرار داده شوند تا امکان تعمیر آنها میسر باشد.

سازه‌های عظیم‌الجثه اسکله‌هایی که در آنها از مصالح خاکریزی استفاده شده است، مثل سکوه‌های متنوع و بعضی از انواع دیوارهای وزنی، باید به زهکشهایی مثل دریچه‌های شیری گرد مجهز شوند تا فشار هیدرواستاتیکی اضافی را کاهش دهند. زهکشها باید در بالای سطح پایین آب طوری قرار داده شوند تا هم امکان تعمیر آنها وجود داشته باشد و هم کشتیها و بقایای اجسام شناور به آنها صدمه‌ای نزنند.

زهکشی خاکریز پشت اسکله‌ها ممکن است تحت تأثیر کارهای لوله کشی، زهکشی شنی، یا استفاده از قطعات سنگ در پشت دیوارها قرار گیرد. قطعات سنگ اغلب در پشت دیوارهای بتنی حجیم قرار داده می‌شوند تا از اعمال فشارهای جانبی به دیوار بکاهند، اما برای دیگر انواع دیوارها استفاده از آنها ممکن است به خاطر فشارهای بالای ناشی از تماس آنها با دیوار که احتمال وقوع آن هست، غیر قابل استفاده باشد. لذا وجود یک لایه فیلتر بین قطعات سنگ و مصالح خاکریزی عمومی ضروری است. به جای ترکیب فوق می‌توان از شن به عنوان مصالح پرکننده استفاده کرد. در این حالت، مصالح شنی باید به صورت فیلتر طراحی شوند تا از نفوذ مصالح پرکننده ریزتر به داخل آن جلوگیری به عمل آید. توصیه‌های مربوط به طراحی زهکشها و فیلترها در بخش سوم آیین‌نامه ارائه شده است.

◀ ۲-۲-۴ فشارهای وارده از طرف امواج بر دیوارها

دیوارهای ساحلی معمولاً در آبهای حفاظت شده احداث می‌گردند. لیکن امواج با دوره تناوب بالا می‌توانند به داخل بنادر حفاظت شده هم وارد شوند. به علاوه، تردد شناورها نیز باعث تولید موج می‌شود،

اگر چه دوره تناوب چنین امواجی به طور کلی کمتر از حدی است که این امواج نیروی قابل توجهی را به یک دیوار وارد کنند.

برای تعیین و محاسبه فشار هیدرواستاتیکی که دیوار در مقابل آن طراحی می‌شود، باید ارتفاع، طول و زاویه میل امواج را مورد توجه قرار داد. کشش ایجاد شده به هنگام ناو موج معمولاً از فشار وارده به هنگام تاج موج مهم‌تر است. در محل سازه‌های نفوذناپذیر، تأثیر جزر و مد باید افزایش داده شود و حداقل نصف ارتفاع موج به ارتفاع موجود افزوده گردد تا بیانگر ناو (واقعی) موج در محلی که امکان بروز امواج ایستاده وجود دارد باشد (به بخش اول آیین‌نامه مراجعه شود). در محل سازه‌های نفوذناپذیر که پشت آنها از مواد نفوذپذیر است، تأثیر افزایش تدریجی سطح آب در قسمت خاکریزی شده پشت سازه، به خاطر عملکرد موج باید در نظر گرفت. تأثیر روگذری امواج بر روی سازه‌هایی نظیر موج‌شکنهای ساحلی نیز باید در ارتباط با احتمال افزایش سطح آب در پشت وجه جلویی دیوار مورد مطالعه قرار گیرد.

◀ ۲-۲-۵ محافظت در مقابل آب‌شستگی

تأثیرات پروانه کشتیها و حرکات ناگهانی دماغه آنها، امواج و جریانات دریایی بر روی پایداری بستر دریا و شیروانیهای زیر آبی نزدیک به سازه‌ها، باید به دقت بررسی گردد. کشتیهای با غلتشهای طولی متغیر بخصوص قایقها و کشتیهای مسافری، ممکن است موجب فرسایش بیشتری نسبت به کشتیهای با غلتش طولی ثابت شوند.

در جاهایی که احتمال فرسایش وجود دارد، حفاظتهایی مثل پاشنه سنگی ضد فرسایش بستر دریا باید در جلوی دیوارهای ساحلی (بخصوص در اسکله‌هایی که شناورها معمولاً در جایگاههای مخصوص پهلو می‌گیرند) ایجاد شوند.

سایر قطعات سنگی محافظ شیروانیهای زیر آبی نباید کمتر از مقدار لازم باشد تا در مقابل آب‌شستگی ناشی از حرکت پروانه‌ها و حرکت ناگهانی دماغه کشتیها مقاومت کند. ممکن است تأمین یک فیلتر مناسب بین قطعات سنگ و مصالح زیر آن ضروری باشد.

بررسی اثرات و تغییرات ایجاد شونده بر دوام ساختمان مصالح طبیعی بستر و سنگهای کوچکی که توسط حرکت ناگهانی دماغه شناورها جابه‌جا و گاه به سمت سازه پرتاب می‌شوند نیز ضروری است.

توصیه‌های دیگر در مورد مطالعات رسوب و آب‌شستگی در بخش‌های اول و پنجم آیین‌نامه ارایه شده است.

۶-۲-۲ زلزله

فصل سیزدهم در بخش اول آیین‌نامه به بارگذاری زلزله می‌پردازد. به طور کلی فرض بر آن است که زلزله‌ها یک شتاب افقی به سازه و زمین مجاور و زیر آن وارد می‌کنند. حال آنکه به همراه مؤلفه افقی یک مؤلفه قائم شتاب نیز وجود دارد که باید بخصوص در مورد سازه‌های مدفون مد نظر قرار گیرد. شتاب زلزله به جرم سازه و زمین وارد می‌شود. بنابراین در زمینهای محتوی آب، جرم ترکیبی خاک و آب شتاب می‌گیرد. زلزله‌ها بر روی فشار جانبی خاک (باعث افزایش فشار محرک و کاهش فشار مقاوم)، پایداری شیروانیها و مقاومت برشی خاک بخصوص خاکهای بسیار شل که احتمال وقوع پدیده روانگرایی در آنها وجود دارد، تأثیر می‌گذارند. در مواردی که احتمال تشدید وجود دارد، بخصوص سازه‌های بلند و لاغر، شتابهای به دست آمده، نیاز به توجه بسیار دقیق دارد. بسته به الگوی کاربرد، مقادیر بارهای طراحی وارده بر سازه‌ها و خاکریزها (۵۰٪) کاهش داده می‌شوند.

۷-۲-۲ زهکشی آبهای سطحی و روسازی

سطوح فوقانی تمامی باراندازهای اسکله‌های ساحلی و دور از ساحل باید طوری طراحی شوند تا امکان زهکشی آب باران و آب پاشیده شده از سمت دریا، وجود داشته باشد. در بسیاری از موارد، چنانچه سطح فوقانی طوری احداث شود که یک شیب عرضی به سمت کناره‌ها داشته باشد، کفایت می‌کند. میزان شیب عرضی ممکن است تا مقدار ۱:۴۰ برای جاهایی که انتظار نشستهای جزئی برای آن می‌رود، نیز برسد و در غیر این صورت می‌توان مقادیر بین ۱:۴۰ و ۱:۱۰۰ را بسته به نوع سطح، عرض بارانداز و کاربری آن انتخاب کرد.

در جاهایی که زهکشی سطح اسکله می‌تواند موجب آلودگی دریا شود یا عرض بارانداز خیلی زیاد است، آبهای سطحی را می‌توان به سمت مجاری یا کانالهای ایجاد شده در روی بارانداز هدایت کرد. در ترمینالهای نفتی، در نواحی کناری و جداول که الزاماً محتوی مواد نفتی ریخته شده است می‌توان

زهکشی آنها را به داخل مخازنی که برای این منظور تهیه شده‌اند انجام داد. امکانات زهکشی باید برای سوراخهای محل قرارگیری چرخها در خط آهن، و برای همه لوله‌ها و مجاری، شیارها، راهروها و اطاقهای ارتباطی مربوط به تعمیرات فراهم گردد.

جزئیات کامل در مورد زهکش آبهای سطحی و روسازی بندر در بخش چهارم آیین‌نامه آمده است.

◀ ۸-۲-۲ بار یخ

برای سازه‌هایی که در مناطق سرد احداث می‌شوند ممکن است لازم باشد بارگذاری ناشی از یخ در نظر گرفته شود.

◀◀ ۳-۲ انتخاب سازه

◀ ۱-۳-۲ کلیات

در جهت ساخت هر سازه مهم، بایستی انواع مختلف سازه با هم مقایسه شده و انتخاب بر اساس سهولت اجرا و کمترین هزینه ساخت و نگهداری صورت گیرد. استفاده از طرحهای استاندارد که برای شرایط مختلف ارایه شده است شاید اقتصادی نباشد.

طرحهای تیپ سازه‌ای آیین‌نامه استفاده از سیستمهای دیگر سازه‌ای که شامل ترکیباتی از دو یا چند نوع از این طرحها باشد را غیر ممکن نمی‌سازد.

◀ ۲-۳-۲ انواع سازه

سازه‌های دریایی به دو دسته توپر یا شمعی باز تقسیم می‌شوند. سازه‌های توپر شامل سازه‌های وزنی یا سپری با یک وجه پهلوگیری قائم توپر می‌باشند. این نوع سازه‌ها بیشتر در پهلوگیرهای کناره‌ای مرسوم می‌باشند که در آنجا باید مصالح پرکننده نگه داشته شوند، اما در جتی‌ها، دولفینها و اسکله‌های عمود بر ساحل نیز به کار می‌روند.

سازه‌های باز از یک عرشه آزاد که بر روی یک گروه شمع قرار گرفته است، تشکیل می‌شوند. در صورتی که در این سازه‌ها فقط از شمعه‌های قائم و بدون قید افقی خارجی استفاده شود، تغییرشکل‌پذیر و در صورتی که در آنها از شمعه‌های مایل و دستکی که به خشکی تکیه دارند استفاده شود، صلب هستند.

درجه تغییر شکل‌پذیری سازه بستگی به پیکربندی کلی سازه، نحوه قاب‌بندی و سختی نسبی اعضا و تکیه‌گاه‌هایشان دارد. استفاده از سازه تغییرشکل‌پذیر در جایی که روی آن جرثقیل یا تجهیزات جابه‌جایی فله وجود دارد، خصوصاً در مناطق زلزله‌خیز نامناسب می‌باشد.

بسیاری از انواع سازه‌های اسکله ساحلی که خاک پشت سر خود را نگه می‌دارند، کم‌کم طی ساخت یا بعد از ساخت به دلیل گسترش فشار محرک و مقاوم خاک تغییر شکل می‌دهند. این تغییر شکل ممکن است به صورت جابه‌جایی افقی یا جابه‌جایی افقی همراه با چرخش رو به جلو باشد.

این جابه‌جاییها علاوه بر نشست طبیعی هستند و بستگی به نوع سازه و شرایط زمین خواهند داشت. اثر این حرکتها روی روسازه‌های ثابت که از تکیه‌گاه روی اسکله ساحلی یا از زمین نگه داشته شده در میان گروه محرک به تکیه‌گاه و یک روی زمین دور از آن پل زده‌اند (سوار شده‌اند) بایستی در نظر گرفته شود.

در هنگام انتخاب نوع سازه برای اسکله ساحلی جدید بایستی سازه‌های موجود مجاور آن در نظر گرفته شوند. تغییرات در رژیم دریایی موجود در پهلوگیر و مناطق مجاور، هنگام استفاده از سازه‌های شمعی باز کمتر از موقعی است که از سازه‌های توپر استفاده می‌شود. زیرا سازه‌های شمعی باز، ممانعت کمتری برای عبور جریان و امواج به وجود می‌آورند. در مناطقی که احتمال رسوب‌گذاری وجود دارد سازه توپر ممکن است سرعت جریان را افزایش دهد که کاهش حجم مواد ته‌نشین شده را به همراه دارد، اما این عمل ممکن است نتایج نامطلوب در دیگر مکانها داشته باشد. سازه توپر می‌تواند منجر به ایجاد آشفتنگیهای غیر قابل قبولی در اثر انعکاس امواج برای کشتی در پهلوگیر شود. این عمل می‌تواند با تعبیه سوراخ در وجه پهلوگیر یا باز کردن بخشی از وجه پهلوگیر کاهش یابد. در جایی که از سازه‌های شمعی باز در پهلوگیرهای کناره‌ای استفاده می‌شود، از خاکریز پشت پهلوگیر به وسیله روکش شیب‌داری نگهداری می‌شود که موجب جذب انرژی موج و کاهش انعکاس می‌گردد.

◀ ۲-۳-۳ شرایط کف دریا

داده‌های ژئوتکنیکی و نقشه‌های ژرفاسنجی بایستی برای تعیین ترازهای مناسب پی‌ریزی انواع مختلف سازه و تصمیم‌گیری در مورد این که لایروبی لازم یا اقتصادی است، مطالعه شوند.

◀ ۲-۳-۴ مصالح ساختمانی محلی

در هر مطالعات ژئوتکنیکی باید مصالح طبیعی موجود در منطقه که می‌تواند در اجرا به کار رود بررسی شود. وجود معدن سنگ یا مصالح دیگر با فاصله حمل کوتاه ممکن است تأثیر زیادی در انتخاب سازه داشته باشد.

◀ ۲-۳-۵ روش اجرا

روش و ترتیب اجرا و تجهیزات کارگاه ساختمانی می‌تواند نوع نهایی سازه انتخاب شده را مشخص سازد، استفاده از قطعات پیش‌ساخته سبب سرعت اجرا می‌شود ولی اندازه و وزن قطعات بایستی در حدود ظرفیت حمل دستگاه‌های موجود باشد. وقتی که پروژه مورد نظر، بخشی از یک پروژه بزرگ می‌باشد، طرحی که دربرگیرنده تجهیز کارگاه با تجهیزات خاص و ایجاد محوطه ساخت قطعات برای پروژه مورد نظر می‌باشد ممکن است مفید باشد.

در صورتی که شرایط آب و هوایی دریا برای استفاده از کارگاه شناور چه در طول سال یا به صورت فصلی مناسب نباشد، ممکن است اجرای یک خاکریز موقت یا پانتون جک‌آپ از سمت ساحل لازم باشد.

◀ ۲-۳-۶ مشکلات اجرا

این حقیقت که سازه عموماً روی آب و به وسیله سکوی کار موقت اجرا خواهد شد، باید در هنگام تصمیم‌گیری در نظر گرفته شود. جریانات شدید و موج، مشکلات اجرا را افزایش خواهند داد. این شرایط در هنگام اجرا در خشکی وجود ندارد. بایستی خاطرنشان شود که شمع‌های کوبیده شده در آب به ندرت در کل طول خود نگهداری شده‌اند و اگر چه به طور محیطی روی بستر گذاشته شوند، ولی رأس آنها ممکن است از مکان صحیح منحرف شود. واحدهای عرشه کار گذاشته شده روی شمعها، بایستی به نحوی طراحی شود که با انحراف مجاز شمعها سازگار باشد. خاکبرداری در خشکی می‌تواند با دقت کنترل شود ولی در زیر آب بایستی توسط لایروبی یا گاهی توسط غواص اجرا شود. لایروبه‌ها، سطحی موجدار یا پله‌پله بر جای می‌گذارند که لایه‌ای مصالح ریز به همراه دارند که می‌تواند روی آن ته‌نشین شود. بایستی

خاطر نشان شود که لایروبی بیشتر از نیاز (معمولاً $0/3$ متر در ماسه، سیلت و رس نرم) اغلب می‌تواند افزایش یابد و هر محفظه‌ای ممکن است با مصالح نرم پر شود.

ناهمواری ریزش که معمولاً رخ می‌دهد و احتمال این که لایه سطحی، تشکیل یک صفحه گسیختگی بالقوه در زیر پی دهد بایستی در نظر گرفته شود. یک لایه شن یا قلوه‌سنگ ممکن است قبل از خاکریزی روی سطح دریا قرار داده شود تا از تشکیل چنین صفحه گسیختگی در زیر خاکریزی جلوگیری شود. شیروانیهای خاکی موقتی که روی آنها امکان نشست مصالح نرم وجود دارد بایستی با شیب مخالف شیب صفحه گسیختگی بالقوه در خاک اجرا شود. وقتی که واحدهای پیش‌ساخته بایستی روی لایه زیرسازی شنی روی بستر دریا قرار گیرد، هموارسازی و آماده نمودن زیرسازی بایستی ساده باشد. محافظت رضایت‌بخش از کارها در طی اجرا بایستی صورت گیرد تا از خسارت احتمالی ایجاد شده توسط جریانات، امواج و اجسام شناور جلوگیری شود.

◀ ۲-۴ دوام و بقا

◀ ۲-۴-۱ کلیات

اسکله‌های ساحلی و دور از ساحل باید در شرایط محیطی خشن ترجیحاً بدون نیاز به تعمیرات، پابرجا بمانند. برای آنکه این سازه‌ها به حداقل تعمیرات در طول عمر مفید خود نیاز داشته باشند، لازم است که همه سازه‌ها، با دوام طراحی گردند. مسائل مربوط به تضمین پایداری در بخش اول آیین‌نامه به طور کامل بحث شده است.

◀ ۲-۴-۲ عمر طراحی

عمر طراحی یک سازه به عنوان عمر مفید مطلوب آن انتخاب می‌گردد. برای توصیه‌های مربوط به عمر طراحی به بخش اول آیین‌نامه مراجعه شود.

◀ ۲-۴-۳ مصالح

انتخاب مصالح باید بر اساس در دسترس بودن، کیفیت و مناسب بودن برای پروژه مورد نظر صورت گیرد. اطلاعات کامل در این مورد در بخش دوم آیین‌نامه ارائه شده است.

◀ ۲-۴-۴ کنترل خوردگی و ترک

۲-۴-۴-۱ کلیات

روشهای حفاظتی در مقابل خوردگی به منطقه‌ای که سازه در آن قرار دارد بستگی دارد. به طور کلی شرایط مختلف خوردگی به قرار زیر در نظر گرفته می‌شود:

الف: مدفون

ب: پیوسته مغروق

ج: بین جزر و مدی

د: هوا

بیشترین خطر خوردگی معمولاً در ناحیه جزر و مدی، جایی که سطوح مرتباً مرطوب و خشک می‌شوند، است.

۲-۴-۴-۲ خوردگی فولاد

هنگام برآورد میزان خرابی سازه‌های فولادی می‌توان منطقه جزر و مدی و پاشیدن را به صورت دو منطقه مجزا در نظر گرفت. اطلاعاتی در مورد خوردگی در بخش اول آیین‌نامه ارائه شده است. خوردگی فولاد دریایی در آبهای خلیج فارس در حدود میکرون در سال و در آبهای دریای خزر در حدود میکرون در سال تخمین زده شده است.

۲-۴-۴-۳ کنترل ترک در بتن

تغییر کیفیت بتن در مناطق مختلف معمول نیست، اما در صورت لزوم پیشبینی عرض ترک مجاز در منطقه جزر و مدی و پاشیدن را می‌توان کاهش داد. در حالت حدی بهره‌برداری، عرض ترکها در هر جا در

درون سازه باید به $0/3$ میلیمتر محدود شود. در منطقه جزر و مدی یا مناطق دیگری که مسئله کنترل ترک با اهمیت تلقی می‌شود، عرض ترکها باید مطابق با توصیه‌های آیین‌نامه بتن ایران تعیین شود. برای سازه‌های حجیم که در آنها تنشها پایین بوده و فقط آرماتورهای حداقل به کار می‌روند، ممکن است عرض ترکها مهم نباشد. ولی در آب و هوای گرم و خشک ضروری است تا اسکله‌های ساحلی بتنی حجیم در منطقه ترشح با عیار سیمان بیشتری طراحی گردند تا فرسودگی سطحی کاهش یابد. در سازه‌های بزرگ بتنی درجا که بخشی از آنها مستغرق بوده و یا آنکه به طور دائم بر روی یک دیوار حایل مستغرق واقع شده‌اند باید از ایجاد ترکهای خزشی جزیی جلوگیری به عمل آورد. تأمین یک لایه آب‌بند به منظور کاهش تأثیرات ضد یخ‌زدگی نمکها بر روی کفها و عرشه‌هایی که در نواحی تحت تأثیر شرایط یخ‌زدگی هستند نیز باید مورد توجه قرار گیرد. چنین لایه‌ای باید با یک پوشش حفاظت گردد.

۲-۴-۵ نگهداری

به دلیل اینکه بیشتر قسمتهای سازه‌های دریایی در زیر آب یا زیر زمین قرار دارند، بازرسیهای تعمیراتی بسیار مشکل می‌باشد. منطقه بین جزر و مدی برای مدت زمان کوتاهی خارج از آب و در معرض بازرسی قرار می‌گیرد ولی در عین حال رویش گیاهان دریایی و وجود رسوبات نفتی بر روی سازه‌ها از جمله موانع بازرسی به شمار می‌آیند. مناطق زیرآبی باید توسط یک غواص، مورد بازرسی قرار گیرند. لذا علاوه بر مسئله رویش گیاهان دریایی، محدود بودن قابلیت دید و مشکلات ارتباطی بین غواص و مهندس از جمله مسائل مطرح می‌باشند. حتی بازرسی نواحی بالای منطقه بین جزر و مدی، مثل سطح زیرین یک دال معلق، اگر دسترسی به آنها تنها از طریق یک قایق یا سکوی شناور و تنها در وضعیت خاصی از جزر و مد میسر باشد، همراه با مشکلاتی خواهد بود.

با تدارک اسباب و لوازم دائمی (مثل پلکان) بر روی پایه‌ها و عرشه‌های معلق به منظور ایجاد امکان مهاربندی برای قایقهای کوچک و تخته‌بندی و بالاروی می‌توان دسترسی برای بازرسی و انجام کارهای تعمیراتی زیر عرشه‌های معلق را تسهیل کرد. برای اغلب سازه‌های مشبک یک سازه، دسترسی دائمی برای انجام کارهای تعمیراتی ممکن است مورد نیاز باشد.

در بعضی از موارد ممکن است برای تعمیر یک وسیله، لازم به خروج آن از آب باشد. هر طراحی باید با توجه به مزایای آن شناخته شود و ضمناً طراحی باید متناسب با توانایی استفاده کننده در انجام تعمیرات باشد. ولی در جاهایی که این توانایی وجود ندارد باید فرض شود که بازرسی و تعمیر منظمی برای سازه‌ها به استثنای آنهایی که از طریق خشکی به سادگی قابل دسترسی هستند انجام نخواهد شد. هنگامی که احداث سازه نیازمند ماشین‌آلات تخصصی است، همان ماشین‌آلات ممکن است برای انجام کارهای اصلاحی، مورد نیاز باشند. وقتی که در یک طراحی، تعمیرات برنامه‌ریزی شده مد نظر باشد، امکان دسترسی به ماشین‌آلات مورد نیاز نیز باید در نظر گرفته شود.

◀ ۲-۵ تأسیسات و تجهیزات

◀ ۲-۵-۱ ملاحظات سازه‌ای

وسایل و تأسیسات روی اسکله باید به طور کامل مورد توجه قرار گرفته و در زودترین مراحل ممکن نهایی شود.

سیستم پشتیبانی برای قاب جرثقیلها و دیگر ماشین‌آلات حمل و نقل ممکن است تعیین کننده هندسه سازه اسکله باشند. حرکات جزئی ریلهای جرثقیل باید مورد توجه قرار گیرد. چنانچه احتمال تغییر فاصله ریلها از یکدیگر به دلیل حرکات دیوار با بارهای جانبی چرخ وجود دارد، باید از بست یا قید بین فونداسیونهای ریلها استفاده کرد. امکان حرکات جزئی قائم در محل درزهای سازه‌ای را می‌توان با تأمین یک تکیه‌گاه انتقالی کوتاه برای ریل فراهم کرد. در حالت‌های بحرانی، تدارک برای تنظیم آتی ارتفاع ریلها باید در مسیر آنها در نظر گرفته شود. هنگام انتخاب شکل عرشه اسکله، توجه به عمق مورد نیاز برای وسایل شستشوی مسیر ریلها نیز حایز اهمیت است. توصیه‌های ارایه شده در آیین‌نامه راه و راه‌آهن باید در طراحی مسیرها و خطوط آهن مورد توجه قرار گیرد. ایجاد شیارهایی برای تأمین نیروی لازم برای تجهیزات سنگین ممکن است مورد نیاز باشد. تأسیسات را می‌توان در بالای محوطه پر تردد عرشه اسکله‌های دور از ساحل و به کمک تکیه‌گاههای مناسب نگهداری کرد ولی در یک اسکله ساحلی آنها را باید در زیر سطح عرشه‌ها آویزان کرد و یا در داخل بدنه سازه جای داد. چون در زیر سطح عرشه،

تأسیسات بیشتر در معرض خوردگی قرار می‌گیرند، معمول‌تر آن است که آنها را در بدنه سازه جای دهند. در جاهایی که تعداد تأسیسات مورد استفاده زیاد است، از آنجایی که عبور از روی مسیر عبور تأسیسات اجتناب‌ناپذیر خواهد بود، عمق قرارگیری آنها (در بدنه سازه) باید قابل توجه باشد. نقاطی که تردد در بالای آنها صورت می‌گیرد و نقاط خروجی تأسیسات ممکن است طراحی سازه‌ای اسکله را تحت تأثیر قرار دهد. یک خروجی تأسیسات به صورت اتاقی به ارتفاع کامل جهت دسترسی، اغلب یک راه حل قابل قبول است. اطلاعات کامل‌تر در این موارد در بخش چهار آیین‌نامه و نیز در آیین‌نامه راه و راه‌آهن ارائه شده است.

◀ ۲-۵-۲ تأسیسات

بسته به نوع استفاده از اسکله، تدارک برای بعضی یا همه تأسیسات زیر جهت شناورها باید صورت پذیرد:

الف: آب شیرین

ب: آب شور

ج: آب سرد

د: بخار

هـ: هوای فشرده

و: انبار سوخت‌رسانی

ز: برق

ح: تلفن

ط: سیستم فاضلاب

ی: گازهای مخصوص مانند اکسیژن

عرضه آب شیرین معمولاً در محله‌های معینی در روی اسکله در فاصله‌های ۵۰ تا ۱۰۰ متر صورت می‌گیرد. برای مقابله با آتش‌سوزی نیز آب باید در دسترس باشد. آب شیرین صدمه کمتری به بار (کشتیها) می‌رساند ولی به دلیل گران بودن آن ممکن است از آب دریا استفاده شود. یک راه، آن است که

یک سیستم اصلی خشک، که به صورت خالی نگهداری می‌شود، در مواقع اضطراری با نصب یک پمپ ثابت یا متحرک پر می‌شود. همچنین می‌توان از سیستم‌های تحت فشار و پمپ‌های اتوماتیک با قابلیت بهره‌برداری فوری استفاده کرد. این سیستم اضطراری مقابله حریق ساحلی را می‌توان با تدارک دیدن تجهیزات مقابله با حریق بر روی یدک‌کشتها توسعه داده و مؤثر کرد. توجه کافی به راه‌های دسترسی و قابلیت بهره‌گیری از تأسیسات مقابله با حریق در تمامی مناطق، الزامی است.

در بعضی از بنادر که نیاز به سوخت‌رسانی به کشتیها می‌باشد، از یک بارج سوخت‌رسان یا یک اسکله ویژه سوخت‌رسانی می‌توان استفاده کرد. بر اساس نوع شناورهای مورد انتظار، نفت سیاه، نفت گاز دریایی، نفت دیزلی دریایی و دیگر سوخت‌های کمکی، مورد نیاز خواهد بود. شیرهای سوخت‌رسانی متصل و لوله‌های مدفون باید در محل‌های مناسب قرار داده شوند. شیرهای مخلوط نیز ممکن است لازم باشد و بده‌های ماکزیمم و مینیمم باید مشخص گردند. ممکن است ضروری باشد تا مخازن و مجاری به سیستم‌های گرم کننده مجهز شوند تا از انجماد بعضی از مایعات ممانعت شود. ممکن است تأمین خروجی برق برای یک یا چند سیستم مولد الکتریسته در تمامی اسکله‌ها مورد نیاز باشد.

مراکز تلفنی کشتی به ساحل معمولاً باید در هر اسکله، ترجیحاً در انتهای هر اسکله که برای کشتی‌های غول‌پیکر مناسب‌تر خواهد بود، تدارک دیده شود. بقیه سرویس‌های ذکر شده در لیست فوق تنها در تعداد معدودی از اسکله‌ها مثل آنهایی که برای تعمیر و ساخت شناورها مورد استفاده قرار می‌گیرند، مورد نیاز خواهند بود.

در جای‌گذاری و نصب تأسیسات باید فواصلی را برای حرکات جزیی مقاطع یک سازه یا حرکت نسبی بین یک سازه و محل خاکریزی شده به صورت تأمین درزهای مفصلی یا لغزشی در نظر گرفت. توصیه‌های مربوط به سیستم اتصال زمین، یا متغیرسازی و تجهیزات مقابله با حریق در پایانه‌های نفتی دریایی در فصل هشت ارایه شده است.

◀ ۲-۵-۳ تجهیزات

تدارکات لازم برای وسایل مهاربندی، مانند مهاربند - موت، چرخ لنگر و چنگک یا حلقه مهاربندی و تجهیزات نجات و نردبانهای ایمنی باید صورت تهیه شود. در جاهای مورد نیاز امکانات زیر باید فراهم گردد.

الف: جرثقیلها و تجهیزات مکانیکی حمل

ب: خط آهن برای قطار یا جرثقیل - ترمزها یا ضربه‌گیرهای مناسب

ج: روشنایی منطقه

د: چراغهای دریایی

هـ: تجهیزات مقابله با حریق (فوم یا آب)

و: حلقه‌های مهاربندی و یا ستونهای مهاربندی برای شناورهای کوچک

ز: نرده یا جدول (دست‌انداز) ایمنی

ح: پله‌های دسترسی

ط: بازشوهای دسترسی و نظارت

ی: سیستم حفاظتی

ک: کمک‌رسانی برای نزدیک شدن و پهلویی شناورها

ل: لزوم رعایت قوانین محلی، در صورت وجود نیز باید بررسی و مورد نظر باشد.

۳

ملاحظات عمومی طراحی

و بارگذاری اسکله‌ها

۱-۳-۱ روشهای طراحی

در طراحی سازه‌های مختلف دریایی به روش تنش مجاز، حاشیه اطمینان ثابتی در برابر خرابی وجود ندارد، لذا تمایل زیادی در استفاده از روش حالت حدی در طراحی دیوارهای ساحلی و اسکله‌های دور از ساحل وجود دارد. در بعضی موارد مانند سکوه‌های کاهنده یا سازه‌های مستقر بر شمع که شمعها به علت وجود دال بتنی سنگین تحت فشار بوده و مقاومت کششی ندارند، حاشیه اطمینان بسیار کوچک است. اگر چه در طراحی پی‌ها و دیوارهای حایل، معمولاً از روش حالت حدی استفاده نمی‌شود، به منظور هماهنگی با آیین‌نامه‌های موجود لازم است طراحی سازه فوقانی از طراحی المانهای سازه‌های زیرین و یا نگهدارنده خاک به طور جداگانه صورت گیرد.

در طراحی، هرگاه روش واحدی برای المانهای سازه‌ای وجود نداشته باشد، محاسبه دقیق بارهای وارده بر سازه و اطمینان از ضرایب اعمال شده بسیار مهم است. در طراحی باید بحرانی‌ترین ترکیب بارها مورد آزمایش قرار گرفته و حساسیت طراحی نسبت به تغییرات بارگذاری کنترل گردد. مودهای محتمل خرابی و عوارض خرابی سازه نیز می‌بایست مورد بررسی قرار گیرد.

۱-۳-۲ بارها

۱-۳-۲-۱ کلیات

به منظور تعیین بارها و فشار خاک و نیروهای هیدرواستاتیکی به بخشهای اول و سوم آیین‌نامه مراجعه شود. برای سیستمهای ضربه‌گیر و مهاربند به انتهای همین بخش مراجعه شود. بارها را می‌توان برای طراحی اولیه بر اساس طبقه‌بندی قسمت ۱-۳-۲-۲ دسته‌بندی کرد. ولی ممکن است برای بارهای غیر عادی و یا با اهمیت خاص آنها را به طور جداگانه و خارج از دسته‌بندی مورد بررسی قرار داد.

◀ ۳-۲-۲ انواع بارها

علاوه بر بارهای مرده و فشار خاک، نیروهای دیگری ممکن است روی سازه‌های دریایی عمل کنند، از جمله نیروهای ناشی از پدیده‌های طبیعی، و نیروهای ناشی از بهره‌برداری. به طور کلی می‌توان بارها را به صورت زیر طبقه‌بندی کرد.

- بارهای مرده
- بارهای مرده اضافه شونده
- بارهای زنده
- بارهای زنده ناشی از پدیده‌های طبیعی که شامل موارد زیر می‌باشد:
 - باد
 - برف و یخ
 - تغییرات درجه حرارت
 - جزر و مد
 - جریانها
 - امواج
 - زلزله
- بارهای زنده ناشی از فعالیتهای بهره‌برداری که شامل موارد زیر می‌باشد:
 - پهلوگیری
 - مهاربندی
 - سراندن (شناور)
 - بیرون کشیدن (شناور)
 - انبار نمودن بارها
 - جابه‌جایی بار

در عین حال از نظر محاسبه تغییر مکان و جابه‌جایی سازه، بارهای وارد بر سازه‌های دریایی به چهار گروه زیر تقسیم می‌شوند.

- بارهای تناوبی

- بارهای ضربه‌ای

- بارهای اتفاقی

- بارهای ایستا و تناوبی درازمدت

هر کدام از گروه بارهای فوق پاسخ متفاوتی از سازه دارد و روشهای متفاوتی در محاسبه تغییر مکان ناشی از آنها باید به کار گرفت. بجز بارهای گروه چهارم، بارهای وارده بر سازه‌های دریایی، طبیعت دینامیکی دارند و بنابراین اثر بار بستگی به مقدار آن و همچنین تغییرات آنها با زمان و پاسخ سازه به آن بار خاص دارد.

برای بررسی بارگذاریهای فوق به بخش یک آیین‌نامه مراجعه شود.

۳-۲-۱ بارهای مرده

بار مرده وزن مؤثر المانهای سازه‌ای است. در بعضی موارد، ممکن است وزن المانها در هوا در نظر گرفته شود و زیر فشار (به علت نیروهای هیدرواستاتیکی) به طور جداگانه بررسی شود.

۳-۲-۲ بارهای مرده اضافه شونده

بار مرده اضافه شونده، وزن کلیه المانهای غیر سازه‌ای است که بارهای وارده بر سازه را تشکیل می‌دهند. به عنوان مثال می‌توان از بار مصالح پرکننده روی سکوی کاهنده، کف‌سازی، تجهیزات ثابت برای جابه‌جایی بار و تزئینات اسکله، نام برد. وزن جرثقیلهای بزرگ متحرک روی ریلهای ثابت که به آرامی حرکت می‌کنند مانند **Container Crane** را می‌توان جزو بارهای مرده اضافه شونده محسوب نمود.

در هر آنالیز، اثر حذف بارهای مرده اضافه شونده باید در نظر گرفته شود زیرا ممکن است پایداری کلی سازه به علت حذف بار روی بخش دیگر سازه از بین برود.

۳-۲-۳ بارهای زنده ناشی از پدیده‌های طبیعی

که شامل موارد زیر می‌باشند:

۳-۲-۳-۱ بار باد

برای محاسبه بار باد از آیین‌نامه بارگذاری ۵۱۹ ایران استفاده شود.

۳-۲-۳-۲ بار برف و یخ

در سواحل و جزایر ایران، بعید به نظر می‌رسد که طراحی سازه‌های دریایی تحت تأثیر نیروی وزن برف و یخ باشد. ولی در طرح سازه‌های کمکی مثل سایه‌بان انبار محموله کشتی، ساختمانهای بندر و تأسیسات حمل و نقل بار، این بار باید در نظر گرفته شود. برای این موارد بار برف طبق آیین‌نامه ۵۱۹ ایران در نظر گرفته شود.

۳-۲-۳-۳ تغییرات درجه حرارت

بارها یا اثراتی که از انبساط و یا انقباض حرارتی سازه و گرا دیان حرارتی درون سازه ایجاد می‌شوند، می‌بایست با توجه به وضعیت آب و هوای محلی در طراحی لحاظ شوند. حداکثر دامنه تغییرات مؤثر حرارتی برای حالات مختلف عرشه‌های آزاد در جدول ۱-۳ داده شده است.

موارد ارایه شده در جدول مذکور مقادیر تغییرات درجه حرارت در طول سال می‌باشد. علاوه بر تغییرات درجه حرارت در طول سال، در مدت عمر مفید پروژه لازم است بارهای ناشی از افزایش درجه حرارت در حین ساخت در مرحله طراحی مد نظر قرار گرفته و تمهیدات لازم در نظر گرفته شود.

جدول ۱-۳ دامنه تغییرات مؤثر برای عرشه‌های سازه‌های دریایی

حداقل دما (بر حسب سانتیگراد)		حداکثر دما (بر حسب سانتیگراد)		نوع عرشه
شمال	جنوب	شمال	جنوب	
-۱۰	-۱۰	۵۵	۷۰	عرشه فلزی بر تیرهای فلزی
-۷	-۷	۴۵	۶۰	عرشه بتنی بر تیرهای فلزی
-۵	-۵	۴۰	۵۰	عرشه بتنی بر تیرهای بتنی

۳-۲-۲-۳ جزر و مد

سازه‌های دریایی باید چنان طراحی شوند که بتوانند در طول عمر طراحی سازه با حاشیه ایمنی مناسب، اثرات دامنه وسیع تغییرات سطح آب از پایین‌ترین تراز تا بالاترین تراز را تحمل کنند. پایین‌ترین و بالاترین تراز باید با توجه به هدف و عملکرد سازه و احتمال اتفاق افتادن آنها تبیین شوند ولی عموماً باید برای دوره بازگشتی حداقل ۵۰ سال برای سازه‌های دائمی در نظر گرفته شوند.

در تعیین حداقل و حداکثر تراز آب، باید ترکیبی از جزر و مدهای نجومی، امواج، موجهای دایم و جریان آب در نظر گرفته شوند. در این ارزیابی توجه به موارد زیر نیز لازم است:

- سرریز شدن

- تراز فشار هیدرواستاتیکی با در نظر گرفتن اثرات شناوری

- فشار خاک روی دیوارهای اسکله

- تراز عملکرد نیروهای مهاربندی و پهلوگیری، نیروهای ناشی از اجسام شناور و نیروهای امواج به علاوه در ارتباط با سرریز شدن و فشار هیدرواستاتیکی باید اثر امواج و بالاروی موج در نظر گرفته شود.

جهت در نظر گرفتن اثرات شناوری روی سازه، معمولاً ترجیح داده می‌شود که نیروهای شناوری و بارهای وزنی به صورت جدا ارایه شوند.

می‌توان در ارتباط با فشار خاک، نیروهای مهاربندی و پهلوگیری، نیروهای ناشی از اجسام شناور دیگر و نیروهای امواج در صورتی که تراز آب در حالات حدی باشد، از ضرایب ایمنی کاهش یافته استفاده نمود.

۳-۲-۲-۳ جریانها

در این مبحث، سرعت جریان طراحی باید بیشترین مقداری که در طول عمر سازه انتظار می‌رود، باشد که بر اساس هدف و عملکرد سازه و احتمال وقوع آن تعیین می‌شود. ولی در هر حال دوره بازگشت برای کارهای دائمی باید حداقل ۵۰ سال باشد.

بارهایی که ناشی از جزر و مد و یا جریان‌های دریایی بر سازه اعمال می‌شوند را می‌توان به صورت زیر طبقه‌بندی نمود.

- نیروهای پسا، موازی جهت جریان

- نیروهای جریان عرضی یا عمود بر جهت جریان

نیروهای پسا اصولاً یکنواخت هستند و مؤلفه نوسانی آنها هنگامی که فرکانس نوسان به فرکانس طبیعی سیستم نزدیک می‌شود اهمیت دارد.

نیروهای جریان عرضی برای اجسام متقارن قرار گرفته در مقابل جریان، نوسانی هستند. برای جریان غیر متقارن، توصیه می‌شود در صورت نیاز، نیروهای جریان عرضی را از آزمایش مودال و یا شرایط مشابه تعیین نمود. برای اعضای سازه‌ای منشوری که در جریان متقارنی غوطه‌ور و در برابر جریان یکنواختی قرار گیرد، نیرو بر مرکز سطح عمود بر جریان وارد شده از عبارت زیر محاسبه می‌گردد.

$$F_D = (C_D \rho V^2 A_n) / 2 \quad (1)$$

F_D : نیروی یکنواخت پسا (بر حسب KN)

C_D : ضریب بدون بعد متوسط زمانی نیروی پسا

ρ : چگالی آب (t/m^3)

V : سرعت لحظه‌ای جریان (m/s)

A_n : سطح عمود بر جریان (بر حسب متر مربع)

مقادیر C_D و A_n در عبارت فوق باید با احتساب اثر وجود گیاهان دریایی و ابعاد مقطع عضو قرار گرفته در مسیر جریان، در نظر گرفته شود. مقادیر C_D برای مقاطع با اشکال مختلف در زیر مورد بحث قرار می‌گیرد.

هرگاه سرعت جریان لحظه‌ای، غیر یکنواخت باشد و یا مقطع عضو به آرامی در طول، تغییر شکل بدهد، کل نیرو و مسیر عمل آن باید با انتگرال‌گیری تعیین شود. هرگاه سازه به طور کامل غرقاب شود و یا شناور باشد و یا شکل غیر یکنواختی داشته باشد نیروی پسا باید از طریق مدل‌سازی به دست آید.

در ترکیب موج با یک جریان برای شکل‌گیری نیروی پسا روی سازه، سرعت ذرات آب به صورت برداری جمع می‌شود. در محاسبات باید برآیند این نیروها در نظر گرفته شود. در چنین شرایطی، ممکن است در نظر گرفتن نیروهای اینرسی هم لازم باشد.

ضرایب نیروی پسا در مقاطع دایروی شمعها، تیوپها و سیلندرها، به عدد رینولدز و زبری سطح وابسته است. مقادیر ضرایب پیشنهادی برای استفاده در عبارت داده شده در شکل ۳-۱ برای سیلندرهایی دایره‌ای با درجه زبری مختلف به دلیل نوع پوشش سطوح و خزه دریایی روی عضو، ارایه شده است. برای مقاطع غیر دایره‌ای، مقادیر ضرایب نیروی پسا، مستقل از عدد رینولدز بوده و به زاویه برخورد وابسته است.

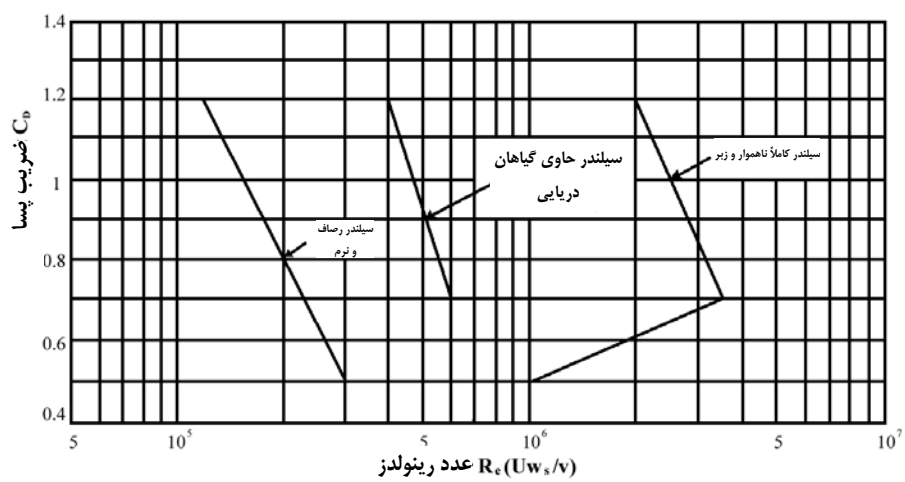
برای اشکال دیگر در صورت عدم وجود ضرایب مورد اطمینان پیشنهاد شده مقادیر C_D باید از طریق آزمایشات هیدرولیکی به دست آید.

۳-۲-۲-۳-۶ امواج

بارگذاری مستقیم موج روی سازه‌های دریایی، در اثر موجهای با دوره تناوب حداکثر ۲۰ ثانیه می‌باشد. پارامترهای موج طرح و روش محاسبه نیروی امواج در بخشهای زیر، مورد بحث قرار گرفته است. هرگاه حداکثر تنشهای ناشی از بار موج بیش از (۴۰٪) حداکثر تنشهای کل ترکیب بار را شامل شود، آنگاه اثر خستگی بر سازه باید بررسی شود. بررسی تحلیل خستگی بر سازه را می‌توان بر اساس موارد مندرج در پیوست آیین‌نامه یا دیگر آیین‌نامه‌های معتبر انجام داد.

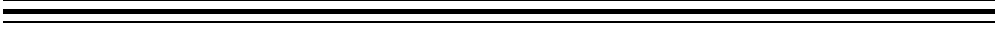
۳-۲-۲-۳-۷ بارهای زنده ناشی از فعالیتهای بهره‌برداری

این بارها که در بند ۲-۲-۲ نام برده شده‌اند، در فصلهای بعدی بخش حاضر (پهلویی و مهاربندی) مورد بحث قرار خواهند گرفت. همچنین اطلاعات تکمیلی در این خصوص در فصل سوم دیده می‌شود.



شکل ۱-۳ ضریب پسا برای سیلندره‌های دایره‌ای

۴



سپریها

۴-۱ کلیات

سپریها به سه دسته تقسیم می‌شوند:

الف: مهار شده تک دیواره (شامل سازه‌های تک دیواره تقویتی)

ب: گیردار تک دیواره

ج: تک دیواره با سکوه‌های کاهنده فشار

توزیع فشار زمین و مقاومت این سازه‌ها به نوع و انعطاف‌پذیری سازه و همچنین به طبیعت خاک بستگی دارد. این وابستگی در مورد سربارها نیز وجود دارد. ترتیب ساخت سپریها یک مسئله طراحی مهم و قابل توجه به حساب می‌آید (بند ۴-۱۷ را نیز ببینید).

در ساخت سپریها ممکن است از ترکیبهای سازه‌ای زیر استفاده شود:

۱- سپریها

۲- سپریهای بتنی درجا

۳- دیوارهای حایل

۴- دیوار شمع و صفحه

توجه: سپریهای سلولی و سازه‌های دو دیواره باتوجه به تعریف بند (۱-۲-۸) جزو سپریها محسوب نشده و در بخش پنجم به آنها پرداخته می‌شود.

۴-۲ مناسب بودن

سازه‌های سپری هنگامی که زمین زیر تراز لایروبی از خاک دانه‌ای متراکم یا با تراکم متوسط و یا خاک چسبنده متوسط تا سفت تشکیل شده باشد، بسیار مناسب‌اند. بهترین حالت این است که زمین بالای تراز لایروبی در زمان نصب سپری از جنس یکی از زمینهای مذکور باشد.

سپریها ممکن است در خاکهای ضعیف نیز ساخته شوند، ولی در جایی که خاک ضعیف زیر تراز لایروبی قرار می‌گیرد، این کار اقتصادی‌تر است، زیرا می‌توان پیش از اجرای دیوار برای جلوگیری از نفوذ خیلی زیاد سپری در زمین (به منظور رسیدن به پایداری لازم) خاک ضعیف را با ماسه جایگزین کرد. اگر عمق رس نرم خیلی زیاد باشد، استفاده از سپری مناسب نیست و نوع دیگری از سازه‌ها، مانند سازه شمع و عرشه باید جایگزین شود.

اگر بستر دریا عمدتاً سنگی باشد، ممکن است به اصلاح بستر یا تقویت پاشنه سپری نیاز باشد تا امکان کوبیدن سپری فراهم شود. سپریها برای استفاده در اسکله‌های موازی ساحل در حوضچه‌های بسته که در آنها آب‌بند مورد نیاز است، مناسب هستند. آنها همچنین می‌توانند برای تشکیل آب‌بند موقت یا سد موقت برای احداث یک دیوار وزنی بتنی درجا به کار روند. سپریها می‌توانند با سازه دایم ترکیب شوند. از سپریها می‌توان در افزایش عمق آب در جلوی سازه‌ها استفاده نمود. این روش ساخت، مخصوصاً در جایی که تغییر مکان وجه رو به دریای پهلوگیر بایستی کمترین مقدار باشد، مناسب است.

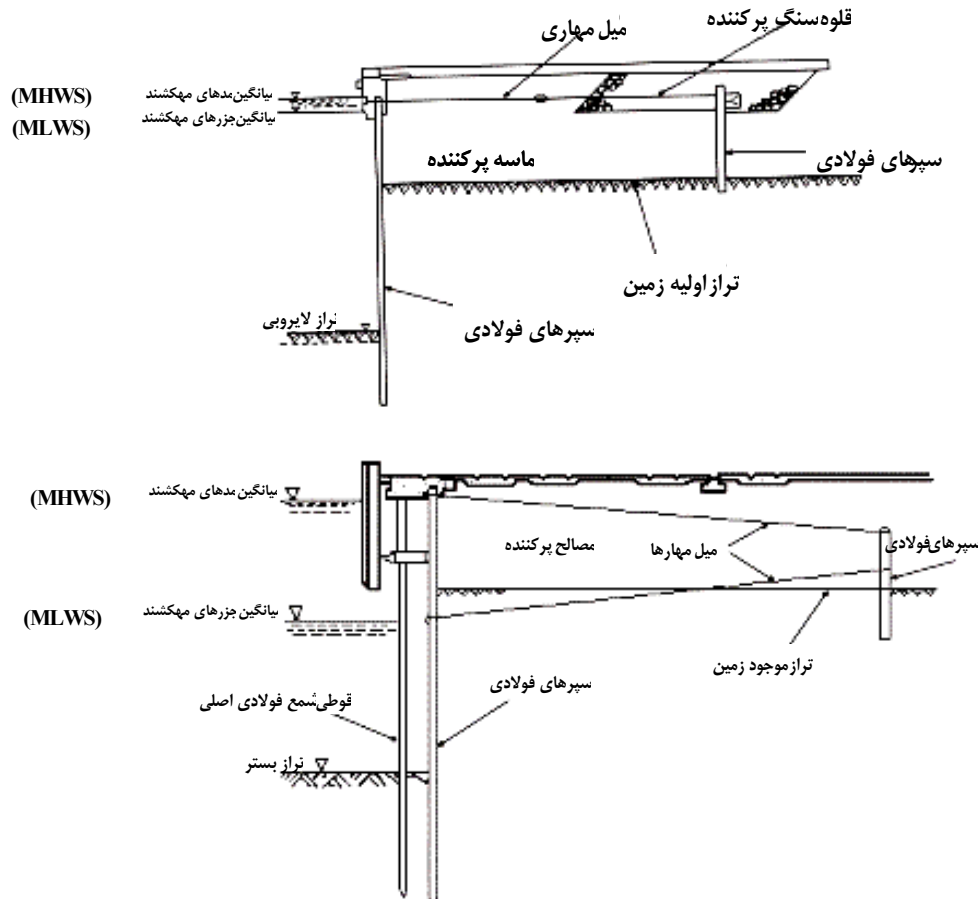
◀◀ ۳-۴ انواع سازه سپریها

◀ ۳-۴-۱ سپری مهارشده تک دیواره

مقاومت در برابر فشار محرک خاک پشت دیواره، به وسیله مقاومت خمشی سپری (که به طور عمودی بین مهارها در یک یا چند تراز قرار گرفته‌اند) و فشار مقاوم جانبی توزیع شده روی قسمت مدفون شده سپری تأمین می‌شود. اشکال ۱-۴ (الف) و ۱-۴ (ب) به ترتیب نمونه‌هایی از دیوارهای با یک و دو تراز مهار را نشان می‌دهد.

مهاربندی، بهتر است محدود به یک تراز در MHWS یا بالای آن باشد. به خاطر مشکلاتی که در نصب مهارها و دیواربندی در زیر تراز MHWS یا در ترازهای که در محدوده جزر و مد است وجود دارد، آنها باید در عمق لازم بالاتر از MHWS قرار گرفته باشند تا به تأسیسات زیرزمینی اجازه عبور از بالای آنها داده شود.

دیواره‌هایی که بخش کنسولی قابل توجهی در بالای تراز مهار دارند، ممکن است نیاز به میل مهارهای فرعی در بال را داشته باشند. این دیواره‌ها ممکن است به مهاری اصلی یا به یک مهار جداگانه متصل شوند [شکل ۱-۴ (ج) را نگاه کنید].

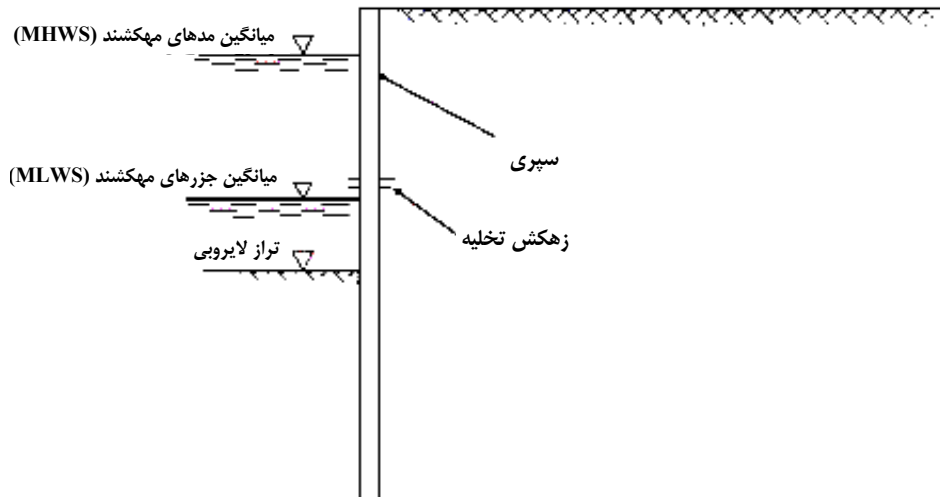


شکل ۱-۴ سپریهای مهار شده

◀ ۴-۳-۲ سپری تک طره‌ای

احداث این نوع سازه محدود به دیواره‌های حایل کوتاه (عموماً با ارتفاع خاک نگه داشته شده کمتر از ۵ متر) می‌باشد، چرا که مقاومت در برابر فشار محرک خاک فقط توسط نیروی مقاوم بخش مدفون شده

شمعها صورت می‌گیرد (شکل ۴-۲). خاک در بسیج کردن این مقاومت تسلیم می‌شود و در نتیجه سر شمعها تغییر مکان زیادی پیدا می‌کنند.



شکل ۴-۲ سپری تک طرفی

◀ ۳-۳-۴ سپری با سکوی کاهنده

سپری همراه با سکوی کاهنده در جایی که خاک ضعیف است و یا ارتفاع بیشتری از دیوار مورد نیاز است قابل کاربرد است. دو نوع اصلی از دیوار کاهنده به شرح زیر می‌باشند:

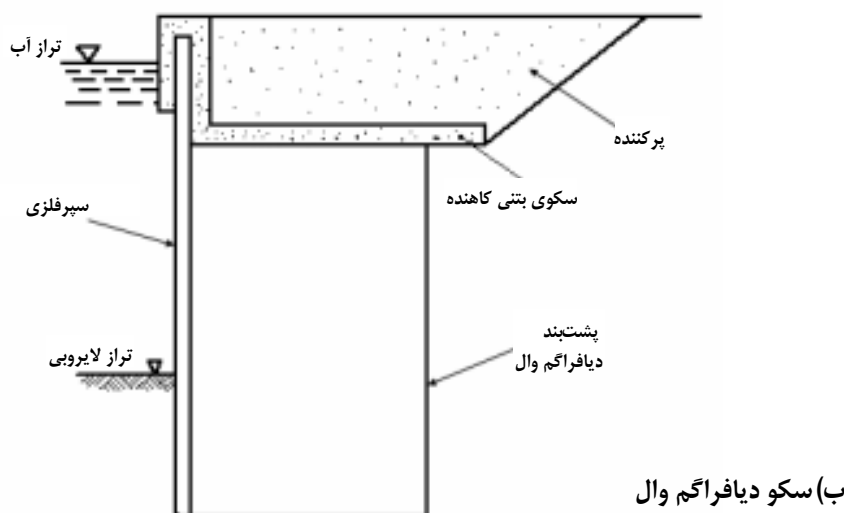
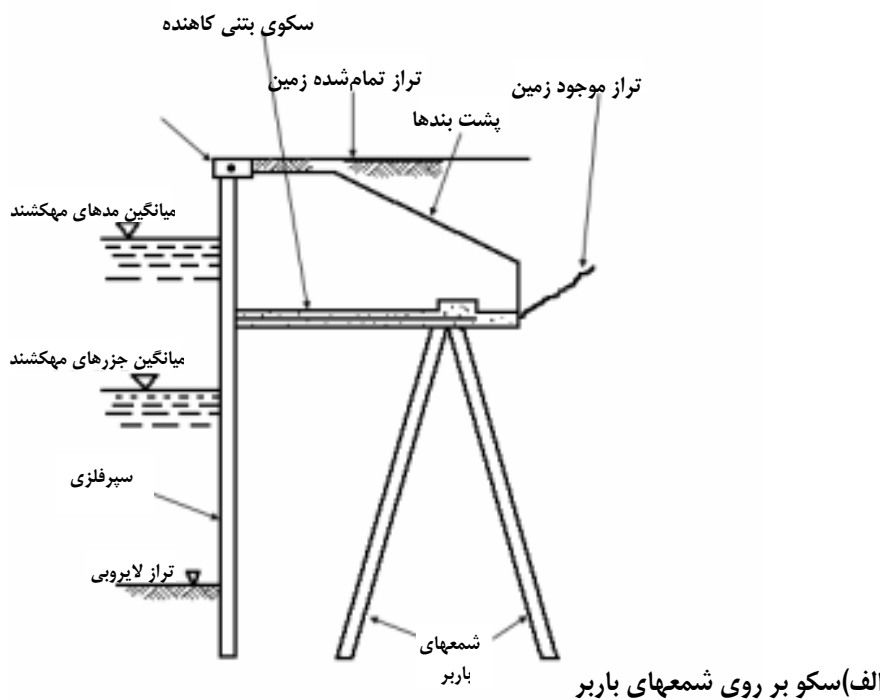
الف: شکل ۴-۳ (الف) رایج‌ترین شکل از دیوار کاهنده را نشان می‌دهد که در آن سکوی کاهنده در پشت سپری روی زمین موجود یا خاکریزی شده احداث می‌شود. برای کاهش بیشتر فشار جانبی روی دیوار، عرض سکو باید طوری باشد که لبه عقبی آن صفحه گسیختگی خاک را قطع کند و سکو تا جایی که ممکن است پایین ساخته شود.

