

جمهوری اسلامی ایران
سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

آیین‌نامه طراحی بنادر و سازه‌های دریایی ایران

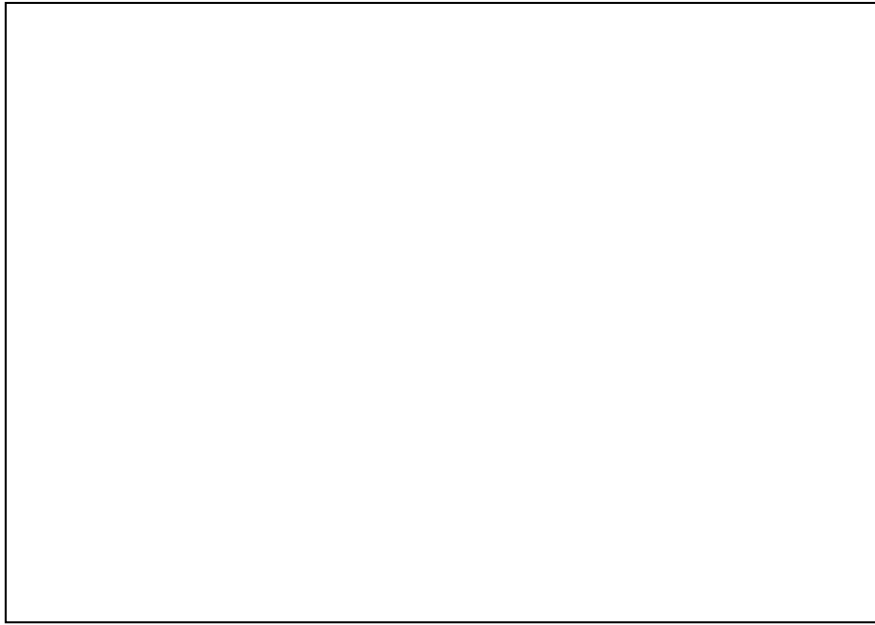
نشریه شماره ۷-۳۰۰
(آبراهه و حوضچه)

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 برنامه ریزی کشور

رئیس سازمان

بسمه تعالی

شماره: ۱۰۰/۳۰۰۳۴	به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران
تاریخ: ۱۳۸۵/۲/۱۱	

موضوع: آیین‌نامه طراحی بنادر و سازه‌های دریایی ایران (آبراهه و حوضچه)

به استناد آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی، موضوع ماده (۲۳) قانون برنامه و بودجه و در چارچوب نظام فنی و اجرایی طرح‌های عمرانی کشور مصوبه شماره ۱۴۸۹۸/ت/۴۸۹۸ هـ مورخ ۱۳۷۵/۴/۴ هیأت محترم وزیران به پیوست، نشریه شماره ۳۰۰-۷ دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله این سازمان، با عنوان «آیین‌نامه طراحی بنادر و سازه‌های دریایی ایران (آبراهه و حوضچه)» 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 هفتم (آبراهه و حوضچه)

برای حمل مطمئن کالا و مسافر توسط ناوگان کشتیرانی به / از بنادر کشور نیاز به مسیرهای آبی ایمن و حوضچه‌های آرامش می‌باشد. آبراهه‌های کشتیرانی به کلیه مسیرها و معابر آبی ساحلی یا درون خشکی اطلاق می‌گردد که به منظور تردد انواع شناورها احداث، بهسازی و یا نگهداری می‌شوند. آبراهه‌های کشتیرانی می‌توانند طبیعی بوده یا از طریق لایروبی به صورت مصنوعی ایجاد شوند. به جز آبراهه‌هایی که لنگرگاه را به حوضچه محوطه بنادر متصل ساخته و به کانالهای دسترسی موسومند، آبراهه‌های داخلی نیز وجود دارند که مختص ناوبری داخلی می‌باشند. این مجموعه که بخش هفتم از آیین‌نامه طراحی بنادر و سازه‌های دریایی ایران را تشکیل می‌دهد، مربوط به آبراهه‌ها و کانالهای کشتیرانی است. در این بخش ضوابط حاکم بر طراحی آبراهه‌ها، کانالها، حوضچه‌های آرامش و لنگرگاه‌ها ارایه شده است. در تهیه این مجموعه، از آیین‌نامه‌ها و مراجعی که جنبه بین‌المللی دارند استفاده شده و شرایط و ویژگیهای خاص ایران نیز در آن ملحوظ گردیده است. از آنجایی که در کشور ما به لحاظ موقعیت جغرافیایی، ترابری رودخانه‌ای توسعه چندانی ندارد، لذا در این آیین‌نامه به مبحث مذکور به طور مختصر پرداخته می‌شود.

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 میرمحمود ظفری
مهندس مرتضی بنی جمالی	دکتر رضا گیائی
مهندس بهناز پورسید	مهندس مهراں غلامی
مهندس علیرضا توتونچی	دکتر مرتضی قارونی
دکتر محرم دولتشاهی	مهندس افشین کلانتری

دکتر حمید رحیمی پور

مهندس محمد سعید سجادی پور

دکتر محمود صفارزاده

اعضای کمیته راهبردی

مهندس حمیدرضا بهرامیان

مهندس بهناز پورسید

دکتر محمود صفارزاده

مهندس میرمحمود ظفری

مهندس حسین مثقالی

مهندس عبدالرضا محبی

مهندس خسرو مشتریخواه

دکتر کیومرث عماد

مهندس مهران غلامی

مهندس طاهر فتح الهی

بخش هفتم (آبراهه و حوضچه)

دکتر علی پاک

مهندس علی پاک نژاد

ناظر: مهندس خسرو مشتریخواه

مجری: سازمان بنادر و کشتیرانی

مهندس علیرضا خدام آستانه حسین

مهدی تفضلی

معاون امور فنی

۱۳۸۵

فهرست تفصیلی مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل اول: تعاریف
۳	۱-۱ آبراهه
۳	۲-۱ حوضچه آرامش
۳	۳-۱ لنگرگاه
۵	فصل دوم: آبراهه‌ها و کانالهای کشتیرانی
۷	۱-۲ انواع آبراهه‌ها
۷	۱-۱-۲ موقعیت جغرافیایی
۷	۲-۱-۲ نوع ساخت
۸	۳-۱-۲ بهره‌برداری و حفاظت آبراهه
۸	۴-۱-۲ موقعیت آبراهه نسبت به سطح آزاد آب دریا و سهولت ناوبری آبراهه‌ها
۹	۲-۲ طبقه‌بندی آبراهه‌ها
۱۱	۱-۲-۲ آبراهه فرامنطقه‌ای
۱۱	۲-۲-۲ آبراهه منطقه‌ای
۱۱	۳-۲-۲ آبراهه محلی
۱۲	۳-۲ عوامل مؤثر در طراحی آبراهه‌ها
۱۵	۴-۲ شرایط محلی
۱۵	۵-۲ مسیر
۱۶	۶-۲ قوسها و خمها
۱۸	۷-۲ مسافت توقف
۱۹	۸-۲ عمق آبراهه
۲۰	۹-۲ توقفگاه موقت
۲۱	۱۰-۲ عرض
۲۳	۱۱-۲ شیب
۲۵	۱۲-۲ حریم آبراهه

۲۶	۱۳-۲ علامتگذاری
۲۷	۱۴-۲ نگهداری آبراهه‌ها
۲۹	فصل سوم: حوضچه‌های آرامش
۳۱	۱-۳ تعریف
۳۱	۲-۳ اجزای حوضچه آرامش
۳۲	۳-۳ معیارهای آرامش حوضچه
۳۲	۱-۳-۳ ارتفاع مجاز امواج در داخل حوضچه آرامش
۳۳	۲-۳-۳ زمان قابل قبول برای بر هم خوردن آرامش حوضچه
۳۴	۳-۳-۳ تشدید نوسانات داخل حوضچه
۳۴	۴-۳ مبانی طراحی ابعاد و اجزای حوضچه آرامش
۳۴	۱-۴-۳ عمق حوضچه آرامش
۳۵	۲-۴-۳ تراز سطح مبنای حوضچه
۳۵	۳-۴-۳ عرض دهانه ورودی حوضچه
۳۶	۴-۴-۳ راستای دهانه ورودی حوضچه
۳۶	۵-۴-۳ حوضچه چرخش
۳۸	۶-۴-۳ محوطه‌های لنگراندازی، توقف و پهلوگیری
۳۸	۵-۳ نگهداری حوضچه
۳۸	۱-۵-۳ نشست رسوبات
۳۹	۲-۵-۳ رعایت موارد زیست‌محیطی
۴۱	فصل چهارم: لنگرگاهها
۴۳	۱-۴ انواع لنگرگاه
۴۳	۲-۴ لنگرگاههای داخلی
۴۳	۱-۲-۴ مهاربندی در لنگرگاههای داخلی
۵۲	۲-۲-۴ پهلوگیری شناورها
۵۴	۳-۲-۴ توقفگاه درازمدت (پارکینگ) شناورها
۵۵	۴-۲-۴ توقفگاه کوتاه‌مدت شناورها
۵۶	۳-۴ لنگرگاههای خارجی

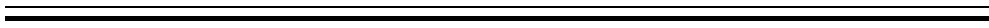
۵۶.....	۱-۳-۴ مہار بندی در لنگر گاہہای خارجی
۶۰.....	۲-۳-۴ ابعاد لنگر گاہہا
۶۵	مراجع
۶۹	واژہ نامہ

فهرست جدولها

عنوان	صفحه
جدول ۱-۲ جدول طبقه‌بندی آبراهه‌های ایران	۱۱
جدول ۲-۲ عوامل عمده مؤثر در طراحی یک آبراهه	۱۳
جدول ۳-۲ مقادیر مجاز قوس و انحراف مسیر در آبراهه‌ها	۱۷
جدول ۴-۲ جدول مسافتهای توقف	۱۸
جدول ۵-۲ انتخاب عمق آبراهه نسبت به تراز مبنای طراحی	۲۰
جدول ۶-۲ تعیین مقدماتی عرض کف آبراهه در مسیرهای مستقیم	۲۲
جدول ۷-۲ شبیه‌های کناره پیشنهادی برحسب انواع مختلف خاک برای شیروانی زیر آب	۲۳
جدول ۸-۲ برنامه دوره‌های مراقبت و نظارت آبراهه‌ها	۲۷
جدول ۱-۳ ارتفاع مجاز امواج در داخل حوضچه آرامش	۳۳
جدول ۲-۳ بازرسی ادواری حوضچه‌ها	۳۹
جدول ۱-۴ مشخصات برخی کابل‌های مصنوعی قابل استفاده برای مهاربندی	۴۵
جدول ۲-۴ بار وارده بر نقاط مهاربند برای شناورهای حامل کالاهای عمومی و فلّه برها	۵۲
جدول ۳-۴ محدوده لنگراندازی برای دوران آزاد	۶۱