ب: شکل ۴-۳ (ب) گزینه‌ای را نشان می‌دهد که در آن دیافراگم وال هم برای سپری و هم به عنوان جایگزینی برای شمعهای باربر به کار می‌رود. دیافراگم وال عرضی ممکن است پیوسته باشد یا به شکل بارت باشد. در جایی که مقاومت در برابر واژگونی کافی نمی‌باشد باید از مهارهای زمینی استفاده نمود.

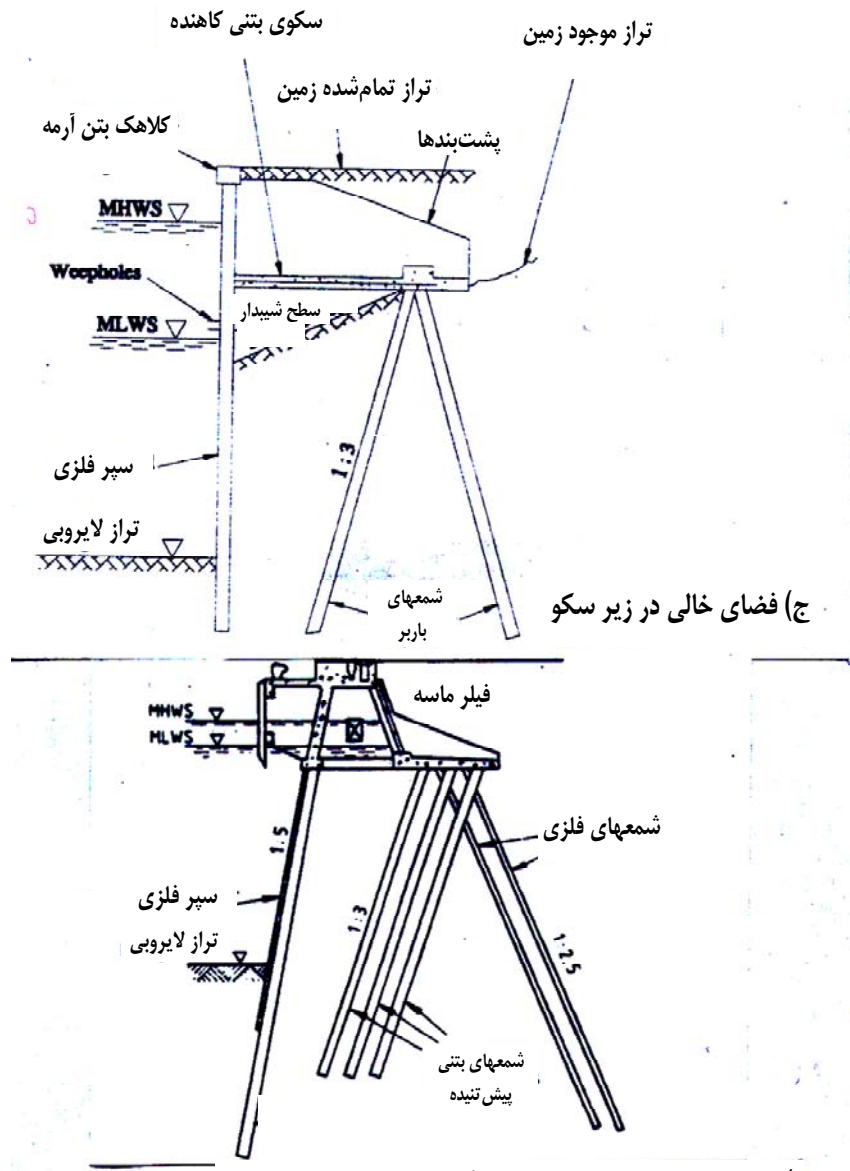
فشار جانبی روی سپری می‌تواند با شیب‌دار کردن زمین زیر سکو یا با استفاده از یک شیب موجود بیشتر کاهش یابد [شکل ۳-۴ (ج) را نگاه کنید].

سپری می‌تواند تا تراز تیر سرسازی ادامه یابد یا در تراز سکو قطع شده و یک دیوار حایل بتن مسلح از دال سکو تا تراز تیر سرسازی ساخته شود.

بارهای قائم به وسیله سپری و شمعهای خمشی تحمل می‌شوند. شمعهای مورب یا اعضای دیافراگم وال، یک مهار صلب برای سپری به وجود می‌آورند. نیروهای بالا برنده به وسیله نیرویی که از طرف سکو وارد می‌شود، کاهش می‌یابند. در جایی که لازم است نیروی عمودی خاک روی دیوار کاهش یابد، سکو می‌تواند به صورت یک مقطع نسبتاً توخالی از بتن مسلح طراحی شود [شکل ۳-۴ (د)].



شکل ۳-۴ سپری همراه با سکوی کاهنده



ادامه شکل ۳-۴ سپری همراه با سکوی کاهنده

◀◀ ۴-۴ انواع سپریها (از نظر جنس)

◀ ۴-۴-۱ کلیات

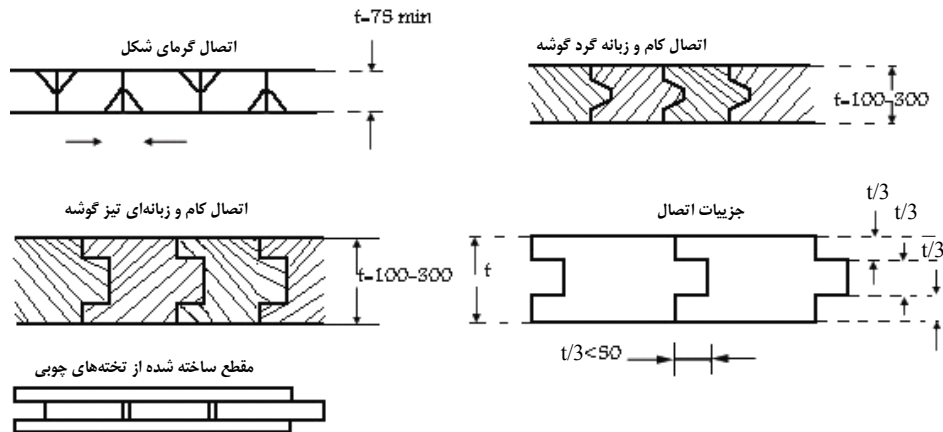
برای توضیحات بیشتر در مورد انواع سپریها به بخش سوم آیین‌نامه مراجعه شود.

◀ ۴-۴-۲ دیوارهای سپری

۴-۴-۲-۱ الوار

استفاده از سپریهای چوبی برای نگهداری خاکریزهای با ارتفاع متوسط و در مواقعی که شرایط کوبش خیلی سخت نباشد، اقتصادی به نظر می‌رسند. از موارد مناسب کاربرد سپریهای چوبی می‌توان به دیوارهای پشت اسکله‌های با عرشه آزاد و نیز اسکله‌های ساحلی برای شناورهای کوچک اشاره کرد. بیشتر الوارها به تمهیدات حفاظتی در برابر پوسیدگی و عوامل دریایی که باعث سوراخ شدن الوارها می‌شوند، نیاز دارند. در جایی که احتمال سایش وجود دارد می‌توان از نوارهای لاستیکی (ضربه‌گیر لوله‌ای) استفاده کرد.

اتصالات بین سپریهای چوبی معمولاً محکم نیست، بنابراین باید در کوبش این نوع سپریها در زمینهایی که از مصالح دررو تشکیل شده است، دقت کرد. در شکل ۴-۴ انواع اتصالات بین سپریهای چوبی نشان داده شده است.



شکل ۴-۴ اتصالات بین سپریهای چوبی

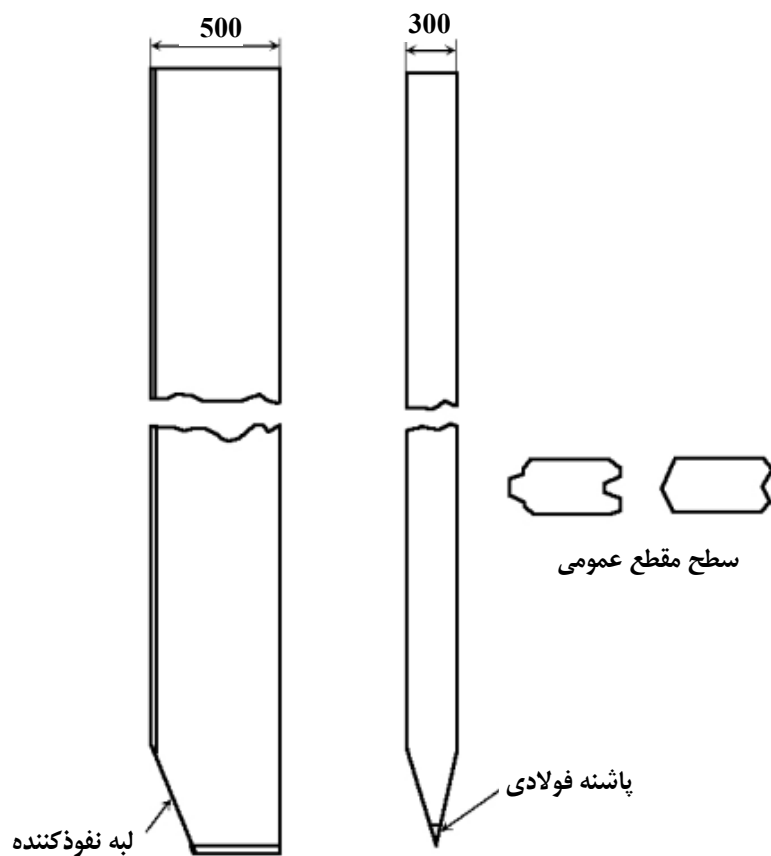
۴-۲-۲-۴ بتن

سپریهای بتنی برای ساخت دیوارهای با ارتفاع متوسط و نیز در جایی که کوبش شمع در آنجا مشکل نیست، مورد استفاده قرار می‌گیرند. رسیدن به نفوذ لازم، ممکن است به وسیله کندن حفره پیش از کوبش و یا با جت آب به دست آید. در سنگ، این‌گونه شمعها در خندقهایی که به وسیله بتن پر شده‌اند، اجرا می‌شوند.

سپریها باید درست طراحی شوند تا دوام آنها تضمین شوند. در صورت وجود احتمال بیرون‌ریزی ماسه، طرح اختلاط بتن باید اصلاح شود. به علاوه این نوع سپریها در مواقعی که بارهای قائم، سنگین باشند، مورد استفاده قرار می‌گیرند. زیرا این بارها کشش ناشی از خمش این نوع شمعها را کاهش می‌دهند. ولی وزن سپریها، نیاز به دقت زیاد هنگام جابه‌جایی، سختی برجستگی دادن روی وجوه سپری و قفل و بست ضعیف در اتصالات عواملی هستند که استفاده از این‌گونه سپریها را با محدودیت مواجه می‌سازند. در صورتی که خطر شسته شدن مصالح پشت سپری وجود داشته باشد، اتصالات با تعبیه یک فیلتر پشت دیوار و یا با تزریق دوغاب پس از کوبش شمع، آب‌بندی می‌شوند. در شکل ۴-۵ یک نوع اتصال بین سپریهای بتنی دیده می‌شود.

شمعهای پیش‌تنیده، معمولاً به شمعهای بتن مسلح ترجیح داده می‌شوند، زیرا وزن سازه کم شده و باعث اقتصادی شدن طرح می‌گردد. همچنین با دوام‌تر، در خمش قوی‌تر و در هنگام جابه‌جایی، کوبش و بهره‌برداری، مقاومت کششی بالاتری دارند.

هنگامی که احتمال سایش، ناشی از ضربه‌گیرهای شناور باشد، کیفیت بتن باید متناسب با سایش ضربه‌گیرهای شناور انتخاب گردد.



شکل ۴-۵ سپریهای بتنی جزئیات

۴-۲-۳ فولاد

سپریهای فلزی بیشترین استفاده را در ساخت اعضای سپری برای اسکله‌های ساحلی و دور از ساحل دارند. آنها نسبتاً سبک بوده و به راحتی قابل حمل هستند. آنها را می‌توان در طولهای بلند ساخت و طول را در حین کار بدون مشکل افزایش یا کاهش داد. در زمینه اتصالات جوشی بین سپریها می‌توان به منابع معتبر مراجعه کرد.

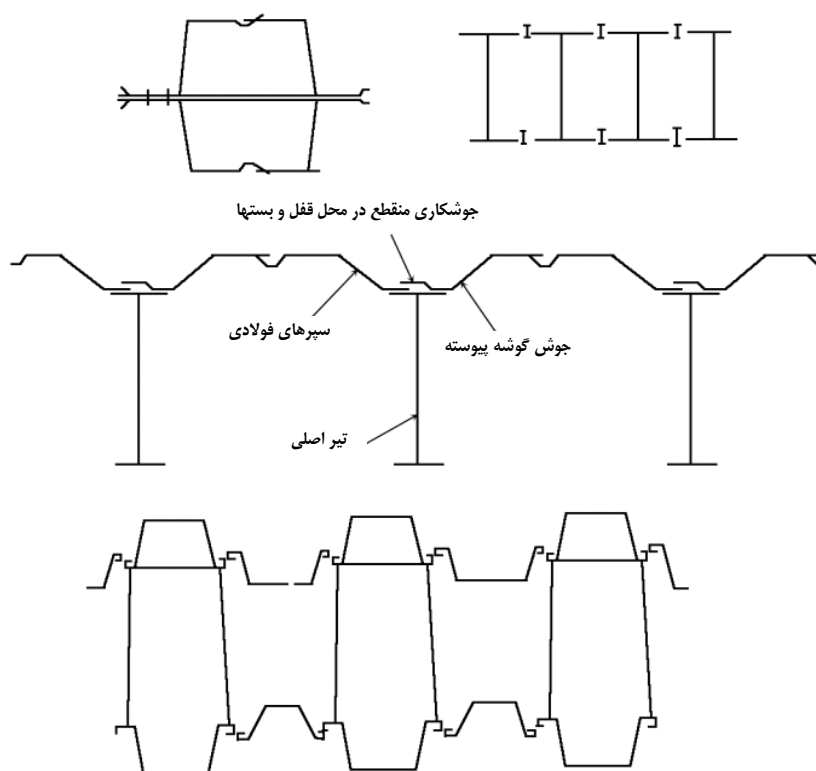
این نوع شمع می‌تواند تا عمق قابل توجهی با تغییر مکان کم، در دامنه گسترده‌ای از شرایط خاک، همچنین در سنگهای هوازه کوبیده شود. هنگام سخت شدن شرایط کوبش، مقطع شمع باید بیش از مقدار مورد نیاز در نظر گرفته شود تا بتواند مقاومت خمشی لازم را به دست آورد. این کار می‌تواند در کاهش لنگر مقطع به ما کمک کند. با آماده سازی قبلی، سپریهای فلزی را هم ممکن است بتوان در سنگهای سخت نصب کرد. این کار را می‌توان با نصب سپری در یک حفره یا خندق پر از بتن یا با انفجار سنگ انجام داد.

قفل و بست بین این‌گونه سپریها معمولاً محکم‌تر از شمعهای بتنی و چوبی است. مهم‌ترین عیب سپریهای فلزی، خوردگی است که باید در طراحی آنها مورد توجه قرار گیرد.

برخی از ضربه‌گیرهای شناور ممکن است باعث خوردگی سپریهای فلزی یا پوشش حفاظتی آنها شوند. این موضوع باید در انتخاب شکل و نوع تجهیزات ضربه‌گیری مورد توجه قرار گیرد.

متداول‌ترین انواع مقاطع قفل و بست شونده در سپریهای فلزی عبارتند از مقاطع **z**، **u** شکل. به علاوه چندین نوع مقطع مرکب نیز موجود می‌باشند که شامل مقاطع **H** شکل، جعبه‌ای یا لوله‌ای بوده که در آنها یا بین اعضای مرکب، قفل و بست وجود دارد و یا قفل و بست آنها به طور جداگانه است. به علاوه می‌توان با جوش دادن صفحات تقویتی به بالهای سپری در نواحی حداکثر لنگر خمشی، مقاومت خمشی مقطع را افزایش داد.

شکل ۴-۶ نمونه‌هایی از قفل و بست بین مقاطع سپریهای فلزی را که در سپریها مورد استفاده قرار می‌گیرند، نشان می‌دهد.



شکل ۴-۶ قفل و بستها بین سپرهای فلزی

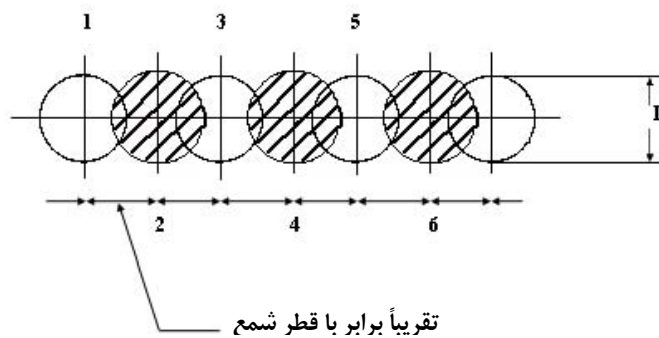
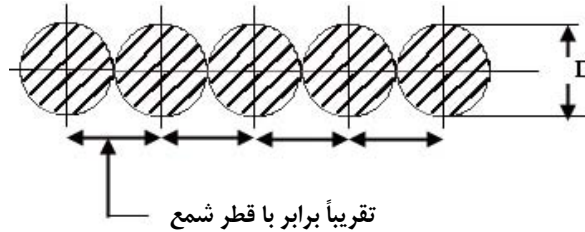
◀ ۴-۴-۳ دیوارهای شمعی بتنی درجا

دیوارهای شمعی بتنی درجا معمولاً بر روی زمینهای موجود و یا بر روی یک خاکریز مصنوعی ساخته می‌شوند. این شمعه‌ها یا به صورت کنار هم و یا به صورت متقاطع می‌باشند. استفاده از این گونه دیوارها معمولاً در خاکهای چسبنده و سنگهای ضعیف و جاهایی که بارهای قائم سنگین اعمال می‌شود، مناسب‌تر به نظر می‌رسد. همچنین می‌توان آنها را در خاکهای دانهای نیز اجرا کرد، مشروط بر این که در هنگام حفاری، از غلاف یا بنتونیت استفاده شود. شکل ۴-۷ نحوه چیدن انواع دیوارهای شمعی بتنی درجا را نشان می‌دهد.

در دیوارهای شمعی کنار هم، بایستی دقت کرد مصالح از درزهای بین شمعه‌ها فرار نکند. در دیوارهای شمعی متقاطع، قطر شمعه معمولاً بین ۱/۰ متر تا ۱/۲ متر بوده، که فاصله مرکز به مرکز آنها تقریباً ۰/۹

برابر قطر شمع است. برای رسیدن به همپوشانی لازم، انحراف شمع از جهت قائم نباید از نسبت ۱ به ۲۰۰ بیشتر شود.

بتن‌ریزی درجا برای دیوارهای شمعی اسکله‌ها معمولاً به وسیله لوله ترمی انجام می‌گیرد. بسته به نوع خاک، اندود رویه این نوع دیوارها معمولاً نامنظم است. در صورت نیاز می‌توان آن قسمت از دیوار را که بالای سطح آب قرار دارد با روکش بتنی درجا پوشاند یا می‌توان سر شمع را تا این سطح پایین آورد.



شکل ۴-۷ نحوه چیدن دیوارهای شمعی بتنی درجا

◀ ۴-۴-۴ دیوارهای حایل

اغلب استفاده از دیوارهای صفحه‌ای به عنوان دیوارهای دیافراگمی بتنی درجا اقتصادی است. مشروط بر آنکه زمین مورد نظر عرض کافی داشته و یا خاکریز مصنوعی که بتوان از آن به عنوان کارگاه استفاده کرد، در دسترس باشد. آنها را می‌توان در اغلب خاکها ساخت و ممکن است به سنگ صلب نیز اتصال داده شوند. اما به طور کلی در جاهایی که در حین ساخت، جریان آب و یا فشار آرتزین وجود داشته باشد، این کار مناسب نیست. دیوارهای دیافراگمی در مواقعی که به ارتفاع بلند نیاز باشد و یا در جاهایی

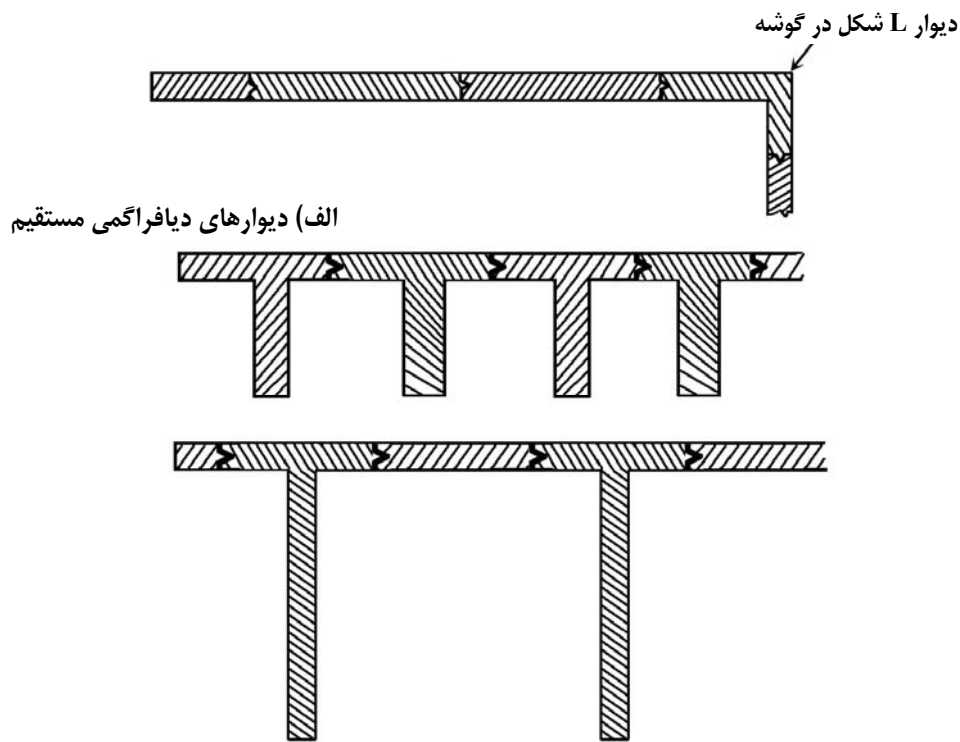
که بارهای قائم سنگین بر روی دیوار وارد می‌شوند، مورد استفاده قرار می‌گیرند. آنها به ویژه در مناطقی که رقوم تراز پنجه با دقت $\pm 0/5$ متر قابل پیش‌بینی است به کار می‌روند. این کار به منظور اجرای سریع شبکه آرماتور صورت می‌گیرد. شکل ۴-۸ نمونه‌هایی از نحوه چیدن این دیوارها را نشان می‌دهد. سطح بستر، حداقل باید $1/0$ تا $1/5$ متر بالای بالاترین سطح آب زیرزمینی باشد تا بتوان پایداری گودال پر از بنتونیت را حفظ کرد.

دیوارهای دیافراگمی معمولاً با استفاده از پانلهای مستقیم با ضخامت بین $0/5$ تا $1/5$ متر ساخته می‌شوند. ظرفیت باربری آنها را می‌توان با استفاده از پانلهای T شکل یا پانلهای متقاطع یا پانلهای مستقیم افزایش داد. پانلهای L شکل برای گوشه‌ها مناسب‌اند. وزن شبکه آرماتوری که حمل می‌شود یا حجم بتن، محدود کننده‌های ابعاد و اندازه پانلهای هستند، زیرا آنها باید روی هم عملکرد واحدی داشته باشند. طول پانلهای معمولاً $4/5$ تا $5/0$ متر است (اما این حد در عمل بین ۲ تا ۱۰ متر محدود می‌شود).

دیوارهای دیافراگمی معمولاً از بتن مسلح می‌باشند ولی دیوارهای پیش‌تنیده را می‌توان با استفاده از کلافها یا رشته‌های سیمی که در بالای دیوار مهار شده‌اند و در پایه دیوار به صورت حلقه درآمده‌اند، ساخت. در ارایه جزئیات باید دقت کرد تا بین میله‌ها فاصله کافی وجود داشته باشد. حداقل پوشش بتن باید ۷۵ میلیمتر اختیار گردد. توصیه‌های بند ۴-۴-۳ در مورد اندود سطحی برای دیوارهای دیافراگمی نیز به کار می‌رود.

در گذشته اتصالات بین پانلهای معمولاً با استفاده از یک قطعه نهایی دایره‌ای شکل انجام می‌شد. قطعه‌های نهایی مربع شکل شامل یک نر و مادگی هستند که به دو پانل در به دست آوردن عملکرد مرکب کمک می‌کنند، به علاوه در آب‌بندی کردن درز بین دو اتصال بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرند. این شکل اتصال به ویژه در پانلهای کوتاه اهمیت دارد. در مورد پانلهای بزرگتر به شبکه‌های آرماتوربندی نیاز است.

در جاهایی که به جعبه‌گذاری در بتن نیاز باشد، ضروری است که تا حد امکان درگیری آنها با بتن کم شود. هنگام تعبیه جعبه‌ها روادارپهای بیش از حد مجاز ممکن است ضروری باشد که این موضوع باید در طراحی مورد توجه قرار گیرد.



الف) دیوارهای دیافراگمی مستقیم

ب) دیوارهای دیافراگمی T شکل

شکل ۴-۸ نحوه چیدن دیوارهای دیافراگمی

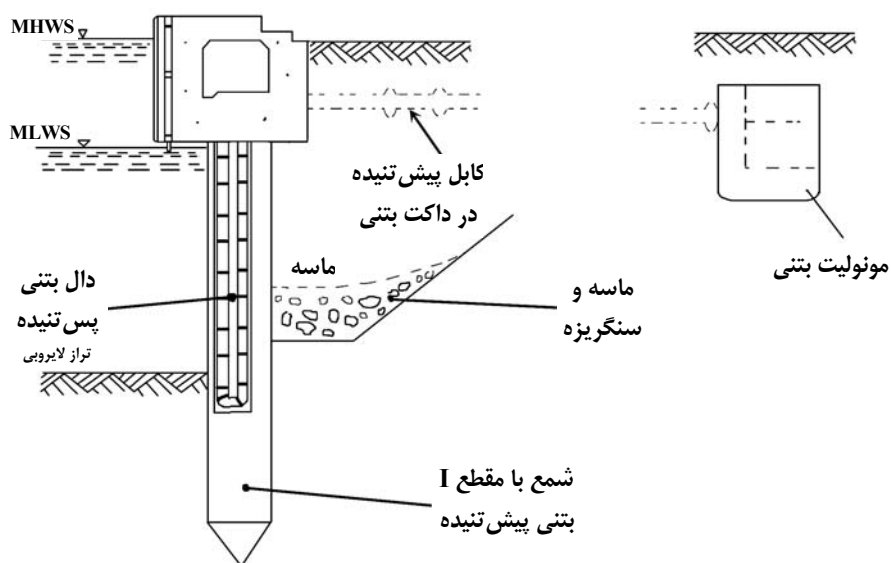
۴-۴-۵ دیواره شمع و صفحه

ساخت دیوارهای صفحه‌ای (سپری) با استفاده از شمعهای نگهدارنده و صفحات (سپریهای) افقی در کارهای دریایی، زیاد متداول نیست. دلیل اصلی آن هزینه بالای کارهای زیرآبی و رواداریهای ساخت آب‌بند برای جلوگیری از افت یا فرار خاکریز پشت سپری است. ولی این نوع دیوار ممکن است یک روش اقتصادی در تهیه نمای حایل عمیق‌تر برای دیوار موجود باشد که در آن شمعها ممکن است فولادی یا بتنی، پیش‌ساخته و یا درجا باشند. پیش‌تنیده کردن معمولاً معقول‌تر است زیرا وزن سازه کاهش یافته و دوام آن افزایش می‌یابد.

شمعهای پیش‌ساخته، را می‌توان با کوبش یا قرار دادن در سوراخ از پیش کنده شده، در هر بستری اجرا کرد. اما ممکن است در زمینهای سیلتی و رسهای نرم نیاز باشد که مقدار بیشتری در زمین کوبیده شوند. شمعهای بتنی درجا دارای همان محدودیتهای شمعهای حفاری شده هستند.

در مورد نفوذ شمعها در بستر دریا باید گسیختگی خاک مد نظر قرار گیرد. سر همه شمعها باید تا زمان قرار دادن کلاهک (تیر سرسازی) بر روی آنها به طور موقتی نگهداری شوند. صفحه‌ها در این‌گونه اسکله‌ها معمولاً از نوع بتنی پیش‌ساخته است. صفحه‌ها باید درون شمعهای نگهدارنده مهار شوند تا از حرکت جزیی و در نتیجه افت و کاهش مصالح جلوگیری شود. شکل ۴-۹ یک سازه ساندویچی را نشان می‌دهد که در آن دو پوسته بیرونی متشکل از صفحات بتنی که بین آنها از بتن درجا پر شده است، استفاده شده است.

این روش بر مشکل آب‌بندی اتصالات (که از افت مصالح پشت دیوار جلوگیری می‌کند) فایده می‌آید، ولی به خاکریز پشت دیوار اجازه زهکشی نمی‌دهد که البته در بیشتر طراحیها از طریق ایجاد درزهای تعبیه شده بین صفحه‌ها این کار صورت می‌گیرد.



شکل ۴-۹ دیوار شمع و صفحه، مقطع عرضی نمونه

◀ ۴-۵ اساس مقطع دیوار

◀ ۴-۵-۱ سپریهای فلزی

اساس مقطع سپریهای فلزی در حالت خمش قائم (به دلیل اعمال بار خاک) را می‌توان در اغلب انواع دیوارها مساوی با کل اساس مقطع در نظر گرفت، با فرض این که لغزش در محل قفل و بستها، صفر می‌باشد. وقتی که اساس مقطع سپری فلزی توسط ورق تقویتی یا به‌کارگیری مقاطع جعبه‌ای افزایش می‌یابد، لازم است که این اعضای اضافی در تمام طولی که بایستی در مقابل خمش مقاومت کند، وجود داشته باشد. در هنگام خاکریزی بایستی به خیز به وجود آمده توجه شود تا در قفل و بستها اصطکاک کافی به وجود آید، در این صورت دیوار می‌تواند به عنوان یک مقطع مرکب عمل نماید.

◀ ۴-۵-۲ سپری فلزی مرکب

در دیوارهای سپری فلزی مرکب که برای افزایش مقاومت خمشی از ورق تقویتی استفاده می‌شود، در خیلی از حالات، جوش دادن قفل و بستها لازم است. اگر اساس مقطع H شکل، مقطع جعبه‌ای یا مقطع لوله‌ای، خیلی بیشتر از ورقهای تقویتی باشد، می‌توان فرض نمود که نیروهای افقی به عناصر با مدول مقطع بالا منتقل می‌شوند و جوش دادن قفل و بستها لازم نمی‌باشد. در این حالت ورقهای تقویت مقطع سبک‌تری نتیجه می‌شود، در مقایسه با وقتی که صفحه‌ها برای حالتی که دهانه‌ای در جهت قائم دارند طراحی می‌شوند. همچنین دیوارهای متشکل از شمعه‌های نگهدارنده با این فرض طراحی می‌شوند که بارهای افقی به شمعه‌های نگهدارنده منتقل می‌شوند.

◀ ۴-۵-۳ سپریهای حایل

دیافراگم والها، اتصالات پانلها بایستی آنچنان درگیر شوند که نیروی خاک در آنها حتماً به طور یکنواخت توزیع شود. البته در هنگام تحلیل دیوار فرض می‌شود که باری توسط اتصالات منتقل نمی‌شود. در جایی که از پانلهای T شکل یا L شکل استفاده می‌شود، بال این عناصر بایستی همانند یک کنسول افقی طراحی شود و اتصال بال به جان نیز بایستی به همین روش طراحی شود.

هر کدام از عناصر T یا L شکل و پانلهای مستقیم یک دیوار بایستی با استفاده از اساس مقطع خودشان طراحی شوند.

◀ ۴-۶ مصالح و تنشها

◀ ۴-۶-۱ مصالح

به بخش دوم آیین‌نامه مراجعه شود.

◀ ۴-۶-۲ تنشها

در حالت استفاده از بتن مسلح یا پیش‌تنیده در سپری، تنشهای مجاز که در اثر بارگذاری عادی حاصل می‌شوند، بایستی در ضریب بیشتر از $1/5$ ضرب شوند تا تنش نهایی در دیوار به دست آید. تحلیل بتن مسلح بایستی با استفاده از روشهای حالت حدی انجام شود. عرض ترک بایستی برای حالت حدی بهره‌برداری محاسبه شود.

تنشهای مجازی که در طراحی سپریهای فلزی یا چوبی در شرایط بارگذاری نرمال در نظر گرفته می‌شوند، بایستی از حداکثر تنشهای مجاز که در BS8002 آمده است تجاوز کنند. این تنشها بر اساس مقطع دیوار در انتهای عمر طراحی می‌باشند.

در طراحی دیوارهای سپری فلزی حداکثر ممان خمشی بایستی در منطقه‌ای باشد که بیشترین احتمال خوردگی وجود دارد.

در حالت استفاده از دیوارهای فلزی، می‌توان از تحلیل حالت حدی نیز استفاده نمود.

ضرایب جزئی بار و ضرایب اطمینان در جایی که خاک مشخص نیست یا جایی که شرایط خاک متغیر است، بایستی افزایش یابد. در شرایط بارگذاری حدی، ضرایب جزئی بار و ضرایب اطمینان بایستی کمتر از $1/2$ کاهش یابد.

توصیه‌های داده شده در BS 8002 در مورد تنشهای ناشی از کوبشی در سپریها باید رعایت شود.

در جایی که در حفاری سپریهای بتنی درجا از بنتونیت استفاده می‌شود، تنش مجاز چسبندگی برای

فولادهای تغییر شکل داده بایستی کاهش داده شود.

Waling ها نیز بایستی با تنشهای مشابه با تنشهای داده شده برای سپریها طراحی شوند.

◀◀ ۷-۴ تکمیل سازه‌های سپری

◀ ۱-۷-۴ سپریهای تک دیواره مهار شده

۱-۱-۷-۴ دیوارهای تک مهاره

طراحی این دیوارها می‌تواند مطابق (BS 8002) همان‌طور که در اشکال ۴-۱۰ تا ۴-۱۲ نشان داده شده است، انجام شود (می‌توان از راه حل ارائه شده در بخش ۴-۷-۱-۲ توزیع فشار نیز استفاده نمود). شکل ۴-۱۰ (الف) مربوط به حالت پای آزاد که در آن دیوار صلب مهار شده با انتقال رو به جلو تغییر شکل می‌دهد. اثرات تغییر شکل‌پذیری در قوس دادن خاک در شکل ۴-۱۰ (ب) نشان داده شده است. وقتی که سپریها عمیق‌تر کوبیده شوند [شکل ۴-۱۰ (ج)]، در بخشهای پایینی شمع، گیرداری به وجود می‌آید که سبب ایجاد خمیدگی معکوس در شمع می‌شود.

شرط پای گیرداری معمولاً از شرط زمین پای آزاد اقتصادی‌تر است، چرا که ممانهای خمشی در دیوار و نیروهای مهاری، کوچکتر خواهند بود. برای حصول شرط زمین پای گیرداری، دیوار بایستی بیشتر کوبیده شود. در مورد شرط زمین پای آزاد بایستی نفوذ به قدری باشد که در مقابل حرکت رو به جلو مقاومت کافی داشته باشد. در خاکهای چسبنده به دلیل تغییر خواص آن، در درازمدت فرض شرط پای گیرداری در مورد سازه‌های دایمی صحیح نمی‌باشد.

شرایط قوسی شدن بایستی با توجه به مراحل احداث دیوار حایل سپری مهار شده در نظر گرفته شود. وقتی که خاکریزی قبل از این که خاک جلوی دیوار برداشته شود تمام شود، تغییر مکان دیوار به خاطر فشار اعمالی از ارتفاع کوچک خاک نگهداری شده، ممکن است برای شکل‌گیری شرایط فشار محرک ناکافی باشد. هنگامی که خاکبرداری انجام می‌شود، دیوار تغییر مکان می‌دهد، توزیع فشار از شرایط قوسی شدن در تراز بالایی به حالت محرک خطی تغییر می‌یابد. مراحل اول و آخر در شکل ۴-۱۱ نشان داده شده است.

اما اگر خاک قبل از خاکریزی پشت دیوار برداشته شود، یک توزیع فشار محرک خطی بین دیوار و زمین موجود بعد از اتمام خاکبرداری به وجود می‌آید. وقتی که خاکریزی انجام شد و بخش زمین بالای سطح آب فشرده شد، تغییر شکل اضافی دیوار و مهارها ممکن است برای تشکیل فشار محرک در خاکریز بالایی کافی نباشد. در این حالت، بایستی برای فشارهای جانبی اعمالی از قسمت بالایی خاکریز در یک حالت بینابین محرک و سکون (با توجه به جابه‌جایی رو به جلو دیوار) در نظر گرفته شود (به شکل ۴-۱۲ نگاه کنید).

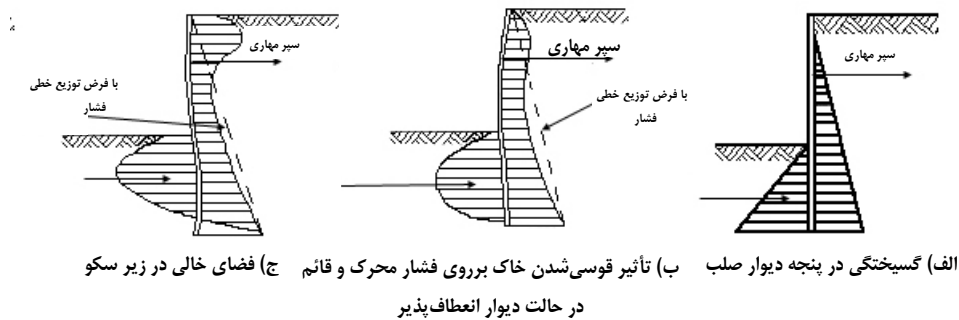
به منظور محاسبه نیروهای محرک خاک در واحد طول دیوار، توزیع فشار محرک بر حسب تنشهای مؤثر، خطی فرض می‌شود [شکل ۴-۹ (الف)]. اگر چه به منظور تعیین پایداری دیوار در مقابل واژگونی و برای محاسبه نیروهای مهاری و ممانهای خمشی در سپری، اثر تغییر شکل‌پذیری سازه‌ها باید در نظر گرفته شود اگر دیوار، تغییر شکل‌پذیر باشد، نیروهای مهاری بیشتر و ممانهای خمشی بین مهار و بستر دریا کمتر از آنهایی هستند که با فرض توزیع خطی تنش محاسبه می‌شوند. اگر دیوار، تیر سرسازی بتنی داشته باشد، قابلیت شکل‌پذیری آن کاهش می‌یابد. اثرات تغییر شکل‌پذیری که نیروهای مهاری را افزایش داده و تراز نیروی مقاوم متوجه را بالا می‌برند، بایستی مطابق با اشکال ۴-۱۰ (ب) و (ج) در نظر گرفته شود.

فشار آب بایستی جداگانه در نظر گرفته شده و به فشار خاک افزوده شود تا کل فشار جانبی روی سازه به دست آید. وقتی که به منظور کاهش فشار، بتن در مقابل سپری ریخته می‌شود، فرض می‌شود که فشار هیدروستاتیکی کامل بین سپری و بتن شکل خواهد گرفت. سپری بایستی به نحوی طراحی شود که در مقابل این بار مقاومت کند. در طراحی دیوارهای سپری شیب‌دار بایستی با استفاده از ضرایب فشار خاک اصلاحی اثر شیب در نظر گرفته شود. پایداری کلی در برابر لغزش سازه و خاک پشت و از زیر سازه بایستی در نظر گرفته شود. لغزش ممکن است چرخشی، صفحه‌ای یا ترکیبی از آنها باشد. روش محاسبه پایداری در برابر لغزش خاک در هر کدام از این مدهای گسیختگی در BS6031 توضیح داده شده است.

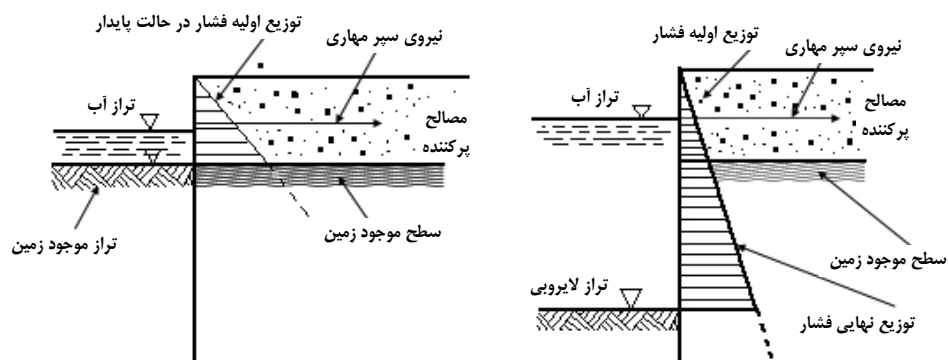
در خاکهای چسبنده، ملاحظات درازمدت پایداری مهم است و تحلیل بایستی بر اساس تنشهای مؤثر در شرایط تعادل فشار آب حفره‌ای باشد، بجز جایی که جلوی دیوار، لایروبی می‌شود. در این حالت

تنشهای کلی، بسته به سرعت احداث ممکن است، حاکم باشند. در خاکهای چسبنده اثرات انقباض خاک که باعث ایجاد ترک کششی در میان منطقه مهار می‌شود، بایستی در نظر گرفته شود. اثرات شستگی و لایروبی زیر عمق طراحی اسمی بایستی در رابطه با عمق خاکریزی مورد نیاز برای تشکیل نیروی مقاوم در نظر گرفته شود. ممکن است لازم باشد که یک عمق حداکثر برای لایروبی در نظر گرفته شود. در خاکهای چسبنده، برداشت خاک توسط لایروبی، سبب تورم رس از پیش تحکیم یافته می‌شود که بایستی در انتخاب پارامترهای خاک، این مسئله در نظر گرفته شود.

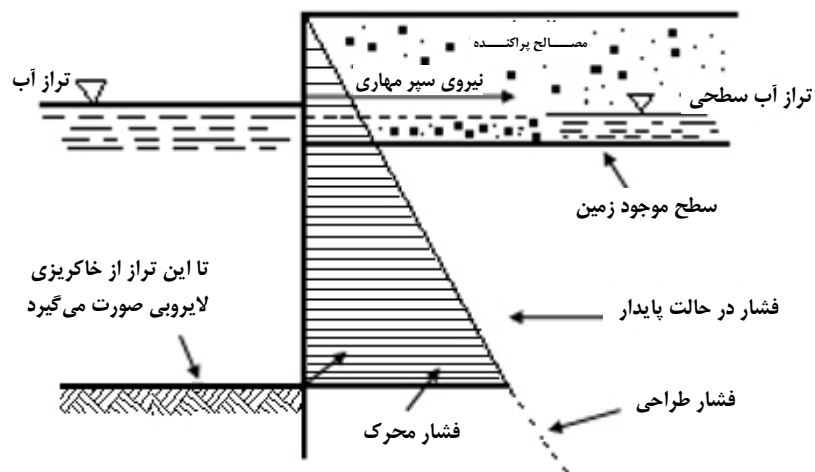
هنگام بررسی پایداری سازه و توده خاک در مقابل لغزش، نیروهای مهار و سربارهای روی سازه بایستی دخالت داده شوند، در حالتی که این نیروها به عنوان نیروهای واژگونی عمل می‌کنند. در مناطقی که فعالیت‌های لرزه‌ای وجود دارد، اثرات زلزله روی پایداری بایستی در نظر گرفته شود. برای محاسبه طول و شیب مهارها وزن خاکی که بالای صفحه گسیختگی پایینی قرار می‌گیرد، بایستی جزو نیروهای واژگونی محسوب شود (شکل ۴-۱۳). وقتی که از مهار کنسول استفاده می‌شود فرض می‌شود که صفحه گسیختگی، پایین مهار را در نقطه پایین برش صفر ق.طع می‌کند.



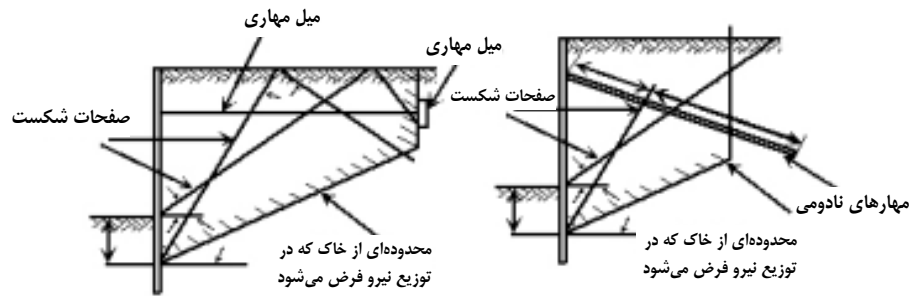
شکل ۴-۱۰ تأثیر انعطاف‌پذیری سپریهای تک دیواره مهار شده بر روی توزیع فشار و مقاومت



شکل ۴-۱۱ توزیع فشار محرک پشت سپری تک دیواره مهار شده در صورتی که خاکریزی قبل از لایروبی انجام شده باشد.



شکل ۴-۱۲ توزیع فشار محرک پشت سپری تک دیواره مهار شده در صورتی که خاکریزی بعد از لایروبی انجام شده باشد.



شکل ۴-۱۳ محل مهارها نسبت به صفحات گسیختگی

۴-۱-۷-۲ روشهای طراحی دیوارهای تک‌مهاره یادیوارهایی که زیر آنها شمع گذاشته شده

برای طراحی دیوارهای سپری ممکن است از روشهایی استفاده شود که در BS8002 ارایه شده است. روش کاهش ممان [20]Row می‌تواند برای سپری فلزی انعطاف‌پذیر به کار رود، اما برای دیگر انواع سپری به کار نمی‌رود. در این روش تحلیل دیوار با فرض پای آزاد و استفاده از ضرایب کاهش ممان خمشی (برای در نظر گرفتن خاصیت شکل‌پذیری دیوار) در خاک انجام می‌شود. این روش احتمالاً طرح اقتصادی‌تری از روش تیر معادل اصلاحی بلام می‌دهد و برای استفاده در اغلب خاکها بجز رس پیش تحکیم یافته و دیوارهایی که پشت آنها خاکریز وجود دارد بسیار مناسب است. چرا که در این موارد به دلیل تنشهای جانبی زیاد، از فشارهای خاک ضرب شده در فاکتورها نمی‌توان استفاده نمود. بایستی مطمئن شد که در این روش خیز دیوار بیش از حد نباشد. روش دیگر تحلیل، روش Brinch Hansen می‌باشد. این روش یک بار حدی تجربی می‌شود که فرض می‌کند که در هنگام گسیختگی لولاهای تسلیم تشکیل می‌شود. در مورد مقاطع دیوار سخت، توصیه می‌شود که تحلیل کامپیوتری با استفاده از مقادیر مدول افقی واکنش خاک انجام شود.

۴-۱-۷-۳ تحلیل دیوارهای دو مهاره

در عمل نحوه تسلیم این دیوارها مانند بند (۴-۱-۷-۱) خواهد بود و توزیع فشار مطابق الف و ب اصلاح می‌شود.

۴-۷-۱-۳-۱ بدون توزیع مجدد فشار

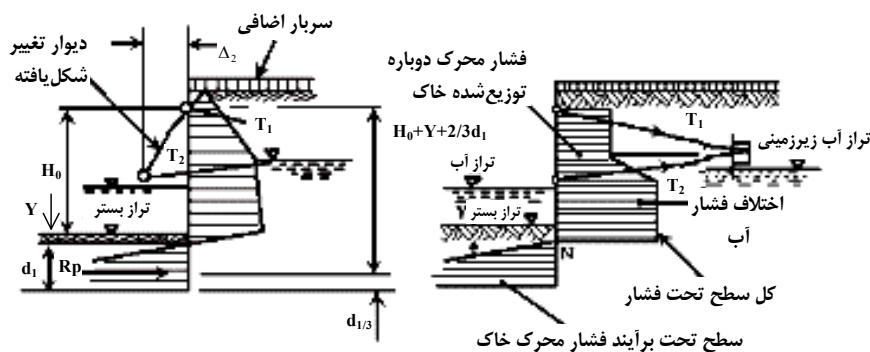
با فرض عدم توزیع مجدد فشار روش تقریبی آمده در مرجع [۲۳] و نشان داده شده در شکل ۴-۱۴ (الف) برای تحلیل سازه به کار می‌رود.

در شکل ۴-۱۴ (الف)، خیز Δ_2 یک دیوار دو مهاره در تراز مهار دوم محاسبه شده است. کشش T_2 در میله پایینی، نیرویی است که در تراز میل مهار پایینی وارد می‌شود و برای ایجاد تغییر شکل برابر با Δ_2 در جهت خلاف آن در دیوار تک مهاره لازم است.

این دیوار مانند تیر دهانه ساده بین مهار بالایی و نیروی مقاوم منتهی R_p رفتار می‌کند. اگر خاکریزی، قبل از نصب مهار پایینی آغاز شود، خیز اولیه Δ_1 در دیوار رخ می‌دهد. در نتیجه، نیروی محاسبه شده در مهار پایینی با ضریب $(\Delta_2 - \Delta_1) / \Delta_2$ کاهش می‌یابد، زیرا تغییر مکان واقعی Δ_1 نمی‌تواند خنثی شود.

کاهش کشش در مهار بالایی به دلیل احداث مهار پایینی برابر است با عکس‌العمل تیر ساده (اشاره شده در بالا) که بار نقطه‌ای برابر با کشش در مهار پایینی به آن اعمال می‌شود.

اگر مهارها شیب‌دار باشند، رواداری برای کشش افزایش یافته در هر مهار باید در نظر گرفته شود. به محض این که T_1 و T_2 تعیین شدند، عمق نفوذ باید توسط روش استاتیکی اصلاح شود، (باید در نظر داشته باشیم که روشهای بالا تقریبی هستند). توصیه می‌شود که اگر دیوار، دو ردیف یا بیشتر مهار داشته باشد، ضرایب کاهش حذف شوند. همچنین توصیه می‌شود که بار محاسباتی مهارها، (۱۵٪) افزایش داده شود.



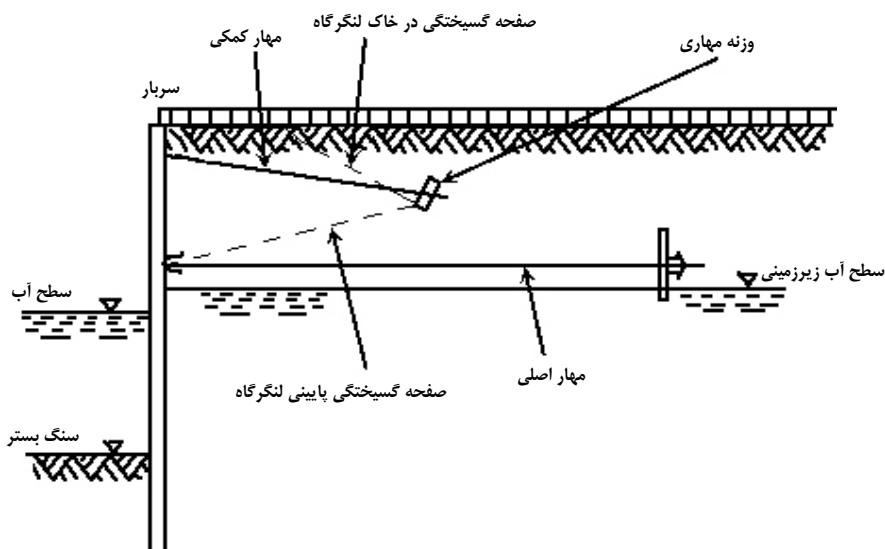
شکل ۴-۱۴ توزیع فشار بر روی دیوارهای Double - Anchored

۴-۷-۱-۳-۲ توزیع مجدد فشار

یک روش تقریبی شامل توزیع مجدد فشار در [۱۲] آمده است. شکل ۴-۱۴ (ب) نشان می‌دهد که این توزیع مجدد فشار چگونه روی می‌دهد. این روش خصوصاً در مورد دیوارهای ساخته شده در زمین مرتفع موجود و در جایی که میل‌مه‌ارها پیش‌تنیده هستند به کار برده می‌شود. روش دقیق‌تر استفاده از مدول افقی واکنش خاک می‌باشد. مه‌ار بالایی و تیر مه‌ار بایستی قادر به مقاومت در برابر کششهای بولارد و بارهای سربار که در آن نزدیکی وارد می‌شوند، باشد. پایداری کلی دیوار و توده خاک مجاور آن در مقابل لغزش بایستی مطابق بند ۴-۷-۱-۱ و با در نظر گرفتن کل بار مه‌ار خالص به عنوان برابند دو بار میل‌مه‌ار انجام شود.

۴-۷-۱-۴ میل‌مه‌ارهای کمکی

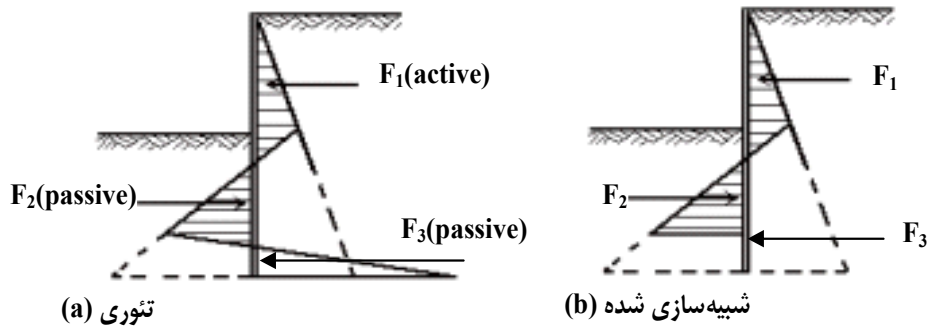
در جایی که میل‌مه‌ارهای کمکی فقط به منظور مقاومت در برابر بارگذاری افقی موضعی سنگین وارده بر بالای دیوار به کار می‌روند، میل‌مه‌ارهای اصلی با صرف نظر کردن از مه‌ارهای کمکی، طراحی می‌شوند. مه‌ارهای کمکی که بایستی به بالای دیوار وصل شوند، با فرض این که دیوار مثل یک تیریک سرگردار (طره نگهداشته شده) که در تراز مه‌ارهای اصلی ثابت شده است رفتار می‌کند طراحی شود. در عمل، میل‌مه‌ارها و نیروهای کمکی مثل مه‌ارهای اصلی می‌باشند. پایداری مه‌ار کمکی باید برای صفحات گسیختگی نشان داده شده در شکل ۴-۱۵ و توضیحات بند ۴-۷-۱-۱ کنترل شود.



شکل ۴-۱۵ صفحات گسیختگی در سپریهای با مهار کمکی

۴-۷-۲ سپریهای تک گیردار

توزیع نیروی مقاوم و نیروی محرک در سپری کنسولی در شکل ۴-۱۶ (الف) نشان داده شده است. سپری بایستی به اندازه کافی در خاک فرو رود تا شرط تکیه‌گاه گیردار در پنجه حاصل شود. بنابراین این نوع دیوار برای استفاده در خاکهای چسبنده مناسب نمی‌باشد چرا که با گذشت زمان ضعیف می‌شود. این محاسبه با فرض صلب بودن دیوار انجام می‌شود. توزیع فشار می‌تواند مطابق شکل ۴-۱۶ (ب) ساده‌سازی شود، به این صورت که نیروی منطقه CDE شکل ۴-۱۶ (الف) با نیروی افقی F_3 وارده در نقطه A جایگزین شده و فرض می‌شود که خط AB افقی باشد. مقدار نیروی F_3 طوری است که جمع جبری نیروهای F_1 ، F_2 و F_3 صفر می‌شود. از روشهای ارایه شده در BS8002 برای محاسبه ممانهای خمشی، نیروهای برشی و تغییرات شکلهای سپری باید استفاده شود. پایداری کلی در مقابل گسیختگی دایره‌ای دیوار و توده خاک اطراف آن بایستی مطابق بند ۴-۷-۱-۱ در نظر گرفته شود.



شکل ۴-۱۶ توزیع ساده شده فشار محرک و مقاوم بر روی سپریهای طره‌ای

۴-۷-۳ سپری با سکوی کاهنده

می‌توان فرض نمود که فشارهای جانبی خاک بر سپری ساخته شده در جلوی سکوی کاهنده (مطابق با آرایش هندسی نشان داده شده در شکل ۴-۳ الف) توسط سکو کاهش می‌یابند. شکل ۴-۱۷ الف، توزیع فشار نظری مفروض را برای حالتی که دیوار صلب با تکیه‌گاه آزاد موجود باشد نشان می‌دهد. توزیع فشار در عمل با تغییر شکل‌پذیری سپری، نزدیکی شمعهای باربر زیر سکو، درجه گیرداری اتصال دیوار به سکو و صلبیت (معمولاً فرض می‌شود که بی‌نهایت باشد) شمعهای مایل مهارتی اصلاح خواهد شد.

در مورد دیوارهای نسبتاً صلب بعید است که به اندازه کافی تغییر شکل دهند تا سبب شوند که فشار محرک در وجه عقبی اتفاق بیفتد و بایستی شرط سکون در اینجا به کار رود.

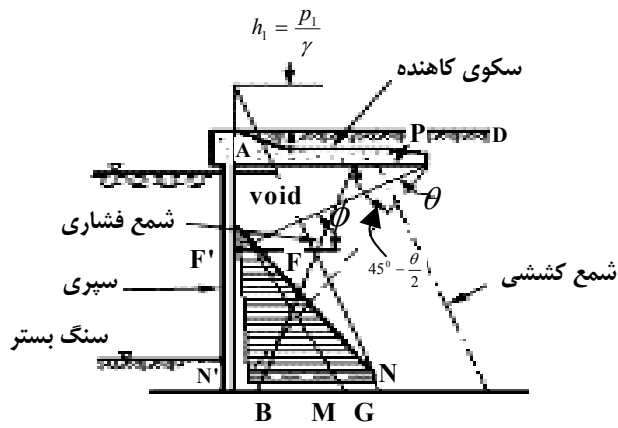
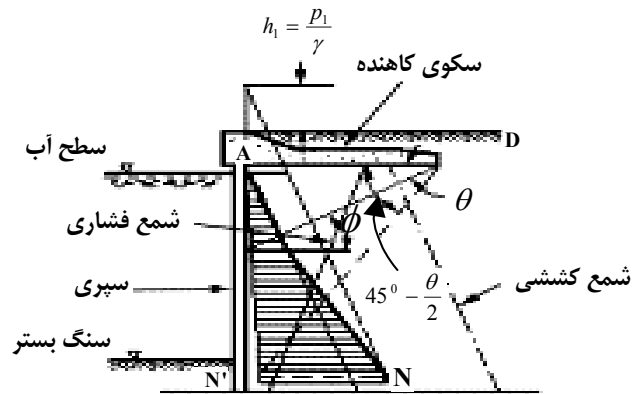
شمع باربر رو به خشکی در هر ردیف فرض می‌شود که با مقاومت در برابر بار جانبی که از جهات دیگر به پشت دیوار بین سطح زیری سکو و محل تقاطع صفحه گسیختگی پایینی و شمع در طولی از دیوار که دو برابر عرض کلی شمع می‌باشد، سبب کاهش بیشتر فشار اعمالی به دیوار می‌شود. در جایی که پنجه شمعهای باربری که پنجه آنها به سمت دریا شیب دارد، در میان گوه لغزش قرار دارند بایستی یک نیروی متمرکز افقی در یک متری بالای تراز پنجه شمع باربر به کار رود.

فشارهای محرک در پشت سپری برای این که اثرات شمعهای باربر را در نظر بگیرند با استفاده از گوه‌های آزمایشی (برای مثال گوه‌های کولمن) محاسبه می‌شوند.

مرز سمت خشکی گوه‌ها فرض می‌شود که صفحه قائم، گذرنده از پشت سکو باشد [شکل ۴-۱۷ (ب)] در جایی که سپری در این صفحه قرار می‌گیرد، همان مرز باید فرض شود. در جایی که حفره‌ای در وجه زیری سکوی کاهنده وجود دارد، فرض می‌شود که توزیع فشار در پشت سپری مطابق شکل ۳-۱۸ (ج) باشد.

پایداری کلی دیوار و زمین اطراف آن در برابر لغزش بایستی مطابق با بند ۴-۷-۱-۱ در نظر گرفته شود. کل فشار اعمالی بر پشت سازه سکوی کاهنده، بایستی با صرف نظر از کاهش فشار توسط سکو یا شمعها محاسبه شود. اثر شمعهای باربر سکوی کاهنده روی پایداری کلی بایستی به حساب آید. سکو و شمعها بایستی مطابق با توصیه‌های فصل ششم طراحی شود.

پایداری کلی دیافراگم وال نشان داده شده در شکل ۴-۵ (ب) بایستی با توجه به فصل پنجم تخمین زده شود. در مناطق زلزله‌خیز، مزایای محافظت کردن از سپری با سکو باید با کل جرم روسازه‌ای که تحت تأثیر بار زلزله افقی قرار می‌گیرد، مقایسه شود. اثر محافظتی در بعضی مواقع در شرایط زلزله کمتر خواهد بود (به دلیل پراکندگی بار خاک و سربار از میان خاک) در صورتی که شمعهای خمشی کاملاً مدفون شده باشند، بارهای زلزله طولی به وسیله آنها تحمل می‌شوند. در غیر این صورت از شمعهای مایل طولی باید استفاده شود.



شکل ۴-۱۷ توزیع فشار بر روی سپری در جلوی سکوی کاهنده

◀◀ ۴-۸ تراز پاشنه

◀ ۴-۸-۱ حداقل عمق گیرداری

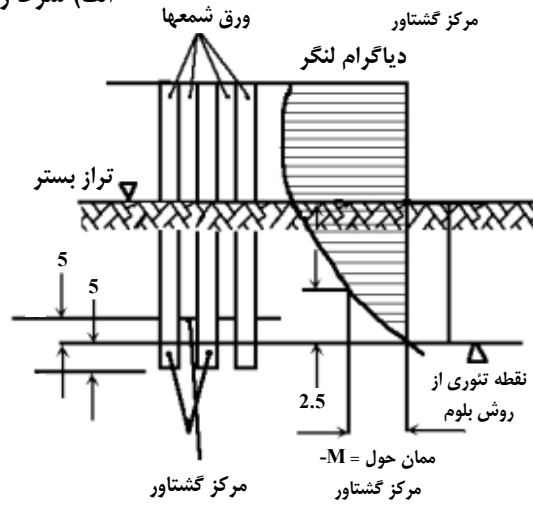
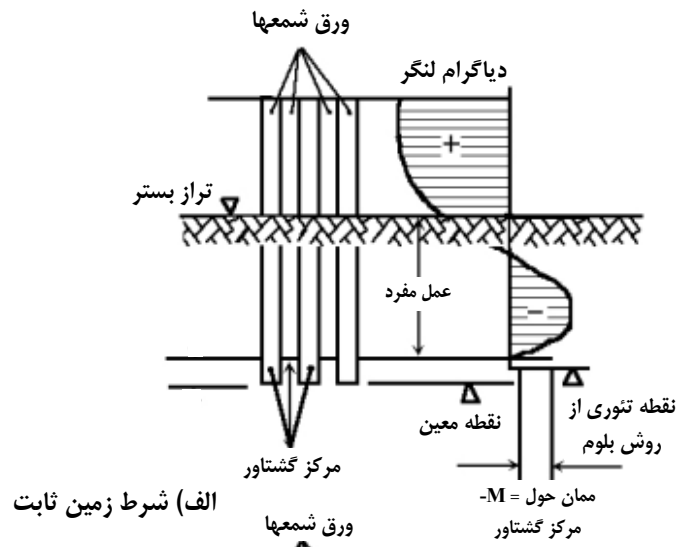
حداقل عمق گیرداری لازم برای پایداری کلی دیوار باید بر اساس توصیه‌های بند ۴-۷ محاسبه شود. رقوم پاشنه اعضایی که در برابر بارهای قائم مقاومت می‌کنند، تحت تأثیر عمقی قرار می‌گیرد که در آن عمق، خاک بتواند مقاومت لازم را در برابر این بارها به دست آورد.

سایر عوامل تأثیرگذار بر تعیین عمق گیرداری، در بند ۲-۱-۶-۲ آمده است.

◀ ۴-۸-۲ رقوم پاشنه متناوب

در سپریها، متناوب کردن پنجه شمعهها با توجه به تعداد شمعههای نصب شده در یک زمان معین اقتصادی‌تر است. هنگامی که از پنجه‌های متناوب استفاده شود، طول پنجه شمعههای بلندتر باید توانایی مقاومت در برابر کل خمش، برش و نیروهای قائمی را که بر یک دیوار با تراز پنجه یکسان وارد می‌شود، داشته باشند. اگر پنجه‌ها دارای تناوبی کمتر از ۱/۰ متر باشند، تحلیل اضافی شمعهها تحت اثر این نیروهای اضافی ممکن است لازم نباشد.

در شرایط گیرداری زمین، شمعههای بلندتر باید در زمین ادامه پیدا کنند تا فرورفتگی لازم برای یک دیوار با تراز پنجه یکسان به دست آید. در شرایط آزاد بودن انتهای شمع در زمین، شمعههای بلندتر باید در عمق بیشتر و شمعههای کوتاه‌تر در عمق کمتر نسبت به حالت دیوار یکنواخت کوبیده شوند، به طوری که فاصله آنها تا عمق یکنواخت، نصف عمق تناوب باشد. بنابراین در حالت شمع با انتهای آزاد، افزایش پایداری مهم‌تر از صرفه‌جویی در مصالح است. شکل ۴-۱۸ نحوه قرارگیری متناوب پنجه‌ها را نشان می‌دهد.



شکل ۴-۱۸ رقوم پاشنه متناوب برای سپریها

◀◀ ۴-۹ کلاhek درجا

سر سپریها معمولاً با یک کلاhek بتنی درجا ساخته می‌شوند. این تیر سرسازی ممکن است به عنوان تکیه‌گاه ضربه‌گیر نیز عمل کند. همچنین می‌توان از تیر سرسازی به منظور توزیع بارهای اعمالی عمودی و افقی برای تحمل ریل‌های جرثقیل یا به عنوان **Waling** استفاده نمود.

تیر سرسازی عموماً بایستی ۰/۵ متر ارتفاع داشته باشد، اما ارتفاع واقعی بستگی به تراز **Cut - off** دیوار با توجه به تراز اسکله و آرایش ضربه‌گیرها دارد.

ابعاد وجه رو به دریای تیر سرسازی باید با توجه به وجه سپری مشخص شود تا فضای لازم خالی بین آنها موجود باشد.

به منظور مقابله با تنشهای حرارتی و خزش در تیر که ناشی از گیرداری اعمال شده از طرف خاک و سپر می‌باشد، بایستی به اندازه کافی آرماتورگذاری در تیر سرسازی انجام گیرد.

همچنین در جاهایی که از شمعهای فلزی ناودانی‌شکل استفاده شده و جایی که بایستی در مقابل بارهای عمودی مقاومت شود، بایستی از آرماتورگذاری عرضی در بالای سپری استفاده نمود. انتقال بارهای عمودی به سپری بایستی چک شود. هر بخش از تیر سرسازی باید به شمعها متصل شود. این عمل می‌تواند با عبور میلگرد از میان سوراخهایی که در شمعها تعبیه شده است یا جوش دادن آنها به شمعها صورت گیرد. در صورت نیاز به مقاومت در برابر بارهای طولی افقی، این نیروها باید در طراحی تیر سرسازی و دیوار مد نظر قرار گیرد. درزهای جابه‌جایی معمولاً باید در فواصل ۱۵ تا ۳۰ متر فراهم شوند. **debonding** با تیر سرسازی و دیوار سپری در فاصله کوتاهی در هر طرف درزها، می‌توان ترکهای تیر سرسازی در نزدیک درزها، را به حداقل رساند. تیر سرسازی بایستی به وسایل مناسبی برای انتقال بار از میان درزهای جابه‌جایی مجهز باشد. برای تیر سرسازی ساخته شده بر روی دیوارهای سپری، حداقل فرورفتگی شمع به اندازه ۷۵ میلیمتر پیشنهاد می‌شود. وقتی که تیرسرسازی یا روسازه در مقایسه با سپر سخت می‌باشد، تنشهای خمشی که در دیوار در هنگام استفاده از اتصال صلب به وجود می‌آید، می‌تواند به وسیله تعبیه اتصال مفصلی بین دیوار و تیرسرسازی حذف شود. این عمل به منظور حاصل شدن

اطمینان از اینکه کلیه بارهای عمودی و افقی به طور مؤثری انتقال می‌یابند و اینکه خاک نمی‌تواند از میان درز خارج شود، انجام می‌شود.

تیر سرسازی می‌تواند به روش مختلط ساخته شود. در این روش از بتن پیش‌ساخته در نمای وجه رو به دریا استفاده شده و بقیه بخشها درجا ساخته می‌شوند. از مزایای این روش اطمینان از کیفیت خوب، سطح یکنواخت وجه نمایان و اجتناب از قالب‌بندی در روی آب می‌باشد. واحدهای پیش‌ساخته بایستی به نحوی طراحی شوند که ناهمواریهای سپری را در نظر بگیرند، خصوصاً وقتی که از سپریهای فلزی ناودار استفاده شود.

در جایی که از شمعهای باربر جدا از هم برای مقابله با بارهای عمودی استفاده می‌شود، این شمعها باید تیر سرسازی را نگه دارند. در صورتی که بارهای عمودی نباید از تیر سرسازی به سپری انتقال پیدا کنند، (خصوصاً اگر تیر سرسازی به عنوان یک **waling** عمل کند)، جزئیات دقیقی مورد نیاز می‌باشد.

◀◀ ۴-۱۰ بارهای قائم وارده بر سپری

◀ ۴-۱۰-۱ انواع بار

بارهای قائمی که ممکن است بر سپریها وارد شوند، عبارتند از:

الف: بارهای مرده تحت اثر روسازه یا سکوه‌های متکی به آن

ب: بارهای زنده تحت اثر کالا، شیب‌راهه کشتی و جابه‌جایی تجهیزات

ج: مؤلفه‌های قائم بارهای پهلوگیری و مهارى سپری

د: مؤلفه‌های قائم بارهای مهارى سپری

ه: مؤلفه‌های قائم فشار خاک ناشی از اصطکاک خاک با دیوار که ممکن است باعث پایین کشیده

شدن دیوار گردد (این پدیده ممکن است با قرار دادن یک لایه لغزنده بر روی سطح داخلی

سپری کاهش یابد.

◀ ۴-۱۰-۲ توزیع بارهای متمرکز

اگر یک تیر سرسازی (کلاهک) درجا داشته باشیم، فرض می‌شود که بار متمرکز با زاویه ۴۵ نسبت به خط قائم توزیع می‌شود. این بار به محل تقاطع سطح تماس با مرکز مؤثر آرماتوربندی زیر تیر سرسازی یا بالای سپری (هر کدام که بحرانی‌تر باشد) اعمال می‌شود.

◀ ۴-۱۰-۳ مقاومت در برابر بارهای قائم

سازه باید زیر اثر بارهای قائم، حداقل نشست را داشته باشد. هنگامی که بارهای قائم منفرد زیاد باشد، آزمایشهای بارگذاری اجتناب‌ناپذیر است و سپری باید بر اساس تنشهای به وجود آمده هنگام آزمایش طرح شود.

مقاومت در برابر بار در سپری ممکن است به وسیله یکی از روشهای زیر به دست آید.

۴-۱۰-۳-۱ به وسیله خود سپری

پنجه دیوار در طولی که بارها روی آن پخش می‌شوند، باید از ظرفیت باربری لازم برخوردار باشد، که ممکن است لازم شود دیوار تا لایه سنگی به سمت پایین ادامه پیدا کند.

در صورت استفاده از سپریهای ناوهای عرض کل پنجه دیوار در خاکهای دانه‌ای با چگالی متوسط و در رسهای سفت مؤثر می‌باشند، البته مشروط بر این که در پنجه سپری یک روزنه‌بند تشکیل شود. اگر بر شکل‌گیری روزنه‌بند مطمئن نباشیم ممکن است صفحات قائم را در عرض در پنجه شمعهها جوش دهند. در صورت استفاده از سپریها با پنجه‌های متناوب، باید ظرفیت باربری شمعههای عمیق‌تر و کم‌عمق‌تر را برای به دست آوردن ظرفیت باربری خالص بررسی کنیم.

در سپریهای (شمعههای) نگه دارنده، تنها بایستی مقاومت شمعهها در برابر بارهای قائم بررسی شود. طول مؤثر ستون سپری برابر ممکن است برابر با فاصله قائم بین نقاط با لنگر صفر در نظر گرفته شود که البته این لنگرها ناشی از بارهای افقی می‌باشند.

عملکرد یکپارچه اجزای دیوار (هنگام مقاومت در برابر بارهای متمرکز) در سپریهای فلزی با جوش دادن بخشهای فوقانی نقاط قفل و بست حاصل می‌شود و این عمل در دیوارهای بتنی درجا با تزریق دوغاب بین مفاصل حاصل می‌گردد.

۴-۱۰-۳ به وسیله یک سپری با مقطع مرکب دارای اجزای باربر

در جاهایی که سپری دارای مقاومت کافی در برابر بارهای وارده نباشد ممکن است از مقطع مرکب استفاده شود. در سپریها، بارهای قائم به وسیله مقاطع H شکل، جعبه‌ای یا لوله‌ای و در دیوارهای دیافراگمی به وسیله پانلهای T شکل حمل می‌شوند. هنگامی که استفاده از یک مقطع مرکب برای مقاومت در برابر بارهای افقی لازم باشد، همان اعضای باربر برای مقاومت در برابر بارهای قائم مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۴-۱۰-۳ به وسیله شمعهای باربر مجزا

شمعهای باربر مجزا را می‌توان در سمت رو به دریا و یا رو به خشکی سپری نصب کرد تا در برابر همه یا بخشی از بارهای قائم مقاومت کنند. همچنین شمعهای باربر برای نگهداری سکوه‌های متکی به شمع عمل می‌کنند. شمعها باید در عمق کافی نصب شوند تا اطمینان حاصل شود که خطری از بابت انتقال جزئی بارها به سپری وجود ندارد (بند ۴-۷-۳ را نیز ببینید).

برای نصب شمعهای باربر نزدیک سپری بایستی به توصیه‌های بند ۵۱-۴ از BS6349:part1:1984 توجه شود.

◀ ۴-۱۰-۴ زیر فشار

زیر فشار خالص سپری معمولاً قابل توجه نیست، زیرا در مقابل فشار آب رو به بالا مقاومتی وجود ندارد.

◀ ۴-۱۰-۵ طراحی اجزای مقاوم در مقابل بارهای وارده

در تحلیل اجزای دیوار که در برابر بارهای قائم مقاومت می‌کنند، حداکثر بارهای جانبی که ممکن است به طور همزمان از طریق خاک وارد شوند، اعمال می‌شود.

◀◀ ۴-۱۱ بارهای پهلوگیری و مهاری وارد بر دیوار

◀ ۴-۱۱-۱ بارهای پهلوگیری

بارهای پهلوگیرها توسط ضربه‌گیرها به تیر سرسازی یا سپری منتقل می‌شوند. تیر سرسازی مانند یک تیر افقی بر روی تکیه‌گاه ارتجاعی تحلیل می‌شود. دلیل ارتجاعی گرفتن تکیه‌گاه، مشارکت سپری در مقاومت در برابر بارهای وارده است. دیوار حایل بالای سکوی متکی به شمع، باید برای مقاومت کردن در برابر بارهای پهلوگیری در خمش و یا رانش در پشت‌بندها طرح شود. سپری برای مقاومت در برابر بارهای متمرکز بزرگی که مستقیماً در یک تراز پایین وارد می‌شوند، طرح می‌شود، ولی در این حالت باید از مزایای اثر کمائی خاک و اصطکاک دیوار در به دست آوردن رانش محرک خاک به طور کامل چشم‌پوشی کرد. در جاهایی که بارهای پهلوگیری به طور مستقیم وارد می‌شوند، یک سیستم ضربه‌گیری باید به منظور توزیع بار و جلوگیری از سایش دیواره انتخاب شود.

◀ ۴-۱۱-۲ بارهای مهاری

برای مقابله با مؤلفه‌های نیروهای کششی مهار کشتی که بر دیوار وارد می‌شوند، یکی از راههای زیر پیشنهاد می‌گردد:

الف: به وسیله سپری و تیر سرسازی درجا. فرض می‌شود که بار در سرتاسر طولی تیر سرسازی پخش شده و به وسیله رفتار تیرمانند تیر سرسازی و عمل‌گیرداری دیوار بالای تراز مهاری مقاومت می‌شود و بار به مهارهای دیوار منتقل می‌شود. این روش تنها برای نیروهای مهاری کششی کوچک مورد استفاده قرار می‌گیرد.

ب: با تعبیه میل مهار. میل مهارهای اضافی ممکن است در مهارهای کشتی به شکل میل مهارهای فرعی جداگانه تعبیه شوند (بند ۴-۷-۱-۴) یا به شکل میل مهارهای اضافی به انتهای گیردار دیوار متصل شوند. توزیع بار در طول مهاری با استفاده از میل مهارهای قطری که به صورت ضربدری قرار گرفته‌اند (شکل ۴-۱۹ را ببینید) به دست می‌آید. میل مهارها باید به بالای سپری متصل شوند.

ج: با استفاده از دیوار حایل بالای سکوه‌های کاهنده فشار. دیوار حایل تعبیه شده بالای سکوه‌های کاهنده فشار برای انتقال بار به سکو با استفاده از عملکرد گیرداری یا به وسیله پشت‌بندها طراحی می‌شود. بار، توسط شمعهای مایل زیر سکو حمل می‌شود.

◀◀ ۴-۱۲ بارهای وارده در جهت طولی

خمش ناشی از بارهای افقی که در جهت طولی به وسیله کشتیها (از طریق ضربه‌گیرها و خطوط پهلوگیری) به دیوار وارد می‌شوند، توسط اجزایی از دیوار که در صفحه عمود به جهت دیوار قرار دارند، تحمل می‌شود.

در حالت کلی بارها باید در طول دیوار به وسیله تیر سرسازی پخش شوند.

عملکرد یکپارچه اجزای دیوار از طریق پیوستگی تیر سرسازی با بالای دیوار حاصل می‌شود که این کار با گیردار کردن تیر سرسازی با دیوار و در مورد سپریهای فلزی با جوش دادن طول بالایی نقاط اتصال صورت می‌گیرد. در دیوارهای دیافراگمی و در دیوارهای مجاور و دیوارهای پشت‌بند عملکرد یکپارچه اجزای دیوار بدون به‌کارگیری یک سری اتصال دهنده‌های خاص به درستی صورت نمی‌گیرد. در صورت فراهم نشدن چنین اتصالات دهنده‌هایی، این‌گونه دیوارها با فرض اینکه هر پانل یا شمع مستقل عمل می‌کند، طرح می‌شوند.

هنگام استفاده از سپریها حداکثر تنش خمشی دو محوری در دیوار ممکن است از مقادیر مجاز خمش یک محوره تا میزان (۱۰٪) تجاوز کند. تیر سرسازیها و زیرسریها باید طوری طرح شوند که در برابر تنشهای مستقیم کششی و برشی ناشی از بار طولی مقاومت کنند.

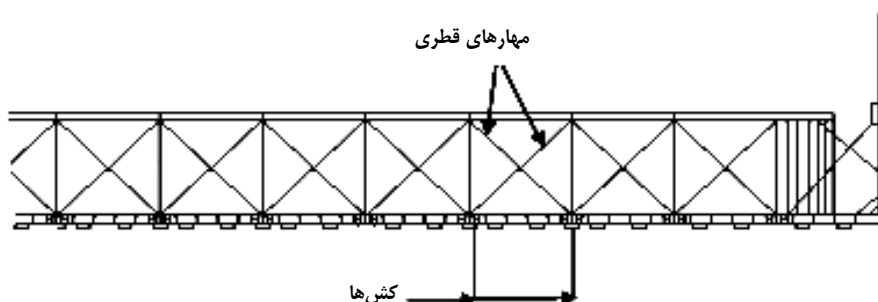
بارها از طریق اصطکاک بین وجه پشتی دیوار و خاک و به وسیله رانش مقاوم خاک در وجوه برآمده (از قبیل جانهای سپریها، سپریهای مرکب و دیوارهای دیافراگمی با پانل T شکل) به زمین منتقل

می‌شوند. رانش مقاوم خاک در هر تراز می‌تواند از مقاومت اصطکاکی بین خاک و بیرون‌زدگیهای دیوار بیشتر شود.

جمع برداری مقادیر اصطکاک دیوار که در برابر بارهای افقی طولی و رانش محرک روی وجه پشتی دیوار مقاومت می‌کنند نباید از حداکثر مقدار مجاز بیشتر شود. بنابراین مقدار مقاومت مورد استفاده در هر بخش از محاسبات نباید کمتر از مقدار حداکثر باشد.

بارهای طولی ممکن است به وسیله میل‌مه‌ارهای قطری یا سک‌وهای کاهنده فشار به سیستم مه‌اری

منتقل شوند.



شکل ۴-۱۹ دیوار مه‌ار شده با مه‌ارهای قطری

◀◀ ۴-۱۳ تیرهای پشت‌بند و میل‌مه‌ارها

◀ ۴-۱۳-۱ کلیات

گسیختگی سپریها معمولاً ناشی از گسیختگی سیستم مه‌اری می‌باشد، بنابراین در طراحی زیرسپریها و میل‌مه‌ارها و اتصالات آنها باید تمامی عواملی را که ممکن است باعث افزایش بارگذاری شوند، در نظر گرفت.

◀ ۴-۱۳-۲ تیرهای پشت‌بند

تیرهای پشت‌بند در سپریها برای انتقال بارهای افقی به میل‌مه‌ارها مورد استفاده قرار می‌گیرند. تیرهای پشت‌بند مانند یک تیر پیوسته که در میان میل‌مه‌ارها واقع شده‌اند، طرح می‌شوند. در جاهایی که

میل‌مهاریا به شکل مایل باشند تیرهای پشت‌بند و سخت‌کننده‌های آن باید برای تحمل مؤلفه‌های قائم بار طرح شوند. سایر بارهایی که باید طراحی بر اساس آنها صورت گیرد عبارتند از: وزن مرده، تیرهای پشت‌بند وزن هرگونه خاک یا سرباری که به طور مستقیم بر بالای تیر پشت‌بند قرار دارد و مؤلفه قائم رانش محرک خاک که بر صفحه قائمی که از میان وجه پشتی تیر پشت‌بند می‌گذرد. راهنمایهای طرح تیرهای پشت‌بند در BS 8002 آمده است. از تیر پشت‌بند ممکن است به منظور توزیع بارهای طولی وارد شده در طول دیوار استفاده شود (بند ۴-۱۲ را ببینید). اتصالات بین دیوار و تیرهای پشت‌بند باید توانایی انتقال بارها به دیوار را داشته باشد. تیرهای پشت‌بند باید در برابر برابند تنشها و اتصالات در برابر تنشهای برشی اضافی مقاومت کنند.

تیرهای پشت‌بند ممکن است در جلو یا پشت سپری قرار گیرند ولی در اسکله‌های ساحلی و جتی‌هایی که در آب دریا ساخته می‌شوند، به طور معمول آنها را باید در پشت سپری قرار داد تا از خسارتهای مکانیکی در امان بوده و خوردگی کاهش یابد. استفاده از پیچهای مهاری برای انتقال بار از دیوار به تیر پشت‌بند ضروری است. در جاهایی که تیر سراسازی یا عرشه به خوبی در جلوی دیوار قرار بگیرد، تیر پشت‌بند می‌تواند در قسمت بیرون دیوار قرار بگیرد و در این حالت به دلیل استفاده نکردن از پیچهای مهاری، در استفاده از مصالح صرفه‌جویی صورت می‌گیرد. اگر امکان معکوس شدن جهت تنش ناشی از بارهای افقی وجود داشته باشد، طراحی باید بر اساس تیر پشت‌بند قفل و بست شده صورت گیرد. در سپریهای مهار شده، تیرهای پشت‌بند باید پشت دیوار قرار گرفته و در این حالت از پیچهای مهاری استفاده نمی‌شود. در تیر پشت‌بندهای فلزی متشکل از دو نیمرخ ناودانی، بایستی از جان باودانی بالایی به فواصل ۳ متری سوراخ شوند تا مشکل زهکشی آب جمع شده در قسمت فوقانی به وجود نیاید. در صورتی که تیر پشت‌بند به طور دائمی در آب غوطه‌ور باشد، نیاز به این عمل نمی‌باشد.

در جاهایی که تیر سراسازیهای بتنی درجا همانند یک تیر پشت‌بند عمل می‌کنند، اتصال بین آنها و سپری باید برای انتقال تمامی نیروهای داخلی کافی باشد. اگر شمعهای مایل مهاری، مورد استفاده قرار گیرند، تیر سراسازی باید طوری طرح شود که در برابر پیچش حاصل از خمش قائم که ناشی از بارهای درازمدت خاک بر روی شمعهای مهاری می‌باشد، مقاومت کند. اتصالات مفصلی نیز ممکن است به عنوان یک گزینه، مورد استفاده قرار گیرد.

سپریهای نزدیک سکوه‌های کاهنده یا اسکله‌های ساحلی با سکوی آزاد در صورتی که همزمان با سپری ساخته شوند، نیازی به یک تیر پشت‌بند جداگانه ندارند، در نتیجه به محض برقراری پیوستگی، مقاومت در برابر رانش افقی خاک به وجود می‌آید.

◀ ۴-۱۳-۳ میل‌مه‌ارها

میل‌مه‌ارها در سپریها به شکل میله‌های کششی فولادی هستند. از کابل نیز می‌توان در مواردی که مه‌ارهای زمینی مورد نیاز است استفاده نمود. راهنمایی طراحی میل‌مه‌ارها شامل حفاظت خوردگی در **BS 8002** آمده است. در سازه سکوه‌های کاهنده، سکو، بارهای افقی را از دیوار به شمعها منتقل می‌کند.

میل‌مه‌ارها معمولاً در یک سطح به سپریها متصل می‌شوند. این سطح معمولاً زیر سطح فوقانی دیوار و درست بالای تراز پایینی آب قرار دارد تا دهانه قائم و همچنین ممان گیرداری دیوار کاهش پیدا کند. ممان طره‌ای در قسمت فوقانی دیوار به کاهش دهانه و ممان گیرداری انتهایی کمک می‌کند.

هنگامی که میل‌مه‌ارهای مورب باید به صورت ضربدری مورد استفاده قرار گیرند، میل‌مه‌ارها در قسمت فوقانی دیوار و یا در حالت کامل‌تر در دو سطح در نظر گرفته می‌شوند. در مواردی که مه‌ارها به صورت مستقیم به دیوار متصل می‌شوند و از پشت‌بندها استفاده نمی‌گردد، المانهای دیوار باید برای بارهای فشاری موضعی که وارد می‌شوند طراحی گردد.

در طراحی میل‌مه‌ارها باید نشست پشت دیوار در نظر گرفته شود. در مواردی تنشهای ناشی از نشست در میله مه‌اری به وجود نمی‌آید. این موارد شامل در نظر گرفتن اتصال مفصلی در میله‌ها، خوابانیدن به صورت یک منحنی که انحنا آن به سمت بالاست، خوابانیدن میله‌ها پشت مجراهای قطور و نگه‌داشتن میله‌ها یا مجراها روی شمعها، می‌باشد. در مجراها برای چرخش و فشردگی که ممکن است در انتها رخ دهد، تمهیداتی باید در نظر گرفت. در حالتی که تغییرات تنش در میل‌مه‌ارها اتفاق می‌افتد در طراحی آنها باید دقت کرد.

در جاهایی که میل‌مه‌ارها عمود بر دیوار نیستند خمیدگی میل‌مه‌ارها با استفاده از واشرهای کروی یا واشرهای باریک شونده زیر مهره‌ها یا کلگی، کاهش پیدا می‌کند.

معمولاً یک پیش‌تنیدگی کوچک به میله‌ها وارد می‌شود تا تغییر مکان دیوار محدود گردد. مقدار این پیش‌تنیدگی باید بیشتر از مقدار ماکزیمم تنشی باشد که می‌تواند در طول عمر سازه اتفاق بیفتد تا در حالت تغییر شرایط بار به طور ناگهانی وارد نشود. جهت استفاده از میل‌مهارها، انتهای آنها خم یا رزوه می‌شود. در حالتی که تغییرات تنش زیاد است (در فولادهای غیر از فولاد با کربن پایین) از خم انتهایی استفاده نمی‌شود. میل‌مهارها از جنس فولاد با کربن پایین یا فولاد با حد گسیختگی بالا هستند. در جایی که کج شدگی دیوار کوچک است و یا نشست، سبب گیردار شدن میله‌ها می‌شود، بهتر است از فولاد با کربن پایین استفاده شود. (ارجاع به BS8002 تنشهای مجاز) در شرایط آب دریا حداقل قطر 50mm برای میل‌مهارها توصیه می‌شود. راهنمای طرح میل‌مهار در DD81 آمده است.

در صورتی که احتمال نشست وجود داشته باشد حفاظت خوردگی، همسان با تغییر شکل میل‌مهارها طراحی می‌شود. تحت شرایط بارگذاری حدی، ضریب اطمینان به دست آمده برای میل‌مهارها تحت شرایط بارگذاری عادی، حداکثر تا (۲۵٪) کاهش می‌یابد (بسته به ملاحظات خستگی و تأثیرات خواص خاک).

◀ ۴-۱۴ مهار برای سپریها

◀ ۴-۱۴-۱ کلیات

برای توصیه‌های طراحی مهارهای سپریها در حالت عمودی به BS 8002 sec 4 مراجعه شود. ضریب اطمینان ۲ روی بارهای طراحی میل‌مهارها باید اعمال گردد (تحت همه شرایط بارگذاری).

◀ ۴-۱۴-۲ دیوارهای مهاری

دیوارهای مهاری شامل دیوارهای سپری فولادی، دیوارهای بتنی، بلوکهای بتنی و دالهای بتنی هستند (شکل ۴-۲۰).

در جایی که زمین جلوی دیوار مقاومت کافی داشته باشد، اقتصادی‌تر است که دیوارها همانند مهارهای بالانس شده طراحی شوند. دیوارهای سپری فولادی به یک پشت‌بند جهت توزیع بارهای مهارها نیاز دارند. دیوارهای بتنی به صورت درجا یا پیش‌ساخته، ساخته می‌شوند. نوع انتخاب شده تا

حدی بستگی به زمین موجود و تراز آب دریای مجاور آن دارد. مقاومت بلوکهای بتنی و دالهای اصطکاکی که ممکن است مدفون شوند و یا در سطح زمین قرار گیرند، در برابر نیروی میل‌مهارها قسمتی توسط اصطکاک در پایه آنها و قسمتی توسط نیروی مقاوم خاک در جلوی آن تأمین می‌شود. آنها معمولاً کارایی کمتری نسبت به دیوارها در رسیدن به مقاومت افقی لازم دارند و معمولاً این مطلب محدود می‌شود به دیوارهای سپری که نیروی مهار آنها خیلی بزرگ نیست. این مسئله به ویژه در جایی که سفره آب زیرزمینی به اندازه کافی بالا می‌آید، که می‌تواند مقاومت اصطکاکی را کاهش دهد، به کار می‌رود. اگر یک سازه وزنی، پشت دیوار وجود داشته باشد، می‌توان همانند یک مهار از آن استفاده کرد. از بلوکهای مهار توخالی در جایی که میل‌مهارها پیش‌تنیده هستند استفاده می‌شود. تنیدگی میل‌مهارها در قسمت خشک بلوکها اتفاق می‌افتد. این ترتیب قرارگیری در جایی که سطح آب زیرزمینی بالا بوده و در حالتی که از مونولیت‌های کوچک برای فرم دادن بلوکها استفاده می‌شود، مفید خواهد بود (شکل ۴-۹).

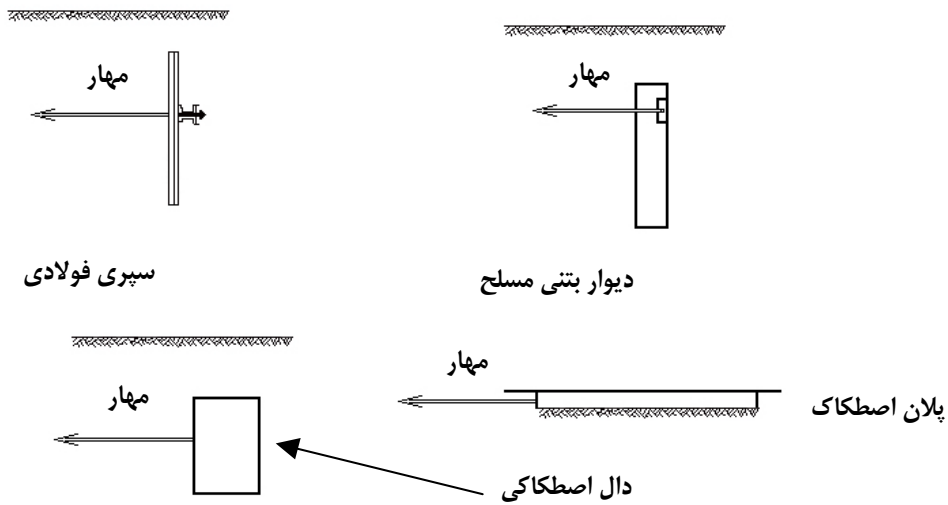
جلوگیری و ممانعت از حرکت رو به جلو در دیوارهای مهاری به وسیله فشار مقاوم خاک وجه مقابل تأمین می‌شود. باید توجه داشت تا مهاری در سطوح گسیختگی محتمل خاک قرار نگیرد.

یک مهار وقتی کاملاً مؤثر است که در پشت ناحیه گسیختگی قرار گیرد.

دیوارهای مهاری یا به صورت دیوارهای پیوسته هستند و یا یکسری واحدهای جداگانه به منظور جلوگیری از اختلاف فشار هیدروستاتیکی وارد به دیوارهای پیوسته باید سوراخهای زهکش در آنها در نظر گرفته شود. در جایی که در جلو و پشت یک مهار وزنی، خاک ضعیف وجود دارد، به منظور افزایش فشار مقاوم و کاهش فشار محرک وارد بر دیوار باید خاک با مواد دانه‌ای کوبیده شده جایگزین شود [شکل ۴-۱ (الف)].

از مهاریهای دیوار سپری، برای مقاومت در برابر بارهای قائم استفاده می‌شود، شبیه این بارها توسط جرثقیلها، شمعهای عمیق متناوب و کلاhek شمعها وارد می‌شود.

ملاحظات بند ۴-۱۰ در مورد بارهای قائم و نشست در مورد دیوارهای مهاری نیز به کار می‌رود. پاشنه‌های متناوب روی دیوارهای مهاری سپری جهت صرفه‌جویی مصالح در نظر گرفته می‌شوند (همان طوری که در ۴-۸ توضیح داده شد). پنجه‌های متناوب نیز می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. یک تناوب ۰/۵ متر در دیوارهای مهاری به ارتفاع حداقل ۲/۵ متر می‌توان بدون محاسبات اضافی اتخاذ کرد.

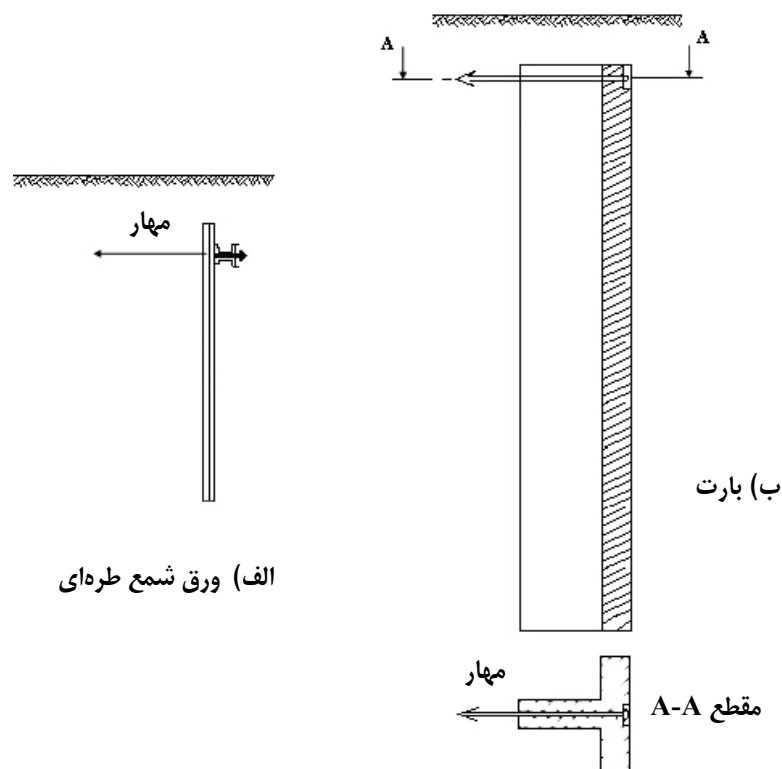


شکل ۴-۲۰ نمونه‌هایی از دیوارهای مهاری

◀ ۴-۱۴-۳ مهاریهای طره‌ای

در جایی که خاک ضعیف، بالای خاک با کیفیت بهتر قرار دارد، یا در جایی که سطح آب آنقدر بالاست که ساخت مناسب یک مهاری متفاوت شده غیر ممکن است، یک دیوار مهاری عمیق‌تر (با کوبیدن سپر یا ساخت بارتها با استفاده از گودبرداری با گل حفاری) نصب می‌شود (شکل ۴-۲۱). سپس دیوار مهاری، همانند یک کنسول طراحی می‌شود.

اگر دیوار مهاری در عمق زیاد کوبیده می‌شود، یک سازه دو دیواره ممکن است اقتصادی‌تر از یک سازه تک دیواره مهار شده باشد. در این دیوارها سوراخهای زهکش باید در نظر گرفته شود. اغلب دیوارهای مهاری کنسولی جهت نگه‌داشتن جرثقیلها مناسب هستند.



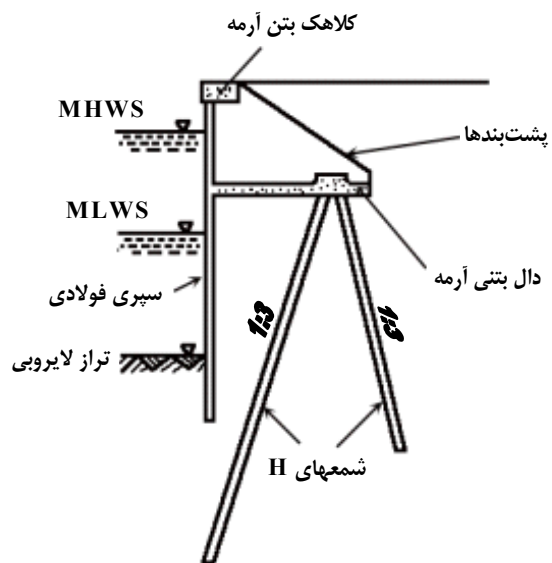
شکل ۴-۲۱ نمونه‌هایی از مهارهای طره‌ای

◀ ۴-۱۴-۴ شمعهای مایل

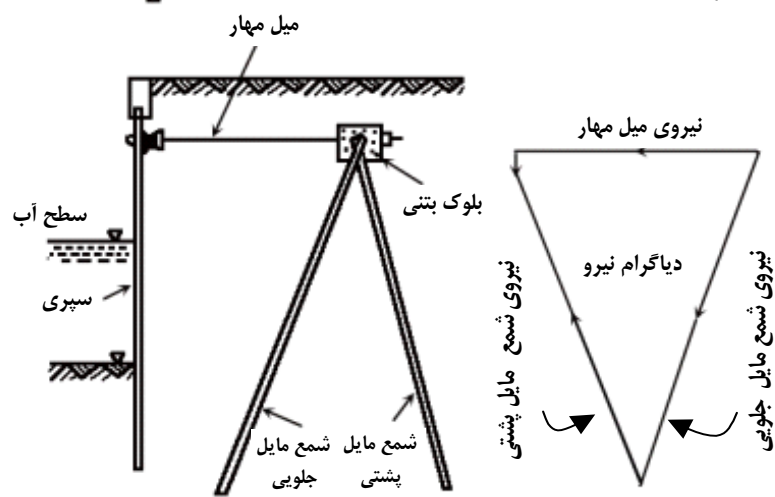
شمعهای مایل می‌توانند به منظور تشکیل یک قاب A شکل بسته شده به دیوار (به وسیله میله یا فولادهای پیش‌تنیده) به کار روند یا به عنوان شمعهای باربر سکوی کاهنده مورد استفاده قرار گیرند (شکل ۴-۲۲).

از قابهای A شکل معمولاً به جای دیوارهای وزنی در جایی که عرض زمین پشت دیوار محدود است یا جایی که زمین سست وجود دارد و یا تراز زمین موجود پایین است، استفاده می‌شود. مزیت آنها بر مهارهای طره‌ای این است که بارها در شمعها بیشتر به صورت محوری تحمل می‌شوند تا خمشی و فقط مقدار بسیار کوچکی حرکت به سمت جلوی مهار در آن دیده می‌شود.

در صورت امکان، شمعها باید پشت گوه خاک فعال قرار گیرند تا به مقاومت اصطکاکی اجازه داده شود که در طول کامل شمع گسترش یابد و از بارگذاری شمعها به وسیله گوه خاک فعال جلوگیری شود. شمعها در یک قاب A شکل معمولاً به وسیله یک درپوش بتنی به هم متصل می‌شوند. وزن مرده کلاهک و خاک روی آن سبب کاهش زیر فشار در شمعهای کششی می‌شود. هنگام استفاده از شمعهای با مقطع H مایل، اتصال به سپری بایستی به نحوی طراحی شود که رواداری مکانی که در اثر کوبش به وجود می‌آید، در نظر گرفته شود. می‌توان از اتصال مفصلی برای اجتناب از شکل گرفتن تنشهای خمشی در این نقطه استفاده نمود. انواع دیگر شمعها که می‌تواند برای این منظور به کار رود عبارتند از: شمعهای مهاری تزریق شده و شمعهای مهاری درجا. نوع دوم می‌تواند با یک قاعده پی بزرگ شده ساخته شود. شمعهای مهاری مایل باید به نحوی طراحی شوند که مقاومت خاک به همان روش مهاریهای تزریق شده، فقط خارج از گوه فعال حاصل شود. شمعها باید در مقابل بارهای فشاری ناشی از پهلویی، طراحی شوند. در جایی که انتهای شمعها مدفون نباشد، طول مؤثر باید در طراحی در نظر گرفته شود.



الف) با سکوی کاهنده



ب) با مهار

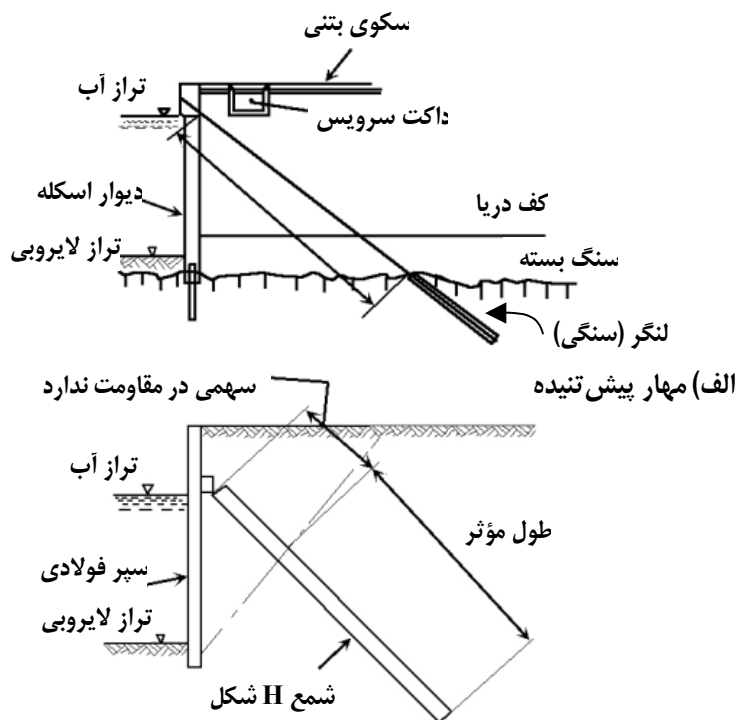
شکل ۴-۲۲ نمونه‌هایی از شمعه‌های مایل

◀ ۴-۱۴-۵ مهارهای زمینی

مهارهای زمینی شامل **grouted, stressed & unstressed tendons** و شمعهای نصب شده در یک **flat rake** می‌باشد (شکل ۴-۲۳). این نوع مهار مستقیماً به سپری یا **waling** متصل می‌شود. مهارهای زمینی در جایی که انواع دیگر مهار مقاومت لازم را فراهم نمی‌کنند، یا جایی که فضای کافی برای میل مهارها وجود ندارد یا جایی که تأسیسات است، ممکن است به کار رود.

Tendons تزریق شده در خاک یا سنگ در **DD81** آمده‌اند. آنها معمولاً با زاویه نسبت به افق نصب می‌شوند تا مقاومت مورد نیاز با کمترین طول **tendon** به دست آید. **tendon**ها می‌توانند در یک یا چند ردیف نصب شوند.

مرسوم‌ترین شمعهایی که به عنوان مهار به طور مشترک با دیوارهای فلزی سپری به کار می‌روند، شمعهای با مقطع **H** هستند چرا که این شمعها مقاومت اصطکاکی خوبی فراهم نموده که می‌تواند با مقدار نفوذ خوبی کوبیده شود و معمولاً در مقابل تنشهایی که در طی کوبش در یک **flat rake** اتفاق می‌افتد، مقاومت خواهند کرد. کوبش می‌تواند قبل یا بعد از نصب سپریها انجام شود. شمع کوبی با فشار آب نباید برای شمعهای مورب صاف انجام شود.



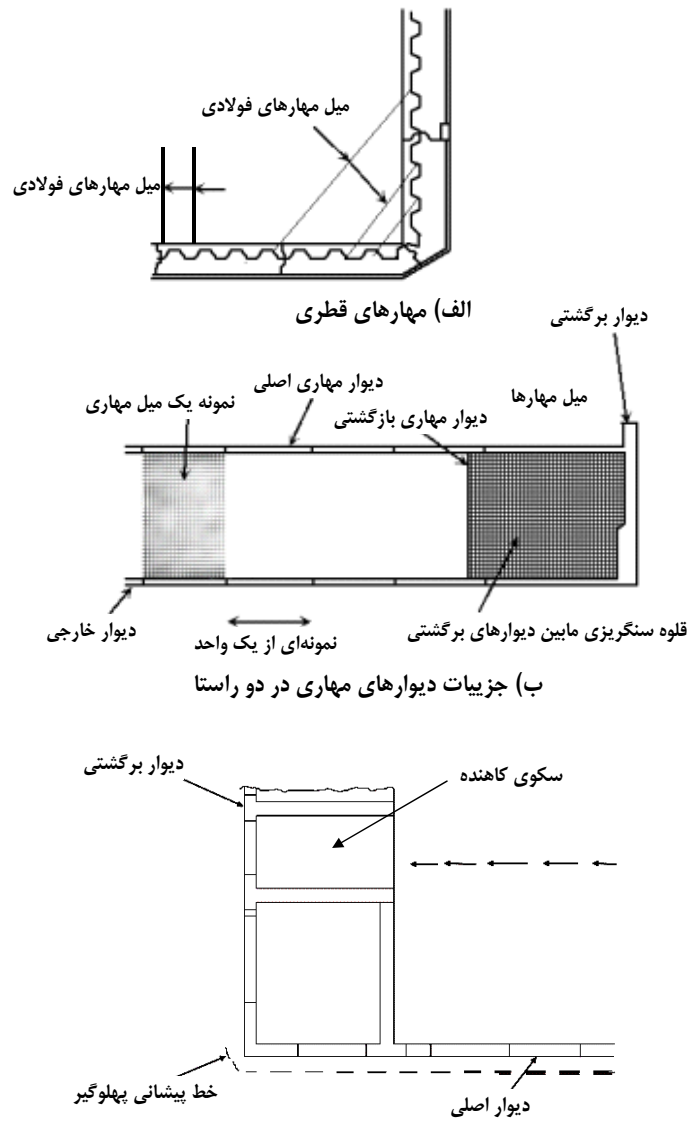
ب) شمع با مقطع H شکل

شکل ۴-۲۳ نمونه‌هایی از مهارهای زمینی

◀◀ ۴-۱۵ کنجها

◀ ۴-۱۵-۱ کلیات

در گوشه‌ها به منظور تحصیل مقاومت کافی در برابر بارهای زنده، بار افقی خاک و بار هیدروستاتیکی، باید مهاریهای خاصی تدارک دیده شوند. این مهاریها می‌تواند به شکل بستهای قطری بین دو دیوار، دیوارهای مهار در دو جهت یا یک سکوی کاهنده باشد. شکل ۴-۲۴ (الف) تا ۴-۲۴ (د) نمونه‌هایی از آن را نشان می‌دهد. گوشه‌ها ممکن است گرد باشند تا خطر وارده بر شناورها و دیوار کاهش یابد و شرایط هیدرولیکی اطراف آن بهبود یابد.



شکل ۴-۲۴ نحوه قرارگیری مهارها در کنجها

◀ ۴-۱۵-۲ بستهای قطری

گوشه‌های مهار شده با این روش نیاز دارند که بارهای افقی اعمال شده در گوشه‌ها یا نزدیکی آن توسط اصطکاک دیوار به خاک انتقال یابند. نیروهای موجود در بستهای قطری سبب می‌شوند که نیروهای کششی اضافی در تیرهای پشت‌بند شکل بگیرند. این نیروهای اضافی می‌توانند با تدارک بستهای قطری مخالف در پشت دیوارهای مهاری کاهش یابند.

تیر سراسازی گذاری بایستی به صورت پیوسته روی بخش انتهایی دیوار به منظور توزیع بارها روی طول هر چه بیشتر دیوار ساخته شود. یک طول قابل ملاحظه از دیوار به منظور ایجاد مقاومت کافی لازم می‌باشد. دیوارهای برگشتی معمولاً باید در همان تراز پنجه دیوار اصلی ساخته شود تا بیشترین مقاومت حاصل شود. مقاومت دیوارهای پرکننده در مقابل واژگونی ناشی از بیرون کشیدگی، بایستی چک شود.

◀ ۴-۱۵-۳ دیوارهای مهار در دو جهت

گوشه‌های متشکل از دیوارهای مهاری در دو جهت که موازی با دیوارهای حایل می‌باشند باید به همان روش دیوارهای مهار مستقیم طراحی شوند. دو دیوار مهاری باید مستقل از یکدیگر باشند تا بیشترین مقاومت غیر فعال را به دست آورند و از اضافه کردن تنشهای تیرهای پشت‌بند جلوگیری کنند. پایداری گوشه ممکن است با ساخت **strongpoint** که در آن دیوارهای مهار یا حایل تشکیل یک سلول می‌دهند افزایش یابد. طراحی آن شبیه به سازه وزنی دوجداره می‌باشد.

◀ ۴-۱۵-۴ سکوی کاهنده

دیوارهای ساخته شده با سکوهای کاهنده، شمعهای مایل اضافی در گوشه‌ها نیاز خواهند داشت تا در برابر بارهای وارده در هر جهت مقاومت کنند.

یک سکوی کاهنده خاص در گوشه می‌تواند برای دیوارهای مهار شده با شمعهای مایل مناسب باشد. سکو به عنوان یک تیر سراسازی برای شمعهای مایل (نصب شده برای مقاومت در برابر بارهای پهلوگیری و مهاری اعمال شده در گوشه) به کار می‌رود. بایستی دقت شود که از تداخل سپریها و شمعهای باربر اجتناب شود. شمعهای مایل مهاری در سکو قطع می‌شوند.

همچنین سازه‌های دیافراگم والی با میل‌مه‌ار سنگی مایل می‌توانند در گوشه‌ها به وسیله یک سکوی کاهنده قرار گرفته روی اعضای دیافراگم وال برای اجتناب از طولهای مه‌اری بیش از حد تقویت شوند و این **strongpoint** می‌تواند به عنوان یک سازه وزنی طراحی شود.

◀◀ ۱۶-۴ عملیات خاکی

◀ ۱-۱۶-۴ خاکریزی

خاکریزی در پشت سپری و جلو و پشت مه‌ار وزنی باید از مصالح دانه‌ای که خواص زهکشی مناسبی داشته باشد، تشکیل شده باشد. بایستی از در رفتن مصالح از میان درزهای دیوار در جایی که لازم باشد، به وسیله استفاده از فیلتر مناسب در پشت دیوار جلوگیری نمود (۲-۲-۲).

برای کاهش جابه‌جاییهای افقی و عمودی باید از مصالح با کیفیت مشابه برای تعویض خاکهای ضعیف مثل رس نرم و سیلت و ماسه ریزدانه که می‌تواند در زلزله روانگرا شود، در پشت یا جلوی دیوار یا مه‌اریها استفاده شود.

تعویض خاک در زیر تراز بستر دریا باید قبل از شمع‌کوبی انجام شود. مصالح بالای این تراز ممکن است قبل از شمع‌کوبی جایگزین شوند که در این حالت نیاز به لایروبی پس از ساخت دیوار می‌باشد یا بعد از شمع‌کوبی بسته به ملاحظات طراحی جایگزین شوند. در دیوارهای بتنی درجا، کل تعویض خاک در دیوار باید قبل از ساخت دیوار انجام شود.

◀ ۲-۱۶-۴ نشست

یک رواداری مناسب برای نشست خاک باید در نظر گرفته شود (۱-۲-۲).

◀ ۳-۱۶-۴ زهکشی

بیشتر انواع سپریها نسبتاً غیر قابل نفوذ هستند و بایستی تمهیداتی برای زهکشی از میان دیوار برای کاهش **tidal lag** در نظر گرفت (شکل ۲-۴).

زهکشی خاک بالای دالهای سکوی کاهنده در جایی که احتمال غرقاب شدن رویه وجود دارد باید تأمین شود. این کار می‌تواند با تعبیه سوراخهای زهکش احاطه شده با فیلتر انجام پذیرد.

◀ ۴-۱۶-۴ محافظت در برابر آب‌شستگی

محافظت در برابر آب‌شستگی به منظور جلوگیری از شسته شدن بستر دریا در جلوی سپریها زیر ترازى که دیوار طراحی می‌شود لازم است.

◀◀ ۴-۱۷-۱۷ ترتیب اجرا

◀ ۴-۱۷-۱۱ اثر طراحی

ترتیب اجرا یک عامل اساسی در طراحی دیوارهای سپری می‌باشد، چرا که توزیع تنش روی دیوار تحت تأثیر هر مرحله از لایروبی یا خاکبرداری، خاکریزی، متراکم کردن خاک و مهار کردن می‌باشد.

◀ ۴-۱۷-۲ اجرای دیوار

سپریها می‌توانند در بیشتر خاکها با روش کوبشی، در خاکهای دانهای با لرزش و در خاکهای چسبنده با روشهای هیدرولیکی نصب شوند. حفاری باید به نحوی انجام شود که تنشهای اضافی به دلیل تغییر شکل گروههای شمع حداقل شود.

شمعها می‌توانند در زمینهای موجود در خاکریز یا در آب نصب شوند. برای نصب شمعها می‌توان از شناورسازی یا برنامه‌های اجرا از سمت خشکی استفاده نمود. از خاکریزی موقت یا مهاربندی می‌توان برای نگه‌داشتن **land-based plant** استفاده نمود که خاکریزی باقیمانده در جلوی دیوار بعد از شمع‌کوبی برداشته می‌شود. همچنین اجرا می‌تواند با استفاده از دکل شمع‌کوبی عبور کننده از سپریهای تکمیل شده و مهاریهای **Frame -A** باشد.

شمعهای نصب شده‌ای با طول آزاد قابل توجه، به تکیه‌گاههای موقتی برای جلوگیری از کمانش نیاز دارند. اگر خط شمعهای نصب شده نامنظم باشد، از تیرهای پشت‌بند می‌توان برای کمک به مستقیم نگه‌داشتن سرشمعها استفاده نمود، اما بایستی دقت شود که از **overstressings** شمعها و تیرهای

پشت‌بندها در اثر تنشهای **in-locked** جلوگیری شود. مقاطع **z,u** شکل سپریهای فلزی معمولاً دوتایی نصب می‌شوند تا مقطع متوازن‌تر و سخت‌تر در طی کوبش حاصل شود. راهنمایی‌هایی در مورد نصب سپریهای فلزی در مرجع [۲۵] آمده است.