فهرست شکلها

عنوان	صفحه
شکل ۱-۲ آبراهه‌های نامحدود، نیمه‌محدود و کاملاً محدود.....	۱۰
شکل ۲-۲ طرح آبراهه در قوس (L طول شناور طرح).....	۱۸
شکل ۳-۲ عناصر تشکیل دهنده عرض آبراهه.....	۲۲
شکل ۴-۲ نحوه استقرار کانال ورودی بندر نسبت به موج‌شکنهای محافظ.....	۲۴
شکل ۵-۲ شیب عرضی تحتانی در کانالهای کشتیرانی.....	۲۴
شکل ۶-۲ یک آبراهه با سکوه‌های جانبی.....	۲۴
شکل ۷-۲ نمایش محدوده حریم آبراهه.....	۲۶
شکل ۱-۳ ابعاد حوضچه چرخش.....	۳۷
شکل ۱-۴ انواع بولاردها.....	۴۶
شکل ۲-۴ کله‌گی با خلاصی سریع.....	۴۷
شکل ۳-۴ مهاربندی حلقه‌ای.....	۴۹
شکل ۴-۴ شمای کلی مهاربندی شناورها هنگام پهلوگیری کنار اسکله.....	۵۴
شکل ۵-۴ بویه مهاربندی نوع آدمیرالتی.....	۵۷
شکل ۶-۴ مهاربندی لنگری تک زنجیرهای.....	۵۸
شکل ۷-۴ مهاربندی تک نقطه‌ای.....	۵۹
شکل ۸-۴ آرایش انواع مهاربندی با بویه‌های منفرد.....	۶۰
شکل ۹-۴ مهاربندی از جلو و عقب کشتی دور از ساحل.....	۶۲
شکل ۱۰-۴ مهاربندی چند نقطه‌ای برای کشتی دور از ساحل.....	۶۳



تعريف

۱-۱ آبراهه

آبراهه یا راه آبی به هرگونه معبر دریایی یا گذرگاه رودخانه‌ای اطلاق می‌شود که قابلیت پذیرش و عبور انواع شناور اعم از قایق‌های کوچک یا کشتیهای بزرگ اقیانوس‌پیما را داشته باشد. استفاده از آبراهه‌ها می‌تواند برای مقاصد ترابری، تجاری، نظامی، سیاحتی و تفریحی باشد.

۲-۱ حوضچه آرامش

حوضچه آرامش به محوطه حفاظت شده بندر اطلاق می‌شود که شامل محوطه پهلوگیری، حوضچه چرخش و مانور شناورها، محوطه لنگراندازی و پارکینگ شناورها و مسیرهای ورود و خروج و ترافیک عبوری می‌باشد.

۳-۱ لنگرگاه

به محدوده‌ای از مناطق نزدیک ساحل یا دور از ساحل اطلاق می‌گردد که شناورها به دلایل مختلف، قصد توقف کامل در آن را داشته باشند. این توقف، غالباً جهت نوبت‌گیری برای تخلیه یا بارگیری کالا از بندر صورت می‌گیرد و ممکن است از چند ساعت تا چندین هفته به طول بیانجامد.



آبراهه‌ها و کانالهای کشتیرانی

◀ ۱-۲ انواع آبراهه‌ها

آبراهه‌ها بر حسب موقعیت جغرافیایی، نوع ساخت و نوع بهره‌برداری به گونه‌های مختلفی تقسیم می‌شوند، انواع آبراهه‌ها عبارتند از:

◀ ۱-۱-۲ موقعیت جغرافیایی

۱-۱-۱-۲ آبراهه داخلی

مسیر آبی درون خشکی است که در بستر رودخانه و خور و یا از طریق حفر کانال برای عبور مستمر و غیر پراکنده شناورها مورد استفاده قرار می‌گیرد. مرز آبراهه داخلی در صورتی که منتهی به دریای آزاد باشد، محل تلاقی آبراهه با منحنی میزان صفر (C.D) تعیین می‌شود.

۲-۱-۱-۲ آبراهه ساحلی یا دریایی

به معبر آبی اطلاق می‌شود که مابین محل لنگرگاه خارجی بندر و محوطه آرامش یا محوطه پهلوگیری قرار دارد. این آبراهه در معرض امواج و جریانات دریایی واقع است مانند کانال دسترسی بنادر.

◀ ۲-۱-۲ نوع ساخت

۱-۲-۱-۲ آبراهه طبیعی

به آبراهه‌ای می‌گویند که به صورت مصنوعی ایجاد نشده و به طور طبیعی (یا با لایروبی مختصر) قابلیت کشتیرانی یا قایقرانی داشته باشد، نظیر خورها و رودخانه‌های دائمی پرآب.

۲-۲-۱-۲ کانالهای کشتیرانی

هرگونه معبر و مسیر تردد کشتی را که به صورت مصنوعی و توسط انسان در دریا یا خشکی از طریق حفاری یا لایروبی ایجاد شده باشد، کانال می‌نامند.

◀ ۲-۱-۳ بهره‌برداری و حفاظت آبراهه

۲-۱-۳-۱ آبراهه حفاظت شده

آبراهه‌ای است که در پناه موج‌شکن یا آب‌شکن قرار گرفته است و مستقیماً در معرض باد، امواج و جریان‌ات دریایی قرار ندارد همانند کانال‌های دسترسی حفاظت شده و تمامی آبراهه‌های داخلی [۱].

۲-۱-۳-۲ آبراهه حفاظت نشده

آبراهه‌ای است که مستقیماً در معرض باد، امواج و جریان‌ات دریایی قرار داشته و با هیچ سازه طبیعی یا مصنوعی حفاظت نشده باشد [۱].

◀ ۲-۱-۴ موقعیت آبراهه نسبت به سطح آزاد آب دریا و سهولت ناوبری آبراهه‌ها

۲-۱-۴-۱ آبراهه نامحدود

آبراهه‌ای است با عمق کافی و عرض بزرگ‌تر از ۱۰ برابر طول بزرگ‌ترین کشتی عبوری به نحوی که کشتی بتواند در هر شرایطی از جزر و مد، در آن حرکت کند. کشتیرانی در آبراهه‌های نامحدود، با سهولت امکان‌پذیر است.

۲-۱-۴-۲ آبراهه نیمه محدود

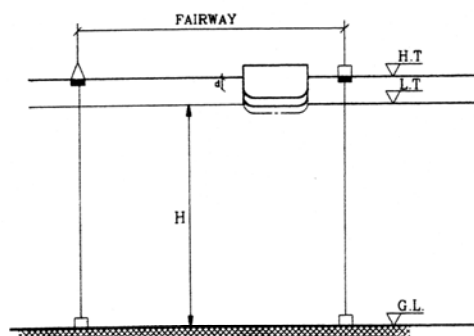
آبراهه‌ای است با عمق کم که به صورت کانالی مستغرق نسبت به پایین‌ترین سطح آب دریا قرار داشته و معمولاً از طریق لایروبی احداث می‌شود، همانند اغلب کانال‌های دسترسی بنادر.

۲-۱-۴-۳ آبراهه کاملاً محدود

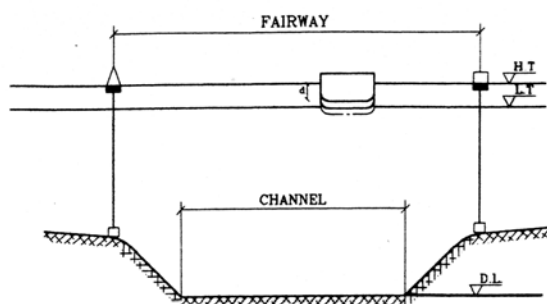
آبراهه‌ای است که از طریق خاکبرداری یا لایروبی در خشکی احداث شده و یا کاملاً در خشکی محصور شده است. کشتیرانی در آبراهه محدود، با محدودیت‌های زیادی توأم است.

۲-۲ ‹‹ طبقه‌بندی آبراهه‌ها

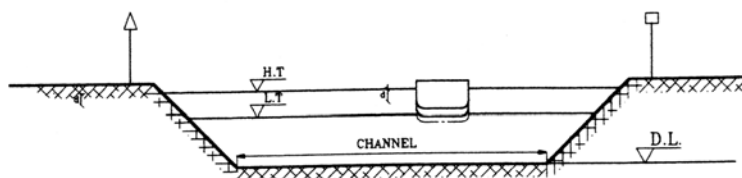
تجارت بین‌المللی ایجاب می‌نماید که بنادر و آبراهه‌هایی که با هم ارتباط متقابل دارند، قابلیت پذیرش شناورهایی را با ابعاد و مشخصات تقریباً یکسان داشته باشند. این اصل، که به آن اصل یکنواخت‌سازی می‌گویند، منجر به ایجاد طبقه‌بندی‌های متفاوت در بنادر و آبراهه‌ها گردیده است [۲]. در کشور ما آبراهه‌ها و بنادر انتهایی آنها به سه دسته زیر طبقه‌بندی می‌شوند. (شکل ۲-۱)



آبراهه نامحدود



آبراهه نیمه محدود



آبراهه محدود

شکل ۱-۲ آبراهه‌های نامحدود، نیمه‌محدود و کاملاً محدود [۱]

◀ ۱-۲-۲ آبراهه فرامنطقه‌ای

به آبراهه‌هایی اطلاق می‌شود که پذیرای کشتیهای با ظرفیت بزرگ‌تر از (DWT) ۵۰۰۰ ton بوده و یا عمق آبراهه نسبت به تراز مبنای کشتیرانی مساوی یا بیشتر از ۷ متر باشد.

◀ ۲-۲-۲ آبراهه منطقه‌ای

به آبراهه‌هایی اطلاق می‌شود که پذیرای شناورهای با ظرفیت کمتر از (DWT) ۵۰۰۰ ton و مساوی یا بزرگ‌تر از (DWT) ۱۰۰ ton بوده و یا عمق آبراهه نسبت به تراز مبنای کشتیرانی کمتر از ۷ متر و مساوی یا بیشتر از ۳ متر باشد.