اجرای دیوارهای بتنی درجا معمولاً در زمین موجود یا خاکریزی شده انجام می‌شود. یک عرض قابل ملاحظه می‌تواند مورد نیاز برای محوطه کار در طول دیوار باشد.

◀ ۴-۱۷-۳ مهار

مرسوم است که میل‌مهاری طوری نصب شوند که مقطع آنها مستقیماً روی زمین قرار بگیرند. در دیوارهایی که در آنها ارتفاع قابل ملاحظه‌ای خاکریزی مورد نیاز است، احتمالاً خاکریزی در دو مرحله انجام می‌شود، در حالی که در دیوارهایی که در ترانشه زمینی مرتفع نصب می‌شوند، این عمل ضروری است.

در خاکریزی بایستی طوری برنامه‌ریزی کرد که تنشهای وارده به دیوار در هر مرحله توسط مهار موجود در آن مرحله تحمل شود. خاکریزی در جلوی دیوار مهاری باید قبل از این که لازم باشد که مهار، بار را تحمل کند، کامل شود.

بایستی در جابه‌جا کردن میل‌مهاری دقت شود که در اثر ضربه یا خمش آسیب نبینند. بستهای قورباغه‌ای معمولاً پیش‌تنیده می‌شوند، زیرا در اثر تنش ناشی از سفت کردن مهره‌های انتهایی، ممکن است که دنده‌ها آسیب ببینند. مکان بستهای قورباغه‌ای باید به دقت تعیین شود.

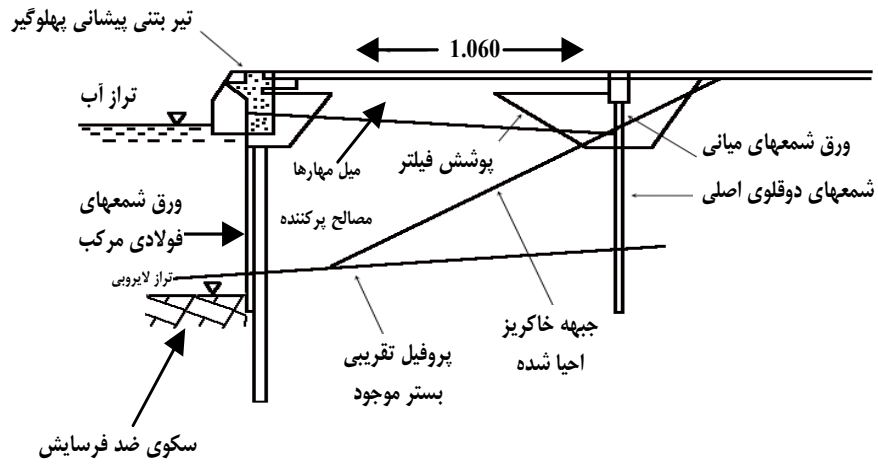
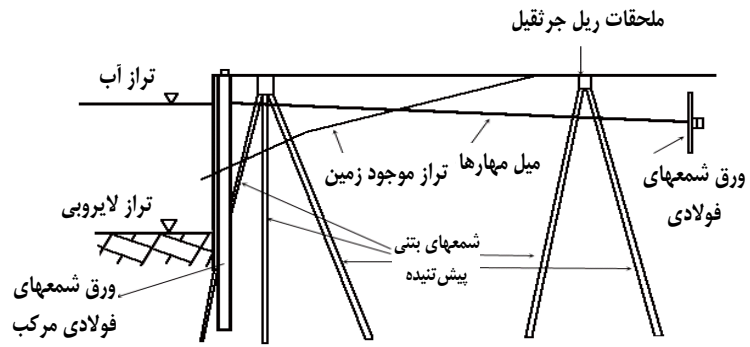
◀ ۴-۱۷-۴ تیر سراسازی درجا

تیر سراسازی برای پنهان کردن نامنظمی در راستای دیوار مفید می‌باشد و عرض آن بایستی با در نظر گرفتن رواداریهای کوبشی طراحی شود. در جایی که لازم است تا دیوار مستقیم باشد، این عمل با تیر پشت‌بندهای موقت انجام می‌شود. اگر تیر سراسازی به عنوان یک تیر پشت‌بند دائم به کار رود، بعد از این که بتن به مقاومت کافی رسید، می‌توان تکیه‌گاههای موقت را برداشت.

◀ ۴-۱۸ تأسیسات و ریل‌های جرثقیل

تأسیسات در اسکله‌های سپری موازی ساحل می‌تواند در زمین یا در خاکریز بالای سکوه‌های کاهنده با در نظر گرفتن نقاط دسترسی (در صورت نیاز) مدفون شود یا درون داکت قرار گیرد. داکت‌های بتنی می‌توانند پشت دیوار ساخته شوند یا به عنوان بخشی از تیر سرسازی باشند. باید اطمینان حاصل شود که تأسیسات با میل‌مهارها تداخل نداشته باشند.

در هنگام طراحی اتصالات بین دیوار و خاکریز تأسیسات، باید در مورد حرکت نسبی، تمهیداتی اندیشیده شود. داکتهایی که انرژی لازم جرثقیلهای ریلی را تأمین می‌کنند (در جایی که احتمال حرکت نسبی بین تیر و خاکریز وجود دارد)، باید به طور کامل با تیر ریل جرثقیل ساخته شوند. ریل سمت دریای جرثقیل اسکله و تجهیزات حمل‌فله‌ای می‌تواند روی تیر سرسازی مستقیماً بالای سپرها یا روی تیری که روی شمعهای باربر جداگانه قرار دارد، نصب شود. تیر می‌تواند بخشی از تیر سرسازی باشد یا مستقل از آن باشد. ریل به سمت خشکی می‌تواند روی یک تیر زمینی، تیری که روی شمعها قرار دارد، روی یک دیوار مهار یا روی یک سکوی کاهنده نصب شود. نگهداری مراکز ریل به وسیله تیرهای کلافی که تیرهای ریل را به هم متصل می‌کنند، انجام می‌شود. ریلها قبل از احداث تیر کلافها نباید ثابت شوند. شکل (۴-۲۵) نمونه‌هایی از نحوه قرارگیری پی ریل جرثقیل را نشان می‌دهند.



شکل ۴-۲۵ نمونه‌هایی از نحوه قرارگیری پی جرثقیل



اسکله‌های وزنی

« ۵-۱ کلیات

دیوارهای وزنی معمولاً در مناطقی که بستر دریا مقاوم باشد، مورد استفاده قرار می‌گیرد. لذا این نوع دیوارها در محل‌هایی که پی در محدوده سطح لایروبی از جنس سنگ یا ماسه متراکم و یا رس سخت باشد، مورد توجه قرار می‌گیرند. برخی از انواع دیوارهای وزنی را می‌توان بر روی پی‌های با مقاومت کمتر که نشست ناشی از بارگذاری در آنها قابل قبول باشد مورد استفاده قرار داد به شرط آنکه در محدوده پی خاک با مقاومت کم لایروبی گردیده و با مصالح درشت‌دانه و یا قلوه‌سنگ جایگزین گردد.

از نظر اجراء، برخی از دیوارهای وزنی در پناه سدهای موقت در خشکی احداث می‌گردند، اما بیشتر آنها به صورت قطعات پیش‌ساخته در خشکی ساخته شده و به محل مورد نظر به وسیله شناور نمودن یا جرثقیل حمل گردیده و بر روی بستر آماده شده و در زیر آب نصب می‌گردند، این نوع اجراء معمولاً در سازه‌های دریایی کاربرد دارد.

دیوارهای وزنی که در کارهای دریایی مورد استفاده قرار می‌گیرند، معمولاً لازم است که زمینهای بازیافت شده را حفاظت نمایند، بدین منظور عموماً بلافاصله بعد از نصب و یا ساخت دیوار، با استفاده از قلوه‌سنگ و یا مصالح دانه‌ای قابل زهکشی پشت دیوار را خاکریزی می‌کنند.

« ۵-۲ انواع دیوارهای وزنی

دیوارهای وزنی پهلوگیری را می‌توان با توجه به نحوه ساخت و اجراء به سه دسته اصلی تقسیم نمود که هر یک شامل چند نوع دیوار می‌باشد.

الف: دیوارهایی که به صورت پیش‌ساخته تهیه گردیده و با استفاده از تجهیزات لازم در آب اجراء می‌گردند. این نوع دیوارها شامل انواع ذیل می‌باشند:

- دیوارهای بلوکی بتنی یا بنایی
- دیوارهای بتن مسلح پیش‌ساخته
- صندوقه‌های بتنی (کیسونها)

- سازه‌های سپری سلولی

- سازه‌های سپری دوجداره

ب: دیوارهایی که اغلب در پناه سدهای موقت در خشکی اجرا می‌گردند، شامل:

- دیوارهای بتنی حجیم درجا

- دیوارهای بتن مسلح درجا

ج: این نوع دیوارها از روی زمین بالاتر از سطح آب اجرا می‌گردند و در هر مرحله خاک جلوی دیوار

برداشته شده و دیوار در محل خود قرار می‌گیرد، که شامل موارد زیر می‌باشد:

- دیوارهای دیافراگمی

- مونولیتها

انتخاب مناسب‌ترین و بهترین نوع دیوار وزنی، تحت تأثیر شرایط محل و نوع اجرا می‌باشد.

◀◀ ۳-۵ طراحی دیوارهای وزنی

◀ ۳-۵-۱ مقدمه

در طراحی دیوارهای وزنی (و به طور کلی دیوارهای حایل) لازم است، اندرکنش بین زمین و سازه

مورد بررسی قرار گیرد و این بررسی شامل انجام دو بخش محاسباتی می‌باشد:

۱- انجام محاسبات تعادل برای تعیین مشخصات اصلی در هندسه سازه برای اینکه تعادل سازه تحت بارهای اعمالی برقرار باشد.

۲- انجام محاسبات طراحی سازه‌ای برای تعیین ابعاد، اندازه و مشخصات مقاطع سازه‌ای که می‌بایست در مقابل ممانهای خمشی و نیروهای برشی که از محاسبات بخش اول به دست آمده، مقاومت نمایند.

معمولاً، هر دو بخش محاسبات برای حالت معینی از شرایط طراحی بر اساس اصول طراحی حالت حدی انجام می‌پذیرد. حالات و شرایط طراحی می‌بایست به نحوی انتخاب گردد که به طور منطقی

تمام حالاتی را که ممکن است سازه در هنگام ساخت و یا بهره‌برداری با آن مواجه شود، ارضا نماید.

۵-۳-۲ شرایط طراحی

- تعیین شرایط طراحی می‌بایست به نحوی انجام گیرد تا تمام عدم اطمینانها و عوامل خطرزا را شامل گردد، که این عوامل می‌توانند شامل:
- انواع بارگذارها و ترکیب آنها، به عنوان مثال: سربارها، بارهای خارجی در بخش مقابل دیوار (یا بخشی که نگهداری می‌شود).
 - هندسه دیوار و هندسه لایه‌های خاک اطراف دیوار، برای مثال: لایروبی و خاکبرداری بیش از حد در حین ساخت و یا بعد از آن
 - مشخصات مصالح سازه، به عنوان مثال: بعد از خوردگی و فرسایش
 - اثرات ناشی از شرایط محیطی (آب و هوایی)، به طور مثال:
 - تغییرات سطح آب
 - آب‌شستگی و فرسایش که موجب تغییر در هندسه سطح زمین می‌گردد.
 - خوردگی شیمیایی
 - هوازگی
 - یخ‌زدگی
 - وجود گاز که از خاک می‌خواهد خارج گردد.
 - اثرات زمان و محیط بر روی مقاومت و سایر مشخصات مصالح
 - زلزله
 - اثرات احداث سازه جدید بر روی سازه‌ها و یا خدمات موجود و برعکس

◀ ۵-۳-۳ فشار خاک

فشار خاک که بر روی یک دیوار و یا بخشی از دیوار در زیر سطح موجود زمین اعمال می‌گردد، بستگی به وضعیت تنش اولیه و یا حالت سکون خاک دارد. برای یک خاک دست نخورده در حالت سکون، نسبت تنش افقی به قائم بستگی به نوع خاک، منشأ زمین‌شناسی، بارهای موقت (که بر سطح خاک اعمال گردیده) و وضعیت توپوگرافی دارد.

۵-۳-۳-۱ فشار خاک در حالت سکون

برای خاک در حالت سکون، نسبت تنش مؤثر افقی به قائم (K_i) را می‌توان به روشهای گوناگون تخمین زد که این روشها، شامل آزمایش پرسومتر خودمدفون، روابط تجربی همراه با آزمایشهای در جای مخروط استاتیکی و انبساطسنجی می‌باشد. هنگامی که هیچ‌گونه کرنش جانبی در خاک به وجود نخواهد آمد، K_i را می‌توان برابر با K_0 گرفت. برای خاکهای عادی تحکیم یافته NC اعم از خاکهای چسبنده و دانه‌ای K_0C برابر است با:

$$K_0 = 1 - \sin \phi \quad (2)$$

برای خاکهای بیش تحکیم یافته $k_0(OC)$ ، بزرگتر از ۱ بوده که می‌تواند در خاکهای بسیار بیش تحکیم یافته در اعماق کم برابر ضریب فشار مقاوم (K_p) باشد.

K_i معمولاً به صورت مستقیم در طراحی دیوارهای حایل مورد استفاده قرار نمی‌گیرد، بلکه نحوه اجرای دیوار و مراحل آن، فشار خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهد. مقدار K_i در ارزیابی مقدار تغییر شکل به وجود آمده هنگامی که فشار خاک تمایل به حالت فعال و یا مقاوم دارد، قابل اهمیت می‌باشد.

۵-۳-۳-۲ فشار فعال خاک

معمولاً فرض می‌شود که فشار فعال خاک به صورت خطی با عمق، افزایش می‌یابد. برای حالت خاص دیوار صاف و عمودی که خاک پشت دیوار نیز افقی می‌باشد، فرمول رانکین را برای محاسبه ضریب فشار جانبی فعال می‌توان مورد استفاده قرار داد.

$$k_a = \frac{1 - \sin \phi'}{1 + \sin \phi'} \quad (3)$$

معمولاً مقدار زاویه اصطکاک داخلی مربوط به طراحی، مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای حالتی که دیوار زبر، مایل بوده یا خاک پشت دیوار شیب‌دار می‌باشد، رابطه فوق تصحیح می‌گردد. رفتار درازمدت خاکهای رسی (چسبنده) همانند خاکهای دانه‌ای بوده و از خود اصطکاک و انبساط نشان می‌دهند و اگر پارامترهای تانژانتی (C' , ϕ') استفاده گردد، فشار جانبی فعال خاک به صورت زیر محاسبه می‌گردد:

$$\sigma_{an}^* = k_a \sigma'_v - 2C' \sqrt{ka} \quad (4)$$

σ'_v فشار مؤثر عمودی که در آن σ'_v فشار عمودی مؤثر می‌باشد.

هنگامی که خاک رسی (چسبنده) تحت برش سریع قرار گیرد (رفتار کوتاه‌مدت)، می‌بایست فرض نمود که رفتار خاک در حالت زهکشی نشده می‌باشد و تحلیل تنش کل انجام شده و مقادیر طراحی مقاومت برشی زهکشی نشده C_u و هم‌چسبی زهکشی نشده دیوار C_w به کار می‌رود و نیروی جانبی فعال برابر می‌شود با:

$$p_a = \int_0^z (\sigma'_v - k_{ac} \sigma'_v) dz \quad (5)$$

$$k_{ac} = 2 \sqrt{1 - \frac{C_w}{C_u}} \quad (6)$$

۳-۳-۳-۵ فشار مقاوم خاک

مقاومت در مقابل نیروهای جانبی وارده بر یک دیوار را می‌توان به وسیله بسیج فشار مقاوم خاک در یک دیوار مدفون شده و یا توسط ترکیبی از مقاومت پایه و فشار مقاوم خاک در یک سازه وزنی مهار نمود. علاوه بر اینها مقاومت را می‌توان به وسیله تیرهای افقی و تیرهای سراسری زیر سری در حفاری ترانشه‌ها و یا به وسیله مهارهای زمینی به دست آورد.

فرض بر این است که فشار مقاوم خاک با عمق، به صورت خطی افزایش می‌یابد. البته در برخی مواقع ممکن است افزایش فشار جانبی از حالت خطی خارج شود، به عنوان مثال، هنگام خمش دیوار یا هنگامی که دیوار تا عمق زیادی در زیر خط لایروبی نفوذ کرده باشد.

فشار جانبی مقاوم خاک در حالتی که دیوار صاف و قائم ($\sigma=0$) و سطح خاک، افقی باشد با استفاده از

فرمول رانکین برابر است با:

$$k_p = \frac{1 + \sin \phi'}{1 - \sin \phi'} \quad (7)$$

رفتار رسها در درازمدت همانند مصالح دانه‌ای بوده و رفتار اصطکاکی از خود نشان می‌دهند، بنابراین می‌توان از رابطه قبل استفاده نمود. اما در کوتاه‌مدت با استفاده از پارامترهای (C', ϕ') فشار جانبی خاک به شکل زیر محاسبه می‌گردد.

$$\sigma'_{pm} = k_p \sigma'_v + 2c' \sqrt{k_p} \quad (8)$$

◀ ۵-۳-۴ بارهای اعمالی بر دیوارها

بارها و نیروهای اعمالی بر دیوارها که هنگام طراحی دیوار می‌بایست در نظر داشت عبارتند از:

۱- سربار (ضرایب هر یک از ترکیبهای آنها)

۲- وزن مرده دیوار

۳- فشار خاک و آب باقی مانده

۴- نیروی شناوری

۵- نیروی زلزله

۶- نیروی ناشی از پهلوگیری یا مهار شناورها

در میان بارهای اعمالی بر دیوار، نیروهایی که احتمال اثر همزمان آنها با نیروی زلزله کم است را می‌توان در ترکیب نیروها حذف نموده و یا کاهش داد.

برخی بارهای فوق‌الذکر به شکل بارهای متمرکز بوده که شامل بارهای افقی ناشی از پهلوگیری، نیروی عمودی ناشی از شیب‌راهه شناورها، تیر حمال ریل‌های جرثقیل و ... می‌باشند. سطح تماس برای نیروهای پهلوگیری بستگی به مقطع بدنه کشتی، زاویه برخورد و سیستم ضربه‌گیر دارد. به طور کلی لازم است که اثرات یک بار متمرکز در تمام طول بین مفصل‌های سازه تا نقطه اعمال بار مورد توجه قرار گیرد. هنگام محاسبه ممان خمشی در کلاهدک بتنی (پهلوگیر، که به عنوان یک تیر در نظر گرفته می‌شود)، معمول است که یک زاویه انتشار برابر ۴۵ در بتن درجا از محل تماس بار تا مرکز مؤثر هر عضو مقاوم کششی در نظر گرفته شود.

ضرایب بارها در ترکیبهای بارگذاری بر اساس آیین‌نامه طراحی مورد استفاده تعیین می‌شود.

۵-۳-۵ اشکال اصلی گسیختگی دیوار

اشکال اصلی گسیختگی دیوارهای وزنی عبارتند از:

الف: لغزش عمیق (شکل ۱-۵)

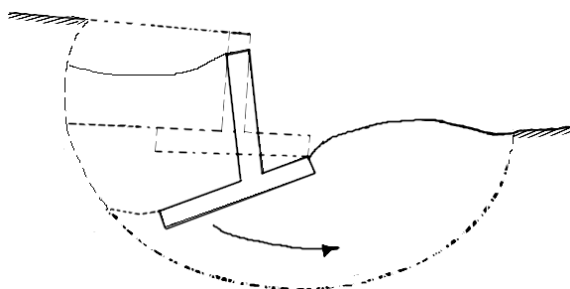
ب: واژگونی

ج: لغزش افقی (شکل ۲-۵)

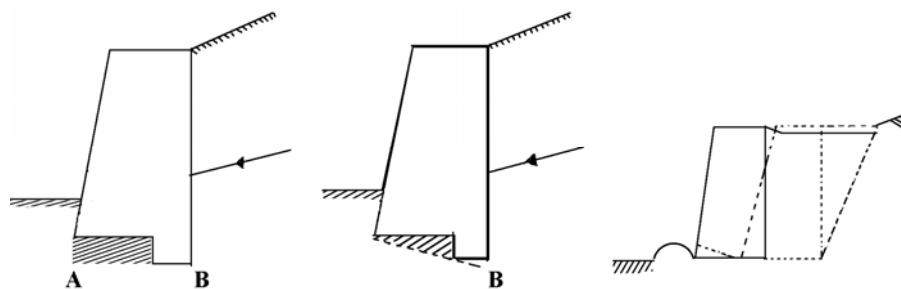
د: گسیختگی پی (شکل ۳-۵)

به منظور اطمینان از پایداری کلی اسکله وزنی موارد فوق‌الذکر می‌بایست کنترل گردیده و ضرایب اطمینان مربوطه را ارضا نمایند.

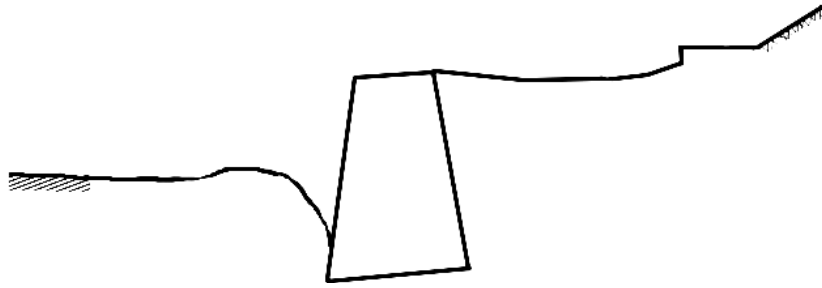
محاسبات مربوط به فشار خاک و اصول عمومی طراحی را می‌توان با استفاده از آیین‌نامه‌ها و استانداردهای معتبر طراحی دیوارهای حایل انجام داد.



شکل ۱-۵ گسیختگی ناشی از لغزش عمیق



شکل ۲-۵ گسیختگی‌های ناشی از لغزش افقی



شکل ۵-۳ گسیختگی ظرفیت باربری (پی)

۵-۳-۱ لغزش عمیق (کلی)

در حالتی که اسکله وزنی بر روی پی با مقاومت کم واقع شود، می‌بایست موارد ذیل کنترل گردد:

- پایداری در مقابل لغزش دایره‌ای (شکل ۵-۱)

- نشست پی

ضریب اطمینان در مقابل لغزش دایره‌ای به صورت نسبت مقابل بیان می‌گردد:

$$F = \frac{\text{ممان مقاوم نسبت به مرکز دوران}}{\text{ممان محرك نسبت به مرکز}} \quad (9)$$

حداقل ضریب اطمینان برای بارهای عادی می‌بایست در محدوده ۱/۲۵ تا ۱/۵ بوده و این ضریب

برای بارگذاری فوق‌العاده نمی‌بایست کمتر از ۱/۲ گردد.

۵-۳-۲ واژگونی دیوار

ضریب اطمینان در مقابل واژگونی دیوار وزنی از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$F \leq \frac{w.t}{p.h} \quad (10)$$

w: برآیند نیروهای قائم مؤثر بر دیوار

p: برآیند نیروهای افقی مؤثر بر دیوار

t: فاصله از مرکز برآیند نیروی قائم نسبت به پنجه

h: فاصله از مرکز اثر برابند نیروی افقی نسبت به کف دیوار

F: ضریب اطمینان

مقدار **W**، وزن دیوار همراه با وزن خاک داخل محدوده بدون تأثیر سربار و با در نظر گرفتن اثر غوطه‌وری می‌باشد.

مقدار **P** برابر با مؤلفه افقی فشار خاک با در نظر گرفتن سربار و فشار آب باقی مانده می‌باشد. فشار بر روی زمین در قسمت پنجه دیوار نباید از مقادیر مجاز تجاوز نماید. در مورد بارهای غیر دائمی (موقت)، برابند نیروها ممکن است خارج از یک سوم میانی قاعده دیوار که در آن ضریب اطمینان در مقابل واژگونی کمتر از $1/5$ نمی‌باشد، قرار گیرد ولی در هر صورت نباید حداکثر فشار در لبه قاعده دیوار بیش از $1/25$ مقادیر مجاز باشد.

در شرایط زلزله شدید، کشش فرضی بین پی و دیوار تا محور میانی فصل مشترک آنها مجاز می‌باشد.

۵-۳-۵ لغزش (افقی) دیوار

در مواردی که دیواری روی یک لایه مقاوم و محکم قرار می‌گیرد و یا فرو برده می‌شود، محاسبه و تحلیل در مقابل لغزش، همانند دیوارهای ساخته شده در خشکی می‌باشد. اما در بسیاری از سازه‌های دریایی، دیوار بر روی یک بستر تراز شده شنی که بر روی سطح زمین و یا سطح لایروبی شده ساخته شده، قرار می‌گیرد. در این حالت لازم است گسیختگی برشی در لایه شنی و در فصل مشترک با کف دریا نیز کنترل گردد.

در مواردی که می‌بایست بستر دریا قبل از نصب دیوار با یک لایه از مصالح مناسب بسترسازی گردد، بلافاصله پیش از قرار دادن قطعات دیوار می‌بایست لایه سیلتی که بر روی بستر در فاصله بین بسترسازی و نصب قطعات، سطح بستر را می‌پوشاند، توسط دستگاه مکش تمیز گردد. همچنین چنین مشکلی ممکن است در حالت تأخیر در بین اجرای دو لایه بلوکهای بتنی دیوار حادث گردد.

بحرانی‌ترین حالت برای لغزش دیوار می‌تواند در شرایط موقت دوره ساخت باشد، خصوصاً هنگامی که پشت دیوار با خاکریز هیدرولیکی پر شده باشد.

رانس مقاوم خاک در مقابل پنجه دیوار، فقط هنگامی در محاسبات در نظر گرفته می‌شود که هیچ‌گونه احتمال و یا امکان انتقال مصالح جلوی پنجه دیوار در اثر آب‌شستگی، فرسایش و یا لایروبی وجود نداشته باشد.

در تمام موارد ضرایب اطمینان در مقابل لغزش می‌بایست حداقل ۱/۷۵ باشد.

- لغزش (افقی) دیوار

مقاومت قاعده دیوار در برابر لغزش می‌بایست در طراحی دیوار کنترل شده و اطمینان کافی از عدم

لغزش می‌بایست حاصل گردد. مقاومت برش در برابر لغزش:

$$\text{الف: بر حسب تنش کل: } z = C_b$$

$$\text{ب: بر حسب تنش مؤثر: } z = \sigma' \tan \delta_b$$

که C_b و $\tan \delta_b$ مقادیر طراحی مقاومت برشی در فصل مشترک دیوار و خاک می‌باشند و σ' تنش متوسط عمودی مؤثر می‌باشد. در طراحی توصیه گردیده که $\delta_b = \frac{2}{3}\phi'$ در نظر گرفته شود. اثر هرگونه زیر فشار ناشی از تراوش می‌بایست در تعیین σ' محاسبه گردد.

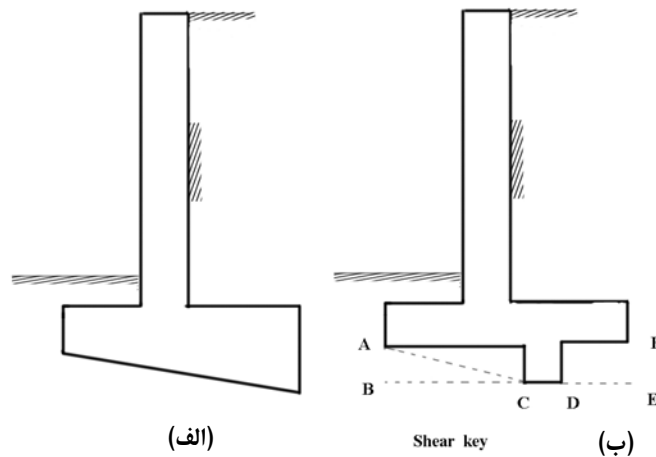
تمامی خاکها می‌بایست بر اساس معادله (ب) برای مقاومت در برابر لغزش ارزیابی گردند. خاکهای دانه‌ای در تمامی حالات به صورت کاملاً زهکشی شده رفتار می‌نمایند، اما خاکهای رسی هنگامی به حالت تعادل زهکشی شده می‌رسند که تمام فشار حفره‌ای اضافی که در طول دوره ساخت به وجود آمده است، محو گردد و پس از آن می‌توان از پارامترهای درازمدت مقاومت برشی استفاده نمود.

اما در مواردی که نسبت به تحکیم سریع خاکهای رسی و یا رسی - سیلتی، مشکوک می‌باشیم، می‌بایست آنالیز زهکشی نشده را با استفاده از معادله (ب) انجام دهیم، مگر آنکه آزمایش بر روی خاک مذکور نشان دهد که تحکیم خاک به اندازه‌ای سریع می‌باشد که در تمامی شرایط، خاک در حالت زهکشی کامل در دوره ساخت می‌باشد.

رسهای نرم که در اثر بارگذاری اضافی تمایل به تحکیم و محو فشار حفره‌ای دارند، مقاومت زهکشی نشده آنها بحرانی‌تر می‌باشد. اما رسهای سخت در اثر لایروبی و یا خاکبرداری، متورم شده و در اثر محو فشار حفره‌ای منفی نرمتر شده لذا مقاومت زهکشی شده آنها بحرانی‌تر از حالت زهکشی نشده می‌باشد.

اگر مقاومت دیوار در برابر لغزش کافی نباشد، می‌توان با استفاده از یکی از روشهای زیر، این مقاومت را افزایش داد:

- افزایش عرض قاعده دیوار
 - مایل نمودن قاعده دیوار نسبت به افق (شکل ۴-۵-الف)
 - به کار بردن زبان‌های برشی در پی دیوار (شکل ۴-۵-ب)
 - مخرس (دندان‌دار) نمودن قاعده دیوار
 - گسیختگی پی
- حداکثر فشار در زیر دیوار نباید از مقادیر مجاز فشار مقاوم پی تجاوز نماید. شکل (۳-۵) (مقادیر معمول برای انواع خاکها در منابع و مراجع مربوط یافت می‌گردد). این مقادیر ممکن است در طراحی اولیه به کار برده شوند، اما در طراحی نهایی، تحلیل و محاسبه نشست ممکن است نشان دهد که فشار تکیه‌گاهی می‌بایست جهت متناسب شدن با توانایی سازه در مقابل نشست، کاهش یابد. مقادیر فشار مقاوم در لبه‌های پی، ممکن است بر اثر سربار آستانه ضد آب‌شستگی قلوه‌سنگی که معمولاً در مقابل پهلوگیر ساخته می‌شود، افزایش یابد.
- فشار تکیه‌گاهی در پنجه دیوار ناشی از نیروهای پهلوگیری نیز می‌بایست محاسبه گردیده و همچنین افزایش مقاومت ناشی از خاکریز پشت دیوار نیز می‌بایست در محاسبات در نظر گرفته شود.



شکل ۴-۵ پی دیوارهای وزنی - روشهای جلوگیری از لغزش افقی

◀ ۵-۳-۶ مصالح و تنشها

مصالح و مشخصات لازم برای آنها جهت ساخت دیوارهای وزنی می‌بایست بر اساس آیین‌نامه‌های مربوطه تهیه گردد. استفاده از کندگیرکننده‌ها در مخلوط بتن در بتن‌ریزیهای حجیم می‌بایست مورد ملاحظه قرار گیرد.

تنشهای مورد قبول در طراحی می‌بایست مطابق با استانداردهای مربوطه باشد. بسته به نوع مصالح تنشها یا بر اساس تنش نهایی (به طور مثال برای بتن) و یا بر اساس تنشهای مجاز (به طور مثال برای سپرهای فولادی) محاسبه می‌گردد.

تنشهای کششی اصلی در بتن حجیم نباید از خط $0.25\sqrt{f_{cu}}$ تجاوز نماید.

◀ ۵-۳-۷ طرح جزییات

۵-۳-۷-۱ تیر سرسازی بتنی

اکثر انواع دیوارهای وزنی می‌بایست به یک تیر سرسازی بتنی مسلح و یا غیر مسلح ختم گردیده تا یک سطح صاف و هموار بر روی پهلوگیر مهیا گردد.

این تیر می‌تواند هر نوع بی‌نظمی ناشی از کج‌شدگی، نشست و یا رواداریهای مجاز ساخت را پوشانده و بارهای متمرکز را بر روی سازه توزیع نماید. این تیر می‌بایست بعد از نشستهای اولیه اجرا شده و به دیوار وزنی زیر آن با قفل و زبانه متصل گردد.

عموماً می‌بایست پیش‌بینیهای لازم جهت انتقال بارهای افقی در طول درزهای جابه‌جایی و اتصال قطعات دیوار به یکدیگر صورت پذیرد.

۵-۳-۷-۲ معابر سرویس و ریلهای جرثقیل

کانالهای سرویس و شالوده‌های خطوط آهن جرثقیلها را معمولاً می‌توان در تیر سرسازی بتنی جای

داد.

۵-۳-۳ وجه جلویی دیوار

معمولاً پیشنهاد می‌شود که وجه جلویی دیوار با یک شیب ۱۰:۵۰ اجرا گردد تا احساس امنیت بیشتری را برای افراد در مقابل واژگونی دیوار به سمت جلو ایجاد نماید. اما از آنجایی که در دیوار اسکله، جبهه جلویی دیوار، زیر آب می‌باشد و در معرض دید نیست، شیب دیوار به دلیل فوق لازم نیست، اما این شیب به منظور جبران کج شدگی دیوار که ممکن است ناشی از نشست پی پس از خاکریزی باشد، ضروری بوده، خصوصاً هنگامی که اجرای دیوار در زیر آب می‌باشد.

همچنین می‌بایست در اجرای تیر سراسازی بتنی دقت کرد تا به اندازه لازم نسبت به دیوار پیش‌آمدگی داشته باشد تا ضربات ناشی از پهلوگیری شناورها به دیوار وارد نگردد. می‌توان از قطعات پیش‌ساخته بتنی برای قسمت رو به دریا تیر سراسازی بتنی استفاده نمود تا از قالب‌بندی در مقابل آب پرهیز گردد.

۵-۳-۴ جلوگیری از اتلاف مصالح

جهت جلوگیری از اتلاف مصالح از پشت و یا جلوی دیوار می‌بایست جزییات، دقیقاً رعایت شوند. جهت جلوگیری از اتلاف مصالح ریزدانه استفاده از فیلترهای مناسب در محل اتصال دیوارها ضروری می‌باشد. در موارد لازم می‌توان اتصالات را آب‌بندی نمود.

جریان آب و یا امواج می‌تواند موجب شسته شدن مصالح از جلو و یا زیر دیوار گردد. به منظور جلوگیری از این عمل می‌توان از سکوی ضد شستگی محافظ در جلوی دیوار استفاده نمود. همچنین ممکن است در اثر فشارهای هیدروستاتیک در پشت دیوار و یا فشار آرتزین در زیر دیوار، مصالح از زیر دیوار رانده شوند. جهت پیش‌گیری از این موضوع، استفاده از فیلترهای مناسب توصیه شده است.

۵-۴ دیوارهای بتنی بلوکی

با استفاده از بلوکهای سنگین می‌توان سازه‌ای قوی و مستحکم ساخت که احتیاج به تعمیر و نگهداری نخواهد داشت. بلوکها معمولاً تا ارتفاع کمی بالاتر از سطح حداقل آب (LWL) چیده شده و

سپس تیر سرسازی بتنی درجا ریخته شده تا به تراز مورد نظر برسیم. اندازه بلوکها را می‌توان با توجه به تجهیزات کارگاهی در دسترس انتخاب نمود.

بلوکهای با وزن حدود ۱۵ تن احتمالاً کوچکترین بلوکی است که می‌تواند اقتصادی باشد. برای پروژه‌های بزرگ و یا در صورت وجود جرثقیلهای سنگین، عموماً استفاده از بلوکهای بزرگتر، اقتصادی‌تر می‌باشد.

◀ ۵-۴-۱ انواع اجرای دیوارهای بلوکی

۵-۴-۱-۱ بلوک‌چینی پیوسته

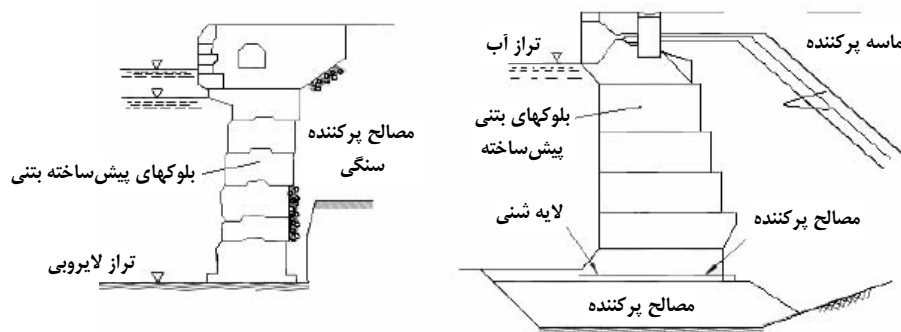
نمونه‌ای از این نوع بلوک‌چینی در شکل (۵-۵ الف) نشان داده شده است. این نوع اجرا نسبت به روشهای دیگر بلوک‌چینی (بلوک‌چینی قطعه‌ای و بلوک‌چینی ستونی) در مقابل نشستهای نامساوی رواداری کمتری دارد. اگر چه می‌توان با اجرا و اتمام یک ردیف قبل از شروع ردیف بالایی، این اثر را کاهش داد. در این نوع بلوک‌چینی معمولاً بلوکها به یکدیگر قفل و زبانه می‌شوند تا به پایداری سازه خصوصاً در زیر آب کمک نمایند. در انتهای دیوار برای نگهداری خاکریز پشت دیوار به جای برگرداندن دیوار می‌توان آن را به شکل پله‌ای ساخت تا از شیروانی پشت دیوار و یا پنجه دیوار حفاظت نماید. این کار امکان اجرای ادامه دیوار را بدون آنکه موجب ایجاد نشست اضافی در دیوار ساخته شده گردد، مهیا می‌سازد.

۵-۴-۱-۲ بلوک‌چینی ستونی

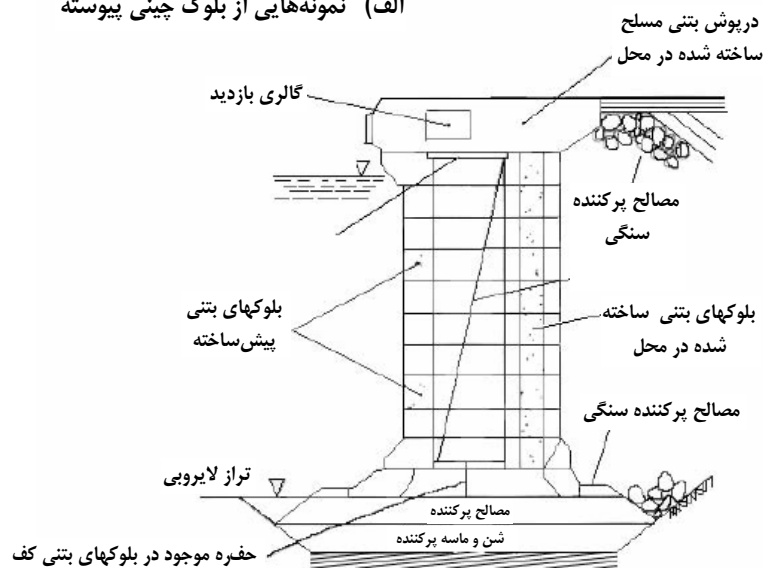
در این نوع بلوک‌چینی، بلوکها به صورت عمودی بر روی یکدیگر چیده می‌شوند (شکل ۵-۵ ب). مزیت اصلی این نوع اجرا، تحمل نشستهای نامساوی در دیوار می‌باشد. اگر وضعیت زمین مناسب باشد، می‌توان ستونها را پیش‌بارگذاری نموده تا نشست نهایی را حداقل نموده و سپس ستونها با یک اتصال مناسب به یکدیگر قفل و بست شوند. در صورت امکان نشستهای نامساوی در طول زمان، قفل و بست بین ستونهای مجاور حذف می‌گردد. همانند بلوک‌چینی پیوسته، انتهای دیوار را می‌توان به صورت پله‌ای احداث نمود.

۵-۴-۱-۳ بلوک چینی قطعه‌ای

بلوکها در این نوع اجرا با یک زاویه شیب 10° تا 25° نسبت به عمود ساخته می‌شوند. در این نوع بلوک چینی، بلوکهای پایه و کناری و همچنین بلوکهای گوه‌مانند جهت اصلاح شیب، به شکل اختصاصی طراحی می‌شوند و در نتیجه در این نوع ساخت احتیاج به اشکال متفاوت بلوک خواهیم داشت. بلوکها با فاق و زبانه به یکدیگر قفل می‌شوند. زبانه بلوکها به سمت بالا قرار داده می‌شوند و فاق بلوک فوقانی به بلوک قبل گیر کرده و در محل خود قرار می‌گیرد.



الف) نمونه‌هایی از بلوک چینی پیوسته



ب) نمونه‌هایی از بلوک چینی ستونی

شکل ۵-۵ دیوارهای بتنی بلوکی

۴-۱-۴-۵ بلوک چینی قوس و پشت‌بند

این نوع اجرا فقط هنگامی مناسب است که دیوار بر روی یک پی سنگی قرار داشته باشد زیرا امکان تحمل نشستهای متفاوت وجود ندارد. در این حالت بتن کمتری نسبت به روشهای دیگر لازم بوده و مقاومت در مقابل لغزش بحرانی خواهد بود.

دو نوع بلوک اصلی جهت پشت‌بند و جهت قوس بین پشت‌بندها در بلوک‌چینی لازم خواهد بود. معمولاً بلوکها به طور عمودی بر روی یکدیگر چیده می‌شوند.

◀ ۵-۴-۲ شکل بلوکها

شکل بلوکها می‌بایست متقارن و متناسب با یکدیگر ساخته شده و گوشه‌های بلوک پخ شده (تیز نباشد) تا هنگام اجرا که بلوک تحت تنشهای بالا قرار می‌گیرد، کنده و خرد نگردد. زبانه‌های برشی با فاصله آزاد کافی تعبیه گردیده تا به راحتی بلوک در محدوده رواداریهای مجاز خود قرار داده شود.

بلوکها عموماً توپر بوده، اما در برخی مواقع به منظور کاهش وزن بلوک به هنگام نقل و انتقال آن، در دیورهای ستونی و یا قوس و پشت‌بنددار می‌توان از بلوکهای توخالی نیز استفاده نمود. حفره‌های توخالی را پس از نصب بلوک می‌توان با بتن حجیم و یا مصالح دانه‌ای پر نمود تا جرم دیوار را افزایش داد. در اجرای پیوسته، باید از زبانه‌های دمبل شکل جهت اتصال بلوکها به یکدیگر استفاده نمود.

◀ ۵-۴-۳ پی

لازم است یک لایه خرده‌سنگ به ضخامت حداقل ۱ متر بر روی پی قرار داده شود. در مواردی که مصالح پی در مقابل بارهای وارده ضعیف باشد، این ضخامت افزایش می‌یابد. اگر کف دریا ماسه‌ای باشد، یک لایه فیلتر از شن دانه‌بندی شده، بین قلوه‌سنگ و بستر ماسه‌ای قرار داده می‌شود تا از نفوذ به داخل لایه ماسه‌ای جلوگیری گردد. کف می‌بایست با یک لایه از مصالح که امکان تراز نمودن آن توسط غواص وجود داشته باشد، بسترسازی گردد. گاهی اوقات این لایه‌ها (لایه قلوه‌سنگی و لایه تراز) با شیب کوچکی ساخته می‌شوند تا مقاومت نسبت به لغزش را افزایش دهند. اگر انتظار نشست در پی وجود دارد، با اجرای بستر در تراز بالاتر و یا شیب بیشتر، امکان نشست مجاز مهیا می‌گردد. تغییرات در سطح تراز لایه بستر در آبهای حفاظت شده نباید از ± 10 میلی‌متر تجاوز نماید.

بستر ساخته شده می‌بایست حداقل ۱ متر از هر طرف نسبت به ابعاد دیوار توسعه داده شود تا هر گونه رواداری در محل نصب دیوار را پوشانده و همچنین بار را بهتر توزیع نماید.

در سمت دریا که لایه بستر در معرض جریان آب و یا اثر پروانه کشتی قرار دارد، می‌بایست توسط قلوه سنگ و یا انواع دیگر سکوی ضد آب‌شستگی حفاظت گردد. همچنین پی مقابل بستر لاشه سنگی نیز ممکن است در معرض آب‌شستگی و فرسایش باشد که می‌بایست حفاظت گردد. اگر کف دریا سنگی باشد، ممکن است بستر قلوه‌سنگی در طرح حذف گردیده و یک لایه کم مایه جایگزین آن گردد. ضخامت این لایه معمولاً $0/3$ متر می‌باشد و در صورت اجرا در خشکی، این ضخامت را می‌توان به حداقل $0/15$ متر کاهش داد.

◀ ۵-۴-۴ درز (اتصال) بین بلوکها

در بلوک‌چینی ستونی، عرض اسمی درزهای عمودی 75 میلیمتر و در بلوک‌چینی پیوسته 40 میلیمتر است. در صورت امکان، بلوکها می‌بایست با دقت ± 25 میلی‌متر در محل تعیین شده قرار گیرند و اقدامات لازم جهت جلوگیری از اتلاف مصالح ریزدانه از درزها صورت پذیرد. در صورت نیاز به یک اتصال آب‌بند می‌توان درزها را با استفاده از یک لوله از جنس کتان که در فرورفتگیهای تعبیه شده در جلوی دیوار قرار گرفته و با دوغاب پر می‌گردد، آب‌بندی نمود. در برخی موارد هر دو طرف دیوار به این صورت آب‌بندی شده تا امکان دوغاب‌ریزی بین بلوکها ممکن گردد.

◀ ۵-۴-۵ تیر سرسازی درجا

در تیر سرسازیهای درجای بتنی، حداقل بین هر سه بلوک می‌بایست درز جابه‌جایی تعبیه نمود، اما در حالت عمومی، حداکثر در هر 15 متر طول دیوار به منظور تعدیل کرنشهای حرارتی و حرکات ناشی از نشست دیوار این درزها پیش‌بینی می‌گردد. ضمناً این فاصله بستگی به ابعاد سطح مقطع و کارکرد تیر بتنی دارد.

◀ ۵-۴-۶ طراحی دیوار بلوکی

سطح مقطع و ابعاد بلوکهای بتنی می‌بایست به نحوی انتخاب گردند که پایداری دیوار، هم در سطح پی و هم در تراز تمامی درزهای افقی تأمین باشد. بلوکها به صورت انفرادی و یا ترکیب با یکدیگر در تمامی مراحل ساخت، اجرا، خاکریزی پشت دیوار و سرویس می‌بایست پایدار باشند.

توزیع یکنواخت‌تر فشار زمین را می‌توان با ادامه لایه پنجه دیوار به خارج از وجه جلویی دیوار به دست آورد. به منظور به دست آوردن فاصله آزاد لازم، حداکثر وسعت پاشنه باید در محدوده ضخامت سکوی ضد آب‌شستگی قرار گیرد. از نظر اقتصادی و همچنین برای توزیع یکنواخت‌تر فشار زمین، بهتر است برخی از بلوکهای دیوار را به سمت خشکی گسترش داد.

در صورتی که ضلع عقبی (رو به خشکی) دیوار نسبت به بلوکهای بالای آن پیش‌آمدگی داشته باشد، برای محاسبه پایداری کلی در سطح زیرین بلوک پیش‌آمده فرض می‌کنیم که یک وجه عقبی مجازی به صورت عمودی از پشت بلوک پیش‌آمده به سمت بالا ادامه دارد.

فشار خاک هنگام گسیختگی ناشی از لغزش یا کج‌شدگی به سمت جلو، می‌بایست به نحوی فرض گردد که با دیوار مجازی در محدوده بلوک مجازی زاویه ϕ_r را با افق می‌سازد.

هنگامی که وجه پشتی (بلوک) تیر سرسازی و یا بلوکهای پیش‌ساخته نسبت به بلوکهای زیرین جلو آمدگی داشته و بر روی آنها سایه انداخته باشند، می‌توان فرض نمود که قسمتی از فشار افقی خاک بر روی بخش فوقانی بلوک زیر کاهش یافته است. این کاهش نسبی در سکوهایی کاهنده فشار اتفاق می‌افتد، و می‌توان آن را در محاسبات پایداری کلی سازه، در محلی که وجه عقبی بلوک زیرین در راستا و یا پشت وجه عقبی دیوار یا عقب دیوار مجازی قرار می‌گیرد، اعمال نمود. در حالتی که قسمت طره‌ای دیوار، بزرگ و قابل توجه باشد، می‌بایست تحلیل دقیق‌تری مانند روش گوه کولمن به کار برده شود.

در فصل مشترک افقی بلوکها، خروج از مرکز برآیند بار می‌بایست به نحوی محدود گردد که تمرکز تنشهای موضعی در بلوک‌چینی از مقادیر مجاز تجاوز ننماید. بجز حالت بارگذاریهای فوق‌العاده و جایی که تحلیل و محاسبات دقیق انجام می‌پذیرد، خروج از مرکز بار نباید از یک سوم میانی عرض فصل مشترک بلوکها خارج گردد. تحت شرایط بارگذاری عادی، تنشهای موضعی نباید از $0.5 f_{cu}$ بیشتر گردد، اما تحت شرایط بارگذاری فوق‌العاده تنش $0.6 f_{cu}$ نیز قابل قبول است.

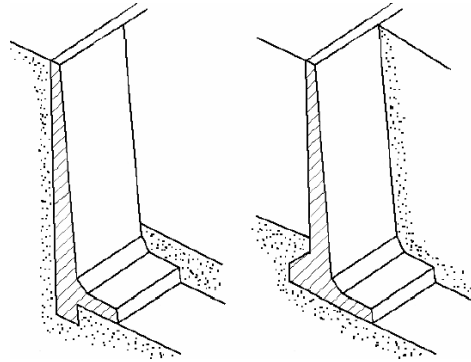
مقاومت در مقابل لغزش در فصل مشترک افقی بلوکهای بدون قفل و بست برشی، بستگی به بافت و اصطکاک این سطوح دارد. محدوده ضریب اصطکاک بین دو سطح بتن پیش‌ساخته، نوعاً بین 0.4 تا 0.6 می‌باشد.

در درزهای افقی می‌بایست زیر فشار آب را به طور کامل فرض نموده و در محاسبات در نظر گرفت. در جاهایی که درزها آب‌بندی می‌شوند احتمال بالآمدگی در اثر زیر فشار را می‌بایست در نظر گرفت.

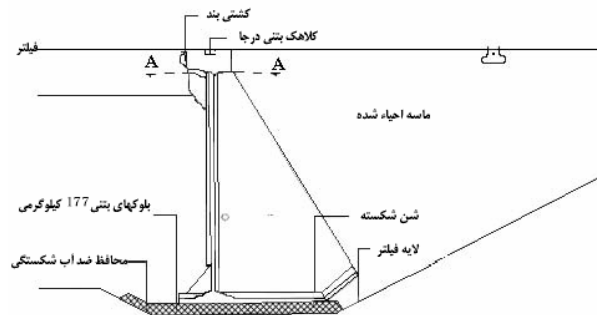
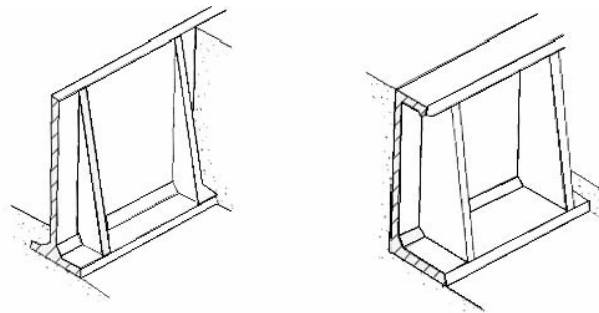
◀ ۵-۵ دیوارهای بتن مسلح پیش‌ساخته

دیوارهای بتن مسلح پیش‌ساخته در کارهای دریایی هم به عنوان دیوار اسکله مورد استفاده قرار گرفته و هم به عنوان دیوار ساحلی در مجاورت اسکله‌های با عرشه آزاد به کار برده می‌شود. دیوارهای طره‌ای ساده (بدون پشت‌بند) (شکل ۵-۶) عموماً برای ارتفاع بیش از ۸ متر غیر اقتصادی بوده و برای ارتفاع بیش از ۸ متر می‌توان از دیوارهای پشت‌بنددار استفاده نمود (شکل ۵-۷). ارتفاع قطعات دیوار معمولاً به اندازه‌ای طراحی می‌شوند که پس از نصب و جاگذاری قطعه ارتفاع آن کمی بالاتر از سطح حداقل آب (LWL) قرار گیرد. سپس یک تیر سرسازی بتنی درجا بعد از خاکریزی پشت دیوار احداث گردیده تا ارتفاع لازم را مهیا سازد. در این نوع دیوار در مقایسه با دیوارهای بتنی بلوکی بتن کمتری مصرف شده، اما در مقابل مقدار قابل توجهی میلگرد جهت مسلح نمودن بتن مصرف شده و می‌بایست در طراحی توجه کرد تا احتمال خوردگی فولاد به حداقل کاهش یابد.

پیش‌ساختن این نوع دیوار بسیار مشکل‌تر از ساخت بلوک بوده و ممکن است نیاز به قالب لغزان باشد. توجیه استفاده از این روش ساخت برای پهلوگیرهای عمیق به تجهیزات مناسب جابه‌جایی و حمل، اعم از شناور نمودن و یا بر روی یک جک - آپ بستگی دارد. همچنین جهت توجیه اقتصادی هزینه‌های سنگین تجهیز کارگاه و قالب‌بندی می‌بایست طول قابل توجهی از این نوع دیوار ساخته شود تا هزینه را بتوان سرشکن نمود. رواداریهای بسیار سخت و محدود کننده در این نوع ساخت ضروری بوده و برای ساختگاههایی با شرایط باد و موج زیاد مناسب به نظر نمی‌رسد.



شکل ۵-۶ دیوارهای بتن مسلح پیش ساخته (طردای)



شکل ۵-۷ دیوارهای بتنی پیش ساخته پشت بنددار

◀ ۱-۵-۵ پیش ساخته

قطعات دیوار می‌بایست به نحوی طراحی گردد تا به داخل محوطه پهلوگیری پیشروی نداشته باشد. عرض ترکها در دیوارهای پیش ساخته می‌بایست بر اساس حداکثر خمش تعیین گردد که شامل تمام مراحل ساخت و اجرا نیز می‌باشد. روشهای حمل و جابه‌جایی قطعات می‌بایست در مرحله طراحی مورد بررسی قرار گرفته و در صورت لزوم، نقاط بارگیری مشخص گردد.

گوشه‌های داخلی را می‌بایست به شکل منحنی و ملایم اجرا نموده تا ترک خوردگی موضعی به حداقل برسد. همچنین گوشه‌ها و لبه‌های بیرونی، حتی‌الامکان پخ گردیده تا امکان خرابی مکانیکی ناشی از برخورد به حداقل برسد.

◀ ۲-۵-۵ اتصال بین قطعات

درزهای عمودی بین قطعات می‌بایست قبل از شروع خاکریزی پشت دیوار آب‌بندی گردد. با استفاده از کتان یا مجرای (لوله) پلاستیکی پر شده از دوغاب سیمان، می‌توان درزهای دیوار را با یک اتصال صلب آب‌بندی نمود. اگر احتمال نشست و یا حرکات افقی دیوار وجود دارد، اتصال انعطاف‌پذیر لازم خواهد بود.

در طراحی درزها می‌بایست رواداریهای مربوط به پیش‌ساختگی، نصب و جاگذاری و نشستهای متفاوت در نظر گرفته شوند.

◀ ۳-۵-۵ خاکریزی و زهکشی

مصالح خاکریزی پشت دیوار می‌تواند مصالح دانه‌ای ریز و یا قلوه‌سنگ باشد. حداکثر اندازه سنگ دانه‌ها بر اساس بارهای موضعی بالا که به دیوار وارد می‌گردد محدود می‌شود.

اگر محدوده جزر و مد دریا قابل توجه باشد، سوراخها و یا درزهای زهکشی جهت کاهش در دیوار می‌بایست تعبیه گردد. فیلتر مناسب نیز جهت جلوگیری از فرار مصالح از زهکش در اطراف آن باید پیش‌بینی گردد.

◀ ۴-۵-۵ ساخت تیر سرسازی در محل

ساخت تیر سرسازی بتنی نمی‌بایست قبل از خاکریزی کامل پشت دیوار آغاز گردد. درزهای جابه‌جایی با فاصله حداکثر ۳۰ متر در تیر می‌بایست پیش‌بینی گردد. این کلاhek به طور مؤثر باید به بخش فوقانی دیوار و پشت‌بندها مهار گردد.

می‌توان فرض نمود که تیر سرسازی، در جهت عمودی وافقی (در حالت دیوارهای طره‌ای) به طور ممتد حمایت شده و متکی بر تکیه‌گاه می‌باشد. در مورد تیرهای پشت‌بنددار فرض بر این است که بین پشت‌بندها این تیر در جهت افقی آزاد است (دهانه تیر برابر با فاصله بین پشت‌بندها می‌باشد). تیر سرسازی بتنی و ضربه‌گیرها می‌بایست به اندازه کافی به سمت دریا پیش‌آمدگی داشته باشد تا از ضربات شناورها به قطعات دیوارها جلوگیری گردد.

◀ ۵-۵-۵ طراحی دیوارهای بتن‌آرمه پیش‌ساخته

در طراحی این دیوارها، پایداری در تمام مراحل خاکریزی و همچنین هنگام بهره‌برداری از دیوار باید مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرد. وجه مجازی پشت دیوار می‌بایست هنگام محاسبه فشارها در طراحی مورد استفاده قرار گیرد.

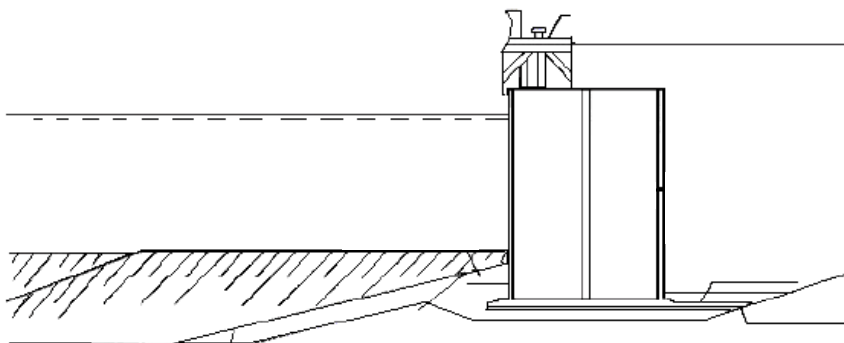
◀◀ ۶-۵ صندوقه‌های بتنی

صندوقه‌های بتنی شامل سلولهایی می‌باشند که وجه فوقانی آنها باز بوده و در خشکی ساخته شده و معمولاً با شناوری به محل نهایی انتقال داده شده و سپس با غوطه‌وری به محل قرارگیری در کف دریا هدایت می‌گردند. ارتفاع صندوقه معمولاً به نحوی طراحی می‌گردد که سطح فوقانی آن کمی بالاتر از حداقل سطح آب قرار گیرد و اجازه عبور امواج داده می‌شود. سلولها معمولاً با ماسه و گاهی اوقات با بتن و یا شن پر می‌شوند. روسازه می‌تواند شامل یک کلاhek بتنی درجا و صلب بوده و یا یک لبه بتن مسلح همانند دیوار حایل باشد که پشت آن خاکریزی شده و با بتن روسازی می‌شود. (شکل ۵-۸).

روادریه‌های مجاز نصب و جایگذاری صندوقه‌ها معمولاً بزرگتر از رواداری مربوط به دیوارهای بلوکی یا دیوار با قطعات پیش‌ساخته می‌باشد. بنابراین صندوقه‌ها را می‌توان در مناطقی که مزاحمت امواج، قابل توجه می‌باشد، به کار برد.

صندوقه‌ها بعد از خاکریزی، سازه‌ای خودپایدار بوده که قادر به تحمل تجهیزات سنگین اجرایی می‌باشند. صندوقه‌ها را می‌توان هم در ساخت دیوار اسکله‌های ساحلی و هم اجرای اسکله‌های دور از ساحل مورد استفاده قرار داد.

از آنجایی که هزینه تجهیز موقت بسیار بالا بوده، توجه این نوع اجرا و ساخت، بستگی به تولید تعداد قابل توجهی صندوقه دارد. همچنین بین محل ساخت صندوقه و محل نصب آن، عمق آب جهت شناور نمودن و مانور صندوقه‌های شناور باید کافی باشد، مگر آنکه از تانکهای (مخازن) خالی اضافی جهت غوطه‌وری صندوقه استفاده گردد.



شکل ۵-۸ صندوقه بتنی

◀ ۵-۶-۱ شکل

صندوقه‌های بتنی را می‌توان به اشکال متفاوتی در پلان ساخت. رایج‌ترین شکل مقطع، مستطیلی بوده، همچنین مقاطع دایره‌ای و شبدری نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. بزرگترین بعد صندوقه‌ها در پلان به حدود ۳۰ متر محدود شده تا از تنشهای طولی بزرگ پرهیز گردد، اما قطعات با طول بیش از ۱۰۰ متر نیز مورد استفاده قرار گرفته شده است.

صندوقه‌های بزرگ عموماً می‌بایست توسط دیوارهای داخلی (میانی) تقویت گردد. این عمل موجب صرفه‌جویی در طراحی ضخامت کف و دیوارها می‌گردد. دیوارهای داخلی معمولاً به صورت درجا اجرا می‌گردند، اما المانهای پیش‌ساخته جهت پس‌تنیده نمودن سازه ساخته شده نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. از فضای بین دیوارها (سلولها) همچنین می‌توان به عنوان تانکهای (مخازن) مصالح سنگین کننده، هنگام شناور نمودن صندوقه استفاده نمود.

اغلب سطح مقطع دال کف صندوقه، بزرگ‌تر از سطح مقطع آن بوده تا پایداری صندوقه افزایش یابد. این افزایش سطح مقطع می‌بایست به نحوی طراحی یا حفاظت گردد تا احتمال صدمه دیدن آنها در اثر شناورها وجود نداشته باشد.

صندوقه‌ها را باید با گوشه‌ها و کنجهای ملایم و مایل (غیر تیز) اجرا نمود تا از ترک‌خوردگی موضعی جلوگیری شود. همچنین لبه‌های بیرونی نیز باید با پخهای 45° اجرا گردند تا صدمه‌های مکانیکی به حداقل کاهش یابد.

۵-۶-۲ پی

صندوقه را می‌بایست بر روی یک پی با مصالح دانه‌ای قرار داد. اندازه اسمی دانه‌ها بستگی به اثر موج قابل انتظار در هنگام ساخت و بهره‌برداری دارد. در ضمن، صندوقه را می‌توان بر روی بستر موجود ماسه‌ای که تسطیح شده، قرار داد به شرط آنکه اولاً صندوقه در زمانی که هوا آرام بوده نصب گردد و ثانیاً یک آستانه ضد آب‌شستگی در مقابل صندوقه اجرا گردد و ثالثاً مقاومت لازم در مقابل لغزش را بتوان به دست آورد.

اگر مصالح موجود در بستر کافی نبوده و یا مناسب به عنوان پی نباشد، مصالح نامناسب را می‌بایست تا عمق لازم با مصالح مناسب تعویض نموده تا یک نشیمن‌گاه مسطح و صاف برای صندوقه ایجاد شود. همچنین بستر صاف و هموار را می‌توان با تزریق نمودن مصالح به زیر صندوقه پس از نصب مهیا نمود. عمل تزریق، مقاومت در مقابل لغزش را افزایش داده و از پخش و به هم ریختن مصالح پی در اثر موج نیز جلوگیری می‌کند.

◀ ۵-۶-۳ ساخت و تولید صندوقه

صندوقه را می‌توان با استفاده از روشهای زیر در خشکی تولید نمود:

الف: صندوقه بر روی خشکی مجاور آب ساخته شده، سپس با لغزاندن صندوقه بر روی شیبی که قبلاً مهیا گردیده و یا با استفاده از جرثقیل و یا با حوضچه‌های انتقال، صندوقه را تا سطح آب پایین برده و یا با لایروبی کنترل شده محوطه جلوی صندوقه و زیر آن، صندوقه شناور می‌گردد.

ب: صندوقه در پشت یک دیواره موقت (معمولاً خاکی) Bund ساخته شده و سپس عمل به آب انداختن با برداشتن bund و شناور نمودن صندوقه در سطح آب حداکثر انجام می‌پذیرد.

ج: ساخت صندوقه بر روی حوضچه شناور

د: ساخت صندوقه بر روی یک حوضچه خشک

از نظر اقتصادی بهتر است صندوقه را تا حداقل ارتفاع لازم جهت شناور نمودن در خشکی و یا بر روی پانتون ساخته سپس آن را به آب انداخت. قسمت باقیمانده صندوقه را می‌توان هنگام شناوری آن به اتمام رساند. همزمان با پیشرفت ساخت بخش باقی مانده، آب‌خور صندوقه نیز افزایش می‌یابد. ساخت صندوقه در حالت شناوری نیازمند شرایط آبهای آرام است.

◀ ۵-۶-۴ شرایط شناوری

پایداری صندوقه می‌بایست برای تمام شرایط مانند مرحله ساخت (اگر بر روی آب انجام می‌گیرد)، مرحله به آب اندازی، یدک‌کشی و غوطه‌ور نمودن، کنترل گردد. اثر امواج خصوصاً در صورت طولانی بودن مراحل فوق، باید در نظر گرفته شود. در شرایط استاتیکی و مرحله مستغرق نمودن، تعادل و تراز بودن صندوقه را می‌توان با جابه‌جایی مصالح سنگین وزن در داخل صندوقه، امکانپذیر نمود. اگر مجبور به یدک‌کشی صندوقه در یک مسیر نسبتاً طولانی باشیم، مسئله هدایت و پایداری صندوقه احتیاج به توجه و دقت بسیاری دارد. داشتن اطلاعات کافی از شرایط جزر و مدی، جهت انجام موفق عملیات نصب و جایگذاری صندوقه، ضروری می‌باشد. جهت سهولت مستغرق نمودن صندوقه در آب می‌توان شیر فلکه‌هایی را در دیوارهای خارجی تعبیه نمود.

◀ ۵-۶-۵ خاکریزی

صندوقه‌ها معمولاً با ماسه پر می‌شوند که ممکن است توسط پمپاژ انجام گیرد. تراکم خاک را می‌توان با ویبراسیون انجام داد تا از جا افتادن و شکل‌گیری روسازه اطمینان حاصل کرد، اما همین عمل ممکن است موجب افزایش فشار داخلی خاک در قسمت بالای خاکریزی گردد. در صورتی که شرایط محیطی آب خورنده بوده و یا اینکه بخواهیم مقاومت را در مقابل ضربات شناورها افزایش دهیم، سلولهای خالی رو به دریا را می‌توان با بتن کم سیمان پر نمود. در غیر این صورت بهتر است که سلولهای جلویی را خالی رها نموده و یا کمی پر نماییم تا مرکز ثقل سازه تنظیم شده و فشار تکیه‌گاهی کاهش یابد.

◀ ۵-۶-۶ اتصال بین صندوقه‌ها

درز بین صندوقه‌ها باید در دو حالت زیر، آب‌بندی گردد، اولاً در حالتی که صندوقه بخواهد مصالح پشت آن را نگهداری نماید و ثانیاً در شرایطی که می‌خواهیم از ورود امواج در فواصل بین صندوقه‌ها جلوگیری نماییم. درزها می‌بایست با توجه به رواداریهای مجاز مربوط به نصب صندوقه و نشستهای نامتقارن، طراحی گردند. رواداری حدود ± 150 میلی‌متر برای نصب و جایگذاری صندوقه‌ها در آبهای حفاظت شده در نظر گرفته می‌شود. معمولاً در تورفتگیهای عمودی تعبیه شده در دیواره‌های خارجی صندوقه می‌توان اتصالات زبانه‌ای بتن درجا را اجرا نمود. اتصالات فاق و زبانه و آب‌بندهای انعطاف‌پذیر، در جاهایی که احتمال نشستهای متفاوت و نامتقارن کم می‌باشد، مناسب است. می‌توان از اتصالات زبانه‌ای در صندوقه‌های با مقطع دایره‌ای استفاده نمود. اما در صورتی که این امر همراه با مشکلات بتن‌ریزی همراه باشد، می‌توان یک آب‌بند بتنی درجا را در طرف ساحل محل اتصال اجرا نمود.

◀ ۵-۶-۷ زهکشی و فیلترها

زهکشی از میان دیوار موجب کاهش تفاوت فشار هیدروستاتیکی در دو طرف دیوار می‌گردد، به همین علت، سوراخها و شیارهایی در قسمت تحتانی روسازه تعبیه می‌شود. باید از فیلتر مناسب جهت

جلوگیری از اتلاف مصالح استفاده شود. معمولاً بین کیسونها فاصله وجود دارد و از یک فیلتر قلوه‌سنگی در پشت دیوار استفاده می‌شود.

◀ ۵-۶-۸ تیر سرسازی گذاری در محل

تیر درجا را می‌بایست پس از آنکه صندوقه پر شده و اتصالات کامل گردید، اجرا نمود. قسمتی از بار تیر سرسازی بتنی می‌تواند توسط خاک داخل صندوقه‌ها تحمل گردد به شرط آنکه خاکریز متراکم شده باشد.

◀ ۵-۶-۹ طراحی دیوار صندوقه‌ای

صندوقه بتنی می‌بایست به نحوی طراحی گردد تا پایداری کلی سازه در تمامی مراحل ساخت و بهره‌برداری مهیا گردد. ابعاد اصلی سازه بر اساس هندسه و بارهای وارده بر صندوقه در موقعیت نهایی آن تعیین می‌گردد.

فشار کف در سطح پی برای تمام حالات بارگذاری با فرض اینکه دال کف صندوقه صلب می‌باشد، محاسبه و تعیین می‌گردد.

اعضای بتنی صندوقه می‌بایست برای تمام مراحل ساخت و بهره‌برداری طراحی شوند. در طراحی دیوارها باید حالات زیر را به دقت بررسی کرد: فشار افقی به دلیل تفاوت تراز آب در دو طرف دیوار، پر کردن سلولها با مصالح دانه‌ای یا بتن پرآب، فشار ناشی از هرگونه روش تراکم که به خاکریز وارد می‌شود.

در موارد مناسب و مشابه، می‌توان سازه را بر اساس روش طراحی سیلوها، طراحی نمود. در طراحی صندوقه‌های طولی، فرض می‌شود که بخشی از زمین زیر دال کف در تحمل بارها نقشی ندارند و می‌بایست دال کف مانند تیرهایی در جهت طولی مورد تحلیل و طراحی قرار گیرند.

در طراحی دالهای کف صندوقه، می‌بایست احتمال از دست رفتن باربری زمین در زیر سلولهای خاکریزی شده و همچنین احتمال فشارهای کف بیش از حالت معمول را در زیر سلولهای خالی در نظر بگیریم. فرض بر این است که دالهای کف توسط دیوارهای میانی و جدا کننده نگهداری می‌شوند.

۵-۷ سازه‌های سپری سلولی

سازه‌های سپری سلولی شامل سلولهایی می‌باشند که از کنار هم قرار دادن و درگیر نمودن سپرهای جان - دیواری شکل می‌گیرند. این سپرها با کوبیدن در محل خود قرار گرفته به نحوی که سپر، کمی بالاتر از سطح آب می‌باشد. داخل سلولها با مصالح دانه‌ای پر می‌شوند. روسازه می‌تواند یک تیر سرسازی بتنی درجا بوده و یا یک دیوار حایل بتن مسلح در کناره رو به دریای سازه باشد که پشت آن خاکریزی شده و قسمت فوقانی آن روسازی می‌گردد (شکل ۵-۹).

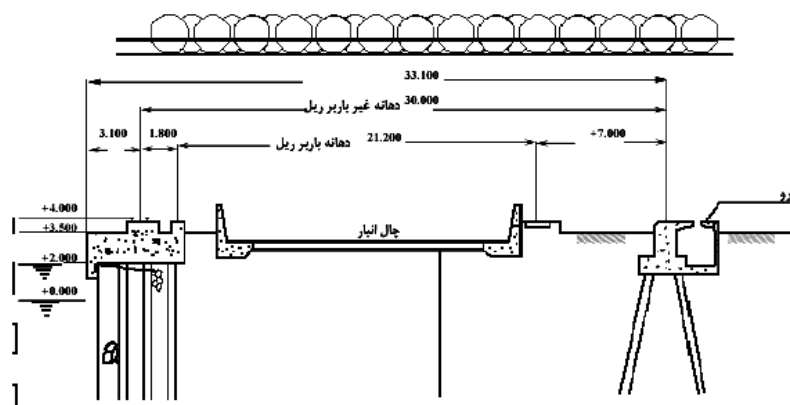
در صورتی که سپر به اندازه لازم در زمین فرو رفته باشد، دیوارهای سپری سلولی، سازه‌هایی وزنی بوده که تا حدی به صورت طره‌ای عمل می‌نمایند.

سلولهای سپری را می‌توان بر روی سنگ نرم، مصالح دانه‌ای و رس سخت احداث نمود. در ساختگاهی که پوشیده از رس نرم باشد، این خاک می‌بایست قبل از خاکریزی، درون سلولها جمع‌آوری گردد و در حالتی که ضخامت لایه نرم، زیاد باشد می‌بایست این لایه قبل از شروع به کوبیدن سپرها لایروبی شود (تا از تحت فشار قرار گرفتن سلولها جلوگیری گردد).

سازه‌های سلولی را می‌توان هم به عنوان دیوار اسکله‌ها و هم اسکله دور از ساحل (جتی) مورد استفاده قرار داد.

اجرای این سازه‌ها معمولاً ارزان‌تر از سازه‌های سپری دوجداره می‌باشد. به علت اینکه، فولاد در مقابل فشار افقی در کشش کمربندی، بهتر و بیشتر از خمش، مقاومت می‌نماید عموماً به پشت‌بند، مهار، پشت‌بند افقی و دیوار ساحلی احتیاج نمی‌باشد.

به علت مقاومت بسیار کم این نوع سازه در مقابل نیروهای افقی، قبل از پر شدن کامل سلولها، احتمال صدمه دیدن سلولها در زمان ساخت در اثر امواج وجود دارد. دیوارهای سلولی معمولاً به شکل دایره‌ای و یا از نوع دیافراگمی (پرده‌ای) می‌باشند. شکل ۵-۹ نمونه‌ای از هر یک را نشان می‌دهد. به طور کلی، عرض مؤثر دیوار نباید کمتر از $0/80$ ارتفاع مؤثر دیوار باشد (ارتفاعی که توسط دیوار نگهداری می‌شود).



شکل ۵-۹ دیوار سپری سلولی

۵-۷-۱ مصالح و تنشها

سپرهای مورد استفاده در دیواره‌های سلولی، از نوع مقاطع جان - مستقیم جهت انتقال کشش افقی می‌باشند. مقاطع محل اتصال سلولها به شکل T و یا Y معمولاً قابل دسترس می‌باشند. مقاطع Y حدیده شده در برخی کشورها جهت استفاده در نقاطی که نیروی کششی خیلی بزرگ باید تحمل گردد، تولید می‌شود. ضریب اطمینان ۲ بر روی مقاومت نهایی اتصال در پایان عمر طراحی در مقابل حداکثر نیروهای بهره‌برداری قابل اعمال می‌باشد.

۵-۷-۲ ملاحظات اجرایی

سپرهای با جان مستقیم توانایی مقابله در برابر تنشهای زیاد ناشی از کوبیدن را نداشته، لذا در جایی که عمق زیادی از خاک بالاتر از سطح پاشنه دیوار قرار می‌گیرد، بهتر است که مقداری از خاک پیش از سپرکوبی برداشته شود. حداکثر عمق کوبش و فرو رفتن سپرها در ماسه متراکم ۳ متر و در رس سخت ۱/۵ متر است. کوبیدن سخت و محکم سپرها موجب صدمه دیدن انتهای سپرها گردیده و ممکن است سبب جدا شدن اتصالات از یکدیگر شود. در مناطقی که سطح سنگ خیلی ناهموار است نمی‌بایست سپرها را به سختی به داخل سنگ فرو برد، بلکه بهتر است ملاحظاتی را جهت تسطیح محل در نظر گرفت تا تفاوت تنشها در مقطع دیوار در هنگام کوبیدن به حداقل خود برسد.

قسمتهای دایره‌ای دیوار را می‌بایست با استفاده از دو الگو، یکی در نزدیکی سطح آب و دیگری در نزدیکی کف دریا کوبید تا از حصول شکل لازم اطمینان حاصل گردد. این دو الگو می‌بایست به نحوی حفاظت گردند تا از حرکت و صدمه دیدن شمعها در مقابل امواج و جریانات آبی جلوگیری شود.

خاکریزی سلولها، در دیوارهای سلولی دیافراگمی، می‌بایست به شکلی صورت پذیرد که اختلاف خاکریزی بین دو سلول مجاور در هر زمان بیشتر از $1/5$ متر نباشد. قوسهای اتصال داخلی در سازه‌های از نوع دایره‌ای را می‌بایست قبل از خاکریزی کوبید تا از مشکلات کوبیدن که در اثر کج‌شدگی و تغییر شکل سلولها به وجود می‌آید، جلوگیری نمود. در حالتی که شمعهای تکیه‌گاهی در داخل سلولها لازم باشد، این شمعها نیز می‌بایست قبل از خاکریزی اجرا گردند تا از افزایش فشارهای داخلی جلوگیری گردد.

◀ ۳-۷-۵ خاکریزی و زهکشی

خاکریزی سلولها می‌بایست از مصالح دانه‌ای با وزن مخصوص بالا انجام گردد، تا به پایداری کمک نماید، همچنین زاویه اصطکاک داخلی آنها باید زیاد باشد تا بتواند مقاومت برشی داخلی و مقاومت در برابر لغزش در کف را مهیا سازد. خاکریز همچنین باید دارای قابلیت زهکشی خوب باشد تا از افزایش فشار هیدروستاتیکی داخلی جلوگیری نماید. دانه‌بندی مناسب مصالح خاکریز موجب جلوگیری از اتلاف مصالح در اثر آب‌شستگی و نشست می‌گردد. خاکریز پشت سلول می‌بایست ماسه درشت، شن و یا قلوه‌سنگ باشد. در سلولها، سوراخهای زهکشی در نقاط مناسب می‌بایست پیش‌بینی گردد.

◀ ۴-۷-۵ تیر سرسازی گذاری در محل

تیر سرسازی بتنی می‌بایست به اندازه‌ای ضخیم باشد تا بارهای سنگین عمودی را در خاکریز داخل سلول توزیع نماید و یا این که به نحوی طراحی گردد تا این بارها به وسیله شمعهای قائم به زمین انتقال یابد. تکیه‌گاههای کلاهدک نمی‌بایست به طور مستقیم بر روی سپرها قرار گیرد و می‌بایست فاصله اندکی بین تیر سرسازی بتنی و سپرها وجود داشته باشد تا اجازه نشست به خاکریز داده شود. در حالتی که دیوار حایلی در لبه (قرنیز) سلولها پیش‌بینی می‌گردد، این دیوار می‌بایست به عنوان یک تیر عمیق که

بین سلولها قرار دارد، طراحی گردد. تیر سراسازی به صورتی طراحی می‌گردد تا از ورود آب به داخل سلولها جلوگیری نماید.

تیر سراسازی بتنی باید به اندازه کافی به سمت دریا گسترش یابد تا از صدمات برخورد ناشی از شناورها به سلولها جلوگیری گردد. ضربه‌گیرها به وسیله تیر سراسازی بتنی (نه سپرها) حمل می‌گردند.

◀ ۵-۷-۵ طراحی دیوارهای سلولی

پایداری کلی سازه می‌بایست برای تمام مراحل اجرا و بهره‌برداری کنترل گردد. مراحل خاکریزی داخل سلولها و پشت سلولها و همچنین احتمال اختلاف فشار هیدروستاتیکی را باید در محاسبات در نظر گرفت.

۵-۷-۵-۱ فشارهای افقی

بسیج نیروهای داخلی برشی در خاکریز سلول، جهت مقابله با نیروهای افقی خاک لازم می‌باشد. فشار در بخش رو به خشکی دیوار پهلوگیری سلولی در حالت فعال بوده که ناشی از تغییر شکلهایی می‌باشد که در سازه اتفاق می‌افتد. خاکریز داخل سلول توسط نیروی کششی کمربندی که در بین نقاط اتصال سپرها عمل می‌نماید محدود می‌شود. بنابراین فشار افقی خاک در داخل سلولها بر اساس مقادیر و ضرایب حالت سکون خاک محاسبه می‌گردد.

۵-۷-۵-۲ اشکال گسیختگی

در بررسی پایداری سازه‌های سلولی می‌بایست علاوه بر موارد ذکر شده در ۵-۳-۴ جدایی بین سپرها و خارج شدن مصالح از زیر سلولها را نیز در نظر گرفت. در جایی که سپری به داخل لایه رس نرم کوبیده می‌شود، احتمال تورم در داخل و زیر سلولها نیز باید مورد بررسی قرار گیرد.

۵-۷-۵-۳ اشکال مقاومت

در صورتی که سپرها به داخل خاک در زیر تراز لایروبی کوبیده شود، مقاومت در مقابل لغزش و یا واژگونی به اشکال ذیل مهیا می‌گردد:

- مقاومت غیر فعال خاک در زیر تراز لایروبی
 - مقاومت در مقابل بیرون آمدن سپرها در بخش رو به خشکی
 - اصطکاک در کف مصالح خاگریز
 - وزن سازه و مصالح پرکننده داخل سلول
- در حالتی که سپرها به داخل سنگهای سخت و یا در عمق کمی نسبت به تراز لایروبی کوبیده شوند، مقاومت در مقابل واژگونی و لغزش توسط اصطکاک کف و نیروهای وزنی به دست می‌آید.

۴-۵-۷-۵ تنش در سپریهای محل اتصال (محل تقاطع سلولها)

علاوه بر محاسبه کشش در محل اتصال سپرها در سلولهای اصلی، کشش در محل تقاطع قوسها و سلولهای مدور نیز باید تخمین زده شود، زیرا بزرگترین نیروهای کمربندی (پیرامونی) می‌تواند در این نقاط اتفاق افتد. در سلولهای با قطر بزرگ، تنش در محل تقاطع سلولها می‌تواند به اندازه‌ای بزرگ باشد که استفاده از سپرهای مخصوص در محل تقاطع لازم و ضروری باشد.

۵-۵-۷-۵ صرفه‌جویی در سپرهای فولادی

قوسهای اتصال در دیوار با سلولهای مدور را می‌توان در بخش رو به خشکی دیوار حذف نمود. حذف قوسهای عقب در دور سازه‌های سلولی دیافراگمی سبب صرفه‌جویی اقتصادی نمی‌شود. در صورتی که تنشهای مجاز کوبیدن و کشش مجاز در محل اتصال سپرها زیاد نباشد، می‌توان از مقاطع نازک‌تر و فولاد ضعیف‌تر در سپرهای طرف خشکی استفاده کرد. پاشنه این سپرها را می‌توان در تراز بالتر از سپرهای رو به دریا نصب نمود، به طوری که موجب اتلاف مصالح نگردیده و مقاومت اصطکاکی کل بین سپرها و خاگریز کافی باشد.

همچنین بخش فوقانی سپرهای رو به ساحل را می‌توان به صورت پله‌ای و کوتاه‌تر ساخت تا در مقدار مصرف سپری صرفه‌جویی گردد.

۵-۷-۵-۶ مقاومت غیر فعال سکوی مقابل دیوار

در صورتی که مقاومت غیر فعال، توسط سکوی مقابل دیوار به دست می‌آید، کاهش مقاومت ناشی از شیب سکو را نیز باید در محاسبات در نظر گرفت. ملاحظات لازم در مورد چگونگی حرکت دیوار جهت بسیج کامل مقاومت فعال در عمق سکو باید مورد توجه قرار گیرد.

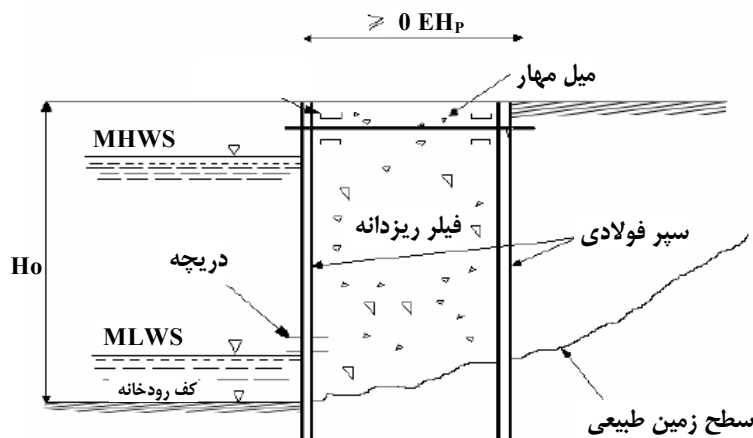
۵-۷-۵-۷ جابه‌جاییهای دیوار

دیوارهای سلولی پس از خاکریزی به مقدار قابل ملاحظه‌ای تغییر مکان می‌دهند. اثرات این حرکات و نشستهای همراه آن می‌بایست در طراحی، خصوصاً هنگام استفاده از شمعهای قائم (تکیه‌گاهی) مورد توجه قرار گیرد.

۵-۸ سازه‌های سپری دوجداره

سازه‌های سپری دوجداره شامل دو دیوار سپری می‌باشند که در قسمت فوقانی به وسیله میل‌مه‌ار و تیرکهای پشت‌بند به هم متصل شده و بین آنها خاکریزی می‌گردد. (شکل ۵-۱۰) روسازه معمولاً شامل یک تیر سراسازی بتنی در سمت رو به دریای دیوار سپری می‌باشد. دیوارهای سپری دوجداره، در صورتی که از فاصله گرفتن پنجه دو ردیف سپری جلوگیری گردد، همانند سازه‌های وزنی عمل می‌نمایند. در غیر این صورت، سازه می‌بایست به عنوان سازه سپری یک ردیفی که به دیوار طره‌ای مه‌ار شده، طراحی گردد. سپریها در این حالت فشار داخلی خاک را در خمش تحمل می‌نمایند. سازه‌های دو جداره جهت احداث بر روی خاکهای دانه‌ای متوسط تا متراکم یا رس‌های متوسط تا سخت، مناسب می‌باشد. در بسترهای سنگی، می‌بایست از فرو رفتن سپرها در زمین اطمینان حاصل گردد. در ساختگاههایی که دیوار دوجداره بر روی رس نرم قرار می‌گیرد، لازم است قبل از خاکریزی، رس نرم بین دیوارها برداشته شود. در صورتی که ضخامت لایه نرم زیاد باشد، لازم است این لایه قبل از سپرکوبی، لایروبی گردد. امکان تورم خاک در سطح پایین تراز خاکبرداری نیز می‌بایست مورد توجه قرار گیرد. سازه‌های دوجداره را می‌توان هم به عنوان دیوار اسکله ساحلی و هم اسکله دور از ساحل مورد استفاده قرار داد. این نوع سازه می‌تواند در موارد زیر به عنوان رقیب اقتصادی سازه‌های سپری سلولی باشد:

- در حالتی که مقاطع سنگین‌تری از سپر جهت کوبیدن لازم است.
 - در مواردی که نیاز داریم سازه در هنگام ساخت پایدار باشد.
 - هنگامی که سپریهای جان - مستقیم در دسترس نیست.
- عموماً این نوع سازه با توجه به شکل مستطیلی آنها، همانند سازه‌های سلولی دایره‌ای، مؤثر و کارا نمی‌باشد.



شکل ۵-۱۰ دیوار سپری دوجداره

◀ ۵-۸-۱ اجرا

عملکرد ترکیبی دو دیوار را می‌توان با مهار کردن بخش فوقانی آنها به یکدیگر و نفوذ کافی آنها به داخل زمین به دست آورد. در مواردی که امکان حصول نفوذ سپرها در زمین میسر نیست، مثلاً در سنگهای سخت، ماسه‌های شل و یا رسهای نرم، با وصل نمودن دو جدار در قسمتهای تحتانی توسط میل‌مهار، می‌توان عملکرد مطلوب را حاصل نمود. معمولاً روش دوم مستلزم کار در زیر آب می‌باشد. به منظور شکل دادن و به دست آوردن نقاط مقاوم و قوی، دیوارهای عرضی را می‌توان در قسمتهای انتهایی دیوار و یا بخشهای میانی آن تعبیه نمود تا اجرای دیوار را ساده‌تر نموده و احتمال آسیب دیدن آن کاهش یابد. این نقاط می‌تواند شامل یک سلول مربع یا مستطیل که در هر دو جهت مهار شده است، باشد. فاصله دو دیوار (جدار) موازی نباید کمتر از $0/8$ ارتفاع کل دیوار از سطح لایه سخت و یا پنجه سپر

(هر کدام که بزرگتر است) باشد. موارد مربوط به سازه‌های سپری دو جداره از نظر نوع مصالح و تنشها، همانند دیوارهای سپری سلولی می‌باشد و معمولاً مقاطع H و Z شکل مناسب خواهند بود.

◀ ۲-۸-۵ خاکریزی و زهکشی

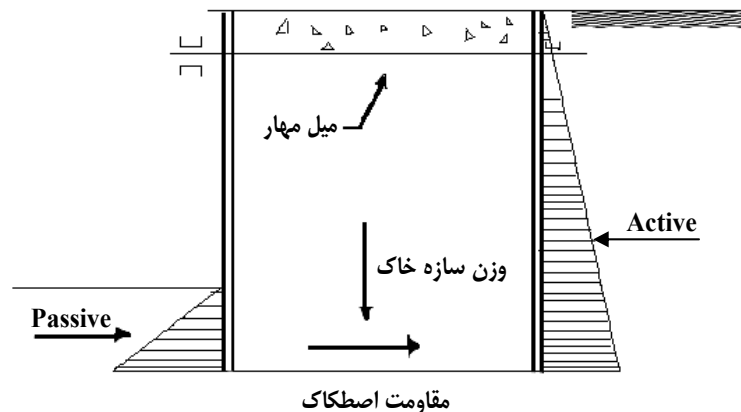
مصالح خاکریزی بین دو دیوار می‌بایست کیفیتهای ذکر شده برای دیوارهای سپری سلولی (۳-۷-۵) را دارا باشد. خاکریز پشت دیوار می‌بایست ماسه درشت، شن و یا قلوه‌سنگ باشد. جهت زهکشی آب، باید سوراخهای زهکشی در سازه تعبیه گردد.

◀ ۳-۸-۵ طراحی سازه‌های دوجداره

- پایداری کلی سازه می‌بایست برای تمام مراحل اجرا و بهره‌برداری و با در نظر داشتن مرحله خاکریزی داخل جداره‌ها و پشت سازه و احتمال وجود اختلاف فشار هیدروستاتیکی در دیوار کنترل گردد.
- هنگامی که سازه دو جداره بر روی خاکی قرار گرفته است که بخشی از فشار افقی خاک به وسیله مقاومت غیر فعال خاک در زیر تراز لایروبی تحمل می‌گردد، سازه به سمت آب تغییر مکان خواهد داد. در این شرایط، فشار افقی خاک در سمت خشکی دیوار را می‌توان در حالت فعال در نظر گرفت (شکل ۵-۱۱). اما در صورت قرار گرفتن دو جدار بر روی یک بستر سنگی محکم، و یا در عمق کمی از سطح تراز لایروبی، فشار افقی زمین در سمت خشکی دیوار، در وضعیت متوسط بین فشار فعال و فشار حالت سکون خواهد بود که بستگی به مقدار تغییر مکان افقی سازه دارد. فشار خاک داخل بر روی دیوارهای خارجی را می‌بایست $1/25$ برابر مقادیر فشار فعال فرض نمود.

- پایداری داخلی سازه را باید با فرض یک سطح گسیختگی پایینی در داخل خاکریز کنترل نمود ظرفیت باربری پی می‌بایست قابلیت تحمل وزن سازه و خاکریز داخل، هر نوع سربار وارد بر دیوارها و نیروهای عمودی اعمالی بر جدار رو به خشکی (که ناشی از اصطکاک می‌باشد) و نیروهای ضربه‌ای ناشی از پهلوگیری شناورها را دارا باشد.

- ممانهای خمشی و نیروهای برشی در سپرها و نیروهای موجود در مهارهای اتصال باید مشابه روش سپرهای مهار شده محاسبه گردد.



شکل ۵-۱۱ توزیع فشارهای مقاوم و محرک زمین در دیوارهای سپری دوجداره

۵-۹ دیوارهای بتنی حجیم درجا ساخته شده در زیر آب

دیوارهای بتنی حجیم درجا ممکن است به شکل توپر و یا همراه با حفرات داخلی اجرا گردند (شکل ۵-۱۲). همچنین با استفاده از یک پشت‌بند در ساخت دیوار می‌توان حجم بتن مصرفی را کاهش داد. این نوع دیوار معمولاً مستلزم مهاربندی زمینی بوده تا پایداری لازم را ارایه دهد. مقاومت کششی بتن معمولاً در طراحی در نظر گرفته نمی‌شود، اما در مناطقی که بتن در کشش می‌افتد، تنشها می‌بایست مطابق توصیه‌های ۵-۳-۵ طراحی گردد. هیچ‌گونه کششی در درزهای اجرایی افقی، قابل فرض نبوده، مگر آنکه این درزها به دقت جهت انتقال کشش طراحی شده باشند و آب‌بندهای لازم جهت جلوگیری از ورود آب و گسترش زیر فشار هیدرواستاتیک تعبیه گردیده باشد. تحت بارهای تصادفی خیلی بزرگ و یا موضعی می‌توان کشش در بتن را پذیرفت.

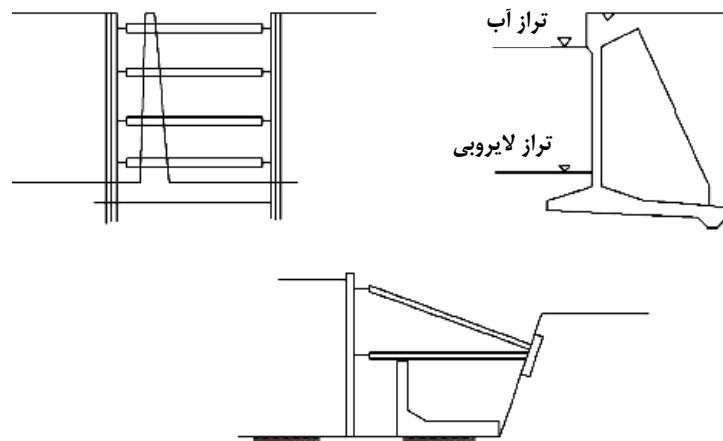
ترک خوردگی در سطح مقاطع بتن حجیم را در صورت لزوم، می‌توان با اضافه نمودن آرماتورهای اسمی برای ضخامت ۰/۲۵ متر سطح بیرونی کنترل نمود. حداقل ۷۵ میلی‌متر بتن پوشش توصیه می‌شود. در صورت استفاده از یک صفحه دیوار مانند (فولادی) به عنوان یک قالب دائمی بر روی نمای بتن حجیم، باید خاموتهایی جهت اتصال این صفحه به دیوار بتنی پیش‌بینی گردد. معمولاً فرض بر این

۵-۱۰ دیوارهای بتن مسلح درجا

دیوارهای بتن مسلح درجا (جدا از دیوارهای پرده‌ای که در بخش بعدی مورد بحث قرار خواهد گرفت) باید در خشکی ساخته شوند، که می‌تواند پشت یک سد موقت و یا داخل محل گودبرداری شده در زمین باشد. احداث این نوع دیوارها اقتصادی نبوده مگر آنکه در یک عملیات، طول بزرگ و قابل توجهی از دیوار احداث گردد (شکل ۵-۱۳).

برای دیوارهای تا ارتفاع ۸ متر، دیوار به صورت یک دیوار طره‌ای طراحی می‌گردد، اما برای ارتفاعات بیشتر، استفاده از پشت‌گیر و پشت‌بند لازم خواهد بود. با استفاده از مهارهای زمینی جهت مقابله با لغزش و واژگونی می‌توان موجبات صرفه‌جویی را فراهم نمود.

توصیه‌های ارایه شده در ۵-۵ عموماً قابل اعمال در این نوع دیوارها بوده، مگر بخشهایی که مربوط به بتن پیش‌ساخته باشد.



شکل ۵-۱۳ اشکال مختلف دیوارهای بتن مسلح درجا

۵-۱۱ دیوارهای دیافراگمی

از نظر اقتصادی بهتر است که دیوارهای وزنی به شکل دیوارهای دیافراگمی ساخته شوند. این دیوارها عموماً به شکل سلولی و یا T شکل تا ارتفاع کمی بالاتر از سطح آب ساخته شده و سپس تیر

سرسازی بتنی بر روی آن احداث می‌گردد. شکل ۵-۱۴ یک دیوار پهلوگیر وزنی دیافراگمی را نشان می‌دهد. رایج‌ترین کاربرد این نوع اجرا در ساخت دیوارهای سپری می‌باشد.

دیوارهای دیافراگمی وزنی را می‌توان مستقیماً بر روی زمین موجود و یا بر روی خاکریز اجرا نمود و در مواردی که بارها بزرگ هستند و یا اینکه فضای کافی جهت استفاده از میل‌مه‌ار موجود نیست، مناسب است. عموماً این نوع اجرا، بر روی سنگ بوده و همچنین در حوضچه‌های مخزنی جهت جلوگیری از نشست آب مناسب می‌باشد.

سازه معمولاً به عنوان قوسهای افقی طراحی شده که همراه با پشت‌گیر و یا پشت‌بند عمل می‌نماید. نیروهای مهارری را می‌توان با مقاومت در برابر دوران اعضا و المانهای عرضی و مورب در خاک به دست آورد. این مقاومت، تابعی از فشار وارده بر طرفین ترانشه‌ای می‌باشد که با بتن پر آب پر شده است (بتن‌ریزی می‌بایست در عملیات واحد انجام گردد). در اغلب خاکها، حرکت به سمت جلوی پنجه دیوار توسط اصطکاک سطحی صفحاتی از دیوار که به اندازه متوسط (نه خیلی زیاد) در داخل بستر فرو رفته‌اند، جلوگیری می‌گردد، اما در زمینهای نرم، در صورت باقی ماندن دوغاب گل در کف ترانشه، ممکن است دیوار کج شود. این تغییر مکان برای بسیج نیروهای اصطکاکی کافی می‌باشد.

با توجه به نوع خاک و پلان المانهای عرضی دیوار، درجه‌ای از اثر کمائی می‌تواند گسترش یابد، تا برآیند فشار فعال خاک را تعدیل نماید. احداث یک عرشه بتنی همراه با این سازه مناسب و مطلوب است. اگر این عرشه به عنوان یک تیر عریض طراحی گردد، موجب ترکیب المانهای سازه با یکدیگر شده و باعث افزایش سختی طولی سازه می‌شود. همچنین اگر این عرشه در تراز پایین‌تری قرار گیرد می‌تواند به عنوان یک سکوی کاهنده فشار عمل نموده که سربار آن موجب ایجاد ممان مقاوم برای کل سازه می‌گردد.

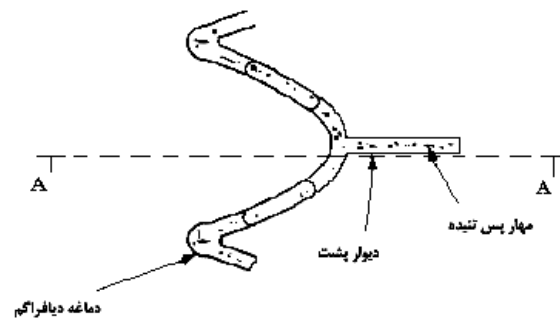
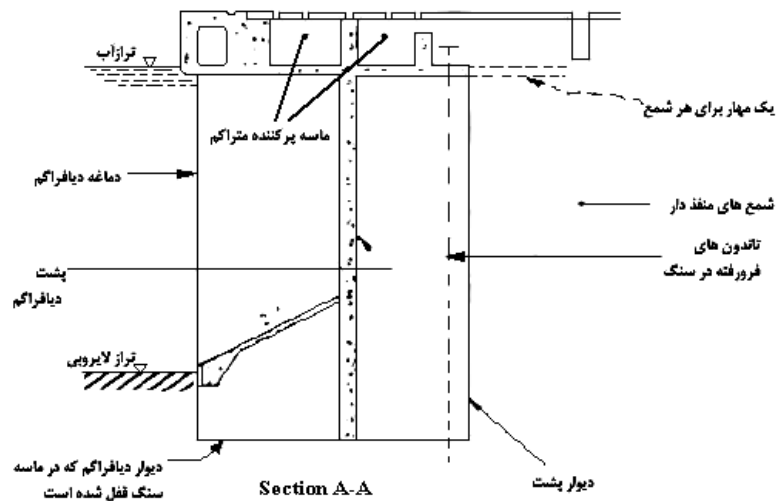
وقتی این دیوارها با فرض احداث بر روی یک پی گسیخته نشده طراحی می‌شود، فشار خاک ممکن است فشار در حال سکون باشد. مقاومت اضافی در مقابل واژگونی و لغزش را می‌توان با استفاده از مهارهای عمودی به دست آورد.

از لغزش عمودی در محل اتصال و درز صفحات می‌توان با استفاده از اتصالات برشی مناسب و یا یک سکوی محکم و صلب که جهت حمل ریلهای جرتقیل خواهد بود، جلوگیری کرد. همچنین اتصالات

مناسب می‌تواند به نحوی پیش‌بینی گردد تا در مقابل کشش در پشت‌بندها هنگامی که شامل بیش از یک صفحه (پانل) می‌باشند، مقاومت نمایند.

مسلح نمودن بتن در صفحاتی که فقط تحت بارهای فشاری می‌باشند، می‌تواند حذف گردد به شرطی که این صفحات به شکل انفرادی در مقابل کماتش پایدار باشند.

زهکش در میان بخش فوقانی دیوار دیافراگمی و یا در قسمت تحتانی تیر سرسازی بتنی درجا با استفاده از فیلترهای مناسب می‌بایست پیش‌بینی گردد.



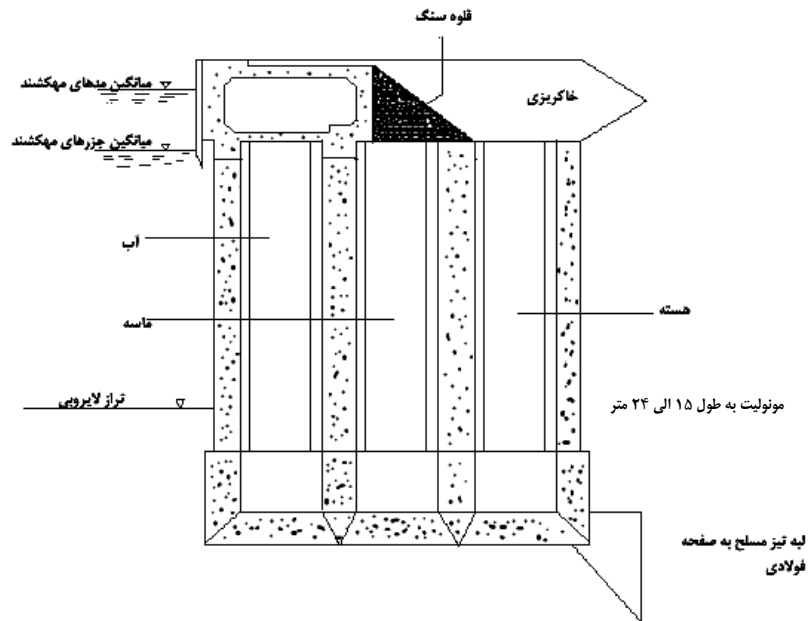
شکل ۵-۱۴ دیوارهای پهلوگیر دیافراگمی

◀ ۵-۱۲ مونولیتها

مونولیت، که با عنوان صندوقه‌های باز نیز شناخته می‌شوند، مستقیماً بر روی محل نهایی خود ساخته می‌شوند، بدین صورت که با بالارفتن دیوارها در هر مرحله، سازه به داخل زمین فرو برده می‌شود. عموماً، مونولیتها با استفاده از بتن حجیم و یا بتن کم آرماتور ساخته می‌شود. ساخت مونولیت با اجرای لبه‌های تیز آغاز می‌شود. دیوارها در خشکی (بالای سطح آب) ساخته می‌شوند و همواره یک مرحله بین ساخت دیوار و مستغرق نمودن سازه فاصله می‌باشد، به طوری که همیشه بخش فوقانی دیوار بالاتر از سطح آب می‌باشد. اجرای مونولیتها تا هر عمقی امکانپذیر بوده به شرط آنکه، فشار افقی خاک قابل تحمل باشد. هنگامی که ساخت دیواره‌های مونولیت پایان پذیرفت، کف‌بند بتنی درجا در کف مونولیت ریخته شده و سپس داخل مونولیت با ملات کم‌مایه بتنی تا جایی که لازم است پر می‌گردد. سپس درزهای بین مونولیتها آب‌بندی شده و کلاhek در جای بتنی ساخته می‌شود. نمونه‌ای از مونولیتها در شکل ۵-۱۵ نشان داده شده است.

مونولیتها جهت احداث اسکله در آبهای عمیق و بر روی زمین کم‌مقاومت و ضعیف و یا بر روی خاکریز مناسب می‌باشد. در مواردی که احتمال برخورد به موانع در زمین وجود دارد، مستغرق کردن و فرو بردن مونولیت در زمین همراه با مشکلات خواهد بود. در صورتی که مونولیتها بر روی یک بستر سنگی شیب‌دار قرار داده می‌شوند، تمهیدات مخصوص جهت به دست آوردن یک تکیه‌گاه صاف و هموار ضروری می‌باشد. با توجه به طبیعت این نوع اجرا، نصب دقیق و عمودی نمودن مونولیتها را نمی‌توان تضمین نمود.

این شکل از اجرا معمولاً پر هزینه و گران قیمت بوده و احتمالاً یک روش اقتصادی ساخت فقط بر روی زمینهای سست می‌باشد. در ساختگاههایی که در آنها جریان آب زیرزمینی وجود دارد، مونولیتها مناسب‌تر از دیوارهای دیافراگمی خواهد بود.



شکل ۵-۱۵ مونولیت

۵-۱۲-۱ شکل مونولیتها

مونولیتها از نظر شکل پلان شبیه به صندوقه‌ها (کیسونها) ساخته می‌شوند. از آنجایی که این نوع سازه از بتن حجیم و یا بتن کم‌آرماتور ساخته می‌شود، دیوارها ضخیم‌تر خواهند بود. پنجه دیوارهای بیرونی (پیرامونی) شامل یک لبه تیز از بتن و یا فولاد می‌باشد. بخش پایینی قسمت داخلی مونولیت می‌باید به نحوی شکل داده شده و یا باریک گردد تا در فرو رفتن سازه در خاک و همچنین خاکبرداری کمک نماید و قفل و بستی هم برای کف‌پوش بتنی در کف سازه مهیا سازد. دیوارهای داخلی می‌بایست حداقل نیم متر کوتاه‌تر از لبه تیز دیوارهای بیرونی ساخته شوند.

۵-۱۲-۲ مستغرق نمودن و کف‌پوش کردن

بخش داخل مونولیت معمولاً به وسیله چنگک، خاکبرداری شده و در صورت وجود موانع در مسیر لبه‌های تیز دیوارهای بیرونی، این موانع توسط غواص برطرف می‌گردد.

فرو بردن مونولیت در زمین می‌تواند همراه با بتونیت به منظور کاهش اصطکاک بین دیواره بیرونی و خاک و یاجتینگ (هوای فشرده) در خاکهای دانه‌ای و یا توسط افزایش وزن با وزنه‌گذاری بر روی دیوارهای مونولیت باشد. در خاکهای چسبنده، می‌توان وزن مؤثر مونولیت را با پمپاژ آب و خشک نمودن داخل مونولیت افزایش داد. در خاکهای دانه‌ای انجام این کار ممکن است خطر جوشش ماسه را به همراه داشته باشد و باید از آن پرهیز نمود. عمل فرو بردن و استقرار مونولیت می‌بایست با دقت کنترل گردد تا حالت قائم مونولیت، حتی‌الامکان حفظ گردد.

رواداری مجاز در مورد محل قرارگیری در پلان، برابر $0.3 \pm$ متر و برای عمودی بودن برابر $1:100$ می‌باشد.

پس از فرو رفتن مونولیت و استقرار در محل مورد نظر و خاکبرداری داخل آن، کف خاکبرداری توسط غواص و یا با خشک نمودن، تمیز و تسطیح می‌گردد. سپس کف‌پوش بتنی که می‌بایست قابلیت کافی برای آب‌بندی کف را داشته باشد احداث می‌گردد. کف‌پوش را می‌توان در دو مرحله، یک مرحله در زیر آب و مرحله بعد در خشکی اجرا کرد.

۵-۱۲-۳ خاکریزی و اجرای درزها بین واحدها و تیر سرسازی‌گذاری

با توجه به ملاحظات مربوط به پایداری سازه می‌توان سلولها را خاکریزی نمود و یا آنها را خالی گذاشت. فضای بین مونولیتها که نوعاً 0.5 تا 3 متر می‌باشد را می‌توان با استفاده از شمع، آب‌بندی نمود. همچنین این فاصله را می‌توان خاکبرداری کرده و سپس با بتن پر نمود.

به جای استفاده از یک آب‌بند بتنی ممتد، می‌توان با استفاده از یک ردیف شمع پیش‌ساخته، این فضا را پر نموده و اگر انتظار حرکت و تغییر مکان مونولیتها وجود دارد، از یک آب‌بند شنی انعطاف‌پذیر می‌توان به جای بتن استفاده نمود. بعد از خاکریزی و اجرای درزها، کلاhek بتنی درجا را می‌توان اجرا نمود.

◀ ۵-۱۲-۴ طراحی دیوار مونولیت

- طراحی مونولیتها باید برای تأمین پایداری سازه در تمام مراحل ساخت و بهره‌برداری انجام گیرد. کاهش چسبندگی بین دیوار و خاک در صورت به کار بردن بنتونیت جهت فرو بردن سازه می‌بایست در نظر گرفته شود.
- ابعاد کلی مونولیت بر اساس نیازهای هندسی و بارگذاری در وضعیت نهایی و در محدوده‌ای که تراز پی قابل قبول است، تعیین می‌گردد. پایداری کلی را در صورت لزوم می‌توان با استفاده از مهاربندی افزایش داد. توزیع بار در زیر کف را می‌بایست بررسی و کنترل نموده و تراز پی می‌بایست در سطحی قرار گیرد، که مصالح نتوانند در اثر آب‌شستگی از زیر مونولیت خارج شوند.
- کف‌بند بتنی باید در مقابل حداکثر نیروهای زیر فشار که در سطح پی اتفاق می‌افتد طراحی گردد.
- دیوارهای بتنی برای تمام شرایط فشار افقی خاک طراحی شده و می‌بایست وجود تکیه‌گاههای غیر هموار را در زیر لبه‌های تیز مونولیت در هنگام مستغرق نمودن، در نظر داشت.
- در حالت نهایی، وجود کف‌بند بتنی شکل‌گیری یک تکیه‌گاه مسطح را تضمین می‌نماید.
- جابه‌جایی از دست رفتن خاک مجاور مونولیت هنگام خاکبرداری ممکن است موجب نشست و یا کج شدن سازه گردد. هنگام طراحی، این حرکات می‌بایست پیش‌بینی گردند. در مناطق زلزله‌خیز، خاکهای سست می‌بایست قبل از اجرای سازه متراکم گردند.



اسکله‌های شمع و عرشه

۱-۶ کلیات

اسکله‌ها از لحاظ جانمایی به دو دسته کنار ساحل و جدا از ساحل دسته‌بندی می‌شوند. اسکله‌های کنار ساحل موازی و متکی به ساحل هستند به گونه‌ای که امکان پهلوگیری از یک سمت را دارند. اسکله‌های جدا از ساحل که راستای آنها از ساحل به سمت دریا است، امکان پهلوگیری از دو طرف را دارند در نوع Pier اسکله به ساحل متصل می‌شود ولی در نوع Jetty اتصال اسکله به ساحل از طریق پل دسترسی صورت می‌گیرد.

۲-۶ مصالح ساخت اسکله

۱-۲-۶ مصالح ساخت زیرسازه

۱-۱-۲-۶ شمعهای بتنی

۱-۱-۱-۲-۶ شمعهای پیش ساخته

این شمعها یا کوبیده می‌شوند و یا در سوراخهایی که قبلاً حفر گردیده‌اند قرار داده می‌شوند. در صورتی که این شمعها در فاصله‌ای دور از سایت ساخته می‌شوند طول آنها باید به ۲۰ متر محدود گردد و اگر طول بیشتری مورد نیاز است، باید قطعات را با استفاده از تزریق دوغاب سیمان در بست بین دو قطعه شمع یا رزین اپوکسی به هم متصل کرد. لازم به ذکر است که اتصالات باید در برابر ممان وارده و همچنین در برابر خوردگی مقاومت داشته باشند.

۲-۱-۱-۲-۶ شمعهای پیش تنیده

توضیحات داده شده در بند الف، در این بند نیز باید مد نظر قرار گیرد. این نوع شمعها نسبت به شمعهای گروه الف دارای سطح مقطع کوچکتر بوده و مقاومت بیشتری در برابر تنشهای کششی در طول حمل، کوبیدن و بهره‌برداری از خود نشان می‌دهند.

۶-۲-۱-۱-۳ شمعه‌های ساخته شده در محل (بتن درجا)

در مورد سازه‌های دریایی، استفاده از این نوع شمعه توصیه نمی‌شود. در موارد استثنایی استفاده از آنها با ملاحظات ذیل صورت می‌گیرد (به بخشهای دوم و سوم آیین‌نامه مراجعه گردد).

۶-۲-۲-۲ مصالح ساخت و سیستم سازه‌ای روسازه

۶-۲-۲-۱ عرشه بتنی

بسته به مقدار بارگذاری، مشکلات اجرایی و زمان اجرا، سیستم سازه‌ای مناسب برای عرشه انتخاب می‌شود (دال تخت یا قارچی، دال و تیرهای یک‌طرفه، دال و تیرهای دو طرفه). در مواردی که احتیاجی به کف، جهت عبور و مرور افراد و وسایل نقلیه نیست، از عرشه باز (عرشه بدون دال) استفاده می‌گردد. عموماً از این نوع عرشه‌ها به عنوان تکیه‌گاهی برای انتقال کالاهای فله‌ای استفاده می‌شود. در موارد مربوط به طراحی از آیین‌نامه‌های سازه‌های بتنی استفاده گردد.

۶-۲-۲-۲ عرشه بتن و فولاد

در جاهایی که بارهای وارده به صورت معمولی افزایش نمی‌یابند و یا در جاهایی که ساخت سریع، مد نظر است، استفاده از تیرهای فولادی نسبت به تیرهای بتنی برتری دارند البته در کارهای فولادی باید توجه ویژه‌ای به مسئله خوردگی داشت. در حالتی که بارها بیش از بارهای ترافیکی است (بارهای سنگین) در روسازه‌های اسکله، استفاده از این تیپ عرشه مقرون به صرفه نیست.

۶-۲-۲-۳ عرشه چوبی

سازه‌هایی که بارهای کمی را تحمل می‌کنند، کاملاً از چوب ساخته می‌شوند (همه اعضا) و یا فقط عرشه آنها از چوب ساخته می‌شود و روی تیرهای فولادی یا بتنی قرار می‌گیرند. کاربرد عرشه‌های چوبی در سازه‌هایی مناسب است که برای قایقهای ماهیگیری و تفریحی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

◀ ۳-۶ سیستم سازه‌ای اسکله

بسته به مصالح ساخت، شرایط زمین و قاب‌بندی، پاسخ سازه به بارهای افقی متفاوت خواهد بود. لذا از این جهت، اسکله‌ها به دو دسته صلب و انعطاف‌پذیر تقسیم‌بندی می‌شوند. اسکله‌هایی که در آنها از شمعهای مایل به منظور تحمل بارهای افقی استفاده می‌شود عمدتاً به صورت صلب عمل می‌کنند و در اسکله‌هایی که در آنها فقط از شمعهای قائم استفاده می‌شود، بسته به مهار جانبی آنها در مواردی صلب و در مواردی انعطاف‌پذیر عمل می‌کنند.