◀ ۳-۲-۲ آبراهه محلی

به آبراهه‌هایی اطلاق می‌شود که پذیرای شناورهای کوچک تا ظرفیت حداکثر (DWT) ۱۰۰ ton بوده و یا عمق آبراهه نسبت به تراز مبنای کشتیرانی کمتر از ۳ متر باشد. ضوابط طراحی آبراهه‌ها بسته به اینکه در کدام سطح از طبقه‌بندی فوق‌الذکر قرار می‌گیرند، متفاوت خواهد بود (جدول ۱-۲).

جدول ۱-۲ جدول طبقه‌بندی آبراهه‌های ایران

ارتفاع آزاد زیر پل **	تراز مبنا	عمق آبراهه	ظرفیت شناور DWT	عنوان	کلاس
*	C.D.	مساوی یا بزرگتر از ۷ متر	بزرگتر از ۵۰۰۰ تن	آبراهه فرامنطقه‌ای	I
بیشتر از ۷ متر	M.L.L.W.	کوچکتر از ۷ متر و مساوی یا بزرگتر از ۳ متر	بزرگتر از ۱۰۰ تن و کوچکتر از ۵۰۰۰ تن	آبراهه منطقه‌ای	II
بیشتر از ۳ متر	M.L.W.	کوچکتر از ۳ متر	کوچکتر از ۱۰۰ تن	آبراهه محلی	III

* نصب پل ثابت بر روی آبراهه‌های فرامنطقه‌ای مجاز نمی‌باشد.

** ارتفاع آزاد زیر پل فاصله‌ای است بین بالاترین سطح آب محتمل در آبراهه تا پایین‌ترین سطح تمام شده عرشه تختانی

پل

◀◀ ۳-۲ عوامل مؤثر در طراحی آبراهه‌ها

در طراحی آبراهه‌ها عوامل متعددی دخالت دارند که می‌بایست مد نظر قرار داده شوند، مهم‌ترین عوامل طبیعی و غیر طبیعی که در طراحی مؤلفه‌های مختلف یک آبراهه می‌بایست توسط مهندس طراح لحاظ شوند، در جدول ۲-۲ آورده شده‌اند.

جدول ۲-۲ عوامل عمده مؤثر در طراحی یک آبراهه

نگهداری	فاصله آزاد	مسافت توقف	علامتگذاری	جانمایی توقفگاه	حریم	شیب کناره‌ها	تعریض قوسها	مسیر	تراز مبنا	عمق	عرض کف	مؤلفه‌های آبراهه	
												عوامل	
*		*	*	*		*	*	*			*	جریانهای دریایی	عوامل طبیعی
*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	امواج	
*	*		*	*	*	*			*	*		جزر و مد	
*	*								*	*		شوری آب	
		*	*	*		*	*	*			*	باد	
		*	*	*			*				*	مه	
*	*		*	*		*		*	*	*		خاک بستر	
*	*			*	*		*	*	*	*		رسوبگذاری	
*		*	*				*	*				توپوگرافی	

نگهداری	فاصله آزاد	مسافت توقف	علامتگذاری	جانمایی توقفگاه	حریم	شیب کناره‌ها	تعریض قوسها	مسیر	تراز مبنا	عمق	عرض کف	مؤلفه‌های آبراهه	
												عوامل	
	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	کشتی طرح **	ملاحظات
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	سرعت طرح	
*			*	*	*		*				*	ترافیک طرح	

** منظور از کشتی طرح، عرض، طول، ارتفاع، آبخور و شکل بدنه بزرگترین کشتی عبوری از آبراهه می‌باشد.

عواملی که با علامت * مشخص شده‌اند در طراحی هر یک از مؤلفه‌های آبراهه می‌بایست مورد مطالعه قرار گیرند.

۴-۲ شرایط محلی

از آن جایی که عوامل مؤثر در طراحی یک آبراهه، نظیر جزر و مد و شرایط جوی غالب و شرایط عمقی آبراهه از یک بندر به بندر دیگر تغییر می‌کند، لذا در نظر گرفتن شرایط محلی و تجارب افراد بومی در طرح مناسب آبراهه بسیار مؤثر خواهد بود و مشورت با ناخدایان و دریانوردان بومی هر منطقه قبل از طراحی آبراهه قویاً توصیه می‌گردد.

۵-۲ مسیر

مسیر آبراهه در پلان باید به گونه‌ای جانمایی گردد که شناورهای عبوری از آن بتوانند تحت هرگونه شرایط جوی به ویژه در هنگام طوفان و دید محدود، با اطمینان کافی حرکت کنند. شرایط عمومی تعیین مسیر بهینه آبراهه‌ها به شرح زیر است:

الف: به منظور کاهش هزینه‌های لایروبی، آبراهه در ناحیه‌ای با بیشترین عمق طبیعی و کوتاه‌ترین مسافت قرار گیرد.

ب: به منظور پرهیز از افزایش هزینه‌های نگهداری، از جانمایی آبراهه در نواحی مستعد رسوبگذاری اجتناب شود.

ج: موقعیت ورودی کانال دسترسی بنادر به گونه‌ای جانمایی گردد که حتی‌الامکان زاویه امتداد ورودی کانال دسترسی و امتداد باد غالب، جریانهای مؤثر و امواج طوفانی محلی از ۳۰ درجه بیشتر نشود.

د: موقعیت ورودی کانال دسترسی به حوضچه، به گونه‌ای جانمایی شود که شناور، بلافاصله پس از ورود به حوضچه در محوطه بادپناه قرار گیرد.

هـ: فاصله توقف کافی برای متوقف ساختن شناور بدون در نظر گرفتن کمک یدک‌کش می‌بایست فراهم گردد، لذا پیش‌بینی یک حوضچه در انتهای آبراهه ضروری است.

و: تعداد قوسها و زوایای شکست محور آبراهه، کمترین تعداد ممکن باشد و از قوس یا شکست مسیر خصوصاً در ورودی بندر اجتناب شود.

- ز: برای اینکه شناور به خوبی در مسیر قرار گیرد، در بازه‌های بحرانی نظیر ورودی موج‌شکنها، ورودی لنگرگاهها و عبور از زیر پلها، مسیر مستقیم به اندازه ۴ برابر طول کشتی طرح قبل از رسیدن به نقاط بحرانی در نظر گرفته شود.
- ح: مسیر آبراهه به گونه‌ای جانمایی شود که کمترین تلاقی را با صخره‌های زیرآبی، اجسام مغروق و یا خطوط انتقال متقاطع با مسیر، نظیر پلها، خطوط انتقال برق، گاز و غیره داشته باشد.
- ط: مسیر آبراهه یا کانال دسترسی، به گونه‌ای جانمایی شود که بر حوضچه چرخش در داخل محوطه محافظت شده بندر، مماس گردد.

◀ ۲-۶ قوسها و خمها

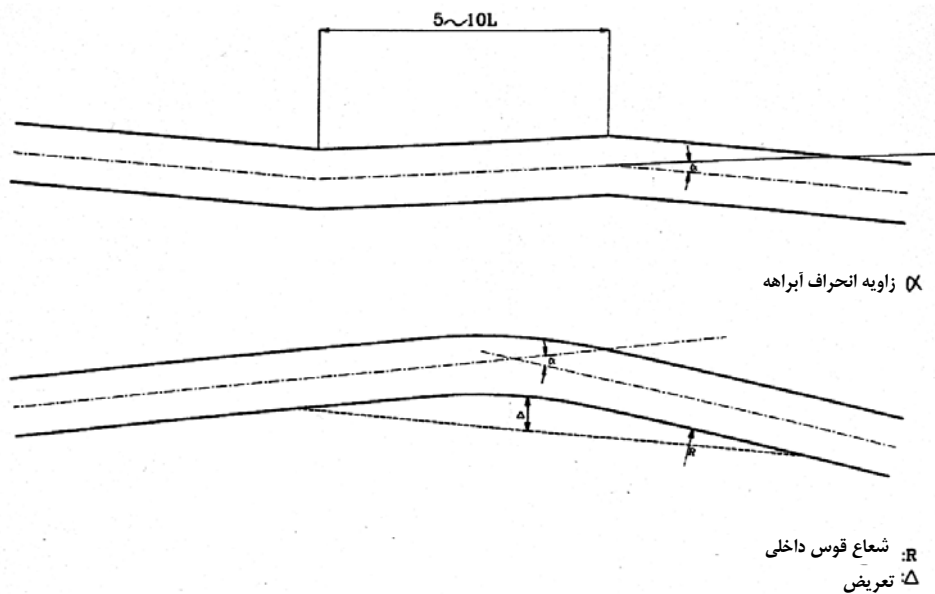
- به عنوان یک اصل کلی در طراحی مسیر آبراهه‌ها می‌بایست از پیش‌بینی پیچها و شکستگیهای تند و قوسهای متوالی پرهیز شود. در صورتی که استفاده از قوس و شکستگی مسیر، اجتناب‌ناپذیر باشد، باید حداقل مسیر مستقیمی به طول ۱۰ برابر طول کشتی طرح در آبراهه فرامنطقه‌ای و ۵ برابر طول کشتی طرح در آبراهه منطقه‌ای و محلی بین دو قوس متوالی لحاظ گردد. رعایت موارد زیر در طراحی قوسها الزامی است.
- الف: در آبراهه‌های فرامنطقه‌ای حداکثر زاویه انحراف مجاز ۲۰ درجه و حداقل شعاع قوس داخلی ۱۰ برابر طول کشتی طرح پیشنهاد می‌شود.
- ب: در آبراهه‌های منطقه‌ای حداکثر زاویه انحراف مجاز ۳۰ درجه و حداقل شعاع قوس داخلی ۶ برابر طول کشتی طرح پیشنهاد می‌شود.
- ج: در آبراهه‌های محلی حداکثر زاویه انحراف مجاز ۴۵ درجه و حداقل شعاع قوس داخلی ۴ برابر طول کشتی طرح پیشنهاد می‌شود.
- در صورتی که شناوری یدک‌کش شود، طول یدک‌کش نیز به طول شناور می‌بایست افزوده شود.
- در صورت عدم امکان رعایت زاویه انحراف یا حداقل شعاع قوس آبراهه، تعریض آبراهه در محل مرکز قوس یا شکستگی مطابق جدول ۲-۳ می‌بایست انجام پذیرد. تعریض می‌تواند در یک طرف انجام

شده یا در دو طرف آبراهه تقسیم گردد. افزایش پهنای مقطع می‌بایست به صورت تدریجی و با گام ۱:۱۰ صورت پذیرفته و از هرگونه تغییر ناگهانی سطح مقطع در مسیر آبراهه‌ها، شکل ۲-۲ اجتناب گردد.

جدول ۲-۳ مقادیر مجاز قوس و انحراف مسیر در آبراهه‌ها [۳]

حداقل شعاع قوس R	حداقل تعریض بر حسب متر Δ	حداکثر زاویه انحراف α	کلاس آبراهه
$10L$	$\frac{L^2}{8R}$	۲۰ درجه	فرامنطقه‌ای
$6L$	$\frac{L^2}{8R}$	۳۰ درجه	منطقه‌ای
$4L$	$\frac{L^2}{8R}$	۴۵ درجه	محلی

L طول کشتی طرح (بزرگترین کشتی عبوری از آبراهه) است.



شکل ۲-۲ طرح آبراهه در قوس (L طول شناور طرح)

◀ ۷-۲ مسافت توقف

مسافت توقف به فاصله‌ای اطلاق می‌شود که کشتی از بدو اقدام به توقف طی می‌کند تا کاملاً از حرکت باز ایستد. این مسافت تابع مشخصات شناور است. از محل ورودی بندر تا ابتدای لنگرگاه داخلی یا مرکز حوضچه چرخش مسافتهای زیر به عنوان مسافت توقف می‌بایست لحاظ شود. (جدول ۲-۴)

جدول ۲-۴ جدول مسافتهای توقف

کشتی در حالت خالی	کشتی در حالت بارگیری شده	طبقه‌بندی آبراه
۵ برابر طول کشتی طرح	۸ برابر طول کشتی طرح	فرمانطقه‌ای
۳ برابر طول کشتی طرح	۷ برابر طول کشتی طرح	منطقه‌ای و محلی

۲-۸ عمق آبراهه

حرکت کشتی در آبراهه‌ها به ویژه آبراهه‌های محدود و نیمه محدود با پدیده‌های فیزیکی خاص نظیر غلتش، غوطه‌وری و فروروی پاشنه یا سینه همراه است. لذا همواره عمق آبراهه برای در نظر گرفتن این حرکات نوسانی بیشتر از آب‌خور کشتی در حالت پر، در نظر گرفته می‌شود. برای انتخاب عمق مناسب آبراهه‌ها نسبت به تراز مبنای طرح، عوامل زیر می‌بایست در نظر گرفته شوند:

- نوع آبراهه (محدود، نیمه محدود یا نامحدود)
 - اندازه، آب‌خور، شکل بدنه و سرعت کشتی طرح
 - نوسانات طولی کشتی در هنگام حرکت و فروروی کشتی به هنگام کاهش سرعت
 - سرعت جریان در آبراهه
 - عمق ذخیره برای رسوبگذاری بین دو دوره لایروبی
 - تأثیر امواج
 - تغییرات جزر و مدی
 - روش و تناوب لایروبی و هزینه‌های توقف کشتیرانی در هنگام لایروبی
 - میزان شوری آب
 - نوع مصالح کف آبراهه
 - دقت نتایج ژرفاسنجی
 - حاشیه اطمینان زیر تیر اصلی کشتی و رواداریهای دیگر
 - تغییرات فصلی جریان در آبراهه‌های رودخانه‌ای
- بنابراین می‌توان گفت عمق آبراهه مجموعی است از عمق آب‌خور بزرگترین کشتی عبوری از آبراهه، نصف ارتفاع موج مجاز در آبراهه، تغییرات عمقی ناشی از غوطه‌وری، تغییرات عمق ناشی از شوری آب، حاشیه اطمینان زیر تیر تحتانی کشتی جهت جلوگیری از برخورد با بستر آبراه، ذخیره عمق برای احتمال اضافه‌بار، ذخیره عمق برای احتمال رسوبگذاری در مسیر، اضافه عمق برای فروروی کشتی هنگام حرکت شناور و رواداری لایروبی که نسبت به تراز مبنای مشخصی تعریف می‌شود.

به عنوان یک راهنمایی کلی، جدول ۲-۵ برای انتخاب اولیه عمق آبراهه پیشنهاد می‌گردد.

جدول ۲-۵ انتخاب عمق آبراهه نسبت به تراز مبنای طراحی [۱]

طبقه‌بندی آبراهه	نامحدود*	نیمه محدود (حفاظت نشده)	محدود (حفاظت شده)	تراز مبنای طرح	اضافه عمق در قوسها**
فرمانطقه‌ای	--	۱/۴ d	۱/۲ d	C.D.	۰/۱ d
منطقه‌ای	--	۱/۳ d	۱/۱۵ d	M.L.L.W.	۰/۱ d
محلی	--	۱/۲ d	۱/۱ d	M.L.W.	۰/۱ d

d: آبخورد بزرگترین کشتی عبوری از آبراهه در حالت بارگیری شده

M.L.L.W = Mean Lowest Low Water

* با توجه به تعریف آبراهه عمق کافی وجود دارد.

** برای قوسهای با شعاع $R < 10L$ و انحراف مسیرهای با زاویه بزرگتر از ۲۰ درجه

M.L.W= Mean LowWater

تراز مبنای طراحی، تراز است قراردادی که با توجه به تغییرات سطح آب در هنگام جزر و مد تعریف می‌شود. انتخاب این تراز معمولاً بر اساس آنالیزهای اقتصادی و در نظر گرفتن درصد احتمال عبور کشتی طرح در طول دوره بهره‌برداری آبراهه تعیین می‌شود و تراز پیشنهادی در جدول جنبه راهنمایی کلی دارد.

۹-۲ توقفگاه موقت

در آبراهه‌های طولیل و پرتراپیک که عبور کشتی طرح با سرعت مطمئن از تمامی آبراهه، بیشتر از یک دوره جزر و مدی طول می‌کشد و عمق کافی هم وجود ندارد، لایروبی کل مسیر آبراهه برای عبور دادن کشتی طرح، اقتصادی نبوده و بهتر است توقفگاههای موقتی با عمق کافی در طول مسیر آبراهه برای توقف و لنگراندازی کشتیهای بزرگ پیش‌بینی شود.

۱. لازم به ذکر است که جهت کاهش نیروی مقاوم هیدرودینامیکی وارد بر بدنه شناور در حال حرکت، نسبت زیر، بین عمق

$$F_{nh} = \frac{V}{\sqrt{gh}}$$

آب و سرعت حرکت شناور باید برقرار باشد.

در این رابطه V سرعت شناور $\left(\frac{m}{sec}\right)$ ، g شتاب ثقل $\left(\frac{m}{sec^2}\right)$ و h عمق آب بر حسب متر می‌باشد. F_{nh} عدد ژرفای

فروند نامیده می‌شود که باید به کمتر از ۰/۶ یا ۰/۷ محدود شود.

موقعیت مناسب برای احداث توقفگاه بر اساس سرعت کشتی طرح و شرایط ناوبری آبراهه و با در نظر گرفتن پیشروی موج جزر و مد در داخل آبراهه و پس از انجام یک آنالیز اقتصادی دقیق تعیین می‌گردد. کشتیهای بزرگ با اندکی تأخیر در لنگرگاه خارجی می‌توانند سوار بر موج مد وارد آبراهه شده و تا توقفگاه پیشروی کرده و برای ادامه مسیر منتظر موج مد بعدی گردند و بدین ترتیب از هزینه‌های لایروبی اضافی کاسته شود.

۱۰-۲ عرض

عرض آبراهه در مسیر مستقیم، تابع عوامل زیادی است که مهم‌ترین آنها به شرح زیر می‌باشند [۱]:

- ابعاد کشتی طرح
 - قدرت مانور کشتی طرح و سرعت آن
 - شرایط جوی به ویژه باد و مه
 - شدت جریانهای دریایی و جزر و مد
 - شدت و جهت امواج
 - نوع آبراهه (حفاظت شده یا حفاظت نشده) و طبقه‌بندی آن
 - ترافیک عبوری از آبراهه و یک خطه یا دو خطه بودن آن
 - علایم کمک ناوبری، مهارت سکاندار و استفاده از راهنما
- در آبراهه‌های طویل که طول آبراهه بیشتر از ۱۰ کیلومتر باشد، مسیر آبراهه می‌بایست دوخطه پیش‌بینی شود [۴]. در آبراهه‌های کوتاه‌تر، میزان ترافیک عبوری از آبراهه، نوع شناورهای عبوری و اهمیت آبراهه، تعداد خطوط را تعیین می‌نماید. از آن جایی که تعداد خطوط آبراهه تأثیر مستقیم در هزینه‌های احداث آبراهه دارد، بهتر است در این خصوص تحلیل اقتصادی لازم صورت پذیرد.
- یک شناور در آبراهه نمی‌تواند مسافت خیلی زیادی را در یک مسیر کاملاً مستقیم طی نماید. لذا برای هر شناور عبوری، گذرگاه یا دالان مانوری متناسب با عرض آن تعریف می‌شود. عرض این دالان برای حالات مختلف قدرت مانور ضعیف تا خیلی خوب از ۳/۱ تا ۲ برابر عرض کشتی طرح متغیر است (شکل ۲-۳) [۱].

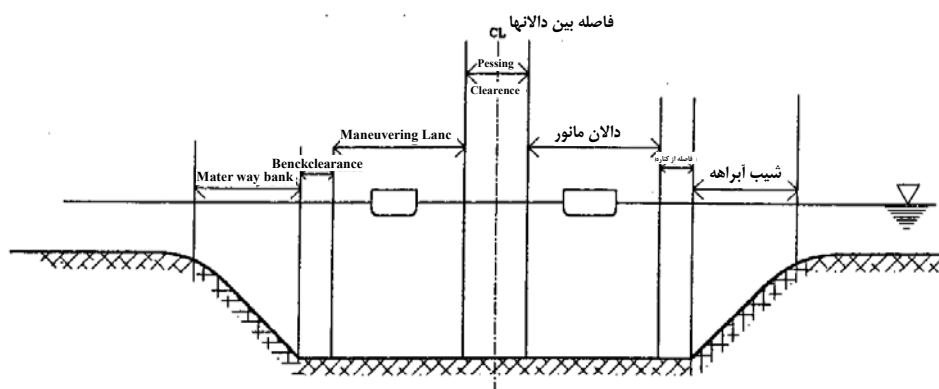
به عرض انتخابی برای دالان مانور، فاصله از کناره‌های کانال، فاصله از شناور مقابل (در آبراهه‌های دوخطه)، اضافه عرض بابت تأثیر باد، اضافه عرض بابت تأثیر امواج، اضافه عرض بابت تأثیر جریانهای دریایی یا رودخانه‌ای، رواداری برای علایم کمک ناوبری، رواداری لازم در صورت حمل کالای خطرناک، اضافه عرض بابت سرعت کشتی طرح و اضافه عرض بابت خروج از محوریت کشتی در قوسها می‌بایست اضافه گردد [۱].