◀ ۱-۳-۶ اسکله صلب

هرگاه نیروهای افقی قابل توجهی به سازه اسکله وارد شوند ($\alpha > 15'$) که در آن α زاویه نیروهای برآیند با امتداد قائم می‌باشد، بهتر است از شمعهای مایل متقاطع استفاده گردد در اسکله صلب با شمعهای مایل متقاطع، آنالیز نیروها با استفاده از روشهای استاتیکی و با فرض نیروهای محوری در شمعهای مایل می‌تواند صورت بگیرد. در تحلیل سازه اسکله صلب، با فرض مفصل در قسمت انتهایی بالایی شمعهای مایل، نیروهای محوری در آنها متمرکز خواهد شد.

◀ ۲-۳-۶ اسکله انعطاف‌پذیر

طبق توصیه Berezartser (1961) هرگاه زاویه نیروهای برآیند با امتداد قائم $\alpha < 5'$ باشد شمعهای عمودی جوابگو بوده و اسکله انعطاف‌پذیر حاصل خواهد شد. جهت تحلیل نیروها در شمعهای قائم، ۳ درجه آزادی تغییر مکان و ۳ درجه آزادی دوران در نظر گرفته می‌شود. تحلیل سازه اسکله‌های انعطاف‌پذیر با استفاده از برنامه‌های کامپیوتری که توانایی تحلیل قابهای فضایی را دارند صورت می‌گیرد. لازم به توضیح است که برای زوایای $5' < \alpha < 15'$ می‌توان از شمعهای مایل موازی نیز استفاده نمود و ملاحظات فوق جهت انتخاب نوع اسکله با توجه به مسائل ژئوتکنیکی و امکانات اجرایی می‌تواند متغیر باشد.

در طراحی اسکله باید به موارد زیر توجه کرد.

۱-۲-۳-۶ اندازه هر قطعه اسکله و نحوه قرارگیری شمعها

اندازه هر قطعه اسکله، فاصله شمعها و فاصله ردیف شمعها بر اساس عوامل ذیل تعیین می‌گردند:

- ۱- عرض عرشه
 - ۲- موقعیت قرارگیری انبارها
 - ۳- وضعیت دیوارهای ساحلی موجود
 - ۴- پایداری کف دریا، به ویژه شیب کف
 - ۵- مسائل اجرایی نظیر ظرفیت ریختن بتن
 - ۶- مقدار سربار، بار زنده و ابعاد تجهیزات برای بارگیری
- تذکره** - ضربه‌گیرها و تجهیزات مهار کننده باید طوری قرار داده شوند که بارهای غیر عادی خارجی فقط بر یک بلوک از اسکله اثر نمایند.

۱-۲-۳-۶ ابعاد عرشه

ابعاد عرشه با توجه به موارد زیر، مشخص می‌شود:

- ۱- فاصله بین شمعها و ابعاد آن
- ۲- مقدار سربار و بار زنده
- ۳- تراز آب در حالت مد
- ۴- مسائل اجرایی
- ۵- وضعیت زمین
- ۶- نحوه قرارگیری تجهیزات مهار کننده
- ۷- نحوه قرارگیری، نوع و ابعاد ضربه‌گیرها



اسکله‌های شناور

◀ ۷-۱ کلیات

◀ ۷-۱-۱ نگاه کلی

این نوع اسکله معمولاً شامل صندوقه‌های شناور می‌باشد که توسط زنجیرهای مهاری، مهار می‌شوند. در این فصل روش طراحی این سازه در مکانهایی که تحت اثر موج و جریانهای جزر و مدی ناچیزی قرار دارند، ارایه می‌گردد.

متداول‌ترین نوع صندوقه‌ها، صندوقه‌های فلزی می‌باشند، البته صندوقه بتنی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. صندوقه‌های فلزی، سبک‌تر از صندوقه‌های بتنی هستند ولی مراقبت بیشتری نیاز دارند.

◀ ۷-۱-۲ مراحل طراحی اسکله‌های شناور

مراحل طراحی این نوع اسکله به صورت زیر می‌باشد:

- ۱- تعیین شرایط طراحی
- ۲- نحوه قرارگیری اسکله شناور
- ۳- طراحی پل دسترسی و پل اتصال
- ۴- فرض ابعاد صندوقه شناور
- ۵- برآورد نیروهای خارجی وارد بر صندوقه شناور و در صورت لزوم، رجوع به مرحله (۴)
- ۶- کنترل ارتفاع آزاد و پایداری صندوقه شناور و در صورت لزوم، رجوع به مرحله (۴)
- ۷- طراحی دال سقف، دال کف، دیوارهای خارجی، دیوارهای جدا کننده و قابهای نگهدارنده صندوقه

شناور

- ۸- فرض نحوه مهار صندوقه‌ها
- ۹- طراحی اعضای مهاری و در صورت لزوم رجوع به مرحله (۸)
- ۱۰- طراحی لنگر و در صورت لزوم رجوع به مرحله (۸)
- ۱۱- طراحی جزییات

◀ ۳-۱-۷ جانمایی

در جانمایی اسکله‌های شناور بایستی به مسائل سهولت مانور کشتیها، مهاربندی اسکله شناور، ایمنی و امکان لایروبی توجه نمود.

◀◀ ۲-۷ طراحی صندوقه شناور

◀ ۱-۲-۷ ابعاد فیزیکی

این سازه بایستی دارای مساحت و عمق آزاد کافی برای تخلیه و بارگیری و عبور افراد باشد.

◀ ۲-۲-۷ نیروهای خارجی

نیروهای خارجی وارد بر سازه عبارتند از:

- ۱- بار مرده
- ۲- سربار و بار زنده
- ۳- نیروی عکس‌العمل پل اتصال و پل دسترسی
- ۴- فشار آب
- ۵- وزنه تعادل
- ۶- نیروهای محیطی موج، جریان و باد
- ۷- نیروهای پهلوگیری
- ۸- نیروهای مهار

◀ ۳-۲-۷ حالت‌های بارگذاری

طراحی بایستی بر اساس بحرانی‌ترین حالت بارگذاری زیر انجام شود:

- ۱- بارهای (۱) تا (۵) بند (۲-۲-۷) نیروهای محیطی در حالت عادی + نیروهای پهلوگیری یا مهار
- ۲- بارهای (۱) تا (۵) بند (۲-۲-۷) + نیروهای محیطی در حالت طوفانی

۳-۷ پایداری صندوقه‌های شناور

۱- این سازه بایستی تحت اثر نیروی عکس‌العمل پل دسترسی، سربار کامل روی عرشه و نشت مقداری آب به داخل صندوقه، پایداری خود را به صورت شناور حفظ نموده و دارای ارتفاع آزاد کافی باشد.

۲- در حالتی که سربار بر نصف عرض عرشه و در سرتاسر طول آن اثر نموده و در صورتی که نیروی عکس‌العمل پل دسترسی در صورت وجود، در بدترین حالت وارد شود، بایستی صندوقه در مقابل نیروی عکس‌العمل پل دسترسی و سربار به حالت شناور پایدار بوده و حداکثر شیب کج‌شدگی عرشه ۱:۱۰ باشد، در این حالت حداقل ارتفاع آزاد می‌تواند صفر باشد.

۳- در آزمایشهای پایداری صندوقه، حداکثر عمق آب تخلیه شده از صندوقه می‌تواند (۱۰٪) ارتفاع صندوقه باشد و در این وضعیت باید حداقل ارتفاع آزاد ۰/۵ متر باشد.

۴-۷ طراحی اجزای صندوقه شناور

۱-۴-۷ دال سقف

دال سقف را باید به صورت دال دو طرفه‌ای که از هر چهار طرف توسط نیروهای تقویت کننده و دیوارهای جانبی، گیردار شده است و برای حالت‌های بارگذاری زیر، طراحی نمود (طراحی بایستی برای بحرانی‌ترین حالت بارگذاری انجام شود).

۱- حالتی که فقط سربار روی صندوقه اثر نماید:

- سربار + بار مرده

۲- حالتی که فقط بار زنده روی صندوقه اثر نماید:

- بار زنده + بار مرده

۳- حالتی که نقطه اتکای پل دسترسی مستقیماً روی صندوقه قرار گرفته باشد (بدون وجود دکل تنظیم کننده).

نیروی عکس‌العمل پل دسترسی + بار مرده

◀ ۷-۴-۲ دیوارهای جانبی

دیوار جانبی را باید به صورت دال دو طرفه که از چهار طرف توسط دال کف، دال سقف و دیوارهای جانبی یا تیرهای تقویت کننده گیردار شده‌اند و در مقابل فشار هیدروستاتیکی آب در حالتی که صندوقه طوری غوطه‌ور شده باشد که $0/5$ متر آب روی دال سقف آن وجود داشته باشد، طراحی نمود.

◀ ۷-۴-۳ دال کف

دال کف را باید به صورت دال دوطرفه که از چهار طرف توسط دیوارهای جانبی یا تیرهای تقویت کننده گیردار شده باشد و در مقابل فشار هیدرواستاتیکی آب در حالتی که صندوقه طوری غوطه‌ور شده باشد که $0/5$ متر آب روی دال سقف آن وجود داشته باشد، طراحی نمود.

◀ ۷-۴-۴ دیوارهای جدا کننده

دیوار جدا کننده را باید به صورت یک دال که از هر چهار طرف گیردار شده باشد و در مقابل فشار آب در حالتی که یک سلول پر از آب باشد، طراحی نمود.

◀ ۷-۴-۵ قابهای نگهدارنده

تیرهای تقویتی دال سقف، دال کف و دیوارهای جانبی و تقویت کننده‌های میانی را باید به صورت یک قاب صلب جعبه‌ای در مقابل حداکثر بار اعمالی وارد بر صندوقه شناور طراحی نمود.

◀◀ ۷-۵ طراحی اعضای مهاری

◀ ۷-۵-۱ بارهای خارجی

در طرح این سازه‌ها بارهای خارجی زیر بایستی در نظر گرفته شوند:

- ۱- نیروی پهلوگیری کشتیها
- ۲- نیروی ناشی از مهار کشتیها
- ۳- نیروی موج و باد

۴- نیروی ناشی از جریان جزر و مدی

۷-۵-۲ ◀ حالت‌های بارگذاری

بایستی بحرانی‌ترین حالت بار را از بین موارد زیر در نظر گرفت:

- ۱- نیروی ناشی از پهلوگیری کشتی + نیروی ناشی از جریان جزر و مدی
- ۲- نیروی ناشی از مهار کشتی + نیروی ناشی از جریان جزر و مدی
- ۳- نیروی موج و باد + نیروی ناشی از جریان جزر و مدی

۷-۵-۳ ◀ ملاحظات نصب مهارى

این سازه‌ها باید در چهار گوشه صندوقه در سوراخهایی که برای آنها تعبیه شده است قرار گیرند و در کف دریا توسط لنگر مهار شوند. قطر این سوراخها باید طوری تعیین شود که در موقع مد، در مقابل نیروهای خارجی بند (۷-۵-۱) بریده نشوند.

۷-۶ ◀◀ طراحی لنگرها

این اجزا در مقابل حداکثر نیروی کنششی اعمالی بر اعضای مهارى طبق بند (۷-۵-۱) طرح می‌شوند. وزن و نحوه نصب این اجزا، باید طوری باشد که در مقابل اعمال نیروهای خارجی، پایدار باقی بماند.

۷-۷ ◀◀ طراحی پل دسترسی و پل اتصال

ابعاد و زاویه کج‌شدگی پل دسترسی و پل اتصال بایستی به حدی باشد که ظرفیت عبور کالا و سوار شدن افراد را محدود ننماید. این اجزا بایستی مطابق یکی از آیین‌نامه‌های پل‌سازی، طراحی شوند.

۷-۸ ◀◀ طراحی دکل تنظیم کننده

این سازه را بایستی طوری طراحی نمود که در مقابل عکس‌العمل پل دسترسی و نیروی زلزله، ایمن باشد.



ستونهای مهاربند (دولفین)

۸-۱ کلیات

دولفینها، سازه‌ها و به عبارت بهتر ستونهایی هستند که بر حسب مورد برای پهلوگیری، مهاربندی و یا کمک به مانور شناورها مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این فصل کلیات مورد بحث قرار می‌گیرد. برای اطلاعات تکمیلی لازم است به بحث ضربه‌گیری و مهاربندی رجوع شود.

۸-۲ انواع دولفینها

۸-۲-۱ از نظر کاربری

دولفینها از نظر کاربری به سه دسته تقسیم می‌شوند:

۸-۲-۱-۱ دولفینهای پهلوگیر

این سازه‌ها معمولاً در رأس اسکله‌های جدا از ساحل برای کمک به پهلوگیری و ضربه‌گیری، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۸-۲-۱-۲ دولفینهای مهاربند

این سازه در مواردی که در رأس اسکله‌های جدا از ساحل، طول شناور بزرگتر از طول پهلوگیر باشد، برای مهاربندی شناور مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۸-۲-۱-۳ دولفینهای مانور

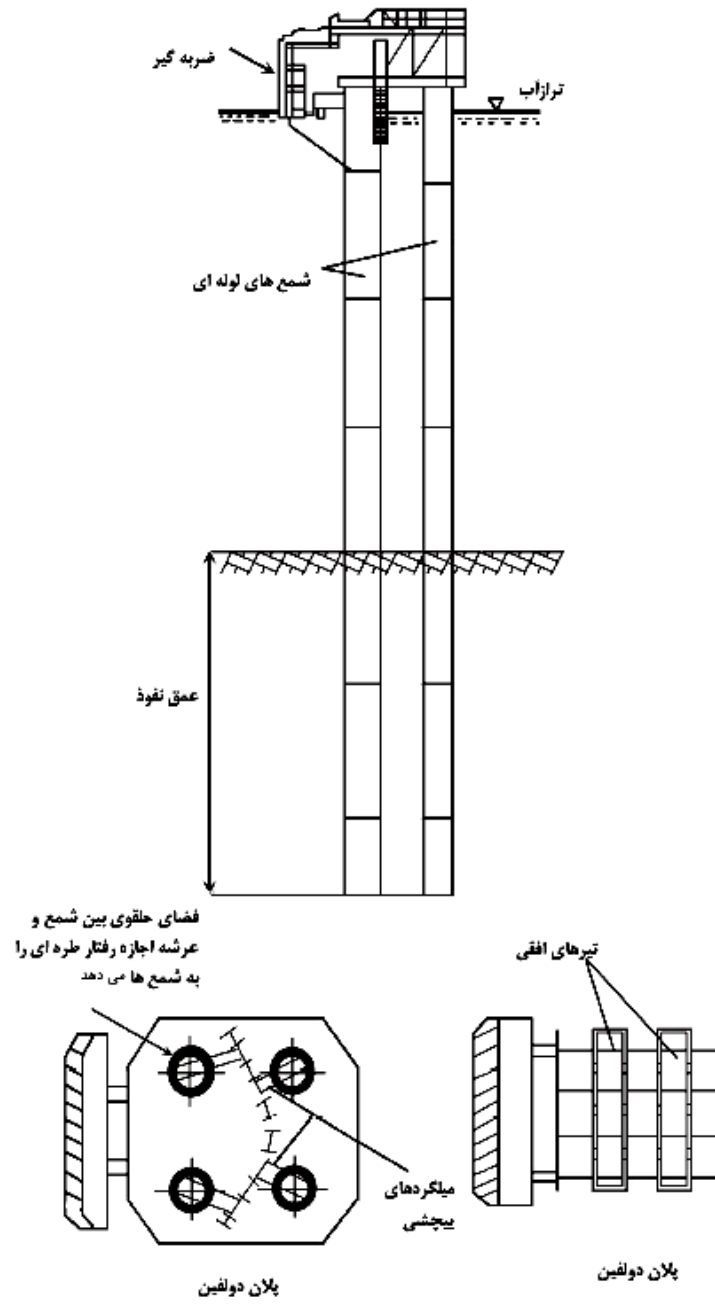
این سازه برای مانور شناور و چرخیدن شناور حول آن جهت کمک به تخلیه و بارگیری از نظر دسترسی به دو طرف شناور مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۸-۲-۲ از نظر سختی

دولفینها از نظر سختی به دو دسته تقسیم می‌شوند:

۸-۲-۱ دولفینهای انعطاف‌پذیر

معمولاً این سازه از گروهی شمع با یک کلاهک صلب بتنی و یا یک قاب محکم تشکیل شده است. یک شمع قائم‌قطر نیز می‌تواند دولفین انعطاف‌پذیر به شمار آید. در مواردی که بار وارده کوچک باشد می‌توان از شمع چوبی نیز استفاده کرد (شکل ۸-۱).



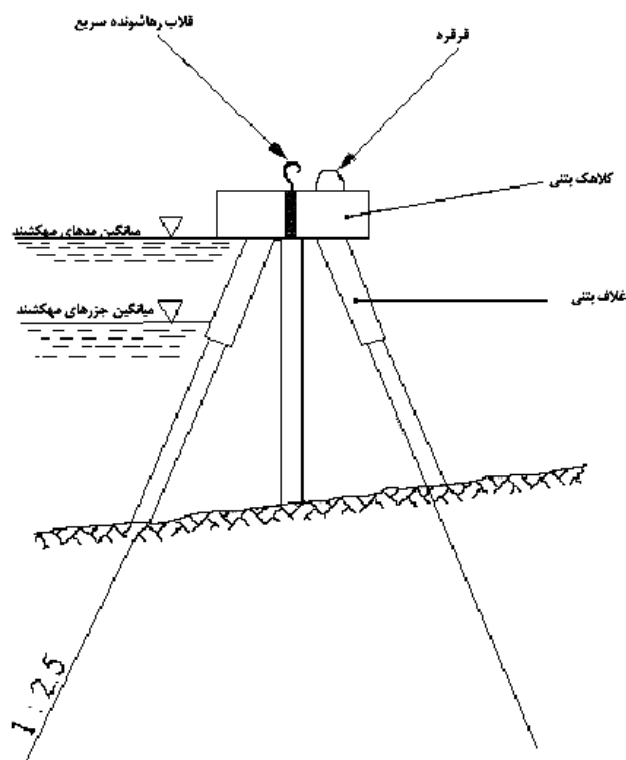
شکل ۸-۱ نمونه‌هایی از دولفینهای انعطاف پذیر

۲-۲-۸-۲ دولفینهای صلب

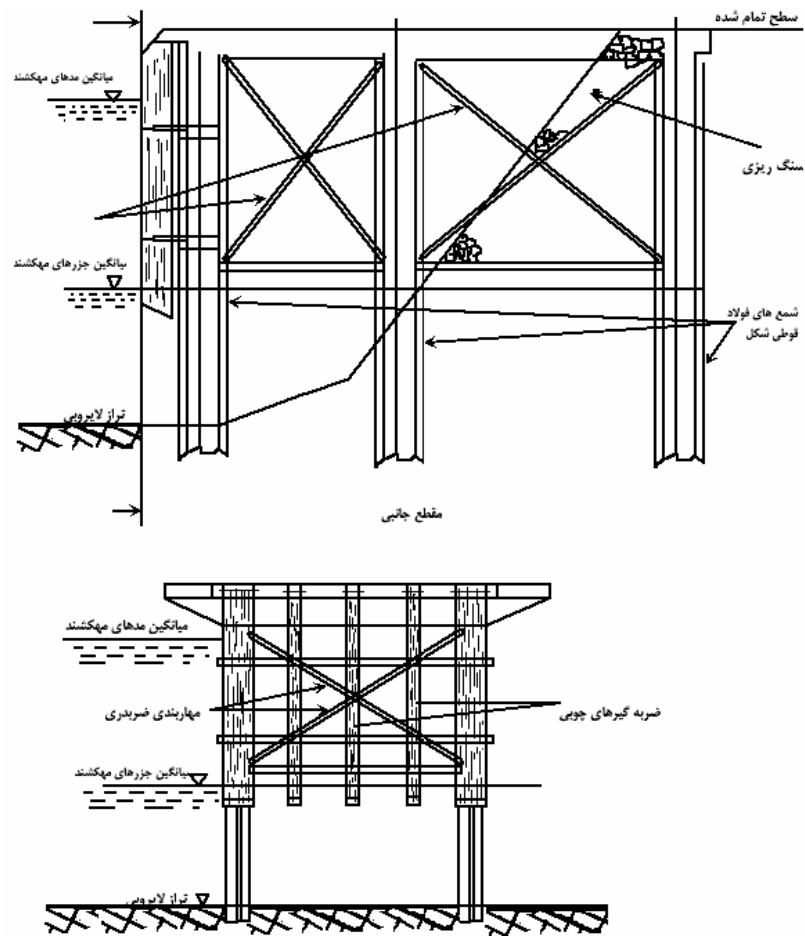
سازه‌هایی هستند که به واسطه حجیم بودن و یا اتصالات قطری قابها، سازه‌های صلب به شمار می‌آیند و از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- گروهی شمعه‌های مایل و قائم با کلاهک بتنی.
- گروهی شمعه‌های محکم شده با قابهای قطری.
- گروهی شمعه‌های عمودی با کلاهک بتنی که به ساحل متصل هستند.
- صندوقه‌های حجیم بتنی.
- سلولهای شمعی فولادی.

نمونه‌هایی از دولفینهای صلب در شکل (۲-۸) نشان داده شده‌اند.



شکل ۲-۸ نمونه‌هایی از دولفینهای صلب



ادامه شکل ۸-۲ نمونه‌هایی از دولفینهای صلب

۳-۲-۸ انتخاب سازه

انتخاب سازه به فاکتورهای بحث شده در قسمت ۳-۲ بستگی دارد و معایب و مزایای انواع سازه‌ها در فصل چهارم مورد بحث قرار گرفته است. در صورت استفاده از گروهی از شمعها، مقاومت در برابر نیروی بالابرنده که توسط بارگذاری افقی ایجاد می‌شود، مورد توجه خاص قرار گیرد.

انعطاف‌پذیری سازه بایستی در ارتباط با عملکرد و نوع کارایی پهلوگیر بررسی شود. دولفین پهلوگیر می‌تواند انعطاف‌پذیر باشد. در صورتی که دولفین مهاربند باید به اندازه‌ای صلب باشد که کابل‌های مهاربندها در حالت کشش باقی بماند. در پایانه کشتیهای کانتینربر و حمل وسایل نقلیه، انعطاف‌پذیری دولفینهای پهلوگیر تحت تأثیر عملکرد سیستم قرار دارد.

۳-۸ بارگذاری

بارهای ذیل جهت طراحی سازه باید در نظر گرفته شوند:

- نیروی ناشی از پهلوگیری کشتی.
- نیروی ناشی از مهاربندی کشتی.
- نیروی ناشی از بار مرده و زنده.
- نیروی زلزله.
- نیروی باد و موج.

۴-۸ طراحی دولفینهای انعطاف‌پذیر

اساس طراحی دولفینهای انعطاف‌پذیر برای مقابله با انرژی جنبشی پهلوگیری و تغییر مکان افقی رأس شمع می‌باشد. این تغییر شکل افقی سازه و ضربه‌گیرها (در صورت وجود) تحت بارگذاری، حداکثر نباید از ۱/۵ متر تجاوز کند. برای ساخت دولفینهای انعطاف‌پذیر می‌توان از تیوپ فولادی با تنش تسلیم بالا و بتن پیش‌تنیده استفاده کرد. در مورد استفاده از شمعهای فولادی H شکل، باید به ضعف آنها در جهت محور کوچکتر توجه نمود.

۵-۸ طراحی دولفینهای صلب

جهت حداکثر بهره‌برداری بهتر است شمعها به مقدار کافی مایل باشد، اما باعث تصادف با شناور نشود. محور شمعها، باید به صورتی قرار گیرد که در پلان حداقل دو تقاطع وجود داشته باشد و به منظور

کاهش پیچش، نحوه قرار گرفتن شمعها طوری باشد که مرکز الاستیک گروه شمعها نزدیک برابند بارگذاری باشد.

اثر ثابت نمودن رأس و پنجه در طراحی اولیه در نظر گرفته نمی‌شود اما در طرح نهایی باید بررسی گردد. ممان خمشی و نیروهای داخلی توسط مدل‌های کامپیوتری سه بعدی تحلیل می‌گردند.

۸-۶ محدود نمودن نیروی بالابرنده

نیروی بالابرنده آب، نیروی مهمی است که ظرفیت باربری افقی دولفین را کم می‌کند. برای مقابله با این نیرو، یک کلاهدک بتنی حجیم که معمولاً ۱/۵ تا ۲/۵ متر ضخامت دارد، در نظر گرفته می‌شود.

۸-۷ پایداری کلی

ضریب اطمینان برای پایداری کلی سازه در حالت بارگذاری فوق‌العاده ۱/۱ می‌باشد. دستورالعمل طراحی اعضای سازه، عیار بتن و تنش مجاز برای شمعها در فصل ششم بحث شده است.

۸-۸ تجهیزات مهاربندی

تجهیزات مهاربندی که بر روی دولفینها باید فراهم شوند، بستگی به نوع، اندازه شناور، تجهیزات روی شناور، شرایط محیطی، تجربه عملکرد بندر و نیروی کار دارد.

در مواردی که بارگذاری بزرگ مورد انتظار است، کابلهای مهاربندی بایستی به تجهیزات اندازه‌گیری متصل به اتاق کنترل مجهز باشد.

ضریب اطمینان در مقابل تنش تسلیم و نهایی مصالح به ترتیب ۱/۲۵ و ۲/۵ می‌باشد.

۸-۹ دسترسی و فضای کار**۸-۹-۱ دسترسی**

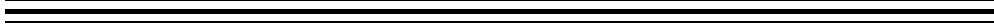
دسترسی به دولفینها برای استفاده از تجهیزات آن با استفاده از یکسری پیاده‌روها از طریق رأس جتی‌ها می‌باشد. پیاده‌روها باید در جایی قرار بگیرند که از تصادف با شناور جلوگیری شود. همه دولفینها باید مجهز به نردبان باشند و این نردبانها در قسمتی که شناور پهلوگیری نمی‌کند جاگذاری می‌شود.

شیب‌راهه‌ها و راههای دسترسی در فصول یازدهم و دوازدهم بررسی می‌شوند.

۸-۹-۲ فضای کار

در دولفینها یک فضای کاری مناسب در نظر گرفته می‌شود. این فضا حداقل ۱/۵ متر حول قلاب اصلی و ۱ متر حول بولاردها می‌باشد. همه فضاهای کاری باید خشک و روشن باشند.

۹



ضربه گیر

۹-۱ کلیات

عموماً برای جلوگیری از خسارت ناشی از برخورد شناور و اسکله در زمان پهلوگیری، خصوصاً هنگام پهلوگیری شناورهای بزرگ، سیستم ضربه‌گیر در اسکله‌ها تدارک دیده می‌شود. در این بخش، اصول کلی حاکم بر ضربه‌گیری، شرایط ضربه‌گیری، اصول پهلوگیری، مبانی طراحی ضربه‌گیرها، محدوده سرعت شناورها در هنگام پهلوگیری، انرژی پهلوگیری، عکس‌العمل و توزیع نیروها، ضریب اطمینان، انتخاب ضربه‌گیر مناسب برای انواع اسکله‌ها و نهایتاً انواع ضربه‌گیرها و معایب و مزایای هر کدام مورد مطالعه قرار می‌گیرد.

۹-۲ اصول کلی

به طور کلی با توجه به نحوه استفاده و بهره‌برداری از اسکله از نقطه‌نظر پهلوگیری، طراح باید کلیه پارامترهای دخیل را دقیقاً بررسی نموده و نهایتاً نیاز و یا عدم نیاز به تجهیزات ضربه‌گیر را مشخص نماید. طراحی باید به گونه‌ای باشد که پهلوگیری را بدون خسارت به اسکله و کشتی امکانپذیر نموده و سیستم مورد نظر نیروهای وارده در جهت پیش‌بینی نشده را نیز به خوبی تحمل نماید.

۹-۲-۱ شرایط ضربه‌گیری

به طور کلی، محل پهلوگیری (باز و بسته بودن محیط)، نوع شناور، نوع بار و تجهیزات تخلیه و بارگیری در شرایط حاکم در طراحی سیستم ضربه‌گیری مؤثر است. جداول (۹-۱) و (۹-۲)، شرایطی را که در طراحی بایستی در نظر گرفته شود، مشخص کرده است.

جدول ۹-۱ شرایط حاکم بر ضربه‌گیر از نقطه‌نظر مکان پهلوگیری

مکان پهلوگیری	شرایطی که باید در طراحی سیستم ضربه‌گیرها در نظر گرفته شود.
حوضچه‌های محدود	سطح آب تقریباً ثابت، معمولاً از بادهای شدید در امان، طول موجگاه محدود، جریانات ناچیز و ابعاد کشتی متناسب با تجهیزات لنگراندازی است.
حوضچه‌های جزر و مدی	تغییرات سطح آب نسبت به حوضچه‌های محدود بیشتر و امواج و جریانات نیز قوی‌تر هستند.
دهانه خلیج	تغییرات جزر و مدی حداکثر، امواج و جریانات نسبت به حوضچه‌های جزر و مدی بزرگتر است. کشتیهای کوچک و متوسط پهلو می‌گیرند.
پهلوگیری در دریا	کاملاً در معرض باد، موج و جریانهای دریایی می‌باشد. جهت موارد تجارتي، نفت، ذغال سنگ و سنگ معدن و اشیای حجیم مورد استفاده قرار می‌گیرد.

جدول ۹-۲ شرایط حاکم بر ضربه‌گیرها از نقطه‌نظر نوع شناور

انواع شناورها	شرایطی که باید در طراحی سیستم ضربه‌گیرها در نظر گرفته شود.
کرجی‌ها و قایقهای کوچک	چرخش و دور زدن سریع، پهلوگیری از انتها، سرعت زیاد در حوضچه، استفاده زیاد از پهلوگیری
کشتیهای باربری کوچک	آبخور کم حتی در بارگیری کامل، فشار پهلوگیری کم بر جداره
تانکرهای کوچک ساحلی	سطح آزاد خیلی پایین (خصوصاً در بخش میانی)، استفاده زیاد از پهلوگیری، دوری از خطر آتش‌سوزی و جرقه و اصطکاک
کشتیهای کانتینربر	مهار مناسب سینه و انتها جهت جلوگیری از ضربه به تجهیزات کنار ساحل
کشتیهای باری بزرگ	تغییرات زیاد در آبخور کشتی در حالت پر و خالی، فاصله نزدیک شناور به اسکله جهت سهولت دسترسی جرثقیل - امکان چرخش در طول اسکله، جهت سهولت دسترسی جرثقیل
کشتیهای مسافربری	تغییرات کم در آبخور کشتی در حالت پر و خالی
کشتیهای باری معمولی	تغییرات زیاد در آبخور کشتی در حالت پر و خالی، فاصله نزدیک شناور به اسکله جهت سهولت دسترسی جرثقیل - احتمال اشغال طولانی اسکله
تانکرهای بزرگ	تغییرات شدید در آبخور کشتی در حالت پر و خالی، فاصله نزدیک به اسکله جهت سهولت و کوتاهی لوله بارگیری - دوری از خطر آتش‌سوزی و جرقه و اصطکاک
کرجی و لنجهای معمولی (محلی)	احتیاج به ضربه‌گیر نرم که معمولاً توسط خود شناور تأمین می‌شود.
یدک‌کشیهای مختلف قایقهای نجات - بارچها - قایقهای سبک و ماهیگیری	برای استفاده‌های سنگین، نیاز به ضربه‌گیری مناسب است.

۹-۲-۲ اصول پهلوگیری

در طراحی اولیه سیستمهای ضربه‌گیر، فرض می‌شود که اصول پهلوگیری به شرح ذیل رعایت شود. شناورهای بزرگ تا اسکله با یدک‌کش و یا با قدرت موتورهای خود آورده می‌شوند و به موازات اسکله کشیده شده و یا هل داده می‌شوند تا اینکه برخورد نرمی با اسکله به وجود آید و یک زاویه کوچک با اسکله ساخته می‌شود. از آنجایی که شناور به صورت تناوبی و با یک زاویه معین تغییر مکان می‌دهد، معمولاً فقط با یک ضربه‌گیر برخورد می‌نماید و سپس با ضربه‌گیرهای دیگر تماس حاصل می‌شود، معمول شناورهای کوچکتر، مستقیم‌تر پهلوگیری می‌نمایند.

۹-۲-۳ مبانی طراحی

در طراحی سیستمهای ضربه‌گیر، مبانی ذیل باید رعایت گردد.

- نیروی عکس‌العمل و تغییر شکل هم برای سازه اسکله و هم برای سازه کشتی قابل قبول باشد.
- تغییر شکل و نیروی عکس‌العمل برای تجهیزات تخلیه و بارگیری مثل خطوط لوله و ریل جرثقیلها در اسکله قابل قبول باشد.
- فاصله مناسب بین اسکله و جداره کشتی، با توجه به تجهیزات تخلیه و بارگیری (لوله سوخت‌رسان، طول بازوی جرثقیل و ...) در نظر گرفته شود.
- با توجه به تغییرات جزر و مد و به تبع آن سطح آزاد کشتی، محل تماس ضربه‌گیر و جداره در محدوده مناسب باشد.
- اثر نوع و شکل پوسته کشتی در نظر گرفته شود.
- طراحی همواره بر اساس کشتی با ظرفیت کامل در نظر گرفته شود.

۹-۲-۴ ابعاد کشتی

با توجه به این که در تحلیل انرژی و نیروی مهاربندی و سایر محاسبات هیدرودینامیکی معیار جابه‌جایی یا ظرفیت آبکش برای کشتیها مورد نیاز است، لذا ارایه روابطی جهت دستیابی به معیار جابه‌جایی یا ظرفیت آبکش با استفاده از معیارهای معمول، مثل تناژ اسمی ثبت شده و یا تناژ بار مرده،

الزامی است. جدول ۳-۹ روابط تقریبی را بر حسب انواع شناورها ارایه می‌نماید. لازم به ذکر است، در طرح نهایی استفاده از معیارهای دقیق، که از کارخانه سازنده کشتیهای طرح استعمال شده است، الزامی است.

جدول ۳-۹ روابط تقریبی ظرفیت آبکش کشتیها

نوع کشتی	ظرفیت آبکش تقریبی در حالت بارگیری شده
قایق ماهیگیری	کوچک: $GRT*(2.5-2.0)$ بزرگ: $GRT*(2.0-1.5)$
کشتی باری معمولی	$GRT*2.0$ $DWT*(1.6-1.4)$
کشتی مسافربری	$GRT*1.1$
کشتی کانتینربر	$DWT*1.4$
کشتی حمل مواد معدنی	$DWT*(1.3-1.2)$

۳-۹ انرژی پهلوگیری

۳-۹-۱ کلیات

انرژی جذب شده توسط ضربه‌گیر از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$E = 0.5 C_M \cdot M_D (V_B)^2 \cdot C_E \cdot C_S \cdot C_C \quad (11)$$

E انرژی جذب شده (بر حسب KN-m)

C_M : ضریب هیدرودینامیکی جرم

M_D : ظرفیت آبکش کشتی (بر حسب Ton)

V_B : سرعت کشتی در جهت عمود بر اسکله (بر حسب m/s)

C_E : ضریب خروج از مرکزی

C_S : ضریب نرمی

C_C : ضریب شکل پهلوگیری

۹-۳-۱-۱ ضریب هیدرودینامیکی جرم

این ضریب، بیانگر حرکت و تکان آب اطراف کشتی می‌باشد و از معادله ذیل محاسبه می‌شود:

$$C_M = 1 + \frac{2D}{B} \quad (12)$$

D: آب‌خور کشتی (m)

B: عرض کشتی (m)

این ضریب معمولاً $\frac{1}{3}$ تا $\frac{1}{8}$ می‌باشد.

۹-۳-۱-۲ ضریب خروج از مرکزی

این ضریب نشانگر کاهش در مقدار انرژی انتقال یافته به ضربه‌گیر در اثر در امتداد نبودن مرکز جرم و نقطه برخورد و امتداد حرکت می‌باشد و توسط رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$C_E = \frac{K^2 + R^2 \cos^2 a}{K^2 + K^2} \quad (13)$$

K: شعاع ژیراسیون کشتی بر حسب متر می‌باشد و معمولاً بین $\frac{0}{2}L$ و $\frac{0}{25}L$ می‌باشد.

L: طول کشتی طرح بر حسب متر

R: فاصله نقطه تماس از مرکز جرم کشتی بر حسب متر

a: زاویه خط اتصال نقطه تماس به مرکز جرم کشتی و بردار سرعت (شکل ۹-۱)

در صورتی که a ، 90° درجه باشد رابطه به صورت ذیل ساده می‌شود:

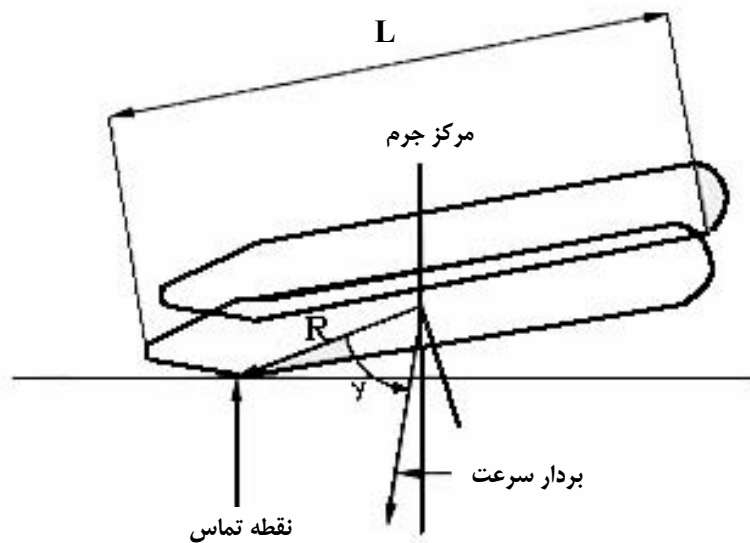
$$C_E = \frac{K^2}{K^2 + R^2} \quad (14)$$

۹-۳-۱-۳ ضریب نرمی

این ضریب، نمایانگر بخشی از انرژی است که توسط جداره کشتی جذب می‌شود. این ضریب برای ضربه‌گیرهای نرم ۱ و برای ضربه‌گیرهای سخت ۱-۰/۹ در نظر گرفته می‌شود.

اگر تغییر شکل ضربه‌گیر به هنگام برخورد شناوری که ضربه‌گیر برای آن طرح شده است، کمتر از

۱۵ سانتیمتر باشد، ضربه‌گیر نرم و اگر بیش از ۱۵ سانتیمتر باشد، ضربه‌گیر سخت به حساب می‌آید.



شکل ۹-۱ نحوه نزدیک شدن کشتی به پهلوگیر

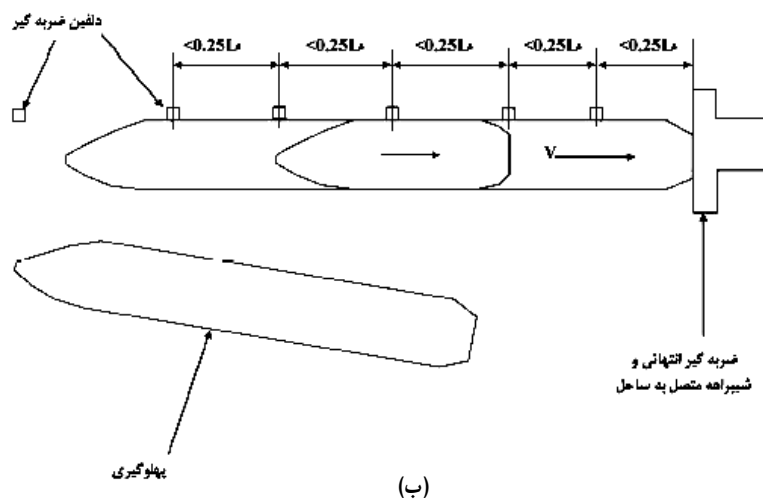
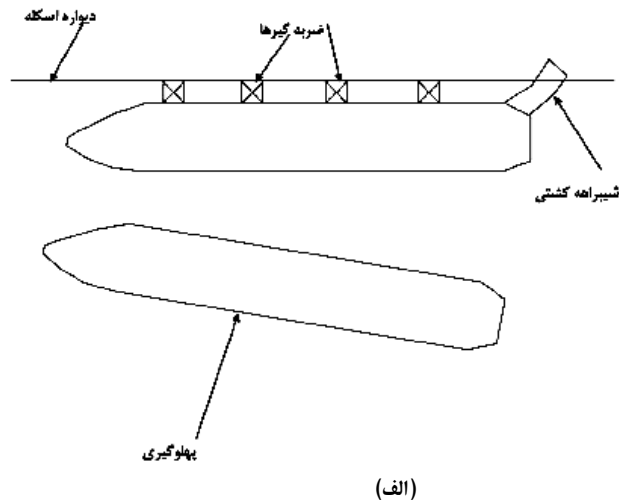
۹-۳-۱-۴ ضریب شکل پهلوگیری

این ضریب نمایانگر بخشی از انرژی است که توسط آب بین جداره کشتی و اسکله جذب می‌شود. CC بستگی به نوع ساختمان دیوار اسکله و فاصله آن از جدار کشتی، زاویه پهلوگیری و شکل جدار کشتی دارد. مقدار CC برای اسکله‌های ساخته شده با سیستم شمع و عرشه برابر ۱ و برای دیوارهای ممتد ساحلی برابر $0/8-1/0$ در نظر گرفته می‌شود.

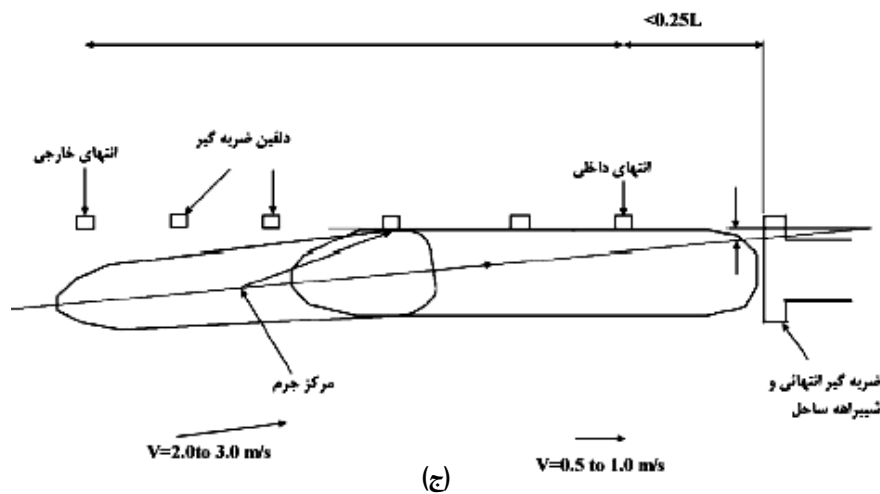
۹-۳-۲ انرژی پهلوگیری برای قایقها و یدک‌کشها

همان‌طور که ذکر شد، روش پهلوگیری یکی از عوامل مؤثر در میزان انرژی پهلوگیری می‌باشد. برای شناورهای مورد بحث در این بند، سه روش پهلوگیری مرسوم است:
الف: نزدیک شدن از پهلو به اسکله، در حالتی که کشتی به صورت مایل نسبت به اسکله قرار دارد و استفاده از شیب کشتی برای دسترسی به اسکله (شکل ۹-۲ الف)

- ب: نزدیک شدن از پهلو به یک سری ستون مهاربند، در حالتی که کشتی به صورت مایل نسبت به ستونهای مهاربند قرار دارد و سپس نزدیک شدن به پیشانی آنها و در نهایت حرکت آهسته طولی برای پهلوگیری به صورت انتها در کنار یک پلکان اسکله (شکل ۲-۹ ب)
- ج: نزدیک شدن به صورت مستقیم به سمت اسکله و سمت عقب و استفاده از لبه ستون مهاربند به عنوان راهنما (شکل ۲-۹ ج)



شکل ۲-۹ روشهای پهلوگیری برای قایقها و یدک کشتیها



ادامه شکل ۹-۲ روشهای پهلوگیری برای قایقها و یدک‌کشها

۹-۳-۱-۲-۱ حالت پهلوگیری الف

این حالت بیشتر برای یدک‌کشهای بزرگ به وجود می‌آید که پاشنه و دماغه آنها برای نیروهای ناشی از پهلوگیری طرح نشده‌اند. در این حالت شعاع ژیراسیون برای استفاده در رابطه (۱۳) از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$K = (0.19C_b + 0.11)L \quad (15)$$

L: طول کشتی بر حسب متر

C_b : ضریب بلوک بدنه کشتی، که مقدار آن برای قایقها و یدک‌کشها بین ۰/۵۴ تا ۰/۶۳ می‌باشد.

۹-۳-۲-۲-۱ حالت پهلوگیری ب

این حالت برای شناورهایی است که پاشنه و دماغه آنها برای پهلوگیری با انتهایی طرح شده، می‌باشد. مقدار انرژی پهلوگیری برای طراحی ضربه‌گیر کناری مانند حالت الف می‌باشد.

ضربه‌گیر انتهایی باید قادر باشد تمام انرژی کشتی را جذب نماید که از معادله ذیل به دست می‌آید:

$$E = \frac{1}{2} MV^2 \quad (16)$$

V: سرعت کشتی در امتداد دسترسی به اسکله (بر حسب متر بر ثانیه)

M: جرم کشتی (بر حسب تن)

مقدار تقریبی سرعت (V) برابر ۰/۱۵ متر بر ثانیه در نظر گرفته می‌شود، مگر آنکه اطلاعات معتبر در مورد آن وجود داشته باشد.

۳-۲-۳-۹ حالت پهلوگیری ج

این حالت نیز برای شناورهای مطرح شده در حالت «ب» کاربرد دارد.

مقدار انرژی پهلوگیری برای طراحی ضربه‌گیرهای کناری از رابطه ذیل به دست می‌آید:

$$E = 0.5M_D C_M C_S C_C C_E (V \sin \alpha)^2 \quad (۱۷)$$

M_D: ظرفیت آبکش کشتی (بر حسب تن)

C_M: ظرفیت هیدرودینامیک جرمی

C_S: ضریب نرمی

C_C: ضریب شکل پهلوگیری

C_E: ضریب خروج از مرکزی

V: سرعت کشتی در امتداد دسترسی به اسکله (بر حسب متر بر ثانیه)

α: زاویه دسترسی

مقدار α، حداقل برابر ۱۵ درجه در نظر گرفته می‌شود، مگر آنکه هندسه کشتی، زاویه کوچکتری را

برای دسترسی ایجاب نماید.

سرعت برای قایقهای رودخانه‌ای طبق روابط ذیل محاسبه می‌شود:

در خارج از محدوده مهاربند انتهایی و ضربه‌گیر انتهایی ۲ تا ۳ متر بر ثانیه

در محدوده مهاربند انتهایی و ضربه‌گیر انتهایی ۰/۵ تا ۱ متر بر ثانیه

ضربه‌گیر انتهایی که باید انرژی کل کشتی را جذب نماید، انرژی کل کشتی از رابطه زیر محاسبه

می‌شود:

$$E = \frac{1}{2} M (V \cos \alpha)^2 \quad (۱۸)$$

در مورد قایقهای کوچک بین ۰/۵ - ۱/۰ متر بر ثانیه در نظر گرفته می‌شود.

۴-۹-۴ عکس‌العمل پهلوگیری و توزیع بار

عکس‌العمل پهلوگیری تابعی است از انرژی پهلوگیری و مشخصات تغییر شکل سیستم ضربه‌گیر می‌باشد. اصولاً برای توزیع بار و به عبارت بهتر تعیین تعداد ضربه‌گیرها و فاصله آنها، موارد ذیل باید در نظر گرفته شود:

الف: تماس مستقیم بین جداره کشتی و ساختمان اسکله به وجود نیاید.

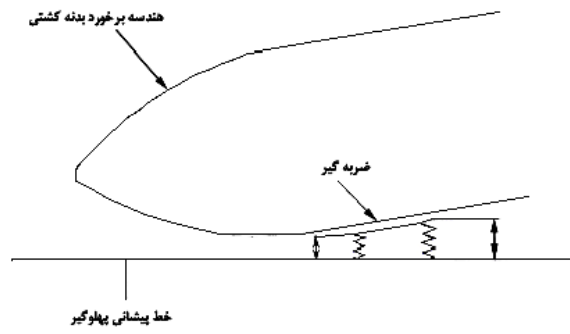
ب: فشار تماس بر روی جدار کشتی در حد قابل قبول باشد.

ج: نیروی وارده به هر ضربه‌گیر، از ظرفیت آن ضربه‌گیر تجاوز ننماید.

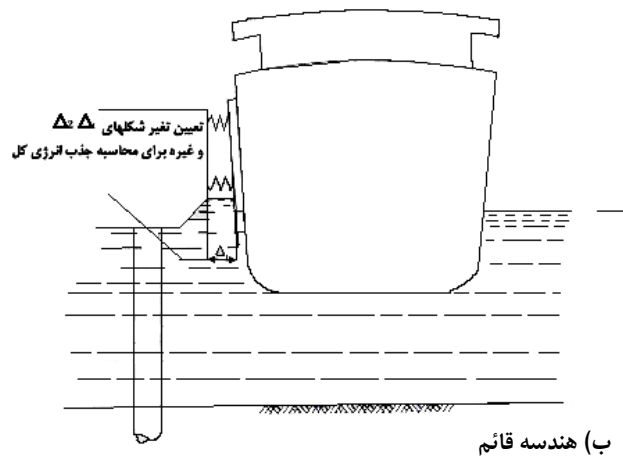
برای رعایت موارد بالا، توجه به نکات ذیل ضروری است.

۴-۹-۱ عکس‌العمل ضربه‌گیر در حالت پهلوگیری مایل

در حالت پهلوگیری مایل، هندسه جداره کشتی و اسکله باید در دو صفحه قائم و افقی، دقیقاً بررسی گردد و زاویه نیروی وارده به ضربه‌گیر و تغییر شکل سیستم و فاصله بین بدنه کشتی و سازه اسکله تعیین گردد. (به اشکال ۳-۹ و ۴-۹ و ۵-۹ مراجعه شود). در این حالت، بایستی پارامترهای تصحیح کننده که با توجه به خواص ضربه‌گیرها از طرف سازندگان تجهیزات پهلوگیری ارائه می‌گردد، مورد توجه قرار گیرد. تأثیر پهلوگیری مایل، باید برای ستونهای مهاربند انعطاف‌پذیر در نظر گرفته شود.

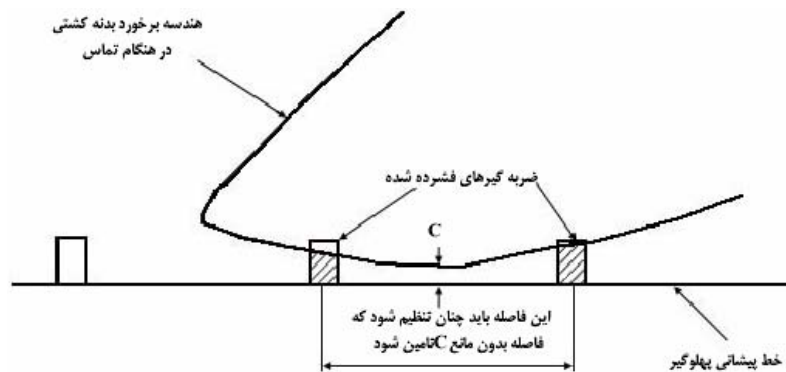


الف) هندسه افقی

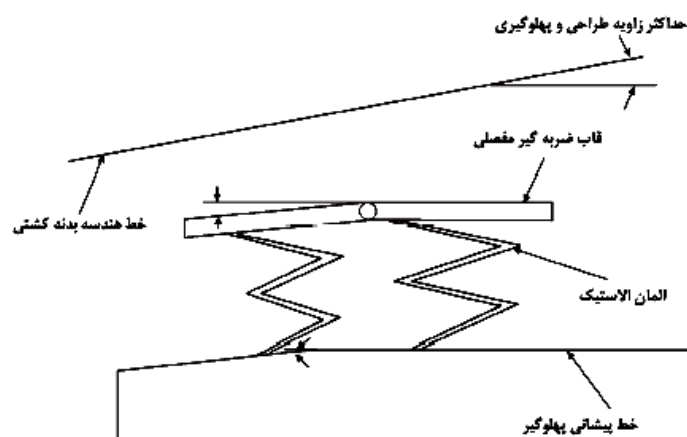


ب) هندسه قائم

شکل ۹-۳ هندسه برخورد بدنه کشتی به ضربه گیرها در صفحه قائم و افقی



شکل ۴-۹ هندسه برخورد بدنه کشتی با اسکله



شکل ۵-۹ تعیین زاویه در یک ضربه گیر مفصلی

۹-۴-۲ فشار بدنه کشتی

حداکثر فشار قابل قبول ناشی از عکس‌العمل ضربه‌گیر بر روی جداره کشتی، به پارامترهای زیادی از جمله مشخصات و ابعاد کشتی، مشخصات سطح ضربه‌گیر اسکله (صلب یا انعطاف‌پذیر بودن) و موقعیت نقطه ضربه نسبت به محل قابهای جداره کشتی، بستگی دارد. اما به طور کلی برای تانکرهای بزرگ و کشتیهای باری بزرگ، فشار وارده نباید از ۱۵ تا ۲۰ تن بر متر مربع تجاوز نماید.

◀ ۹-۴-۳ قابهای ضربه گیر

در صورت استفاده از قابهای ضربه گیر، رعایت موارد ذیل الزامی است:

الف: رعایت مشخصات ضربه گیرهای خاصی که توسط کارخانه سازنده ارائه شده است.

ب: رعایت آیین نامه های سازه های فلزی و چوبی در مورد قابهای فلزی و چوبی.

تذکر ۱- قابهای فولادی باید با مواد مناسب پوشانده شوند تا خراش وارد به بدنه کشتی کاهش یابد.

تذکر ۲- اتصالات باید به صورتی باشند که در صورت سایش و یا تخریب، به راحتی و سریع

تعویض گردند.

تذکر ۳: سر میله های اتصال و پیچها کمی عقب تر از سطح تماس با بدنه کشتی باشد.

◀ ۹-۴-۴ ظرفیت برشی ضربه گیرها

در اثر حرکت طولی و قائم کشتیها و به علت وجود اصطکاک بین سطح کشتی و ضربه گیر، نیروهایی

به ضربه گیر وارد می شود که این تغییر شکل، برشی در ضربه گیر به وجود می آورد. این تغییر شکل عموماً

توسط زنجیرهایی که قسمتهای مختلف ضربه گیر را به هم متصل می کنند، محدود می شوند. این تغییر

شکل باید در حد قابل قبول باشد. نیروی برشی، بر اساس حاصلضرب نیروی قائم وارد بر ضربه گیر در

ضریب اصطکاک محاسبه می گردد.

تذکر: با توجه به اینکه در زمان بهره برداری، سطح ضربه گیرها و بدنه کشتیها ممکن است زنگ زده

شوند، طراح باید ضریب اصطکاک را مقداری بالاتر در نظر بگیرد.

◀◀ ۹-۵ ضریب اطمینان و تنش مجاز

انرژی پهلویی بر اساس عملکرد عادی محاسبه می شود، اما از آنجایی که ممکن است به علت

حوادث پیش بینی نشده، این انرژی افزایش پیدا کند، لذا باید دو برابر مقدار نهایی انرژی محاسبه شده

برای برخورد عادی منظور گردد، مگر آنکه بتوان به طور دقیق مقدار کمتری را توجیه نمود. در ضمن

تأثیر برخوردهای عادی و فوق العاده بر روی سیستم ضربه گیر و سازه اسکله باید کنترل گردند.

۹-۵-۱ ضربه‌گیر فشاری بر روی سازه صلب

در صورت استفاده از ضربه‌گیر فشاری، فرض می‌شود تمام انرژی، توسط ضربه‌گیر جذب می‌شود و سازه در جذب انرژی نقشی ندارد.

در طراحی این ضربه‌گیر می‌توان تمام فشار را به یک ضربه‌گیر اعمال نمود و یا یک ضربه‌گیر، فشار انرژی عادی را جذب نماید و فشار بارگذاری فوق‌العاده توسط یک قطعه فولاد تاشدنی به یک سری ضربه‌گیر دیگر منتقل و جذب گردد.

عکس‌العمل‌های عادی و فوق‌العاده باید به صورتی باشد که نیروها از صفر تا حداکثر عادی و از صفر تا حداکثر فوق‌العاده تغییر یابند. در صورتی که کارخانه سازنده ضربه‌گیرها، رواداری خاصی را برای عکس‌العملها و انرژیها تعیین نکرده باشند، رواداری $(\pm 10\%)$ را می‌توان برای محاسبات طراحی ضربه‌گیرها در نظر گرفت. برای عکس‌العمل‌های زیر حالت فوق‌العاده تنشها در سیستم ضربه‌گیر باید به $0/8$ تنش تسلیم محدود شود.

۹-۵-۲ ستون‌های مهاربند شمعی فلزی انعطاف‌پذیر

تمام انرژی برخورد به وسیله تغییر شکل جانبی شمع جذب می‌گردد. انرژی جذب شده با مربع تنش خمشی متناسب است. در شرایط فوق‌العاده، حداکثر تنش باید به $0/8$ تنش تسلیم محدود شود. نسبت انرژی حالت فوق‌العاده به حالت عادی ۲ پیشنهاد شده است، این مقدار به $0/57$ تنش تسلیم برای انرژی عادی تنش خمشی منجر می‌شود.

۹-۵-۳ ستون‌های مهاربند شمعی انعطاف‌پذیر با ضربه‌گیرهای فشاری

این سیستم در حالتی به کار گرفته می‌شود که انرژی بسیار بزرگ باشد. در صورتی که میزان تنش ضربه‌گیر فشاری تحت اثر بار، منطبق با حد مجاز تنش در فولاد باشد، ارزیابی ضریب اطمینان، کامل خواهد بود و می‌توان آن را بر اساس اصول اولیه محاسبه نمود.

۹-۵-۴ ستون‌های مهاربند شمعی بتنی پیش‌ساخته انعطاف‌پذیر

این شمع‌های بتنی باید به صورت پیش‌تنیده ساخته شوند. رعایت آیین‌نامه مربوطه الزامی است.

◀ ۵-۵-۹ ستونهای مهاربند چوبی انعطاف‌پذیر

برای ستونهای مهاربند کوچک، می‌توان از تیرهای چوبی از نوع کاج پیچی به جای فولاد استفاده کرد. رعایت آیین‌نامه مربوطه الزامی است.