به عنوان یک راهنمای کلی جدول ۲-۶ عرض آبراهه‌ها در مسیر مستقیم را پیشنهاد می‌نماید.

جدول ۲-۶ تعیین مقدماتی عرض کف آبراهه در مسیرهای مستقیم

طبقه‌بندی آبراهه	نامحدود	نیمه محدود (حفاظت نشده)		محدود (حفاظت شده)		اضافه عرض بابت سرعت بیشتر از ۱۲ نات
		یک خطه	دو خطه	یک خطه	دو خطه	
فرانطقه‌ای	$< 10 L$	$5/0 B$	$1/0 B$	$4/8 B$	$7/0 B$	$0/8 B$
منطقه‌ای	$< 10 L$	$3/8 B$	$7/2 B$	$3/5 B$	$6/0 B$	$0/8 B$
محلی	$< 10 L$	$1/3 B$	$5/1 B$	$2/8 B$	$4/6 B$	--

L و B به ترتیب طول و عرض کشتی طرح



شکل ۲-۳ عناصر تشکیل دهنده عرض آبراهه [۱]

◀ ۱۱-۲ شیب

منظور از شیب، شیب کناره‌های آبراهه نسبت به امتداد افق می‌باشد (شکل ۲-۴). این شیب به شدت، تابع مشخصات مکانیکی مصالح تشکیل دهنده آبراهه بوده و می‌تواند در طول مسیر آبراهه متناسباً تغییر نماید.

در جایی که مصالح تشکیل دهنده آبراهه سست و فرسایش‌پذیر باشند، شیبهای کناره می‌بایست در مقابل فرسایش ناشی از جریانات و امواج تولید شده به هنگام عبور کشتی و دیگر عوامل جوی به نحو مناسبی محافظت گردند.

به طور کلی پایداری شیب کناره‌های آبراهه در طول مسیر با استفاده از اطلاعات ژئوتکنیکی می‌بایست بررسی شده و ضریب اطمینان پایداری شیب برای حالت استاتیکی و بدون در نظر گرفتن اثر زلزله بیش از ۱/۳ باشد.

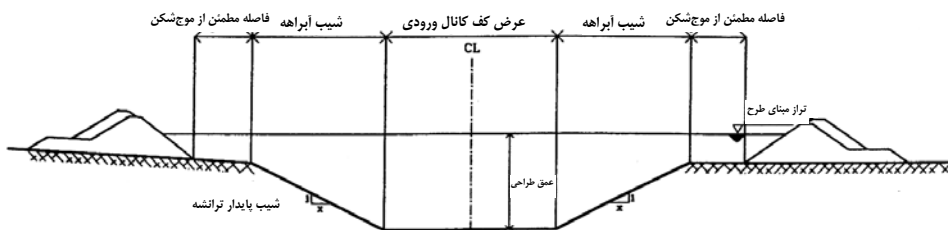
جدول ۲-۷ به عنوان یک راهنمای کلی برای تخمین اولیه شیب کناره کانال می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد [۱].

جدول ۲-۷ شیبهای کناره پیشنهادی بر حسب انواع مختلف خاک برای شیروانی زیر آب

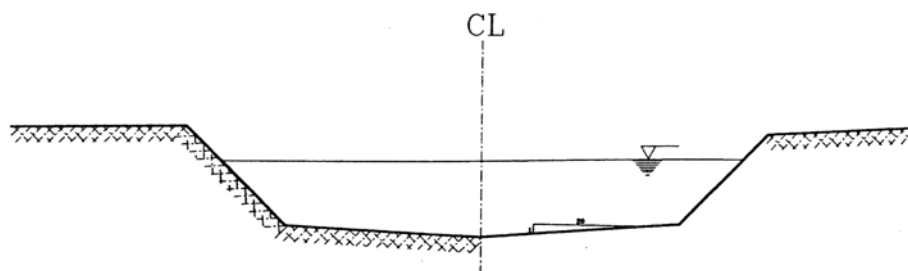
زوایای شیب کناره		نوع مصالح
آب جاری	آب ساکن	
تقریباً قائم	تقریباً قائم	سنگ
۴۵° (۱:۱)	۴۵° (۱:۱)	رس خیلی سفت
۴۰° (۱:۱/۲)	۳۵° (۱:۱/۴)	رس سفت
۱۵° (۱:۳/۷)	۲۵° (۱:۲/۱)	رس ماسه‌دار
۱۰° (۱:۵/۷)	۲۰° (۱:۲/۷)	ماسه درشت‌دانه
۵° (۱:۱۱/۴)	۱۵° (۱:۳/۷)	ماسه ریزدانه
۵° و یا کمتر (۱:۱۱/۴۳) یا کمتر	۱-۱۰° (۱:۵/۷ تا ۱:۵۷)	رس نرم (گل و لای)

در آبراهه‌های مصنوعی و کانالهایی که در خشکی حفر می‌شوند، علاوه بر شیب کناره، برای جلوگیری از تجمع رسوبات در پای شیروانیهای کانال، شیب عرضی (۵٪) در جهت عمود بر محور آبراهه نیز داده می‌شود (شکل ۲-۵).

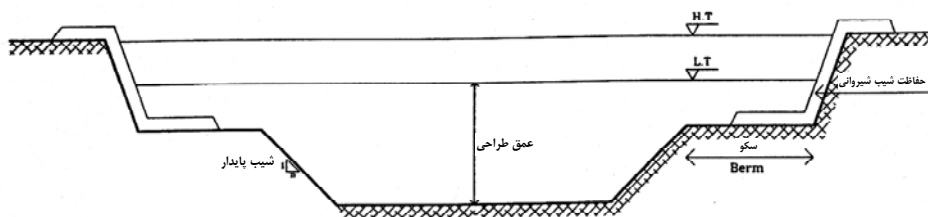
در آبراهه‌های عمیق به منظور حفظ پایداری شیروانی کانال و کاهش هزینه‌های حفاظت شیروانیها، استفاده از سکو توصیه می‌شود (شکل ۲-۶).



شکل ۲-۴ نحوه استقرار کانال ورودی بندر نسبت به موج شکنهای محافظ



شکل ۲-۵ شیب عرضی تحتانی در کانالهای کشتیرانی



شکل ۲-۶ یک آبراهه با سکوه‌های جانبی

۱۲-۲-۲ آبراهه

حریم آبراهه فاصله‌ای مستقیم از طرفین محور آبراهه و عمود بر آن است که جزئی از آبراهه و توسعه آبی آن تلقی شده و هرگونه ساخت و ساز در این محدوده بدون کسب مجوز از مقامات مسئول مجاز نمی‌باشد.

در آبراهه‌هایی که در مسیر رودخانه واقع شده‌اند، حریم آبراهه منطبق بر حریم رودخانه است. در سایر آبراهه‌ها، حریم آبراهه از هر طرف از رابطه زیر تعیین می‌گردد:

$$M \geq \tan^{-1}(s) \cdot h + w$$

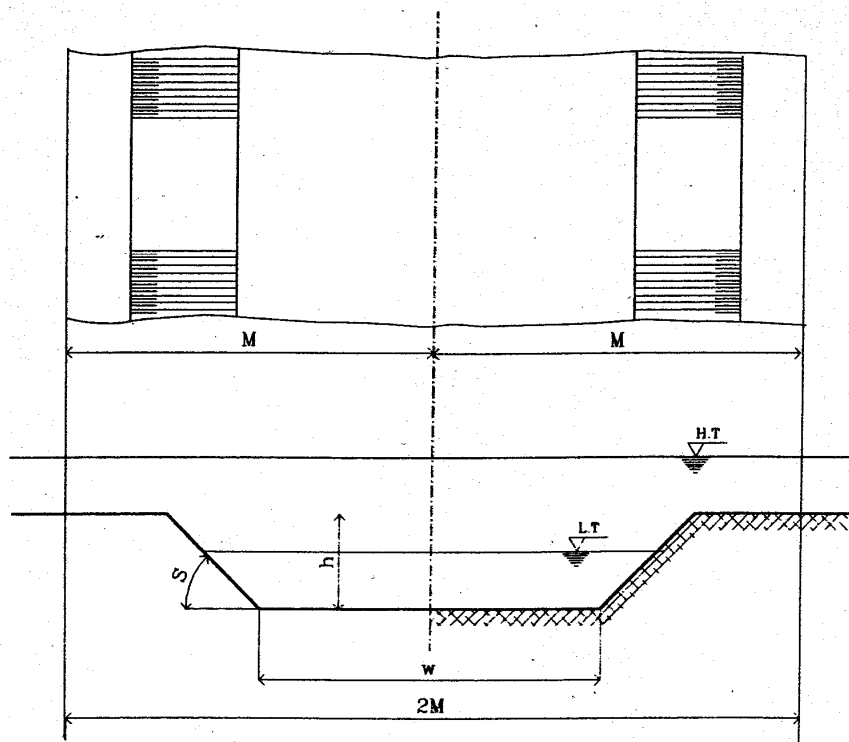
که در آن:

M: حریم آبراهه از هر طرف محور آن

s: زاویه شیب کناره آبراهه با امتداد افق

h: عمق آبراهه با در نظر گرفتن کلیه رواداری‌ها

w: عرض کف آبراهه در هر بازه (شکل ۲-۷)



شکل ۲-۷ نمایش محدوده حریم آبراهه

◀ ۱۳-۲ علامتگذاری

به جهت ایجاد ایمنی عبور شناورها و افزایش سرعت حمل در آبراهه، نصب علائم کمک ناوبری در مسیر آبراهه از ابتدای لنگرگاه خارجی تا محل بندر توصیه می‌گردد.

در آبراهه‌های فرامنطقه‌ای، نصب علائم کمک ناوبری می‌بایست از قواعد "A" - Region IALA تبعیت نموده و امتداد ورودی آبراهه نیز به وسیله سیستم ترانزیت مشخص گردد.

آبراهه‌های منطقه‌ای و محلی بر حسب اهمیت و ترافیک مسیر می‌بایست علامتگذاری شوند، لیکن رعایت استانداردهای IALA در مورد این‌گونه آبراهه‌ها الزامی نیست. با این وجود نصب بویه محور و

زوج بویه یا زوج بیکن در ابتدا و انتهای کانالهای دسترسی و ابتدا و انتهای هر قوس یا شکستگی، ضرورت دارد.

استفاده از آبراهه‌های کشتیرانی بر این پیش فرض استوار است که آبراهه برای کشتیرانی در کلیه ساعات شبانه‌روز به میزان کافی علامتگذاری شده و دارای امکانات عبور ایمن کشتی می‌باشد. با این وجود در رابطه با آبراهه‌های فرامنطقه‌ای محدود و نیمه محدود، استفاده از راهنما برای شناورهای غیر بومی به منظور کاستن از عرض طراحی آبراهه الزامی است.

◀ ۲-۱۴ نگهداری آبراهه‌ها

در هنگام طراحی و ساخت آبراهه، نحوه و نوبتهای نگهداری آن می‌بایست مد نظر قرار داده شود و تجهیزات لازم برای نگهداری آبراهه در دوره بهره‌برداری پیش‌بینی گردد. این امر به ویژه در مورد آبراهه‌های فرامنطقه‌ای اهمیت دارد.

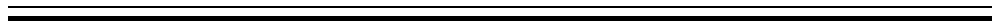
عمده فعالیتهای مرتبط با نگهداری آبراهه‌ها شامل لایروبی‌های ادواری به ویژه در ورودی آبراهه، جابه‌جایی اجسام و شناورهای غرق شده در مسیر آبراهه، حفاظت دیواره‌های آبراهه و سرویس دهی به علایم کمک ناوبری می‌باشد. جدول ۲-۸ به عنوان برنامه ادواری مراقبت و نظارت پیشنهاد می‌گردد.

جدول ۲-۸ برنامه دوره‌ای مراقبت و نظارت آبراهه‌ها

بازرسی و معاینه ظاهری	غواصی	ژرفاسنجی*	بازدید علایم کمک ناوبری	طبقه‌بندی آبراهه
هر ۱ سال	هر ۲ سال	هر ۲ سال	هر ۲ سال	فرامنطقه‌ای
هر ۲ سال	هر ۵ سال	هر ۵ سال	هر ۵ سال	منطقه‌ای
هر ۵ سال	هر ۱۰ سال	هر ۱۰ سال	هر ۱۰ سال	محلی

* این فاصله زمانی برای آبراهه‌هایی است که مشکل رسوب‌گذاری حاد نداشته باشند.

۳



حوضچه‌های آرامش

۳-۱ تعریف

حوضچه آرامش به محدوده حفاظت شده‌ای از نواحی ساحلی اطلاق می‌گردد که در داخل آن امکان پهلوگیری و لنگراندازی ایمن شناورها مهیا باشد. این حوضچه‌ها یا به صورت طبیعی موجود بوده و یا به‌طور مصنوعی قابل ایجاد می‌باشند.

نوع طبیعی حوضچه همانند برخی خلیج‌ها از عوارض ساحلی نظیر دماغه‌های سنگی که با پیشرفتگی به سمت دریا ناحیه محافظت شده‌ای را در مقابل هجوم امواج ایجاد می‌نمایند، تشکیل شده است. خورها نیز نوع دیگری از حوضچه‌های طبیعی به شمار می‌روند که عمدتاً در نواحی پست کنار ساحل ایجاد می‌گردند و با تغییرات فیزیکی مناسب و یا بعضاً بدون این تغییرات قابل استفاده به صورت حوضچه آرامش می‌باشند. عمده‌ترین مزیت آنها این است که اغلب به‌طور طبیعی از هجوم امواج دریایی در امان بوده و نیازی به ساخت سازه‌هایی جهت مقابله با این امواج نمی‌باشد.

۳-۲ اجزای حوضچه آرامش

الف: محل پهلوگیری: به محلی اطلاق می‌گردد که شناورها به منظور تخلیه و یا بارگیری محموله‌های خود و به‌طور موقت در آن ناحیه توقف می‌نمایند. معمولاً موقعیت پهلوگیری یک شناور در مجاورت اسکله‌هایی متناسب با نوع شناور و محموله آن و در داخل حوضچه آرامش می‌باشد.

ب: توقفگاه: از آنجا که حوضچه آرامش محوطه‌ای امن در مقابل هجوم امواج دریایی می‌باشد، لذا می‌توان در داخل آن محل مناسبی جهت توقف طولانی مدت (پارکینگ) شناورها به منظور انجام تعمیرات جزئی، استراحت خدمه، انتظار برای بارگیری و غیره ایجاد نمود. این نواحی که معمولاً در بخش‌های غیر فعال حوضچه آرامش واقع هستند، اصطلاحاً توقفگاه نامیده می‌شوند.

ج: لنگرگاه داخلی: به فضایی از حوضچه آرامش اطلاق می‌گردد که به منظور توقف موقت و یا اضطراری شناورها در نظر گرفته می‌شود. شناورها در این نواحی با استفاده از لنگراندازی و یا به‌وسیله مهاربندی به بویه‌های از قبل نصب شده، توقف می‌نمایند.

د: حوضچه چرخش: در محوطه داخلی حوضچه آرامش، در نظر گرفتن محوطه‌ای خاص جهت انجام عملیات دور زدن یا چرخیدن شناورها به گونه‌ای که برای سایر شناورها مشکلی ایجاد ننماید، ضروری است. این محوطه اصطلاحاً حوضچه چرخش نام دارد، که در آن یک شناور می‌تواند با استفاده از لنگر یا به کمک یدک‌کش و یا بدون استفاده از آنها اقدام به انجام مانور لازم بنماید.

ه: دهانه ورودی حوضچه آرامش: مدخل ورود به حوضچه آرامش است که مشخصات آن شامل عرض، راستا (امتداد) و عمق می‌باشد و بر اساس شرایط هیدرودینامیکی، ابعاد شناور طرح و سایر عوامل مؤثر تعیین می‌گردد.

◀ ۳-۳ معیارهای آرامش حوضچه

ایجاد محدوده‌ای امن در مقابل هجوم امواج و جریانهای دریایی و دستیابی به محوطه‌ای آرام، جهت پهلوگیری و توقف شناورها از آنجا ضرورت می‌یابد که عملیات بارگیری، تخلیه، تعمیرات شناورها و تردد شناورها، نیاز به سکون نسبی شناور خواهد داشت.

در صورت وجود امواج نامطلوب در محدوده پهلوگیری شناور، حرکات ناخواسته‌ای بر شناور تحمیل می‌گردد که نتیجه آن از بین رفتن شرایط مناسب جهت ارتباط لازم میان شناور و ساحل و نیز احتمال بروز عوارض منفی نظیر آسیبهای جدی بر روی بدنه شناور و یا سازه اسکله خواهد بود. بنابراین در طراحی یک بندرگاه، طراحی یک حوضچه آرامش که نفوذ امواج به داخل آن کنترل شده باشد، ضرورت تام دارد. معیار اصلی آرامش یک حوضچه، میزان ارتفاع امواج نفوذ یافته در نقاط مختلف حوضچه و نیز فرکانس وقوع آنها در طول سال می‌باشد.

◀ ۳-۳-۱ ارتفاع مجاز امواج در داخل حوضچه آرامش

به دلیل نفوذ امواج به داخل حوضچه آرامش، پدیده تفرق در هر نقطه از حوضچه امواجی با ارتفاع مشخص که تابعی از مشخصات امواج ورودی می‌باشد، ایجاد می‌نماید. علاوه بر ارتفاع امواج لازم است فرکانس امواج نفوذ یافته به داخل حوضچه نیز کنترل گردد. همان‌گونه که اشاره شد در طراحی بنادر، معمولاً ارتفاع امواج در پای اسکله با اهمیت‌تر از سایر نقاط حوضچه آرامش بوده و معمولاً ارتفاع امواج

در این ناحیه با ارتفاع مجاز مقایسه می‌شود. حضور امواج با ارتفاعی کمتر از ارتفاع مجاز در نواحی پهلوگیری، برای توقف شناورهای طرح مشکلی ایجاد نخواهد نمود. البته این بدان معنی نیست که سایر نقاط حوضچه آرامش از این لحاظ کنترل نشود، به عبارت دیگر ارجح آنست که در تمامی نواحی یک حوضچه، ارتفاع امواج از حد مجاز تجاوز ننماید.

از آنجا که شناورها بر حسب ابعاد و ظرفیت خود از امواج تأثیر می‌پذیرند، لذا تعیین امواج مجاز با توجه به ظرفیت شناورها صورت می‌پذیرد. جدول ۳-۱، ارتفاع مجاز امواج را بر حسب تناژ ناخالص شناورها معرفی می‌نماید [۹].

جدول ۳-۱ ارتفاع مجاز امواج در داخل حوضچه آرامش

ارتفاع موج مجاز (متر)	نوع شناور
۰/۳	کوچک ($GT \geq 500$)
۰/۵	متوسط ($GT 1000-500$)
۰/۷ تا ۱/۰	بزرگ ($GT 5000-10000$)
۱/۵ تا ۱/۰	خیلی بزرگ ($GT \geq 50000$)

در طراحی پلان بندر معمولاً با تغییر آرایش و موقعیت قرارگیری اجزا داخل یک حوضچه، نحوه نفوذ امواج با شیوه استقرار جدید، مجدداً بررسی و جهت رسیدن به اهداف طرح، مشخصات آنها معین می‌گردند.