◀◀ ۶-۹ پایه‌ها و نگه‌دارنده‌ها

پایه‌ها و سیستمهای نگه‌دارنده ضربه‌گیرها باید مناسب و ساده طرح شوند، به طوری که با استفاده از قابله‌ها، زنجیرهای مهار و سایر تدابیر، کمترین بخش از سیستم پایه‌ها زیر سطح آب و یا در منطقه تلاطم قرار گیرد و همچنین تعمیر و تعویض قطعات به آسانی انجام شود. در حالتی که ضربه‌گیری با حفاظت کاتدیک بر روی پایه‌ها کار گذاشته می‌شوند، باید سیستم پایه‌ها در معرض جریان الکتروسیسته خورنده نباشند. فقط یک نوع فلز برای جلوگیری از خوردگی الکتروشیمیایی مورد استفاده قرار گیرد و هیچ پایه‌ای به فولاد بتن مسلح متصل نگردد.

سیستمهای معلق برای تیرهای افقی چوبی و یا ضربه‌گیرهای لاستیکی، طوری طراحی شوند که به هنگام جزر و مد به حالت شناور در جهت بالا و پایین حرکت کنند و سایش در سازه نگه‌دارنده محدود شود.

سیستم پایه‌ها باید از انتقال نیرو به سازه اسکله جلوگیری نماید و در صورت احتمال بروز بارهای بزرگ که باعث تخریب ضربه‌گیر و اتصالات آن به اسکله می‌شود باید از جداکننده‌های مناسب استفاده نمود. با توجه به جنس پایه‌ها، رعایت آیین‌نامه‌های مربوطه الزامی است.

◀◀ ۷-۹ جانمایی ضربه‌گیرها برای انواع اسکله‌ها

سیستمهای ضربه‌گیر می‌تواند به صورت تکی، گروهی و یا ترکیبی از انواع مختلف ضربه‌گیرها طراحی شوند. به طور کلی سیستم ضربه‌گیرها بر حسب نوع اسکله به سه دسته تقسیم می‌شوند.

- ضربه‌گیر برای اسکله‌های ممتد

- ضربه‌گیر برای اسکله‌های جزیره‌ای

- ضربه‌گیر برای اسکله‌های شمعی

◀ ۹-۷-۱ اسکله دیواری ممتد

در این اسکله‌ها، سیستم ضربه‌گیر باید به کشتی اجازه دهد در هر شرایطی پهلوگیری نماید که می‌تواند به صورت یکی از حالات زیر باشد:

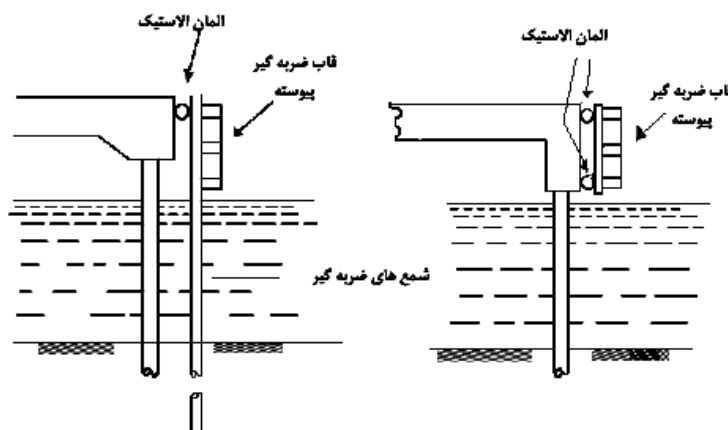
الف: یک قاب ممتد پهلوگیری متصل به شمع ضربه‌گیر که در جلوی دیوار به کار گرفته شده و یا مستقیماً روی دیوار واحدهای ارتجاعی ضربه‌گیر قرار دارد.

ب: یک سری از ضربه‌گیرهای تکی که فاصله آنها مطابق موازین ذیل باشد:

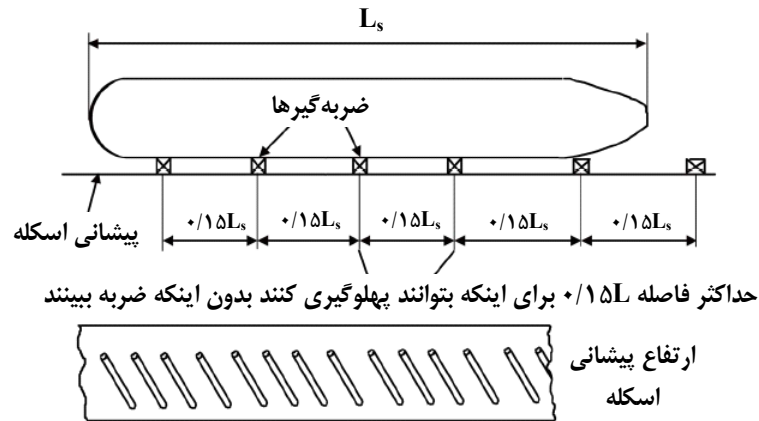
- در پهلوگیری با دماغه یا پاشنه کشتی از برخورد کشتی به سازه اسکله جلوگیری شود و ضربه‌گیرهای کافی برای جذب انرژی در نظر گرفته شود.

- ضربه‌گیرها به کشتی اجازه دهند که در طول اسکله قرار گیرد.

- توصیه شده است که فاصله ضربه‌گیرها از میزان $0.15 L_s$ تجاوز نکند که L_s طول کوچکترین کشتی است (رجوع شود به اشکال ۹-۶ و ۹-۷).



شکل ۹-۶ ضربه‌گیر با سطح پیوسته برای اسکله دیواری ممتد

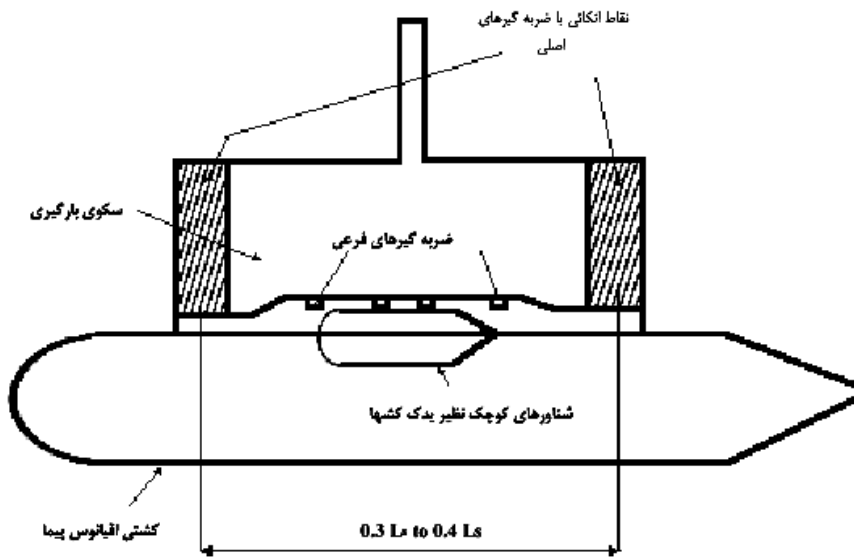


شکل ۷-۹ ضربه گیرهای تکی بر روی اسکله دیواری ممتد

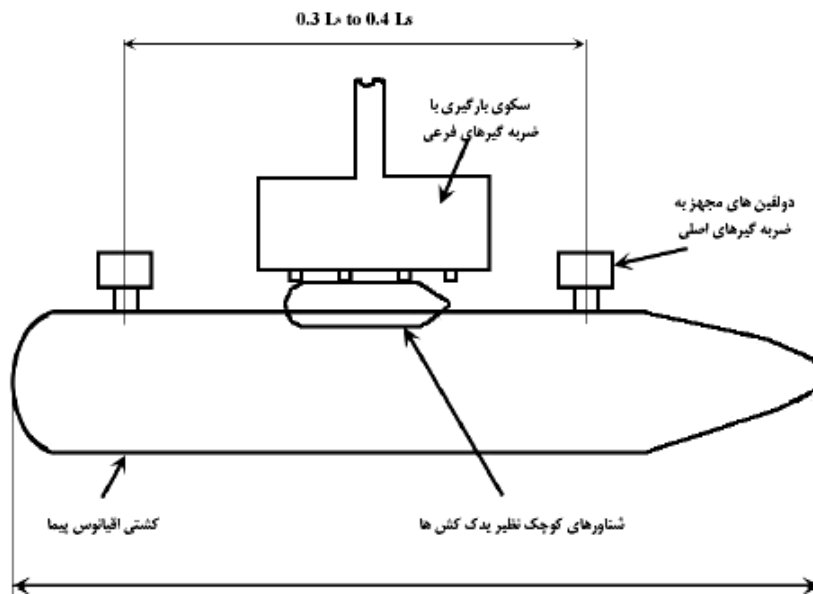
۲-۷-۹-۱ اسکله‌های جزیره‌ای

وقتی کشتی در کنار یک نقطه ثابت پهلو گرفته است، نظیر بازوهای بارگیری نفت، ضربه‌گیری اولیه می‌تواند بر روی دو یا تعداد بیشتری ضربه‌گیر که بستگی به ابعاد کشتی دارد متمرکز گردد. برای این هدف، می‌توان از نقاط محکم بر روی سکوی بارگیری و یا ستونهای مهارى جداگانه در نزدیکی سکوی بارگیری استفاده نمود (رجوع شود به اشکال ۸-۹، ۹-۹ و ۱۰-۹).

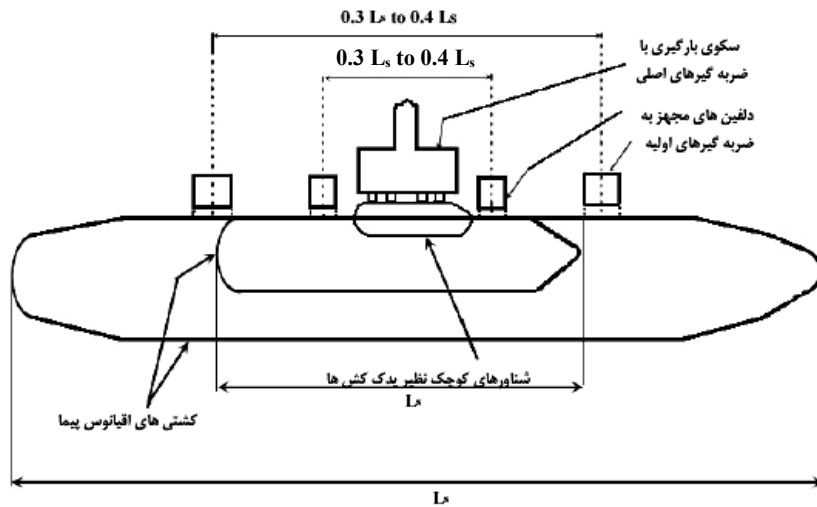
فواصل ضربه‌گیرها از $0.25L$ تا $0.5L$ توصیه می‌شود و L طول کشتی طرح است. در صورتی که تنوع در ابعاد کشتیها زیاد باشد، باید از مجموعه‌ای از ضربه‌گیرهای داخلی و خارجی استفاده نمود. اگر تجهیزات لازم برای کشتیهای کوچک مانند یدک‌کشها موجود باشد، باید از ایجاد ضربه‌گیرهای ثانویه اجتناب گردد.



شکل ۸-۹ ضربه گیر برای اسکله‌های جزیره‌ای (پهلوگیری با یک ضربه گیر)



شکل ۹-۹ ضربه گیر برای اسکله‌های جزیره‌ای (پهلوگیری با سه ضربه گیر)



شکل ۹-۱۰ ضربه گیر برای اسکله های جزیره ای (پهلویی با پنج ضربه گیر)

◀ ۹-۷-۳ اسکله های شمعی (هادی)

در این اسکله ها، می توان از سیستم های با وجه ممتد استفاده کرد که در طراحی آنها باید به موارد مذکور در بندهای قبل توجه نمود و یا می توان از سیستم های ستون مهاربند از نوع ارتجاعی، وزنی و یا صلب با ضربه گیرهای جذب انرژی استفاده نمود. در این صورت فاصله بین ضربه گیرها باید به گونه ای باشد که به کوچکترین کشتی طراحی اجازه پهلوگیری داده و حداقل با دو ستون مهاربند در تماس باشد. در ضمن حداکثر فاصله ستونها $0.25L_s$ توصیه شده است و L_s طول کوچکترین کشتی طرح است.

◀◀ ۹-۸ انواع ضربه گیر

◀ ۹-۸-۱ ضربه گیرهای متشکل از قطعات مرتجع

۹-۸-۱-۱ کلیات

این دسته از ضربه گیرها بزرگترین گروه ضربه گیرهای مورد استفاده هستند. قطعات مرتجع از لاستیک طبیعی و یا مصنوعی و به شکل های مختلف ساخته می شوند و انرژی برخورد را به واسطه تغییر

شکل خود جذب می‌کنند. قطعات مرتجع عموماً توخالی هستند اما از بلوکهای لاستیکی توپُر نیز تهیه می‌شوند. قطعات مرتجع عموماً به طور مستقیم بر روی سازه‌های صلب، مانند صندوقه‌ها، اسکله‌های ساحلی توپُر و یا سازه‌های شمع‌کوبی شده که دارای کمترین ظرفیت جذب انرژی هستند، نصب می‌شوند.

۹-۸-۱-۲ پایه

اگر سازه تکیه‌گاه پهلوگیر بتنی باشد، باید با بوشنهای قلاب‌شکل در درون سازه برای پیچهای ثابت کننده ضربه‌گیر محکم شوند.

پیچها ترجیحاً باید از فولاد ضد زنگ و یا گالوانیزه باشند، به گونه‌ای که برای راحت باز کردن قطعات ضربه‌گیر جهت نگهداری و یا تعویض، خوردگی حداقل باشد. پیچهای فولادی را می‌توان در مکانهایی که کمتر در معرض خوردگی قرار دارند و یا مکانهایی که از اهمیت کمتری برخوردارند به کار برد. یک ضربه‌گیر کامل باید شامل یک قطعه مرتجع منفرد با تماس مستقیم با جداره کشتی و یا با یک قاب پهلوگیری با وجه مناسب جهت کاهش فشار جداره کشتی باشد و یا اینکه شامل گروهی از قطعات مرتجع که به یک قاب پهلوگیری مشترک متصل شده‌اند، باشد.

۹-۸-۲ ضربه‌گیرهای پنوماتیک و پر شده از فوم

۹-۸-۲-۱ ضربه‌گیرهای پنوماتیک

ضربه‌گیرهای پنوماتیک شامل یک کیسه لاستیکی توخالی پر شده از هوا هستند و انرژی پهلوگیری به وسیله کار مورد نیاز جهت فشرده نمودن هوا جذب می‌شود. ضربه‌گیرهای پنوماتیکی، عموماً به شکل استوانه‌هایی با دو انتهای گنبدی‌شکل هستند که در جلوی سازه پهلوگیر شناور می‌شوند و به صورت قطری فشرده می‌شوند و یا اینکه از یک انتهای گنبدی‌شکل مستقیماً بر وجه پهلوگیری نصب شده و به صورت محوری فشرده می‌شوند. برخورد با کشتی می‌تواند مستقیم و یا توسط یک قاب پهلوگیری که بر روی یک و یا چند ضربه‌گیر پنوماتیک نصب شده انجام شود.

ضربه‌گیرهای پنوماتیک در حالت فشرده نشده به مقداری که از پیش تنظیم شده باد شده‌اند و برخی از آنها مجهز به شیرهای فشارشکن هستند. ضربه‌گیر باید توانایی جذب انرژی غیر عادی پهلوگیری را در

حالت حداکثر فشردگی که توسط تولید کننده ضربه‌گیر مشخص شده داشته باشد و شیر فشارشکن (اگر نصب شده باشد) باید برای عمل کردن در فشردگی، کمی بیشتر از حداکثر فشردگی تنظیم شده باشد.

۹-۸-۲-۲ ضربه‌گیرهای پر شده از فوم

ضربه‌گیرهای پر شده از فوم، شامل یک بلوک سلولی بسته ارتجاعی است که توسط یک پوسته لاستیکی مسلح پوشیده شده است. انرژی پهلوگیری توسط کار لازم جهت فشردن سلولهای فوم جذب می‌شود، عموماً آنها به شکل استوانه‌هایی با دو انتهای گنبدی شکل هستند که در جلوی سازه پهلوگیر شناور می‌شوند.

۹-۸-۲-۳ پایه

- پایه هر دو نوع ضربه‌گیر شناور و ثابت باید مطابق قسمت ۱۰-۴ انجام شود.
- سیستمهای مهاربندی برای ضربه‌گیرهای شناوری که عموماً شامل زنجیرها و یا رشته سیمهایی هستند که با قفل و بستها به قابها در سازه‌های ثابت متصل می‌شوند باید:
- الف: در تمام حالات جزر و مدی و در تمامی شرایط باد، موج و جریان، وقتی که پهلوگیر خالی و یا پر باشد ضربه‌گیر را چسبیده به وجه پهلوگیری نگه دارد.
- ب: تحت عمل پهلوگیری از غلتیدن ضربه‌گیر به بالاروی عرشه جلوگیری کند.
- ج: برای به حداقل رساندن آسیب دیدگی ناشی از ساییده شدن با پهلوگیر به طور مناسبی حفاظت شده باشد.
- د: در هنگام کشیده شدن به شکلی که منجر به کنده شدن ضربه‌گیر بر اثر نزدیک شدن نادرست شناور و یا به هر دلیل دیگر، آسیب وارده به سازه پهلوگیر را به حداقل برساند.
- سطح برخورد ضربه‌گیر به طور قابل ملاحظه‌ای با فشردن آن افزایش می‌یابد و پایه نصب شده روی پهلوگیر باید اجازه دهد سطح برخورد بین ضربه‌گیر و پهلوگیر، بر اثر برخورد، به طور کامل در تمام محدوده جزر و مد قرار گیرد.

در برخی از حالات لازم است که برای جلوگیری از روی هم سوار شدن ضربه‌گیرهای شناور، قسمت تحت فشار به بالای عرشه کشیده شود، به شرط این که این عمل با مکان سیستم مهاربندی و واکنشهای پهلوگیر سازگار باشد.

سیستم پایه‌ها برای ضربه‌گیرهای پنوماتیک ثابت باید بر اساس توصیه‌های مربوط به ضربه‌گیرهای متشکل از قطعات مرتجع انجام شود.

۹-۸-۳ دولفینهای انعطاف‌پذیر

۹-۸-۳-۱ کلیات

دولفینهای انعطاف‌پذیر از شمعه‌های قائم و یا نزدیک به قائم تشکیل شده‌اند که در بستر رودخانه و یا دریا پایه‌کوبی شده‌اند و انرژی پهلوگیری را به واسطه تغییر شکل افقی سر شمعه‌ها تحت برخورد پهلوگیری جذب می‌کنند. دولفینها می‌توانند متشکل از شمعه‌هایی باشند که هم جداگانه و هم به صورت گروهی برای خم شدن از هر جهتی به طور مناسب عمل می‌کنند و یا متشکل از جعبه و یا سپرهای شمع‌کوبی شده‌ای باشند که تنها برای خم شدن اولیه مناسب‌ترین نوع هستند.

۹-۸-۳-۲ ملاحظات ژئوتکنیکی

انتخاب دولفینهای انعطاف‌پذیر وابسته به قابلیت خاک از نظر مقاومت در مقابل بارهای افقی اعمال شده توسط طول فرو رفته شمع (در طول مدت زمان برخورد شناور) و بازگشت شمع به حالت اصلی خود پس از توقف بارگذاری است.

۹-۸-۳-۳ بارگذاری

دولفینهای انعطاف‌پذیر باید برای مقاومت در مقابل نیروهای زیر و اثرات پیچشی حاصل از آنها طراحی شوند.

الف: برخورد پهلوگیری

ب: کشش طنابها در جایی که دولفین برای موارد مهاربندی عادی و یا برای منحرف کردن شناورها به داخل گذرگاهها لاکها و داکهای خشک به کار برده می شود.

ج: اثرات باد، موج و جریان

تذکر- اگر دولفینهای پایه کوبی شده در معرض جریانهای سریع قرار گیرند، باید توجه ویژه‌ای به اثرات دینامیکی شود.

د: شناور مهار شده در کنار پهلوگیر بجنبد.

۹-۳-۴ روشهای تحلیل شمع

شرایط فرو رفتن شمعها در بستر را می توان به وسیله یک روش ارتجاعی به گونه‌ای که توسط

Matlock و Reese شرح داده شده و یا روش مرسوم دیگری تحلیل کرد. [۱]

۹-۳-۵ مصالح

برای به دست آمدن بیشترین جذب انرژی، باید شمعهای با قابلیت جوش دادن و از جنس فولاد با قابلیت انبساط زیاد و با حداقل تنش در محدوده ۳۵۰ تا ۶۹۰ نیوتن بر میلیمتر مربع انتخاب شوند. لوله‌هایی که مقاومت آنها در طول لوله تغییر می کند برای چنین مواردی ساخته شده‌اند و نیز می توانند به تنهایی و یا به صورت گروهی به کار برده شوند.

قسمت بالای شمعها که تنشهای شدید، کمتر به آنها اعمال می شود، باید از درجات سازه‌ای عادی و از جنس فولاد با قابلیت انبساط کمتر جهت سهولت در جوشکاری آن به عرشه باشد.

قطعات عرشه و موارد مربوطه باید از فولاد، بتن و یا سازه‌های ترکیبی و از درجه سازه‌ای عادی

باشند.

۹-۸-۳-۶ تنشهای طراحی و تغییر شکلها

۹-۸-۳-۶-۱ تنشهای شمع

هر چند که تغییر شکل شمعها اساساً به وسیله تنش و انرژی محدود می‌شود، اما علاوه بر تغییر شکلها باید با توجه به موارد زیر نیز محدود شود:

- الف: دولفینهای تغییر شکل یافته نباید صدمه‌ای به سازه‌های مجاور بزنند.
 ب: پلهای ارتباطی و یا گربه‌روها که توسط دولفینها نگه‌داشته می‌شوند نباید از جای خود بیرون بیاید.
 ج: نباید هیچ برخورد مستقیمی بین بدنه کشتی و دیوارهای شمعها وجود داشته باشد.

۹-۸-۳-۶-۲ عرشه‌ها

تنشهای فولاد و بتن باید در صورت اقتضا و بسته به مورد، مطابق با تنشهای فولاد و بتن باید در صورت اقتضا و بسته به مورد مطابق با Part₂: Bs449 و یا Part₁: Bs5950 و Bs8115 باشد.

۹-۸-۳-۶-۳ عرشه‌ها و قابهای پهلوگیری

عرشه‌ها باید توانایی انتقال نیروی پهلوگیری اولیه را به شمعها دارا باشند. عکس‌العمل ثانویه مربوط به اصطکاک و تمامی گشتاورهای مربوطه شامل گشتاورهای پیچشی به واسطه خروج از مرکزی بودن برخورد ایجاد می‌شود.

لازم است که سیستم عرشه، وجه پهلوگیری را در فاصله‌ای مناسب از شمعها جهت ممانعت از تماس با بدنه کشتی، وقتی که شمعها خم می‌شوند حمایت کند. در جایی که فشارهای برخورد، قابل قبول هستند، تماس بین بدنه کشتی و دولفین می‌تواند از طریق تسمه‌های لاستیکی عمودی که به وجه شمع بسته شده‌اند انجام گیرد اما در جایی که لازم است فشارهای برخورد درون محدوده مجاز باشد، باید قابهای پهلوگیری پیش‌بینی و تدارک شوند.

دولفینهای انعطاف‌پذیر متشکل از گروههای شمع باید دارای یک عرشه و یا یک سری از عرشه‌ها در سطوح مختلف بوده که به یک قاب پهلوگیری مشترک متصل شده باشند. این عرشه‌ها می‌توانند از

جنس فولاد بوده و یا بتنی باشند. عرشه‌ها باید دربر گیرنده تمامی شمعه‌ها در یک گروه بوده تا در مقابل ضربه پهلوگیری مقاومت کنند.

در دولفینهای شمعی انعطاف‌پذیر، اثرات له‌شدگی موضعی در نقاط اعمال نیروهای برخورد باید مورد بازرسی قرار گرفته و در صورت لزوم تقویت شوند. این عمل را می‌توان با استفاده از سخت کننده در داخل شمع به شکل حقله فولادی و یا با استفاده از توپی‌های بتنی انجام داد. این سخت کننده‌ها باید به گونه‌ای طراحی شوند که خرد نشده و در اثر برخورد جابه‌جا نشوند.

قاب پهلوگیری می‌تواند در یک سطح بوده و یا از نوع دورپیچه باشد که وابسته به جهت و یا جهت‌هایی است که قاب پهلوگیری، ضربه‌های پهلوگیری را دریافت خواهد کرد.

دولفینهای متشکل از پانلهای به صورت شمعه‌ای جعبه‌ای باید دارای یک سیستم والینگ مناسب در محل سر دولفین باشند تا بارهای پهلوگیری را پخش کنند. تماس بین دولفین و بدنه کشتی باید یا از طریق تسمه‌های لاستیکی قائم و یا از طریق قاب پهلوگیری انجام شود.

۹-۸-۳-۶-۴ دولفینهای انعطاف‌پذیر با ضربه‌گیرهای مرتجع و یا پنوماتیک

در جایی که باید انرژی پهلوگیری زیادی جذب شود، ظرفیت دولفینهای انعطاف‌پذیر را می‌توان با اضافه کردن یک ضربه‌گیر پنوماتیک یا یک ضربه‌گیر مرتجع به جلوی دولفین افزایش داد. اگر از ضربه‌گیرهای پنوماتیک شناور استفاده شود، باید قاب پهلوگیری دولفین چند شمعی و یا عرض پانکهای متشکل از شمعه‌ای جعبه‌ای برای نگهداری قطعات پنوماتیکی در حالت فشرده کافی باشد. سیستم نصب باید مطابق ۹-۸-۲-۳ انجام شود.

۹-۸-۴ شمعه‌های ضربه‌گیر

۹-۸-۴-۱ کلیات

شمعه‌های ضربه‌گیر شمعه‌هایی هستند که در جلوی یک پهلوگیر نصب می‌شوند تا پهلوگیر را در مقابل برخورد، محافظت کنند اما این شمعه‌ها به عنوان سیستم نگهدارنده عرشه عمل‌سنجی هستند. شمعه‌های ضربه‌گیر می‌توانند به دو نوع زیر باشند:

الف: شمعهایی که در جلو سازه پهلوگیر و جدا از آن هستند و باید به صورت یک طره انعطاف‌پذیر مطابق با ۳-۸-۹ طراحی شوند. باید فاصله آزاد کافی بین سر شمعه در نظر گرفته شود تا در هنگام خم شدن، با سازه اصلی پهلوگیر درگیر نشود.

ب: شمعهایی مانند آنچه در الف آمده به همراه سر شمعهایی که با یک قطعه مرتجع، دور از سازه پهلوگیر اصلی قرار گرفته‌اند.

۹-۸-۴-۲ قطعات مرتجع برای شمعهای ضربه‌گیر

قطعات مرتجع استوانه‌ای که به صورت قطری و یا محوری فشرده می‌شوند و یا تحت برش افقی تغییر شکل پیدا می‌کنند، عمومی‌ترین قطعاتی هستند که برای حمایت سر شمعهای ضربه‌گیر به کار برده می‌شوند. فشار موضعی بین سر شمع و لاستیک نباید از مقدار توصیه شده توسط تولید کننده آن تجاوز کرده و در صورت لزوم صفحات پوشاننده را می‌توان به سر شمعه اضافه کرد.

۹-۸-۵ ضربه‌گیرهای وزنی

۹-۸-۵-۱ کلیات

این ضربه‌گیرها معمولاً برای شرایط خاصی همچون محدوده جزر و مدی بزرگ طراحی می‌شوند و در حال حاضر کاربرد آنها به دلیل در دسترس و آماده بودن سیستمهای ضربه‌گیر ارزان‌تر، محدود شده است. این ضربه‌گیرها دارای معایبی هستند که در قسمت ۹-۸-۹ شرح داده شده‌اند.

۹-۸-۵-۲ عملکرد

ضربه‌گیرهای وزنی بر اساس تبدیل انرژی جنبشی پهلوگیری به انرژی پتانسیل، با بالا بردن مرکز ثقل جرم آویزان در زیر عرشه عمل می‌کنند. معمولاً نصب این ضربه‌گیرها توسط یک سیستم متشکل از کابلها و یا زنجیرهایی که ضربه‌گیر را به شکل پاندول قرار می‌دهند انجام شده و یا به وسیله لولا و یا قرار دادن یاتاقانهای لغزان انجام می‌شود.

۹-۸-۳ طراحیهای نمونه

یک نمونه از ضربه‌گیر وزنی آویزان شامل یک جعبه سنگین پر شده است که در پشت قابهای فولادی بسته می‌شود و روی آن با چوب پوشانده شده است و به منظور این که برخورد کشتی باعث دوران جرم آویزان به سمت پایین و بالا شود، ضربه‌گیر لولا می‌شود. بلوکهای بتنی آویزان و کاسه‌های پاندولی از انواع دیگر آنها هستند که از یک اصل پیروی می‌کنند.

۹-۸-۶ ضربه‌گیرهای چوبی**۹-۸-۶-۱ کلیات**

چوب ماده‌ای قدیمی برای ضربه‌گیری است اما مقدار انرژی که چوب می‌تواند به واسطه فشردگی جذب کند کم است. از این رو استفاده از چوب در حال حاضر اساساً منحصر به قابهای نما، تسمه‌های لاستیکی و ضربه‌گیرهای شناور است. ضربه‌گیرهای چوبی می‌توانند به شکلهای مختلف زیر باشند:

الف: ضربه‌گیرهای شناور (که به شترها معروف‌اند).

ب: ضربه‌گیرهای بته‌ای

ج: ضربه‌گیرهای آویزان

د: تسمه‌های اصطکاکی

ه: شمعهای ضربه‌گیر

۹-۸-۶-۲ ضربه‌گیرهای شناور

ضربه‌گیرهای شناور می‌توانند احجام شناور یا بسته‌های استوانه‌ای چوب، مانند بامبو باشند که با سیمهای فولادی بسته شده باشند. ضربه‌گیرهای شناور معمولاً آویزان می‌شوند و در مقابل چوبهای قائم مقاومت کرده و مانند تسمه‌های اصطکاکی عمل می‌کنند. همچنین ضربه‌گیرهای شناور برای جدا کردن شناورها در طول انتقال از یک کشتی به کشتی دیگر و نیز جدا نگه داشتن کشتیها از دیوارهای لاک در هنگام بالا آمدن و یا پایین رفتن سطوح آب به کار برده می‌شوند.

۹-۸-۶-۳ ضربه‌گیرهای بت‌ای

ضربه‌گیرهای بت‌ای به صورت سنتی در کشورهای پر جنگل برای کشتیهای کوچک استفاده می‌شوند، ضربه‌گیرهای بت‌ای وظیفه‌ای مشابه با بسته‌های شناور بامبو را انجام می‌دهند اما پس از یک دوره اولیه کوتاه، معمولاً شناوری آنها از بین می‌رود. این ضربه‌گیرها از بسته‌های بت (نوعاً برگ یا درخت بلوط) که با سیم، دور هسته‌های بت داخلی بسته می‌شوند تشکیل شده و توسط کابل‌هایی آویزان می‌شوند. معمولاً بین دو تا سه متر قطر و ۴ تا ۵ متر طول دارند.

۹-۸-۶-۴ ضربه‌گیرهای آویزان

ضربه‌گیرهای آویزان قابی از اجزای چوبی عمودی و افقی هستند که از سطح معلق شده و تا سطح آب ادامه پیدا می‌کنند. عموماً از سیم‌های دستگیر معلق شده و بین وجه پهلوگیر و شناور در هنگام عملیات پهلوگیری و در جایی که سیستم ضربه‌گیر دیگری وجود ندارد به کار برده می‌شود. ضربه‌گیرهای آویزان از نوع ضربه‌گیرهای ابتدایی هستند و نباید به عنوان بخشی از یک سیستم دائمی در نظر گرفته شوند.

۹-۸-۶-۵ تسمه‌های اصطکاکی

تسمه‌های اصطکاکی در بخشهای ۴، ۳ و ۶۰ از آیین‌نامه، **Part1 Bs6349** (۱۹۸۴ م) شرح داده شده‌اند.

۹-۸-۶-۶ شمعه‌های ضربه‌گیر

اصول حاکم بر طراحی شمعه‌های ضربه‌گیر چوبی در بخش ۹-۸-۴ شرح داده شده است.

۹-۸-۶-۷ مصالح

راهنمای مربوط به چنین عواملی همچون استفاده از چوب در سازه‌های دریایی، مقاومت در مقابل سوانح محیطی، پایداری چفت و بسته‌ها در قسمت ۶۰ از آیین‌نامه، **Part1 Bs6349** (۱۹۸۴ م) ارائه شده است.

۹-۸-۷ ضربه گیرهای مکانیکی

نمونه‌های زیر در دسته ضربه گیرهای مکانیکی قرار می‌گیرند:

الف: ضربه گیرهای وزنی (۵-۸-۹)

ب: ضربه گیرهای فنری (۱-۷-۸-۹)

ج: ضربه گیرهای هیدرولیکی (۲-۷-۸-۹)

د: ضربه گیرهای غیر برگشتی (۳-۷-۸-۹)

۹-۷-۱ ضربه گیرهای فنری

معمولاً جهت حمایت بالای شمعهای ضربه‌گیری که به صورت تیر طره‌ای عمل می‌کنند، فنرهای فولادی در سیستمهای ضربه‌گیری به کار برده می‌شوند. استفاده از قطعات لاستیک مصنوعی با عمر طولانی‌تر و نگهداری ارزان، باعث برکناری ضربه‌گیرهای فنری شده است. وقتی که ضربه‌گیرهای فنری طراحی می‌شوند باید حفاظت در مقابل خوردگی در نظر گرفته شود.

۹-۷-۲ ضربه گیرهای هیدرولیکی

ضربه‌گیرهای هیدرولیکی با تبدیل انرژی پهلویی به انرژی پتانسیل آب، انرژی پهلویی را جذب می‌کنند. در اصل، یک قاب پهلویی، یکسری از کیسه‌های آب لاستیکی را فشرده می‌کند و در نتیجه فشار آب در یک مخزن دور از ضربه‌گیر بالا می‌رود. این شکل از ضربه‌گیر مخصوصاً برای پهلویی‌های حساس، مانند گذرگاهها مفید است زیرا برگشت شناور به سمت پهلویی را می‌توان از بین برد.

۹-۷-۳ ضربه گیرهای غیر برگشتی

این نوع ضربه‌گیر شکلی از ضربه‌گیر هیدرولیکی است که دارای یک باتری است که به صورت افقی به جکهای هیدرولیکی متصل است که نیرویی را از میان یک وجه ضربه‌گیر به بدنه کشتی اعمال می‌کند و توسط خطوط مهاربندی خنثی می‌شود. از این رو به دنبال برخورد پهلویی، حرکات yaw، sway، surge توسط اصطکاک وجوه ضربه‌گیر متوقف می‌شوند.

◀ ۹-۸-۸ انواع دیگر ضربه گیرها

۹-۸-۸-۱ کاتاماران

یک کاتاماران، قطعه‌ای شناور است که می‌تواند از جنس چوب و یا از جنس فولاد باشد، که در برخی مواقع به همراه ضربه‌گیرهای جاذب انرژی جهت دور نگه داشتن شناور از پهلوگیر به کار برده می‌شود. همچنین این ضربه‌گیرها را می‌توان وقتی که شناورها در کنار یکدیگر پهلو می‌گیرند به کار برد.

۹-۸-۸-۲ ضربه‌گیرهای شناور مهار شده به کف دریا

مشابه با ضربه‌گیر وزنی، این قطعه در جلوی پهلوگیر، شناور می‌شود و در هنگام پهلوگیری توسط شناور به سمت عقب و پایین هل داده می‌شود و عکس‌العمل اعمال شده از طرف ضربه‌گیر به شناور که به صورت سعی در بازگشت به حالت اولیه است، باعث ضربه‌گیری می‌شود. مشابه با تعداد دیگری از انواع ضربه‌گیرهای غیر سنتی، دارای مشکلات تهیه و نگهداری است.

۹-۸-۸-۳ ضربه‌گیرهای فولادی تاشو

این نوع ضربه‌گیر، شامل یک لوله فولادی چین خورده است که انرژی را توسط تغییر شکل پلاستیک جذب می‌کند. ضربه‌گیرهای فولادی تاشو برای استفاده به صورت ضربه‌گیری اولیه مناسب نیستند اما می‌توانند بین قطعات مرتجع و سازه، حتی به منظور حفاظت اضافی در موقعی که ضربه‌گیری اصلی با تصادم بیش از حد رخ می‌دهد استفاده شوند.

۹-۸-۸-۴ ضربه‌گیرهای چرخان

دو نوع از ضربه‌گیر چرخان وجود دارد. نوع اول اساساً شامل یک تاپر پنوماتیک است که به یک چرخ فولادی متصل شده است و معمولاً حول محوری قائم می‌چرخد. نوع دوم یک استوانه یا حلقه توخالی لاستیکی است که به یک شافت قائم متصل شده است. هر دو نوع مذکور انرژی جنبشی را به واسطه تغییر شکل چرخ و یا استوانه جذب می‌کنند.

ضربه گیرهای چرخان در کناره‌ها و Knuckleهای اسکله‌های ساحلی و جتی‌ها به کار برده می‌شوند و در باراندازهای خشک و ورودیهایی که حرکت قائم قابل توجهی از کشتی رخ نمی‌دهد استفاده می‌شوند.

۹-۸-۹ مزایا و معایب انواع ضربه گیرها

۹-۸-۹-۱ ضربه گیرهای متشکل از قطعات مرتجع

۹-۸-۹-۱-۱ ضربه گیرهای استوانه‌ای توخالی (که به صورت قطری بارگذاری می‌شوند).

الف: مزایا

- ۱- اقتصادی بودن
- ۲- سهولت در نصب و یا تعویض قطعات مجزا
- ۳- می‌تواند برای پوشش دادن محدوده قائم وسیعی استفاده شود.

ب: معایب

- ۱- مستعد برای آسیب به واسطه حرکت شناور
- ۲- نیاز به طول بلند جهت پخش کردن نیروی عکس‌العمل
- ۳- طولیل تر از دیگر قطعات مرتجع جهت جذب انرژی یکسان

۹-۸-۹-۲ ضربه گیرهای استوانه‌ای شناور (که به صورت قطری بارگذاری می‌شوند).

الف: مزایا

- ۱- اقتصادی بودن
- ۲- یک قطعه تمام محدوده جزر و مد را دربر می‌گیرد.

ب: معایب

- ۱- مستعد برای آسیب به واسطه حرکت شناور
- ۲- عدم مقاومت در مقابل Surge شناور
- ۳- اگر متوقف نشود می‌تواند به بالای وجه پهلوگیر بچرخد.

۹-۸-۹-۱-۳ ضربه‌گیرهای V شکل

الف: مزایا

- ۱- سهولت در نصب و یا تعویض قطعات مجزا
- ۲- عکس‌العمل پایین و جذب انرژی بالا با عکس‌العمل ثابت در محدوده تغییر شکل مجاز

ب: معایب

- ۱- تنها محدوده کوچکی از جزر و مد را پوشش می‌دهد مگر این که ردیفهای بالاتر و پایین‌تر ضربه‌گیرها اجازه دهند.

۹-۸-۹-۱-۴ ضربه‌گیرهای ستون قلاب‌دار

الف: مزایا

- ۱- سهولت در نصب و یا تعویض قطعات مجزا
- ۲- عکس‌العمل پایین و جذب انرژی بالا، با عکس‌العمل ثابت در محدوده تغییر شکل مجاز

ب: معایب

- ۱- باید با قاب ضربه‌گیر استفاده شود.
- ۲- نیاز به زنجیرهای افقی جهت مقاومت در برابر نیروی اصطکاکی طولی

۹-۸-۹-۱-۵ ضربه‌گیرهای چند تکه برشی

الف: مزایا

- ۱- ظرفیت انرژی بسیار بالا

ب: معایب

- ۱- جفت شدگی پیچیده با تعداد زیادی از پیچ‌ها که مستعد خوردگی هستند.
- ۲- نصب آنها سخت‌تر از بیشتر ضربه‌گیرهایی است که متشکل از قطعات مرتجع هستند.
- ۳- نیاز به قاب ضربه‌گیر
- ۴- نیاز به زنجیرهای افقی جهت مقاومت در برابر نیروی اصطکاکی طولی

۹-۸-۹-۱-۶ قطعات واحد برشی

الف: مزایا

- ۱- نیروی عکس‌العمل پایین به صورتی که مدول برشی آن تقریباً $\frac{1}{3}$ مدول الاستیک است.
- ۲- اثرات چرخشی را جذب می‌کند.

ب: معایب

- ۱- جذب انرژی پایین.
- ۲- نیاز به زنجیرهای افقی جهت مقاومت در برابر نیروی اصطکاکی طولی.
- ۳- مستعد برای شکست پیچشی وقتی که به تنهایی استفاده می‌شود.
- ۴- جهت جلوگیری از حرکت بیش از زاویه 45° باید متوقف شود.

۹-۸-۹-۱-۷ استوانه‌های توخالی محوری بارگذاری شده

الف: مزایا

- ۱- سهولت در نصب و تعویض
- ۲- سادگی در طراحی
- ۳- ظرفیت انرژی بسیار بالا
- ۴- جهت افزایش ظرفیت انرژی می‌توان چندین قطعه را به یک قاب ضربه‌گیر واحد جفت کرد.

ب: معایب

- ۱- حتی برای قطعات واحد، نیاز به یک قاب ضربه‌گیر دارد.
- ۲- جهت کمک به تحمل هر دو نیروی وزن و اصطکاک طولی نیاز به زنجیرها دارد.

۹-۸-۹-۱-۸ چهارگوش با مقطع مربعی توپر و ضربه‌گیرهای D شکل توخالی

الف: مزایا

- ۱- سادگی در طراحی، سهولت در نصب و تعویض.

ب: معایب

- ۱- عموماً ظرفیت انرژی پایین دارند.

۲- نیاز به طول بلند جهت پخش کردن نیروی عکس‌العمل دارند.

۲-۹-۸-۹ دولفینهای انعطاف‌پذیر

الف: مزایا

- ۱- می‌تواند به منظور ظرفیت انرژی بالا طراحی شود.
- ۲- می‌تواند در پهلوگیرهای با آب‌خور عمیق که در آنجا احداث سازه‌های وزنی دارای هزینه‌های گزافی هستند استفاده شود.
- ۳- با چند عرشه می‌تواند قابهای ضربه‌گیر را جهت پوشش کامل دادن به محدوده جزر و مدی وسیعی نگه دارند.

ب: معایب

- ۱- تنها در جاهایی که شرایط ژئوتکنیکی مناسب هستند می‌توان از آنها استفاده کرد.
- ۲- اگر بیش از ظرفیت سنگین شده باشند، تعمیر آنها سخت و یا در برخی موارد غیر ممکن است و منجر به موارد زیر می‌شود:
 - ۱-۲ تخریب تکیه‌گاه مقاوم در زمین
 - ۲-۲ تشکیل لولای پلاستیک در شمعها که منجر به کاهش ظرفیت باربری می‌شود.
- تذکر- حالت ۱-۲ یا ۲-۲ منجر به این می‌شود که شمعها دائماً در حالتی مایل قرار گیرند.
- ۳- تعویض شمعهای آسیب دیده در جلوی پهلوگیر همیشه موانعی را در استفاده از پهلوگیر ایجاد می‌کند.
- ۴- نیاز به فولادهای با درجه بالا و جوشکاری با کیفیت بالا دارد.

۲-۹-۸-۹ شمعهای ضربه‌گیر

الف: مزایا

- ۱- اگر نزدیک به هم قرار داده شوند، حفاظت خوبی را برای پهلوگیرها در محدوده‌های جزر و مدی ایجاد می‌کنند، مخصوصاً در جایی که شناورهای کوچک پهلوگیری کرده باشند.

ب: معایب

- ۱- نیاز به شرایط مناسب ژئوتکنیکی دارند.
- ۲- تعویض شمعهای آسیب دیده در جلوی پهلوگیر همیشه موانعی موقتی را در استفاده از پهلوگیر ایجاد می کند.

۹-۸-۹- ضربه گیرهای وزنی

الف: مزایا

- ۱- می تواند به منظور ظرفیت انرژی بالا طراحی شود.
- ۲- می تواند بدون استفاده از اقلام وارداتی همچون قطعات مرتجع یا ضربه گیرهای پنوماتیک احداث شود.

ب: معایب

- ۱- یاتاقانها و لولاهای مقطع متحرک نیاز به بازرسی و نگهداری منظم دارند.
- ۲- معایب معمول مربوط به قطعات بزرگی که بالا و پایین می روند و بار سنگینی را به عرشه اعمال می کنند.
- ۳- تنها در گذشته و به طور محدود به کار گرفته شده است، از این رو داده های محدودی در ارتباط با عملکرد آن در حین بهره برداری موجود است.

۹-۸-۵- ضربه گیرهای شناور پنوماتیک

الف: مزایا

- ۱- ظرفیت انرژی بسیار بالا.
- ۲- نیروی عکس العمل پایین.
- ۳- با بدنه کشتیه های دارای انحنا و پهلوگیرهای زاویه دار همخوانی دارد.
- ۴- یک قطعه از آن می تواند تمام محدوده جزر و مدی را دربر گیرد.
- ۵- سهولت در نصب و جابه جایی، قطعات را می توان در صورت نیاز از یک پهلوگیر به پهلوگیر دیگر جابه جا کرد.

ب: معایب

- ۱- قطر بسیار بزرگ آن شناور را نسبت به دیگر ضربه‌گیرها دورتر از روکش ضربه‌گیر نگه می‌دارد که منجر به مسائل زیر می‌شود:
 - ۱-۱ هزینه‌های اولیه بیشتر برای جرثقیلهای کانتینربر، یدک‌کشها و تجهیزات مشابه.
 - ۲-۱ بارهای bogie سنگین‌تر برای جرثقیلهای کانتینربر، یدک‌کشها و تجهیزات مشابه.
 - ۳-۱ سیکل زمانهای بهره‌برداری را برای جرثقیلهای کانتینربر، یدک‌کشها و تجهیزات مشابه کاهش می‌دهد.
- ۲- نیاز به سطح جوشکاری وسیعی دارد که ممکن است تا بالای سطح عمومی عرشه پهلوگیر ادامه پیدا کند.
- ۳- اگر به گونه‌ای مناسب متوقف نشود، می‌تواند به بالای وجه پهلوگیر بچرخد.
- ۴- نیاز به حفاظت ثانویه در مقابل پاره شدن و پنچر شدن به وسیله بیرون زدگیهای بدنه کشتی دارد.

۹-۸-۹-۶ ضربه‌گیرهای پر شده از فوم

الف: مزایا

- ۱- ظرفیت استهلاک انرژی بسیار بالا.
- ۲- نیروی عکس‌العمل پایین.
- ۳- با سطوح بدنه کشتیهای دارای انحنا و پهلوگیریهای زاویه‌دار همخوانی دارد.
- ۴- یک قطعه از آن می‌تواند تمام محدوده جزر و مدی را دربر گیرد.
- ۵- سهولت در نصب و جابه‌جایی قطعات را می‌توان در صورت نیاز از یک پهلوگیر به پهلوگیر دیگر جابه‌جا کرد.
- ۶- اگر پنچر شود ناگهان به زیر آب فرو نمی‌رود و یا جمع نمی‌شود.

ب: معایب

- ۱- قطر بسیار بزرگ آن، شناور را نسبت به دیگر ضربه گیرها دورتر از روکش ضربه گیر نگه می‌دارد.
- ۲- نیاز به سطح جوشکاری وسیعی دارد که ممکن است تا بالای سطح عمومی عرشه پهلوگیر ادامه پیدا کند.
- ۳- اگر به گونه‌ای مناسب متوقف نشود می‌تواند به بالای وجه پهلوگیر بچرخد.

۷-۹-۸-۹ ضربه گیرهای ثابت شده پنوماتیک

الف: مزایا

- ۱- ظرفیت انرژی بسیار بالا.
- ۲- نیروی عکس‌العمل پایین.
- ۳- اتلاف راندمان کم در هنگام پهلوگیری زاویه‌دار و همخوان با سطح بدنه کشتی انحنادار.
- ۴- سهولت در نصب و تعویض
- ۵- جهت حصول یک قطعه با ظرفیت بالاتر می‌توان چندین قطعه را به یک قاب ضربه گیر واحد جفت کرد.

ب: معایب

- ۱- نیاز به یک روکش محافظ جهت کاهش اصطکاک با بدنه کشتی دارد.
- ۲- می‌تواند به وسیله بیرون زدگیهای بدنه کشتی پاره شده و یا پنچر شود.

۸-۹-۸-۹ ضربه گیرهای چوبی

الف: مزایا

- ۱- شامل مصالحی است که برای استفاده به عنوان مصالح نمای ضربه گیر و نیز به عنوان تسمه‌های اصطکاکی به سهولت عمل می‌کند.

ب: معایب

- ۱- اگر به عنوان عضو ضربه‌گیر اصلی (مثلاً به عنوان شمع ضربه‌گیر) به کار رود تنها برای دستگاه‌های کوچک مانند بنادر تفریحی و پهلوگیرهای ساحلی مناسب است.
- ۲- اغلب چوب‌های مناسب که وارداتی هستند عموماً چوب‌های جنگلی بوده و تنها در تعداد محدودی از کشورهای مناطق گرمسیری می‌رویند و برخی نیز توسط (borer)های دریایی در معرض حمله قرار می‌گیرند.
- ۳- چوب‌های یدکی جهت تعویض، نیاز به توجهات خاص انبار کردن دارند.

۹-۸-۹-۹ ضربه‌گیرهای مکانیکی

الف: مزایا

- ۱- ضربه‌گیرهای از نوع چرخنده، مقاومت کمی را در برابر حرکت رو به جلوی شناورهای در حال ورود به لاکها نشان می‌دهند، این ضربه‌گیرها مخصوصاً در حفاظت از لبه‌های اسکله ساحلی مفید هستند.

ب: معایب

- ۱- نیاز به نصب در مکانهایی دارد که در آنجا بازرسی و نگهداری سخت است.
- ۲- نیاز به نگهداری مکانیکی دارند.

۹-۸-۱۰-۹ مکانهای قابل اجرای انواع ضربه‌گیرها

از مزایا و معایب فهرست شده در ۹-۸-۹ می‌توان مشاهده نمود که اکثر انواع ضربه‌گیرها را می‌توان برای تمامی گروه‌های پهلوگیر که در جدول (۲-۳) ارائه شده به کار برد. این بستگی به طراح دارد که مناسب‌ترین ضربه‌گیر را به منظور مورد طراحی بخصوص خود انتخاب کند.

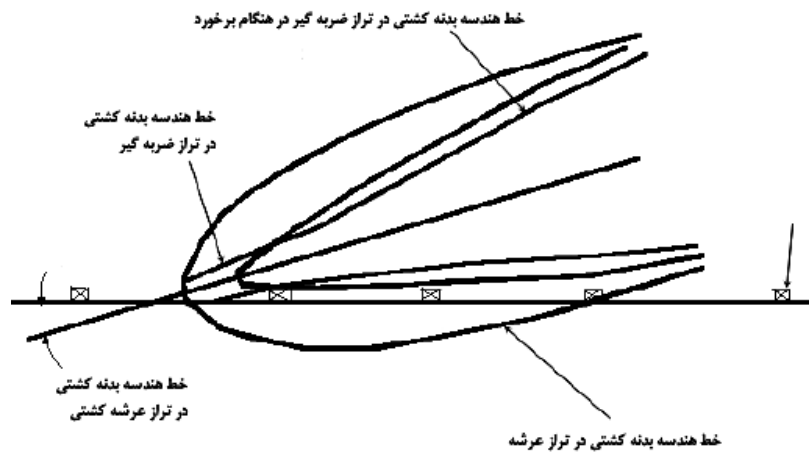
۹-۸-۱۱ ملاحظات ویژه در ضربه گیری

۹-۱۱-۸-۱ شناورهای با دماغه‌های جوانه‌پیزی

شناورهای دارای بدنه‌های به شکل دماغه‌های جوانه‌پیزی خطر تصادم بیشتری را نسبت به شناورهای دارای یک طرح سنتی سینه پهن به بیشتر سازه‌های پهلوگیر از خود نشان می‌دهند، در جایی که چنین شناورهایی پهلوگیری می‌کنند، هندسه مقطع زیر آب علاوه بر مقطعی که در سطح برخورد با سیستم ضربه‌گیر قرار می‌گیرد باید در نظر گرفته شود (شکل ۹-۱۱). فاصله ضربه‌گیرها، فشرده شدن ضربه‌گیر و رابطه بین زیر سازه به Cope نیز باید جهت برقرار کردن زاویه پهلوگیری بیشینه α (تنها در آن صورت عدم برخورد بین bulb و سازه پهلوگیر مجاز است) در نظر گرفته شود.

فقط استفاده از یک سیستم ضربه‌گیر برای محافظت سازه پهلوگیر در مقابل برخوردهای رو در رو یا زاویه‌دار رایج نیست.

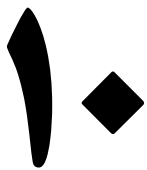
از این رو طراح باید یک زاویه بیشینه پهلوگیری را در نظر گرفته که از نظر اقتصادی، ضربه‌گیری و جانمایی قابل اجرا باشد.



شکل ۹-۱۱ هندسه شناور با بدنه منحنی شکل هنگام پهلوگیری

۹-۸-۱۱-۲ مهاربند

Ferryها، یدک‌کشها، قایقها و دیگر قایقهای کوچک اغلب با استفاده از مهاربندهایی که از یک یا چند چوب، لاستیک و یا تسمه‌های اصطکاکی فولادی انحنادار تشکیل شده و در دور شناور نصب شده‌اند، پهلو می‌گیرند. در طراحی سیستم ضربه‌گیری باید این‌گونه مهاربندی نیز در نظر گرفته شده باشد.



مہار بندھا

۱۰-۱ اصول مهاربندی صحیح

مادامی که حمل کالاهای فله و مواد خام از دریا صورت می‌گیرد، وظیفه اصلی یک سیستم مهاربندی جلوگیری از جدا شدن شناور از پهلوگیر و یا تصادم با شناورهای مهار شده مجاور است. همچنین سیستم مهاربندی در نزدیک کردن کشتی به پهلوگیر و ترک پهلوگیر کمک می‌کند.

حالات فوق اغلب مستلزم این است که کشتی به واسطه تجهیزات بارگیری یا تخلیه‌ای که بر پهلوگیر نصب شده‌اند و در هنگام پهلوگیری به کشتی متصل شده‌اند (مانند جرثقیلهای کانتینربر و بومها) با دقت در مکان خود قرار داده شده و از این رو باید حرکت کشتی کاملاً محدود شود. اصول کار به این صورت است که بدون در نظر گرفتن اندازه شناور و با استفاده از تعداد مناسبی از خطوط مهاربندی باید از حرکت شناور در محل استقرار جلوگیری شده و با توجه به شرایط وزش باد، جزر و مد، آب و هوا و شرایط دیگر احتمالی که در طول مدت توقف شناور در کنار پهلوگیر وجود خواهد داشت، عملیات مهاربندی به سهولت قابل انجام باشد.

طراح پهلوگیر باید وسایلی را جهت اجازه دادن به تمامی شناورهایی که پهلوگیر برای آنها طراحی شده تا در راستای پهلوگیر به طور ایمن مهار شده باقی بمانند، پیش‌بینی کند. نقاط مهاربندی باید به گونه‌ای طراحی شوند که همه شناورها را به طول مناسب پوشش داده و تا حد امکان نسبت به نقطه میانی پهلوگیر متقارن باشند. باید توجه شود که شناورهایی مانند تانکرهای LNG/LPG و تانکرهای ساحلی، نیازی به مانع فولدها و خود را ندارند و در نتیجه همیشه به طور مرکزی نسبت به پهلوگیر قرار نمی‌گیرند. ارتفاع نقاط مهاربندی باید چنان باشد که زوایای قائم خطوط مهار تا حد امکان کوچک بوده و ترجیحاً بزرگتر از 25° نباشند.

الگوی بهینه خطوط مهاربندی برای پهلوگیری در راستای عادی از یک رشته (web) اولیه تشکیل شده است که شامل خطوط سینه، دماغه و پاشنه کشتی (از دو انتهای شناور و یا نزدیک آنها) و خطوط Spring (تقریباً به فاصله یک چهارم طول، از دو انتهای شناور) می‌باشند.

طبیعت فیزیکی و جانمایی پهلوگیر یا پایانه بر روندی که مطابق آن، اجزای مهاربندی عمل می‌کنند تأثیر دارد و حالت نسبی دستگاه مهاربندی متصل به ساحل منجر به الگویی شده که سبب می‌شود

مقاومت کمتری را از خود نشان دهند. در چنین مواقعی، طراح پهلوگیر باید متصدی پهلوگیری را آگاه نماید که برای مهاربندی مناسب و سازگار با نیروهایی که به کشتی مهار شده، حتی در حین عملیات تخلیه و بارگیری اعمال می‌شوند چگونه عمل کند.

◀◀ ۲-۱۰ حالات مهاربندی

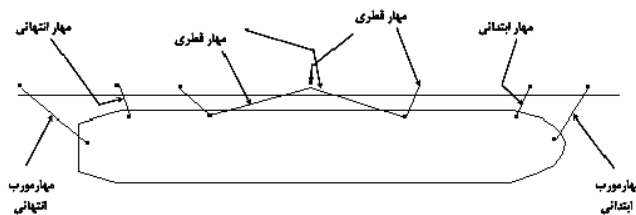
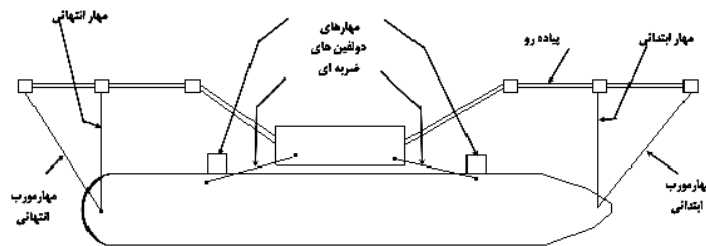
◀ ۱-۲-۱۰ کلیات

حالت عادی مهاربندی به این صورت است که طنابهای متصل به دو انتهای کشتی به گونه‌ای باشند که زوایای افقی حدوداً ۴۵، ۹۰ و ۴۵- درجه با محورشان بسازند و خطوط Spring و خطوط سینه (در صورت اقتضا) زاویه‌ای تقریباً ۱۰ درجه‌ای نسبت به محورشان بسازند (شکل ۱۰-۱). در برخی از سکوها و پهلوگیرهای با سر T شکل و مشابه آن، نقاط مهاربندی برای رسیدن طنابها از دو انتهای شناور، درست در پشت خط پهلوگیری قرار داده می‌شوند. در این حالات برای بیشینه نمودن عکس‌العمل نگهدارنده، غالباً در بیشتر مواقع، باید طنابها تا حد امکان نزدیک به زاویه‌های قائمه نسبت به محور کشتی قرار داده شده و با طولهای یکسان متصل شوند. همچنین باید تعداد کافی از خطوط Spring برای پیش‌بینی تمام نگهدارنده‌های طولی لازم استفاده شود.