۳-۳-۲ زمان قابل قبول برای برهم خوردن آرامش حوضچه

به جز در بنادر با مأموریت‌های خاص و نیز پهلوگیری ویژه، لازم است که در زمان بهره‌برداری، مدت زمان عدم آرامش حوضچه به دلیل نفوذ امواج، کوتاه باشد. به طور کلی چنین فرض می‌گردد که امواج با ارتفاع قابل توجه در پای اسکله، که طبعاً در روند پهلوگیری شناورها اختلال ایجاد می‌نمایند، تنها در کسر کوچکی از سال موجد چنین وضعی گردند [۴]. برای اکثر بنادر به طور معمول لازم است که در (۹۵٪) تا (۹۸٪) ایام سال حوضچه از آرامش نسبی برخوردار باشد. برای بنادر با عملکردهای ویژه، این محدودیتها می‌توانند تغییر یابند.

◀ ۳-۳-۳ تشدید نوسانات داخل حوضچه

رفتار آبهای داخل حوضچه آرامش با در نظر گرفتن امواجی که به سوی دیواره‌های داخلی اطراف حوضچه گسیل شده و سپس توسط آنها منعکس می‌شوند، پیچیده خواهد شد. در اثر ترکیب این دو موج (تأیید شده و بازتاب شده)، احتمال ایجاد تلاطم‌های شدید و ظهور پدیده تشدید افزایش می‌یابد. در این صورت امواج ساکن یا پیشرو با ارتفاع‌های زیاد، اخلاص بسیاری در کار بندرگاه ایجاد می‌نمایند. هنگام طراحی حوضچه‌های آرامش جهت پرهیز از وقوع تشدید در بندرگاه توجه به موارد زیر ضروری است [۱۰].

الف: ساحل معمولی، بهترین عامل جذب انرژی امواج به شمار می‌رود. ضریب انعکاس موج برای ساحل کم‌شیب ماسه‌ای نزدیک صفر است.

ب: بهتر است در داخل حوضچه آرامش، دیواره‌های ساحلی به صورت نفوذپذیر (مثلاً توده سنگی) اجرا شود تا در جذب هر چه بیشتر انرژی امواج مؤثر باشد.

ج: اگر فاصله دهانه ورودی حوضچه و دیواره‌های منعکس کننده امواج (که می‌توانند اسکله‌هایی از نوع وزنی، سپر فلزی و غیره و نیز دیوار ساحلی باشند)، بیش از چند برابر طول موج نفوذ یافته به داخل حوضچه باشد، اهمیت مسئله تشدید کاهش می‌یابد.

شایان توجه است که استفاده از نمودارهای تفرق امواج که به طور متداول جهت بررسی نفوذ امواج به داخل حوضچه به کار می‌روند، برای بندری که احتمال وقوع تشدید در آنها وجود دارد، جایز نمی‌باشد. در چنین مواقعی، به منظور حصول اطمینان از آرامش حوضچه، مناسب‌تر است که از مدلسازی ریاضی (و در صورت لزوم فیزیکی) برای بررسی کیفیت و کمیت تفرق و نفوذ امواج در داخل حوضچه استفاده گردد.

◀◀ ۳-۴ مبانی طراحی ابعاد و اجزای حوضچه آرامش

◀ ۳-۴-۱ عمق حوضچه آرامش

به طور کلی عمق حوضچه آرامش با توجه به متغیرهای زیر، نسبت به یک سطح مبنا قابل تعیین

است [۱۱]:

الف: آبخور حداکثر شناور طرح

ب: دامنه نوسانات و حرکت قائم شناور طرح به سبب حضور امواج، انحراف طولی شناور و فرو روی ناشی از حرکت

ج: فاصله آزاد اضافی در زیر شاه تیر کشتی

د: دقت ژرفاسنجی یا آبنگاری

هـ: نشست رسوبات در بین دو مرحله لایروبی

و: دقت دستگاه لایروب

از آنجا که دهانه ورودی بندرگاه در معرض امواج بزرگتری است، لذا معمولاً عمق دهانه ورودی بیش از عمق داخل حوضچه و مساوی با عمق کانال دسترسی بندر می‌باشد (برای تعیین عمق دهانه ورودی به بند ۲-۸ مراجعه شود).

◀ ۳-۴-۲ تراز سطح مبنای حوضچه:

این سطح مبنا بر اساس میزان اهمیت بندرگاه و محدودیتهای اجرایی طرح تعیین می‌گردد که تعریف آن معمولاً بر حسب سطوح جزر و مدی که در یک منطقه خاص ساحلی همواره ثابت است، ارایه می‌شود.

به طور معمول سطح مبنا می‌تواند در تراز C.D. منطقه یا M.L.L.W., L.L.W., L.A.T. و یا M.L.W. واقع گردد. در برخی موارد خاص می‌توان از ترازهای بالاتری استفاده نمود. در ضمن توصیه‌هایی که در بند ۲-۸ و جدول ۲-۵ ارایه گردیده، جهت انتخاب سطح مبنای حوضچه نیز می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

◀ ۳-۴-۳ عرض دهانه ورودی حوضچه

در بنداری که جهت تردد شناورهای طرح به داخل حوضچه نیاز به احداث کانال دسترسی می‌باشد، عرض دهانه ورودی بر اساس عرض کانال دسترسی به علاوه حاشیه اطمینان لازم تعیین می‌گردد. ضمن آنکه پدیده تفرق و نفوذ امواج به داخل حوضچه را به عنوان عامل دیگری برای کنترل عرض

دهانه ورودی، نمی‌بایست از نظر دور داشت. در صورتی که بندرگاه، نیازی به کانال دسترسی نداشته باشد، عرض دهانه ورودی با توجه به ابعاد شناور طرح و معیار آرامش لازم در حوضچه تعیین می‌گردد. در نظر گرفتن حاشیه اطمینان مناسب برای جلوگیری از برخورد احتمالی شناورها به سازه‌های دو سوی دهانه ورودی الزامی است. اندازه این حاشیه اطمینان از هر طرف برابر نصف عرض شناور طرح توصیه می‌شود. در هر صورت عرض دهانه ورودی حوضچه نباید از طول شناور طرح کمتر باشد.

◀ ۳-۴-۴ راستای دهانه ورودی حوضچه

در مواردی که قبل از ورود به حوضچه، عبور از کانال دسترسی در طرح منظور شده است، بهتر است که امتداد کانال مماس به حوضچه چرخش باشد. در مواقعی که عمق دهانه به صورتی است که ضرورتی برای احداث کانال دسترسی وجود ندارد، راستای دهانه ورودی بر اساس عوامل مهمی همچون جهت امواج غالب، میزان نفوذ امواج به داخل حوضچه، ملاحظات ناوبری و جهت و سرعت باد و جهت جریان رسوب تعیین می‌شود. نحوه تعیین راستای دهانه ورودی، مشابه کانال دسترسی بوده و در مورد آن می‌توان به بند ۲-۵ مراجعه کرد.

◀ ۳-۴-۵ حوضچه چرخش

در تعیین محل حوضچه چرخش توصیه می‌گردد موارد زیر مد نظر قرار گیرد [۱۲]:

الف: حوضچه چرخش حتی‌الامکان در مسیر ورود یا خروج به حوضچه آرامش و مسیر کشتیرانی باشد.

ب: حوضچه چرخش حتماً در داخل حوضچه آرامش واقع شود.

ج: در مسیرهای با ترافیک سنگین (بنادر منطقه‌ای و فرامنطقه‌ای) وجود حوضچه چرخش جهت کاهش ازدحام ترافیک ضروری است.

د: مناسب است حوضچه چرخش مقابل ناحیه پهلوگیری شناورها واقع شود.

قطر و تعداد حوضچه چرخش کاملاً مرتبط با ابعاد شناورها و ترافیک داخلی بندرگاه می‌باشد. اگر قطر حوضچه چرخش بین ۲ تا ۴ برابر طول بزرگ‌ترین شناور طرح اتخاذ شود، شناور بدون بهره‌گیری از

وسیله خاصی نظیر یدک کش یا لنگر و تنها با اتکا به سیستم نوابری خود، می‌تواند بر روی این مسیر به انجام مانور بپردازد.

برای تعیین ابعاد حوضچه چرخش می‌توان به صورت زیر نیز عمل نمود:

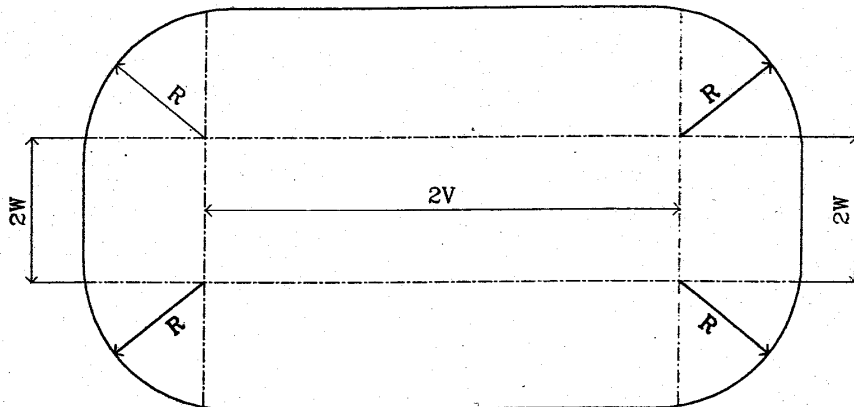
$$R \geq 0.8L$$

$$W \geq 0.1L$$

$$V \geq 0.35L$$

که در آن L طول بزرگترین شناور طرح می‌باشد.

برای طراحی حوضچه و مسیر چرخش فرض می‌گردد، سرعت جریانهای مؤثر، کوچکتر از 1.0 m/s و سرعت باد نیز کمتر از 10 m/s باشد [۱۱]. برای بنادر پرتراфик و یا بزرگ، نصب علائم کمک نوابری برای مشخص نمودن حوضچه چرخش ضروری است. (شکل ۱-۳)



$$R \geq 0.8L \quad W \geq 0.1L \quad V \geq 0.35L$$

شکل ۱-۳ ابعاد حوضچه چرخش [۱]

◀ ۳-۴-۶ محوطه‌های لنگراندازی، توقف و پهلوگیری

در داخل حوضچه آرامش، علاوه بر فضاهای اشاره شده در فوق، فضاهایی مجزا برای پهلوگیری، پارکینگ و لنگراندازی موقت شناورها می‌بایست در نظر گرفته شود. بحث راجع به ابعاد و اندازه‌های این نواحی در فصل چهارم ارایه شده است.