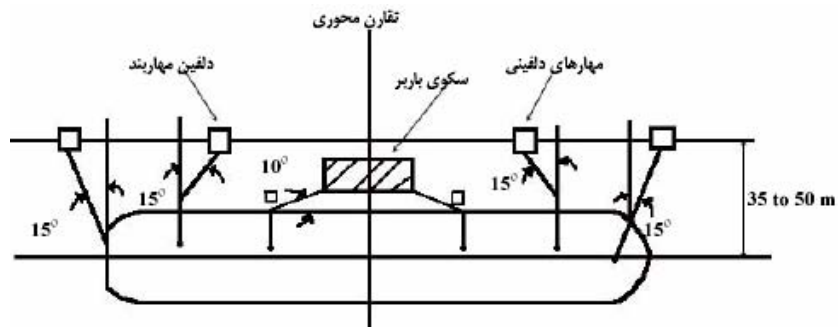
در مورد اسکله‌های ساحلی پیوسته، برای تأمین بیشینه بار مفید نگهدارنده با کمترین تعداد خطوط مهاربندی به کشتی، باید آرایش مهاربندی شناور به گونه‌ای طراحی شود که هر طناب تا حد امکان نزدیک به خط بارگذاری ایتیمم باشد. هرگونه جانمایی مهاربندی پیشنهادی، وابسته به مکان نسبی، فاصله و قدرت طناب‌بند‌های روی اسکله است که باید برای ابعاد و نوع شناورهایی که از پهلوگیر استفاده می‌کنند سازگار و مناسب باشد. عموماً طناب‌بند‌های روی یک اسکله ساحلی باید در مراکز ۳۰ متری پیش‌بینی شوند.

برای توزیع نیروهای نگهدارنده بر روی شناور، بهتر است که خطوط مهاربندی تقریباً حول نقطه میانی شناور متقارن بوده و تا حد امکان دور و جدا از هم قرار گیرند. به طور خاص در مورد سیمها (خصوص Spring های پشتی) نباید محکم به بدنه کشتی یا لبه Cope مالیده شوند.

یک سازه بلند در پاشنه یا در سینه کشتی، بار ناشی از باد را به طور موضعی افزایش خواهد داد. اما در عمل، معمولاً حاشیه نگهدارنده باید برای مراقبت و عدم آسیب به کشتی در چنین بارگذاریهای نامتعارفی پیش‌بینی شود. برای سکوی پهلوگیر تانکرها، نیروهای عکس‌العمل و طولی که به شناور اعمال می‌شوند به بهترین نحو به ترتیب توسط خطوط سینه و خطوط اسپیرینگ جذب می‌شوند، مشروط بر این که این خطوط در محدوده‌های تقریبی ارایه شده در شکل ۱۰-۲ قرار گرفته باشند. طولهای بهینه خطوط مهاربندی برای بزرگترین شناور، غالباً در محدوده ۳۵ متر تا ۵۰ متری قرار می‌گیرند.



شکل ۱۰-۱ طرح مهارهای مختلف



شکل ۱۰-۲ زاویه بهینه برای خطوط مهار

◀ ۱۰-۲-۲ خطوط سینه

نگهدارنده باید کشتی را محکم نگه دارد که این امر با استفاده از خطوط سینه به بهترین نحو حاصل می‌شود. این خطوط باید برای اعمال بیشترین بازدارندگی، عمود بر خط مرکزی کشتی قرار گیرند تا مانع شوند که شناور در جهت طولی نسبت به اسکله حرکت کند.

◀ ۱۰-۲-۳ خطوط اسپرینگ

خطوط اسپرینگ باید جهت اعمال بیشترین بازدارندگی موازی با خط مرکزی طولی کشتی قرار گیرند تا مانع حرکت surge شناور در راستای اسکله شوند.

◀ ۱۰-۲-۴ خطوط دماغه و پاشنه

خطوط دماغه و پاشنه نسبت به زاویه آنها به محور کشتی در سهم خطوط سینه یا خطوط اسپرینگ مؤثر هستند. استفاده از خطوط دماغه و پاشنه باید وقتی انجام شود که کشتی به دولفینیهایی که با فاصله زیاد از هم قرار دارند مهار می‌شود، که در واقع مستلزم اتصالات مهاربندی با فاصله زیاد از هم در ساحل است (به عنوان مثال وقتی که یک شناور بزرگ می‌خواهد از اسکله مربوط به کشتیهایی کوچکتر استفاده کند و از بارگذاری بیش از حد بر طناب‌بندهای روی اسکله اجتناب می‌کند). برعکس وقتی یک کشتی کوچک بخواهد به یک پهلوگیر کشتیهایی حامل نفت خام بسیار بزرگ مهار شود، مشاهده می‌شود که طناب‌بندهای روی اسکله با فاصله زیاد از هم قرار دارند که این امر منجر به تحت تأثیر قرار گرفتن برخی از خطوط مهاربندی که از خطوط دماغه و پاشنه اعمال می‌شوند خواهد شد.

در مواقع ضروری، خطوط دماغه و پاشنه باید پیش‌بینی شوند تا به مانورهای پهلوگیری و جدا شدن از پهلوگیر کمک کنند و یا در حالات خاص، به عنوان مثال وقتی که یک کشتی در طول اسکله بدون اینکه از موتورهای اصلی خود استفاده کند حرکت می‌کند و یا در شرایط طوفانی وقتی که بادهای شدید به موازات کشتی می‌وزند از خطوط دماغه و پاشنه استفاده می‌شود.

◀ ۱۰-۳ نیروهای اعمال شده به شناور مهار شده

◀ ۱۰-۳-۱ کلیات

نیروهای افقی اصلی اعمال شده به یک شناور مهار شده عموماً توسط باد و جریان ایجاد می‌شوند. سیستم مهاربندی در هنگام عملیات بارگیری و مسافرگیری باید توانایی تحمل هرگونه ترکیبی از نیروهای ایجاد شده از عوامل زیر را دارا باشد.

الف: باد

ب: جریان

ج: نیروی هیدرودینامیکی مؤثر بر اسکله باز و اثرات هیدرودینامیکی کشتیهای در حال عبور

د: امواج اقیانوسی یا دورآی بلند

ه: امواج ایجاد شده توسط عبور کشتیها در کانالهای باریک

و: بالا آمدن و پایین رفتن سطح آب بر اثر جزر و مد و تغییر در آبخور یا تریم بر اثر عملیات تخلیه و بارگیری

ز: یخ

اگر سیستم مهاربندی جهت تحمل بیشترین نیروهای باد و جریان طراحی شده باشد، مقاومت ذخیره جهت مقاومت در برابر دیگر نیروهایی که ممکن است ایجاد شوند کفایت می‌کند. اما اگر میزان برکشند امواج، یخ، و یا دیگر شرایط غیر عادی در محل پایانه قابل ملاحظه باشد، بارهای قابل توجهی به مهارندهای شناور اعمال می‌شوند. این نیروها به سختی قابل تحلیل هستند و در این صورت باید از آزمونهای مدل و یا اندازه‌گیری میدانی استفاده شود.

◀ ۱۰-۳-۲ باد و جریانات

برای برآورد نیروهای باد و جریان اعمال شده به یک شناور مهار شده، به بخشهای دیگر آیین‌نامه رجوع شود.

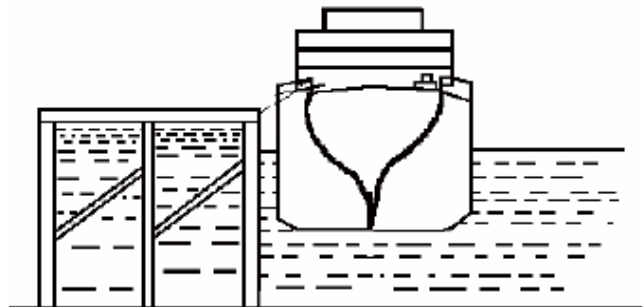
◀ ۳-۱۰-۳ نیروهای هیدرودینامیکی مؤثر بر اسکله و اثرات هیدرودینامیکی کشتیهای در

حال عبور

در مکانهایی که جریانهای قوی ناشی از جزر و یا مد در مجاورت پهلوگیر یا پایانه وجود دارد، راستای استقرار پایانه یا پهلوگیر با جریان جزر و مدی نسبت به شناور مهار شده منجر به ایجاد نیروهای هیدرودینامیکی می‌شود.

اگر در چنین شرایطی، پهلوگیر مورد نظر، سازه‌ای باز و یا شمع‌کوبی شده باشد، سازه مورد نظر شار آب را در زیر پهلوگیر کاهش داده و منجر به ایجاد هد فشار نسبت به سطح آب آزاد در سمت جلویی جتی می‌شود.

نیرو تنها توسط آن دسته از خطوط مهاربندی جذب می‌شود که دارای مؤلفه‌های عکس‌العمل مناسبی از مقاومت در مقابل حرکت شناور بوده و به سمت دور از پهلوگیر باشند (شکل ۳-۱۰).



شکل ۳-۱۰ کشتی مهار شده در کنار اسکله باز

◀ ۳-۱۰-۴ امواج

۳-۱۰-۴-۱ امواج اقیانوسی و یا امواج دورآی بلند

جهت بررسی تأثیرات امواج اقیانوسی و یا امواج دورآی بلند به یک کشتی مهار شده به بخشهای

دیگر آیین‌نامه رجوع شود.

۱۰-۳-۲ امواج ایجاد شده توسط کشتیه‌های در حال عبور در کانالهای باریک

در مکانهایی که موج ایجاد شده توسط کشتیه‌های در حال عبور، قابل توجه است، برکشند ایجاد شده توسط موج می‌تواند باعث تکان بسیار شدید شده و بارگذاری مربوط به این تکان بر سیستم مهاربندی منجر به تخریب طنابها و یا دستگاه مهاربندی متصل به کشتی گردد. جهت بررسی تأثیرات کشتیه‌های در حال عبور از کانالهای باریک به بخشهای دیگر آیین‌نامه رجوع شود.

۱۰-۳-۵ تغییر سطح آب بر اثر جزر و مد و تغییر در آب‌خور و یا تریم در هنگام عملیات

تخلیه و بارگیری

رابطه تغییرات لبه عرشه شناور نسبت به پیشانی پهلوگیر به دلیل:

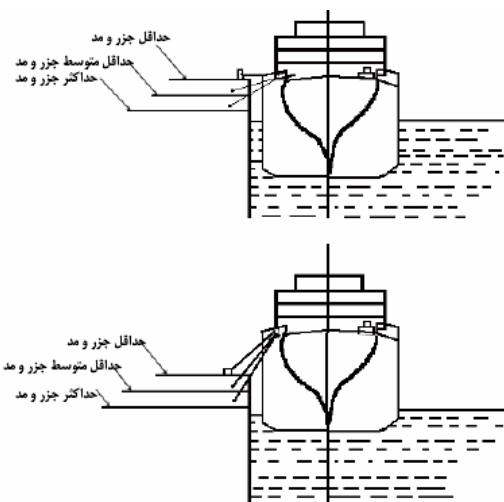
الف: بارگیری و یا تخلیه شناور

ب: تغییرات سطح آب بر اثر شرایط جزر و مدی، می‌تواند نیروها را کاهش داده و یا میزان بارگذاری

روی مهاربندها و همچنین بارگذاری روی شناور را تغییر دهد (شکل ۱۰-۴).

خطوط مهاربندی در حال کشش، وقتی که در حالت افقی قرار دارند دارای بیشترین اثر نگره‌دارندگی

هستند و این اثر با افزایش زاویه نسبت به افق کاهش می‌یابد.



شکل ۱۰-۴ تأثیر جزر و مد بر کشتی مهار شده

◀ ۱۰-۳-۶ یخ

تأثیرات یخ بر روی مهاربندی یک شناور به ندرت منظور می‌شود. وقتی که یک شناور در شرایط یخ‌بستگی در یک رودخانه جزر و مدی مهار می‌شود، یخ، بین کشتی و اسکله محبوس می‌شود. این امر باعث ایجاد یک نیروی طولی بر روی شناور می‌شود که دلیل آن، اثر روی هم انباشته شدن جریان یخی به واسطه جریان جزر و مدی است.

◀◀ ۱۰-۴ بارهای اعمال شده به نقاط مهار و طراحی

◀ ۱۰-۴-۱ شناورهای با تناژ تا ۲۰,۰۰۰ تن

برای شناورهای حمل و نقل عمومی (جنرال کارگو) و شناورهای فله‌بر با تناژ تا ۲۰,۰۰۰ تن، باید نقاط مهاربندی برای ظرفیت باری، بارگذاری اسمی طناب‌بندها و طناب‌مهاریها برای شناورهای تا ۲۰,۰۰۰ تنی آرایه شده است پیش‌بینی شوند.

بارگذاری طناب مهار (کیلو نیوتن)	بارگذاری طناب بند (کیلو نیوتن)	تناژ شناور با بار (تن)
۲۰۰	۱۰۰	تا ۲۰۰۰
۵۰۰	۳۰۰	تا ۱۰,۰۰۰
۱۰۰۰	۶۰۰	تا ۲۰,۰۰۰

◀ ۱۰-۴-۲ شناورهای با تناژ بیش از ۲۰,۰۰۰ تن

برای شناورهای با تناژ بیش از ۲۰,۰۰۰ تن، باید بیشترین بارگذاریهای محتمل بر روی هر یک از نقاط مهاربندی تعیین شوند. محاسبات باید تمام محدوده‌های ابعاد کشتیهایی که انتظار می‌رود مهار خواهند شد را دربر گیرند. برای شناورهای ویژه‌ای که دارای ابرسازه هستند (سوپر استراکچر)، به عنوان مثال فری‌ها و حاملین گاز، بارهای اعمال شده به نقاط مهاربندی باید با استفاده از روشهایی که در زیر شرح داده می‌شود محاسبه شوند.

۱۰-۴-۲-۱ روش اول

نیروهای باد و جریان اعمال شده به کشتی باید با استفاده از روش ارایه شده در آیین‌نامه، محاسبه شوند. بارهای اعمال شده به هر یک از نقاط مهاربندی باید به طور مجزا در نظر گرفته شده و سپس با در نظر گرفتن خطوط مهاربندی به صورت یک سیستم کشسان (الاستیک)، با استفاده از محاسبات دستی و توسط رایانه نیز محاسبه شوند.

جهت محاسبات دستی، باید سیستم مهاربندی با فرض اینکه نیروهای طولی توسط خطوط اسپرینگ و نیروهای عکس‌العمل در سینه و پاشنه به ترتیب توسط خطوط سینه و پاشنه مقاومت می‌شوند، ساده‌سازی شوند. باید طنابهای مهاربندی فرض شوند که دارای مشخصات کاملاً یکسان هستند و طولها و زوایای خطوط مهاربندی نیز کاملاً مطابق آنچه هستند در نظر گرفته شوند.

۱۰-۴-۲-۲ روش دوم

روش دیگر محاسبه بارهای اعمال شده به هر یک از نقاط مهاربندی این است که فرض شود اگر پهلوگیر دارای شش نقطه مهاربندی است، یک سوم کل نیروی عکس‌العمل اعمال شده به شناور، توسط

هر یک از نقاط مهاربندی تحمل می‌شود و نقطه مهاربندی باید برای این نیرو در تنشهای مجاز شده عادی طراحی شود.

اگر پهلوگیر تنها دارای چهار نقطه مهاربندی است، از این رو یک دوم کل نیروی عکس‌العمل اعمال شده به شناور، توسط هر یک از نقاط مهاربندی تحمل می‌شود.

۱۰-۴-۳ روش سوم

اگر پهلوگیر برای یک شناور خاص باید طراحی شود که از طنابهای مهاربندی و حالات مهاربندی ویژه‌ای استفاده می‌کند، نقاط مهاربندی باید با استفاده از تنشهای مجاز عادی برای نیرویی معادل با بار بیشینه‌ای که منجر به پاره شدن طنابها می‌گردد طراحی شود.

۱۰-۴-۴ روش چهارم

اگر داده‌های کافی برای استخراج هیچ یک از روشهای ارایه شده وجود نداشته باشد، جدول (۱۰-۱) بارهای عادی قابل قبول اعمال شده به نقاط مهاربندی را برای شناورهای حمل و نقل عمومی و شناورهای فله‌بر ارایه می‌دهد.

برای مکانهایی با شرایط استثنایی از باد، جریان و یا دیگر اثرات مخالف باید این‌گونه بارهای اعمال شده به نقاط مهاربندی را (۲۵٪) افزایش داد.

جدول ۱۰-۱ بارهای اعمال شده به نقاط مهاربندی برای شناورهای حمل و نقل و شناورهای فله‌بر

تنانژ کشتی بر حسب تن	بار اعمال شده بر حسب تن
بیش از ۲۰,۰۰۰ تا ۵۰,۰۰۰	۸۰
بالای ۵۰,۰۰۰ تا ۱۰۰,۰۰۰	۱۰۰
بالای ۱۰۰,۰۰۰ تا ۲۰۰,۰۰۰	۱۵۰
بالای ۲۰۰,۰۰۰	۲۰۰

۱۰-۵ طراحی سازه نقطه مهاربندی

بارهای اعمال شده به نقاط مهاربندی که از روشهای یک تا چهار استخراج شدند، نیروهای افقی هستند. باید این نکته را مد نظر داشت که مؤلفه عمودی برآیند خطوط مهاربندی در طراحی سازه نقطه مهاربندی و طناب‌بند یا بستهای قلاب‌دار نباید افقی در نظر گرفته شوند. در طراحی سازه نقطه مهاربندی، باید سطحی را در نظر گرفت که در آن سطح، نیروی افقی به سازه اعمال می‌شود. همچنین طراحی باید به گونه‌ای باشد که اگر دستگاه مهاربندی و یا محل نصب آن به سازه، بیش از اندازه بارگذاری شوند، قبل از اینکه کل سازه آسیب ببیند آنها تخریب شوند و به کل سازه آسیب وارد نشود.

۱۰-۶ تجهیزات مهاربندی

۱۰-۶-۱ کلیات

مجموعه تجهیزات مهاربندی که در آیین‌نامه مد نظر است، شامل طناب‌بندها، قلابهای به سرعت رها شونده، حلقه‌های مهاربندی و چرخ لنگرها هستند. فیرلیدها و گیره‌های طناب، عموماً به عنوان موارد متصل به کشتی اتلاق شده و از این رو در این مبحث مورد بررسی قرار نمی‌گیرند.

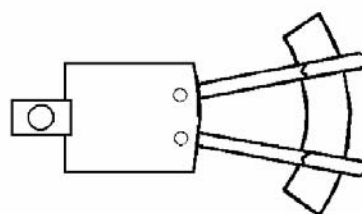
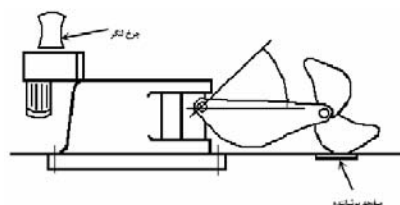
۱۰-۶-۲ مواد و مصالح

تجهیزات مهاربندی ساحلی از صفحات فولادی ساختمانی، فولاد چدنی و فولاد آهنگری شده و چدن ساخته می‌شوند. تمام این مواد و طرز ساخت مربوط به آنها باید مطابق با آیین‌نامه‌های معتبر ساختمانی باشند.

◀ ۱۰-۶-۳ طریقه نصب و استقرار

سیستم‌های نصب باید مستحکم و ساده باشند تا هزینه‌های نگهداری را کاهش داده و باعث سهولت در تعویض قطعات آسیب دیده شوند. پیچها و مهره‌ها باید تا جایی که امکان دارد به داخل فرو برده شوند تا از ایجاد مانع برای خطوط مهاربندی جلوگیری شود.

در جایی که قلابهای به سرعت رها شوند، در حالت رها شدنشان، به سطح عرشه برخورد می‌کنند، باید صفحاتی پوشاننده و مناسب پیش‌بینی شوند که تمام کمان کامل افقی مسیر حرکت دستگاه قلاب را ببوشانند (شکل ۱۰-۵). در جایی که خطوط مهاربندی به طور موضعی روی ناسینگهای عرشه برده می‌شوند (به عنوان مثال خطوط مهاربندی شناورهای کوچک در حالت جزر)، تسمه‌های باریک بدون روکش مناسب، باید جهت محافظت خطوط مهاربندی و سازه پهلوگیر پیش‌بینی شوند.



شکل ۱۰-۵ قلابهای مهاربند رها شونده سریع

◀ ۱۰-۶-۴ طناب‌بندها

طناب‌بندهای مورد مصرف عمومی معمولاً از مواد زیر ساخته می‌شوند:

الف: چدن نمره ۱۸۰ مورد پذیرش آیین‌نامه Bs1452:1990

ب: چدن گرافیت شبه کرومی با کیفیت 12 420 مورد پذیرش آیین‌نامه Bs2789:1985

ج: فولاد چدنی مورد پذیرش آیین نامه Bs3100:1991

چدن گرافیت شبه کرووی یا فولاد چدنی، ظرفیت بار را نسبت به چدن معمولی افزایش می‌دهند و برای هر طراحی مفروض و جهت افزایش مقاومت تا رسیدن به مقدار مد نظر در سیستم پیچ لنگرگاهی به کار برده می‌شوند.

انواع مختلفی از طناب‌بندها در دسترس است اما می‌توان آنها را به سه دسته زیر طبقه‌بندی کرد:

الف: نوع پیلار

ب: نوع تی - هد با سر تی شکل

ج: نوع توین - هد (سر دو قلو) با منگولهای شیبدار.

◀ ۱۰-۶-۵ قابلهای مهاربندی به سرعت رها شونده

قابلهای باید برای رها کردن آسان و سریع تعدادی از خطوط مهاربندی از پهلوگیر به کشتی تحت شرایط عادی و اضطراری طراحی شوند. روند رها کردن می‌تواند به طور موضعی به صورت عملیات دستی و یا عملیات الکترومکانیکی از یک مکان دورتر انجام شود.

از این رو قابلهای کاربرد ویژه‌ای در موارد زیر دارند:

الف: پهلوگیرهای نفت، گاز و مواد شیمیایی که در آنها به سرعت رها کردن خطوط مهاربندی جهت حرکت عادی شناورها لازم است.

ب: مهاربندی در دولفینهای سکوها که در آنجا دستیابی کارکنان تنها توسط قایقهای موتوری امکانپذیر است.

مشخصات عمومی قابلهای تجاری در دسترس در شکل ۱۰-۵ ارایه شده است.

نصب دستگاه عملیات از راه دور، تنها در شرایطی که در آنجا درجه‌ای بالا از نگهداری را می‌توان

تضمین نمود توصیه می‌شود. در تمام حالات فوق‌الذکر راهنمای ابزار جمع‌آوری باید تهیه و ارایه شود.

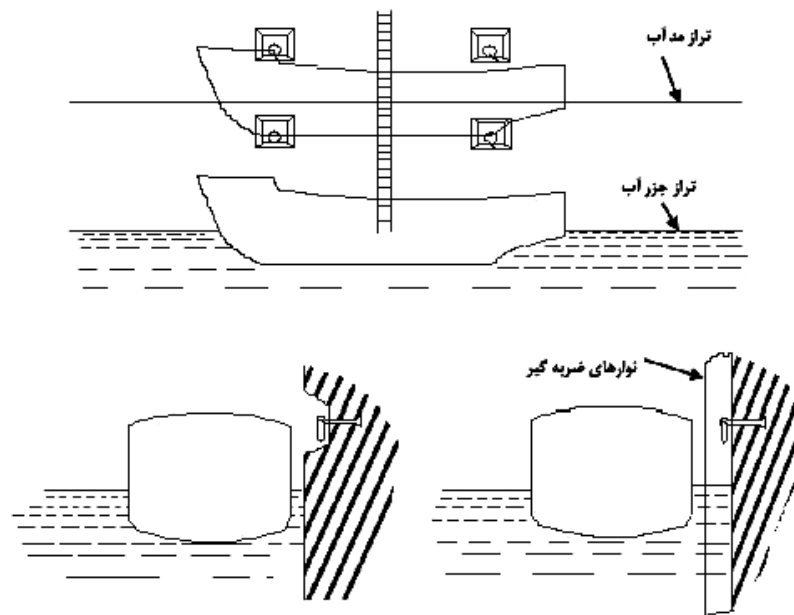
◀ ۱۰-۶-۶ حلقه‌های مهاربندی

حلقه‌های مهاربندی باید در وجوه پهلوگیر در مکانهایی که شناورهای کوچک (مانند قایقهای موتوری معمولی و راهنما) نیاز به پهلوگیری دارند پیش‌بینی شود. همچنین حلقه‌ها باید به عنوان یک وسیله مهاربندی برای شناورهای کوچک نیز قابل دسترسی باشد و برای تمامی حالات جزر و مدی طراحی شود. حلقه‌ها باید عموماً در مجاورت نردبانهای دسترسی قرار گیرد.

حلقه‌ها باید درون پهلوگیر پوشانده شوند و یا توسط تسمه‌های باریک پلاستیکی و مشابه آن برای اینکه به شناورها آسیبی وارد نکنند محافظت شوند. اگر حلقه‌ها در سطوح افقی بسته شده باشند باید برای پوشاندن آنها از شیاری که به این منظور ایجاد می‌شود استفاده کرد.

حلقه‌های مهاربندی باید از میل‌گردهای توپر و به قطر حداقل ۲۵ میلی‌متر و با پیچهایی به قطر حداقل ۲۴ میلی‌متر به سازه پهلوگیر محکم بسته شوند.

مشخصات عمومی حلقه‌های مهاربندی در شکل (۱۰-۶) نشان داده شده است.



شکل ۱۰-۶ مشخصات عمومی حلقه‌های مهاربند

◀ ۱۰-۶-۷ چرخ لنگرها

در جایی که خطوط مهاربندی جهت اتصال دستی به طناب‌بندها و یا حلقه‌های مهاربندی بسیار سنگین هستند و اتصال، غیر ممکن است و یا در جایی که فضای کافی برای احداث تعداد زیادی از مهاربندها وجود ندارد (مانند یک دولفین مهاربندی سکویی)، از چرخ لنگرهایی که به صورت الکتریکی به حرکت درمی‌آیند، برای کمک به خطوط مهاربندی در پهلوگیر استفاده می‌شود.

۱۱

شیراهه‌ها و پایانه‌های

دو - دو

◀◀ ۱-۱۱ کلیات

در این فصل، سازه‌های ثابت، شامل شیب‌راه‌های ساحلی صلب و قابل تنظیم که روی آب قرار نداشته و توسط آن نگهداری نمی‌شوند و تکیه‌گاه‌های آنها، بحث می‌گردد.
برای شیب‌راه‌های شناور یا نیمه شناور باید به **BS6349** قسمت ۶ مراجعه شود.

◀◀ ۲-۱۱ موقعیت

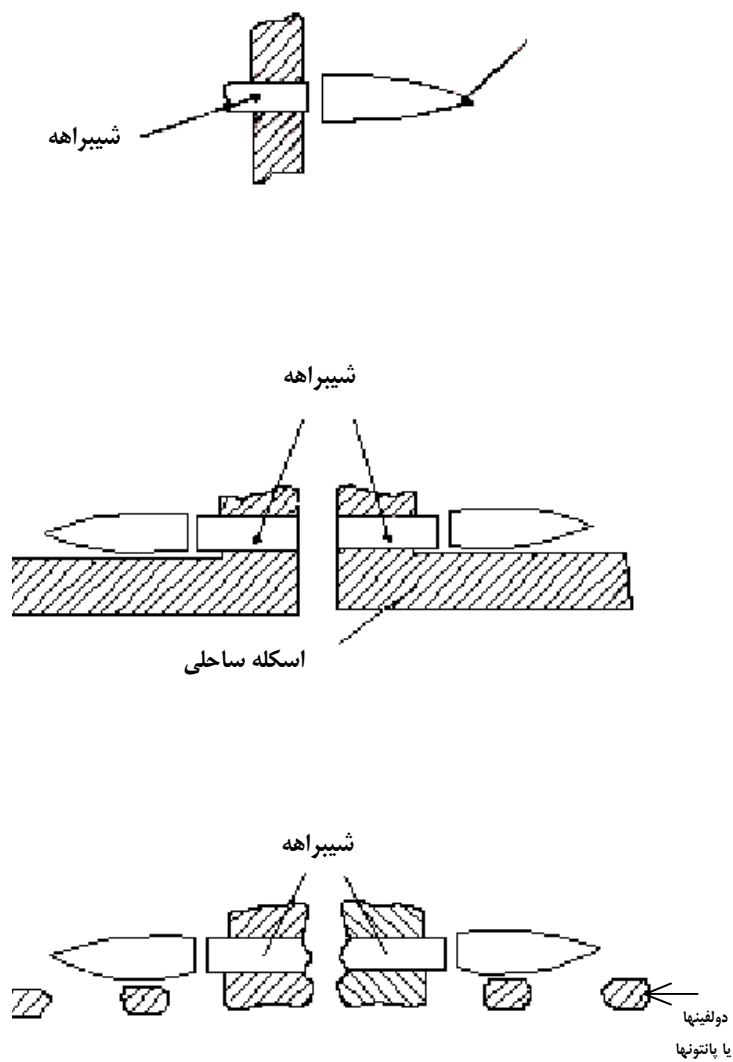
◀ ۱-۲-۱۱ موقعیتها و سازه‌های تپ

در پایانه‌های رو - رو با شیب‌راه‌های ساحلی، عموماً شناورها ملزم به پهلوگیری در کنار سازه‌های ثابت به منظور استقرار می‌باشند. این سازه‌ها ممکن است متشکل از یک خط پهلوگیری پیوسته و منفرد، یکسری دولفین یا پانتون یا ترکیبی از آن دو باشد، گاهگاهی، شناورها ممکن است توسط بویه‌ها یا مهارها دورتر از شیب‌راه‌ها مستقر شوند. موقعیت‌های تپ در شکل ۱-۱۱ نشان داده شده‌اند.

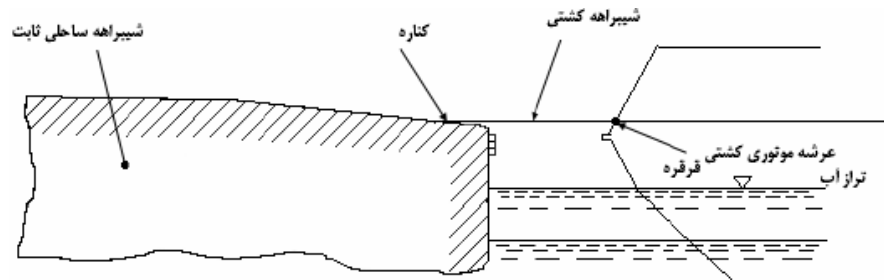
باید توجه خاصی به محدودیت‌های کشتیرانی ناشی از بادهای عرضی و قابلیت دسترسی به یدک‌کشهای کمکی شود.

شرایط و نیازمندیهای شیب‌راه‌های رو - رو در **BSMA97** ارایه شده است. یک شیب‌راه ساحلی ثابت تپ و یک شیب‌راه قابل تنظیم تپ به ترتیب در شکل‌های ۲-۱۱ و ۳-۱۱ نشان داده شده‌اند.

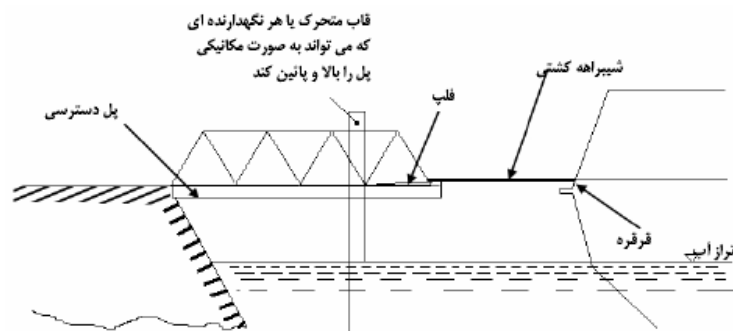
موقعیت دولفینها، پهلوگیری و ملزومات مهاربندی به طور کلی در **BS6349** قسمت ۴ ارایه داده شده است. برای راهنمایی در مورد پانتونها و بویه‌ها یا مهارهای عقب (شناورها) باید به **BS6349** قسمت ۶ مراجعه شود.



شکل ۱-۱۱ موقعیت تیپ شیراوه در پایانه کشتیهای حمل وسایل نقلیه



شکل ۱۱-۲ شیرابه ساحلی ثابت



شکل ۱۱-۳ شیرابه ساحلی قابل تنظیم

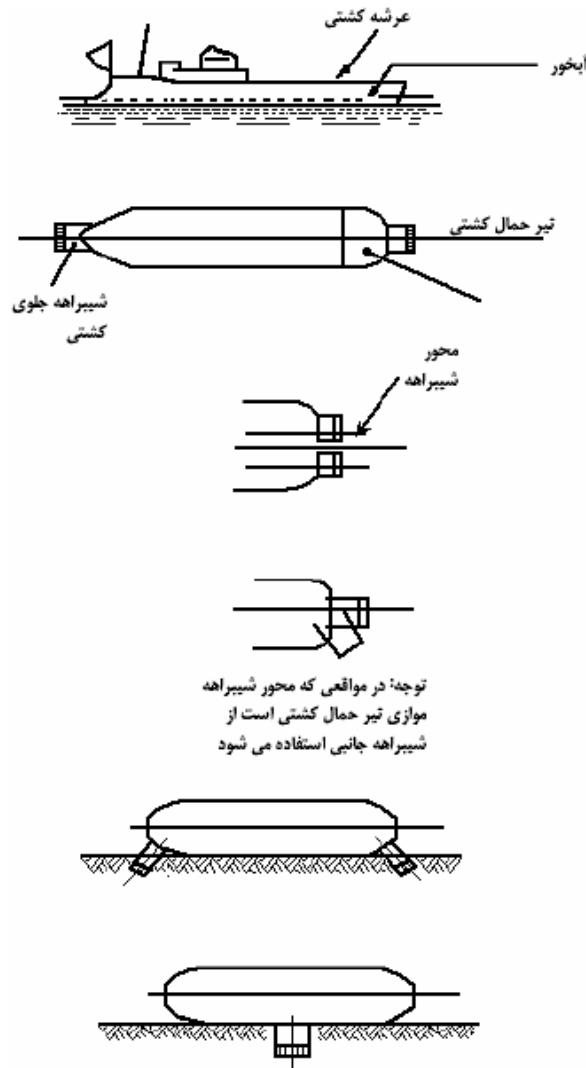
۲-۲-۱۱ شناورهایی که به آنها سرویس داده می‌شود

محدوده شناورهایی که از پایانه‌های رو - رو استفاده می‌کنند، تعیین کننده موقعیت سازه‌های دریایی واقع در ساحل می‌باشند. طراحی پایانه‌ای که فقط به یک کلاس از شناورها سرویس می‌دهد را می‌توان با محدودیتهای هندسی کمتری نسبت به طراحی پایانه‌ای که برای سرویس دهی به تمامی انواع شناورهایی که با توجه به عمق آب موجود در جلوی شیرابه رو - رو از آن استفاده می‌کنند، انجام داد. پایانه‌های با شیرابه‌های ساحلی، دارای شیرابه‌های موازی محور طولی شناور هستند. آنها ممکن است دارای یک شیرابه مخصوص دماغه یا عقب کشتی، دو شیرابه یا یک شیرابه چرخشی (مطابق شکل ۱۱-۴) باشند. شناورهای با شیرابه‌های کناری معمولاً نیاز به شیرابه ساحلی ندارند، مگر آنکه محدوده تغییرات سطح آب و آبخور شناورها بزرگ باشد. بعضی از شناورها برای ارتباط مستقیم با شیرابه ساحلی

با بیش از یک عرشه ساخته می‌شوند. سرویس دهی به آنها را می‌توان به وسیله یک شیبراهه ساحلی قابل تنظیم یا با یک شیبراهه دو - سطحه انجام داد.

برای توصیه‌های مربوط به ارتباط بین پایانه و کشتیها با شیبراهه‌های مستقیم عقب یا دماغه باید به

BSMA97 مراجعه کرد.



شکل ۱۱-۴ موقعیتهای مختلف شیبراهه نسبت به شناور

◀ ۱۱-۲-۳ تکیه‌گاه برای شیب‌راه‌های ساحلی قابل تنظیم

یک شیب‌راه ساحلی قابل تنظیم در منتهی‌الیه سمت خشکی (ساحل) و بر یک شالوده ثابت تکیه داده می‌شود. تنظیم ارتفاع سمت دریای آن ممکن است به وسیله شیب‌راه‌های هیدرولیکی یا به کمک کابل (در هر دو حالت) و با بهره‌گیری از نیروی الکتریسته انجام شود. کنترل هیدرولیکی معمولاً محدود به شیب‌راه‌های واقع در مکانهایی که محدوده جزر و مد از ۶ متر تجاوز نمی‌کند، می‌باشد. شیب‌راه‌های قابل تنظیم باید به وضوح دارای ایمنی کافی در مقابل بارگذاری وارده بر آن باشد.

◀ ۱۱-۲-۴ کج شدن شناورها

سنگین کردن قسمتی از شناور جهت ایجاد توازن و جبران کج شدگی شناور در حین بارگذاری و تخلیه امری متعارف و معمول می‌باشد. تأثیر باقیمانده کج شدن جانبی یا طولی شناور به وسیله انعطاف‌پذیری شیب‌راه شناورها جبران می‌شود. بنابراین نیازی به اتخاذ تمهید خاصی برای این مطلب در طراحی شیب‌راه ساحلی نیست. بعضی از کشتیهای حمل وسایل تغذیه دارای یک شیب‌راه با تکیه‌گاه مرکزی جهت جبران تأثیر باقیمانده کج شدگی جانبی هستند.

◀ ۱۱-۲-۵ شناورهای بدون شیب‌راه

در جایی که لازم است تا یک شیب‌راه (ممکن است با شیب حفر و به صورت سکوی افقی باشد) برای شناورهایی که فاقد شیب‌راه یا سکوی ارتباطی هستند تأمین گردد، یک شیب‌راه کوتاه باید در فاصله بین شناور و شیب‌راه ساحلی) به اندازه مطلوب و به صورت یکسر مفصل و یکسر آزاد که پوشش کافی را نیز تأمین کند (و روی شناور قرار داده شود) تهیه شود. جبران کج شدگی شناور در این حالت باید با تقسیم انتهای آزاد به قطعات کوچک و موازی با خط مرکزی شیب‌راه صورت گیرد.

◀ ۱۱-۲-۶ رویه شیب‌راه

رویه‌های بسیار متنوعی برای شیب‌راه‌های ساحلی به کار برده می‌شود، ولیکن همه آنها برای یک پایانه خاصی ممکن است مناسب نباشند. مهم‌ترین عوامل مؤثر در انتخاب رویه دوام مورد نیاز، هزینه و

مقاومت قیدها (که از سرخوردن روی شیبراهه جلوگیری می‌کنند) هستند. احتمال تشکیل یخ نیز باید در نظر گرفته شود.

◀ ۱۱-۲-۷ موانع ایمنی و علایم جاده‌ای

همه شیبراهه‌ها باید مجهز به موانع ایمنی (مثل نرده) در هر دو طرف آن باشد. همه شیبراهه‌ها باید دارای یک خط سفید یا زرد نقاشی شده در انتهای هر طرف آن باشد. شیبراهه‌هایی که به عنوان پل ارتباطی و به صورت دوطرفه باشد، باید دارای یک خط نقاشی شده در مرکز (که دو خط رفت و آمد را جدا می‌کند) نیز باشد.

◀ ۱۱-۲-۸ راه مسافران

در پایانه‌های مسافری شناورهای حمل وسایل نقلیه، راه دسترسی به پیاده‌رو باید در جاهای ممکن، از شیبراهه وسیله نقلیه مجزا باشد، اگر راه دیگری وجود ندارد، شیبراهه ساحلی باید به اندازه کافی عریض باشد تا شامل یک راه پیاده‌رو در یک جهت که از سواره‌رو توسط یک مانع ایمنی ممتد یا جدول جدا شده است، باشد. عرض پیاده‌رو به تعداد مسافران بستگی دارد، اما باید اضافه بر عرض مسیر حمل بار باشد.

◀ ۱۱-۲-۹ نرده‌بانه‌ها

به مسئله تدارک نردبان در دو طرف شیبراهه‌ها به منظور آسان کردن دسترسی شناورهای کوچک برای مقاصد حمل صفی و نیز به دلیل ایمنی باید توجه شود.

◀◀ ۱۱-۳ بارها

◀ ۱۱-۳-۱ وسایل نقلیه

بارهایی که یک شیبراهه ساحلی بر آنها طراحی می‌شود به میزان تردد وسایل نقلیه‌ای که انتظار می‌رود از پایانه استفاده خواهد کرد بستگی دارد. توصیه می‌شود که شیبراهه‌ها باید به عنوان حداقل

قابلیت تحمل بارگذاری بزرگراه (چنانکه در بخش شش BS540:0 قسمت ۲: ۱۹۷۸، مشخص شده است) و بالابرهای چنگکی را داشته باشند.

تأثیرات بارهای تکرار شونده باید بررسی گردد (به بند ۴۶: BS6349، قسمت ۱: ۱۹۸۴ مراجعه شود).
اعمال بارهای متمرکز توسط ستونهای بیرون آمده جرثقیلها و تکیه‌گاههای جلویی پنج‌چرخ و دیگر تریلرها برای شرایط کاری عادی و اضطراری باید در نظر گرفته شوند.

◀ ۱۱-۳-۲ بارگذاری ناشی از پهلوگیری و مهاربندی

برای جزییات مربوط به بارگذاری ناشی از پهلوگیری و مهاربندی باید به BS6349 قسمت ۴ مراجعه کرد.

◀ ۱۱-۳-۳ شیب‌راه‌ها

بار اعمالی توسط شیب‌راه‌های کشتی به شیب‌راه‌های ساحلی به اندازه و ظرفیت شیب‌راه شناور بستگی دارد. در صورتی که این اطلاعات موجود نباشد، برآورد آنها را می‌توان با استفاده از داده‌های آرایه شده در [۳۹] برای محدوده اندازه‌های شناورهای مورد نظر و اطلاعات آرایه شده در مورد بارهای وسایل نقلیه به دست آورد. در حالت عادی باید فرض شود که شیب‌راه کشتی یک بار خطی در امتدادی عمود بر خط مرکزی کشتی بر هر قسمت از منطقه فرود شیب‌راه کشتی وارد می‌کند. احتمال استفاده کشتیهای با یک تکیه‌گاه مرکزی شیب‌راه (۱۰-۲-۴ ملاحظه شود) از بندر باید در نظر گرفته شود.
ضربه محورها در حال عبور از روی قسمت انتهایی شیب‌راه کشتی باید در نظر گرفته شود. تمهیدات مشابه برای شیب‌راه‌های ساحلی یکسر مفصل و یکسر آزاد، در صورت وجود باید اتخاذ گردد.

◀ ۱۱-۳-۴ امواج و جریانها

نیروهای اعمالی توسط امواج و جریانها بر تکیه‌گاههای شناور شیب‌راه‌های ارتباطی باید به منظور شناسایی نیروهای وارده بر شیب‌راه‌ها و تکیه‌گاه سمت ساحل آن تعیین گردند. طبیعت تناوبی نیروی امواج باید در تعیین مقاومت در برابر خستگی شیب‌راه ارتباطی و اتصالات آن (بند ۴۷ از BS6349 قسمت ۱: ۱۹۸۴ ملاحظه شود) در موارد مقتضی در نظر گرفته شود.

۱۱-۴ فرسایش بستر

تأثیرات پروانه‌های کشتیها و حرکات ناگهانی دماغه آنها بر پایداری بستر دریا و هر شیروانی زیر آبی نزدیک به آن، باید به دقت مورد شناسایی قرار گیرد. این کار بخصوص در مورد آن دسته از پایانه‌های رو - رو که شناورها با نیروی محرکه خودشان مانور داده می‌شوند و آنها همواره در جای مشخصی پهلو می‌گیرند باید صورت پذیرد (۲-۳-۵ نیز ملاحظه شود).

۱۲

پیاده‌روها

۱۲-۱ کلیات

برای توصیه‌های کلی در مورد دوام و ایمنی پیاده‌روها، پله‌ها، نردبانها و نرده‌ها باید به BS5395 و برای دیگر توصیه‌های بهداشتی و ایمنی به مراجع [۶ و ۷] مراجعه شود.

۱۲-۲ معابر

معابر معمولاً برای دسترسی پیاده‌ها به سازه‌های مجزایی مثل دولفینها یا تردد بین مقاطعی از عرشه‌های باز رأس جتی‌ها مثل آنچه که ممکن است در بعضی از پایانه‌های حمل فله‌ای رخ دهد مورد نیاز می‌باشند. آنها باید طوری قرار بگیرند که خطر صدمه آنها توسط شناورها و تجهیزات بارگیری و تخلیه بار به حداقل ممکن برسد.

معابر ممکن است از فولاد، آلومینیم، بتن یا الوار ساخته شود و باید بر طبق آیین‌نامه‌های اجرایی مربوطه و معمولاً با توجه به شرایط بارگذاری ارایه شده در BS5400 قسمت ۲: ۱۹۷۸ طراحی شوند. کفپوشهای فلزی مورد استفاده برای فضاهای روباز پذیرفته شده توسط BS6439 باید مورد استفاده قرار گیرند تا در جاهایی که مردم عادی تردد ندارند خطر تشکیل یخ به حداقل برسد. توصیه می‌شود که حداقل عرض خالص معابر ۱ متر باشد. در جاهایی که تکیه‌گاه معابر بر سازه‌های انعطاف‌پذیر قرار دارد، تمامی حرکات افقی و چرخشی ممکن باید در طراحی در نظر گرفته شوند.

۱۲-۳ پلکانها

پلکانها ممکن است در جلوی اسکله‌ها برای ایجاد ارتباط با شناورهای کوچکی مثل کرجی‌ها و قایقهای مسافری و بندری، بخصوص در جاهایی که محدوده جزر و مد از ۱ متر بیشتر است، قرار داده شوند. در اسکله‌های آب عمیق آنها را باید در جاهایی قرار داد که مورد اصابت کشتیهای پهلو گرفته قرار

نگیرند. ترجیحاً باید آنها را روی دیوارهای برگشتی و در غیر این صورت در دو انتها یا محل‌های تغییر جهت اسکله قرار داد.

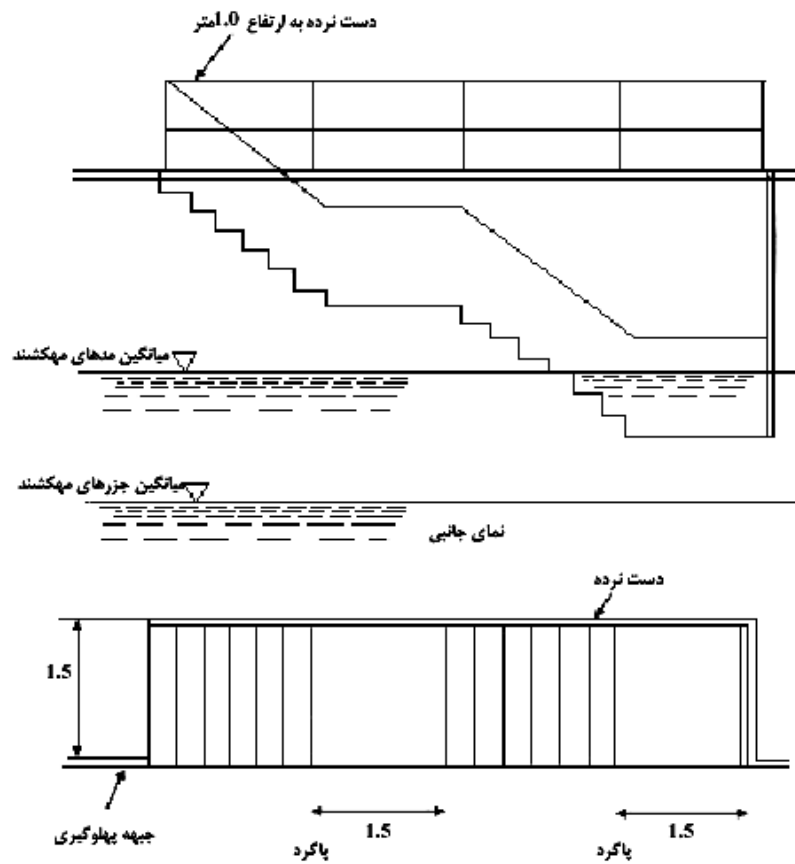
یک شکل قرارگیری تیپ در شکل ۱۲-۱ نشان داده شده است.

نوع احداث آن به سازه اسکله بستگی دارد. بیشتر موارد، پلکانها بتنی هستند، اما برای عرشه‌های اسکله‌های دور از ساحل از نوع پلکانهای اسکلتی فولادی ممکن است مناسب‌تر باشند. کف‌پوشهای فلزی از نوع روباز باید بر اساس BS4592 پذیرفته شود. توصیه‌های مربوط به ابعاد پله‌ها در BS5395 ارایه شده است.

برای سازه‌های دریایی، یک عرض حداقل ۱ متر برای جاهایی که فقط پرسنل شناور و بندر از پلکان استفاده می‌کنند و ۱/۵ متر برای جاهایی که مردم عادی تردد می‌کنند، توصیه می‌شود.

در جاهایی که محدوده جزر و مد، ۳ متر یا بیشتر است، پاگردها باید در حالت ایده‌آل در فاصله ۰/۷۵ متر بالاتر سطح متوسط بالا، سطح متوسط و سطح متوسط پایین آب با فواصل قائم ۳ متر یا کمتر قرار گیرند. برای محدوده‌های کوچکتر جزر و مد، تعداد پاگردها را می‌توان کاهش داد. پاگردها باید دارای حداقل ۱/۵ متر طول باشند. حلقه‌های مهارهای موقت، یا وسایل مشابه باید در سطح هر پاگرد و در محل‌هایی که باعث ممانعت خطوط مهاربندی از استفاده پیاده‌روها از پلکان نگردد، قرار داده شوند. پلکانها باید دارای روشنایی کافی باشند.

در جلوی اسکله در کنار و زیر پلکانها باید ضربه‌گیر نصب شود. تمهیدات لازم باید اتخاذ شود تا از کنده شدن شناورها در حین بالا و پایین رفتن سطح آب بر اثر جزر و مد، ممانعت به عمل آید.



توجه: ضریب گیرها و متعلقات آن نمایش داده نشده اند
 تمامی اندازه ها بر حسب متر ذکر شده اند

شکل ۱۲-۱ تیپ کلی قرارگیری پلکانها

مراجع

-
- 1- API – RP2A, Recommended practice for planning, designing and constructing fixed offshore platforms. (ver20 – 1996)
 - 2- BNV – OS101, Design of offshore wind turbine structures (2002)
 - 3- Technical standards and commentaries for port and harbour facilities in Japan (1999)
 - 4- Hydrodynamics of offshore structures, Skehakrabarti (1994)
 - 5- Offshore structural engineering, Thomas H. Dawson (1983)
 - 6- Dynamics of offshore structures, James Wilson (1984)
 - 7- Dynamics of offshore structures, Minoo H. Patel (1989)

واژه نامه

A

Abrasion.....سایش
 Anchor wallsدیوارهای مهار
 Anchorage.....مهار
 Anti-scour apron.....ضد آب‌شستگی
 Apron.....سکو
 Arching.....کمانی
 Arching conditionقوسی شدن
 Articulatedبر و بوم

B

Barrettبارت
 Beltingمه‌اربند
 Berthing (breasting) dolphin... دلفین ضربه‌گیر
 Berthing beam.....تیر پهلوگیری
 Berthing lineخط پهلوگیری
 Bollardموت
 Bonded Blockworkبلوک چینی پیوسته
 Boredدرجا
 Breakwater berth.....پهلوگیر موج‌شکن
 Buckling Columnفلاپدار
 Bulkhead.....دیوار ساحلی

C

Catwalksگره‌روها
 Cellularسپری‌های سلولی
 Cofferdam.....سد موقت
 Concrete Copping Beamسر پوش بتنی
 Cope.....پیشانی پهلوگیر
 Cornersکنج‌ها
 Coumn Blockworkبلوک چینی ستونی

Cross Flow Forcesنیروهای جریان عرضی

D

Deadman anchorgesمه‌ارهای وزنی
 Deadweight tonnageوزن مرده
 Debonding.....شیت وال
 Dilatometerانبساط سنجی
 Displacementوزن کل شناور
 Diurnal tidesجزر و مد روزانه
 Docksباراندازها
 Dolphinدلفین
 Double tie wall.....دیوار دو مه‌اره
 Double Wallدو دیواره
 Drag.....نیروهای پسا
 Drain rabric.....زهکشی شنی
 Dry- dockingبیرون کشیدن (شناور)

E

EHWبالاترین تراز
 Elasticالاستیک
 ELWپایین‌ترین تراز
 Extrudedحدیده شده

F

Fabrication Plant.....ساخت قطعات
 False deckعرشه کاذب
 Fendering.....ضربه‌گیری
 Ferries.....گذرگاه‌ها
 Fixed - earthزمین ثابت
 Floating piers.....اسکله‌های شناور
 Forefoorسینه پهن
 Free - earth supportتکیه‌گاه آزاد روزمین

H

HAT بلندترین مد نجومی

Hoop tension کشش کمربندی

I

Imposed load بارهای زنده

In situ capping کلاهک درجا

Interlocking Section قفل و بست شونده

J

Jetting جت آب

Jetty دور اسکله یا اسکله دور از ساحل

Jetty head رأس دور اسکله

Joint درز

L

Land-based plant سمت خشکی

LAT کوتاه‌ترین جزر نجومی

Limit state حالت حدی

Lock ورودی

Low water level سطح پایین آب

LWL تراز پایینی آب

M

Marginal berth پهلوگیر کناره‌ای

Marine Growth گیاهان دریایی

Mass concrete دیوارهای بتنی حجیم

Mean high سطح متوسط بالا

Modal Test آزمایش مودال

Monoliths مونولیت‌ها

Mooring dolphin دلفین مهاربند

Movement Joints درزهای جابه‌جایی

MSL میانگین تراز دریا

N

Neap tides کهکشند

Non-recoiling غیر برگشتی

Nosings ناسینگ‌ها

O

Open-piled شمعی باز

Overtopping سرریز شدن

P

Panel Joints اتصالات پانلها

Passive غیر فعال

Pier عمود اسکله یا اسکله عمود بر ساحل

Piled structures سازه‌های شمع کوبی شده

Pillar پیلار

Plug کف‌بند

Pontoon صندوقه‌های شناور

Pull-out بیرون کشیدگی

Q

Quay, Wharf اسکله ساحلی

R

Raking pile شمعهای مایل متقاطع

Random بارهای اتفاقی

Range دامنه جزر و مد

Rebound برگشت

Relieving platform سکوی کاهنده

Return walls دیوارهای برگشتی

Ro-Ro (roll - on/roll-off) ramp شیب‌راهه

Rotational failure گسیختگی دایره‌ای

S

Selfboring خودمدفون

Semi-diurnal tides جزر و مد نیمه روزانه
 Sheet wall سپری
 Sheeting صفحه‌ها
 Sliced Blockwork بلوک چینی قطعه‌ای
 Slipforming قالب لغزان
 Slipping سراندن (شناور)
 Small Craft شناورهای کوچک
 Soil arching کمائی خاک
 Soil shrinkage اثرات انقباض خاک
 Soldier Piles شمع و نگهدارنده
 Soldier Piles and Sheeting دیوار شمع و صفحه
 Solid توپر
 Spring tides مهکشند
 Stiff دیوار سخت
 Stop end یک قطعه نهایی
 Straight-web مقاطع جان - مستقیم
 Stress relief ماکزیم تنش
 Super Structure روسازه‌ها
 Surging حرکت
 Suspended deck structure سازه عرشه معلق

T

Tendom فولادهای پیش تنیده
 Tendons میل مهارها
 Tidal lag زهکشی جهت کاهش
 Tie-rod میل مهارها
 Tremie ترمی
 Troughed ناودانی شکل
 Tubular لوله‌ای

W

Walings پشت‌بند
 walings والینگها
 Walkway پیاده رو
 Wall panels دیوارهای پرکننده
 Warping (lead-in) dolphin دلفین مانور

خواننده گرامی

دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، 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، به‌صورت تألیف و ترجمه، تهیه و ابلاغ کرده است. نشریه پیوست 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. به این لحاظ برای آشنایی بیشتر، فهرست عناوین نشریاتی که طی دو سال اخیر به چاپ رسیده است به اطلاع استفاده‌کنندگان و دانش‌پژوهان محترم رسانده می‌شود.

لطفاً برای اطلاعات بیشتر به سایت اینترنتی <http://tec.mporg.ir> مراجعه نمایید.

دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله

Islamic Republic of Iran

**Ports and Marine Structures
Design Manual
(Berthing Equipments and Structures)**

No: 300-6

**Management and Planning Organization
Office of the Deputy for Technical Affairs
Technical, Criteria Codification and
Earthquake Risk Reduction Affairs Bureau**

**Ministry of Roads and Transportation
Deputy of Education, Research
and Technology
Transportation Research Institute**

2006

این نشریه

با عنوان «آیین‌نامه طراحی بنادر و سازه‌های دریایی ایران (سازه و تجهیزات پهلوگیری)» شامل دوازده فصل است.

کلیات، طراحی سازه‌های پهلوگیری، ملاحظات عمومی طراحی و بارگذاری اسکله‌ها، سپری‌ها، اسکله‌های وزنی، اسکله‌های شمع و عرشه، اسکله شناور، ستونهای مهاربند (دولفین)، ضربه‌گیر، مهاربندها، شیب‌راهه‌ها و پایانه‌های رو-رو و پیاده‌روها، فصلهای مختلف نشریه را تشکیل می‌دهند.

دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور، پیمانکاران و عوامل دیگر می‌توانند از این نشریه به عنوان راهنما استفاده کنند.