◀◀ ۳-۵ نگهداری حوضچه

◀ ۳-۵-۱ نشست رسوبات

از آنجا که همواره عوامل و پدیده‌های مختلفی سبب نفوذ رسوبات معلق به داخل حوضچه‌های آرامش، اعم از طبیعی یا مصنوعی می‌شوند، لذا در طول زمان بر اثر نشست رسوبات معلق در محوطه کم‌تلاطم داخل حوضچه‌های آرامش، از عمق اولیه (طراحی) آنها کاسته می‌گردد. بنابراین بازبینی و بررسی ادواری وضعیت بستر حوضچه‌های آرامش الزامی است. این بازبینی خصوصاً پس از وقوع زلزله و یا طوفانهای شدید دریایی قابل توصیه است [۹].

در صورتی که پدیده‌های مؤثر بر میزان نفوذ و نشست رسوبات، قابل شناسایی بوده و تأثیرات آنها نیز قابل پیش‌بینی باشد، تعیین زمانهای ادواری لایروبی و برنامه‌ریزی اجرایی این امر، هنگام طراحی جانمایی حوضچه آرامش لازم است. بدیهی است بازرسی حوضچه از دیدگاه کنترل عمق بر عهده مسئولین و مدیریت هر بندرگاه می‌باشد. به دلیل آنکه این بازرسی از اهمیت ویژه‌ای در امر نگهداری بنادر برخوردار است، زمانهای بازرسی ادواری و نحوه انجام آن در جدول ۳-۲ به طور خلاصه توصیه شده است.

جدول ۲-۳ بازرسی ادواری حوضچه‌ها

غواصی	عمق یابی به وسیله اکوساندر	بولت اندازی	روش بازرسی (زمان)
-	-	*	هر ماه
-	*	-	هر سال
*	-	-	هر دو سال
-	*	-	پس از هر طوفان شدید
*	*	-	پس از زلزله

چنانچه بعد از بازرسی در هر یک از مراحل بالا مشخص گردید که عمق حوضچه بیش از حد مجاز کاهش یافته است، انجام لایروبی ضروری است.

۳-۵-۲ رعایت موارد زیست‌محیطی

با توجه به تردد دائمی شناورها در داخل حوضچه آرامش که اصلی‌ترین عامل ایجاد آلودگی در حوضچه‌ها محسوب می‌شوند، رعایت مسائل زیر در حفظ سلامت محیط زیست بندرگاهها الزامی است:

الف: عدم تخلیه پساب سردخانه، انبارها و موتورخانه شناورها به داخل حوضچه

ب: دقت در نحوه سوختگیری شناورها و جلوگیری از بروز آلودگیهای نفتی

ج: ایجاد سیستم مناسب دفع زباله در محوطه بندرگاه و هنگام سرویس دهی به شناورها

د: جلوگیری از ایجاد و تکثیر میکروارگانیسمهای مضر در محوطه آرام و کم تلاطم حوضچه آرامش و

حفظ کیفیت آب

۴

لنگر گاهها

◀ ۴-۱ انواع لنگرگاه

با توجه به آنکه لنگرگاهها همواره در مسیر ناوبری و یا محدوده‌های عملیات دریایی شناورها واقع می‌گردند، لازم است ضوابط خاصی بر آنها اعمال شود. لنگرگاهها بر اساس آنکه داخل حوضچه آرامش محوطه یک بندر و یا در خارج آن واقع شوند به دو قسم لنگرگاه داخلی و خارجی قابل تمایز هستند. هر لنگرگاه، ویژگیها و محدودیتهای خاص خود را دارد. در این فصل از راهنما به پارامترهای تعیین این فضاها اشاره شده است.

◀ ۴-۲ لنگرگاههای داخلی

همان‌گونه که در بالا اشاره گردید، لنگرگاههای داخلی شامل فضاهای توقف شناورها در داخل حوضچه آرامش بندر می‌باشند. لنگرگاههای داخلی به سه نوع محل پهلوگیری، محل توقف موقت و محل توقف طولانی‌مدت (پارکینگ) تقسیم می‌شوند. یک شناور در هر یک از این سه محل بر اساس مشخصات فیزیکی خود و سایر عوامل محیطی نظیر موج و باد به وسیله یک یا چند نوع ابزار مهاربندی، متوقف می‌گردد. تعیین فضای لازم لنگراندازی یک شناور (چه در داخل حوضچه آرامش و چه در خارج آن) در ارتباط با نوع لوازم به کار گرفته شده جهت مهاربندی می‌باشد.

◀ ۴-۲-۱ مهاربندی در لنگرگاههای داخلی

۴-۲-۱-۱ انواع سیستم مهاربندی

مهاربندی می‌تواند مهاربندی متصل به اسکله یا مهاربندی مستقل از اسکله باشد.

۴-۲-۱-۱-۱-۱ مهاربندی متصل به اسکله

در این نوع مهاربندی شناور توسط اتصالاتی نظیر کابل‌های فلزی، کابل‌های الیاف مصنوعی و یا سایر وسایل برقراری اتصال، به اسکله وصل می‌شود. روش اتصال شناورها به اسکله در بخش ۴-۲-۲ عنوان خواهد شد.

در مواردی با توجه به نوع بارگذاری محیطی نظیر باد و موج بر روی شناور توقف یافته، از سازه‌های کمکی همچون دولفین‌ها استفاده می‌شود. در این حالت سازه دولفین به عنوان تکیه‌گاه شناور به طور مستقیم و یا با کمک کابل‌های متصل شونده عمل می‌نماید.

۴-۲-۱-۱-۲-۱ مهاربندی مستقل از اسکله

برخی مواقع به دلیل عوامل مختلف، امکان نزدیک شدن شناورها به اسکله و مهاربندی آنها مقدور نمی‌باشد. به عبارتی دیگر در بعضی شرایط نیاز به توقف شناورها در فضایی دور از اسکله‌های ساحلی وجود دارد که می‌بایست با در نظر گرفتن تمهیداتی، شناور را در محل مورد نظر به صورت قابل اطمینان و در مدت زمان لازم به صورت ثابت مهار نمود. درجه آزادی شناور هنگام مهاربندی دور از ساحل بر اساس پارامترهای مختلفی تعیین می‌گردد که در بخش ۴-۳ به آنها پرداخته می‌شود.

۴-۲-۱-۲-۲ لوازم مهاربندی

سیستم مهاربندی و لوازم آن باید بسیار مقاوم و در عین حال به لحاظ عملکردی ساده باشد، به طوری که علاوه بر نیاز کم به تعمیر و نگهداری، قابلیت جایگزینی اجزای آسیب دیده آن به راحتی فراهم گردد. [۱۰].

لوازم اصلی که جهت مهاربندی مورد استفاده قرار می‌گیرند عبارتند از:

۴-۲-۱-۲-۳ کابل یا طناب

کابل‌ها اصلی‌ترین جزء در سیستم مهاربندی یک شناور به شمار می‌رود. کابل‌ها بر اساس مصالح تشکیل دهنده، دارای انواع مختلفی هستند و معمولاً در یک شناور نیز ممکن است از کابل با جنس‌های

مختلف استفاده شود. کابلها می‌بایست حتی‌المقدور سبک و دارای سهولت در جابه‌جایی باشند. در جدول ۱-۴ به طور خلاصه مشخصات برخی از انواع کابلها ارائه شده است.

جدول ۱-۴ مشخصات برخی کابلهای مصنوعی قابل استفاده برای مهاربندی [۱۰]

نوع	تناژ ناخالص ثابت شده	قطر طناب (mm)	نیروی پارگی طناب پلی پروپیلن هشت‌لا (kN)
کشتیه‌های حمل مواد خشک	< ۲۰۰۰	۴۰-۴۸	۱۹۰/۲-۲۶۶/۷
	۲۰۰۰ - ۴۰۰۰	۴۸-۵۶	۲۶۶/۷-۳۵۳/۰
	۴۰۰۰ - ۸۰۰۰	۵۲-۶۰	۳۰۸/۹-۴۰۴/۰
	۸۰۰۰ - ۱۵۰۰۰	۵۶-۶۴	۳۵۳/۰-۴۵۷/۰
	> ۱۵۰۰۰	۶۴-۷۲	۴۵۷/۰-۵۷۳/۷
فری‌ها لاینها	< ۲۰۰۰	۴۰-۴۸	۱۹۰/۲-۲۶۶/۷
	۲۰۰۰ - ۶۰۰۰	۴۸-۶۰	۲۶۶/۷-۴۰۴/۰
	۶۰۰۰ - ۱۰۰۰۰	۵۶-۶۴	۳۵۳/۰-۴۵۷/۰
	> ۱۰۰۰۰	۶۴-۷۲	۴۵۷/۰-۵۷۳/۷
تانکرها قله‌برها	تناژ بار مرده		
	۱۵۰۰۰-۲۰۰۰۰	۵۶-۵۶۰	۳۵۳/۰-۴۰۴/۰
	۲۰۰۰۰-۴۰۰۰۰	۶۰-۶۴	۴۰۴/۰-۴۵۷/۰
	۴۰۰۰۰-۷۰۰۰۰	۶۴-۷۲	۴۵۷/۰-۵۷۳/۷
	۷۰۰۰۰-۱۲۰۰۰۰	۸۰-۷۲	۵۷۳/۷-۷۰۶/۱

۲-۲-۱-۲-۴ بولارد

بولاردها سازه‌های محل اتصال کابل با اسکله و یا شناور می‌باشد. بولاردها دارای سه نوع متداول استوانه‌ای یا ستونی، T شکل و دو شاخه‌ای می‌باشند. بولاردها معمولاً از جنس ورقهای فولادی، فولاد ریخته‌گری، چدن و فولاد آهنگری ساخته می‌شوند. در شکل ۱-۴ انواع بولاردها نشان داده شده است.

کاربردها	حداکثر بار	نوع
کاربردهای عمومی: وقتی زاویه طناب با اسکله کم است به بولاردهای یک پایه فقط باید طنابهای یک شناور بسته شود. این نوع بولارد برای بستن کشتی به بدنه پهلوگیر مناسب است.	200 total	یک پایه و دو پایه
برای همه کاربردهای عمومی حتی وقتی زاویه طناب با اسکله زیاد باشد، به هر بولارد ترجیحاً باید فقط طنابهای یک شناور بسته شود.	150	شکل T
مشابه حالت فوق، طنابهای دوکشتی به طور همزمان می‌توانند به این بولاردها متصل شوند.	200 total	با زائده مایل

شکل ۴-۱ انواع بولاردها

۴-۲-۱-۳-۴ لنگرها

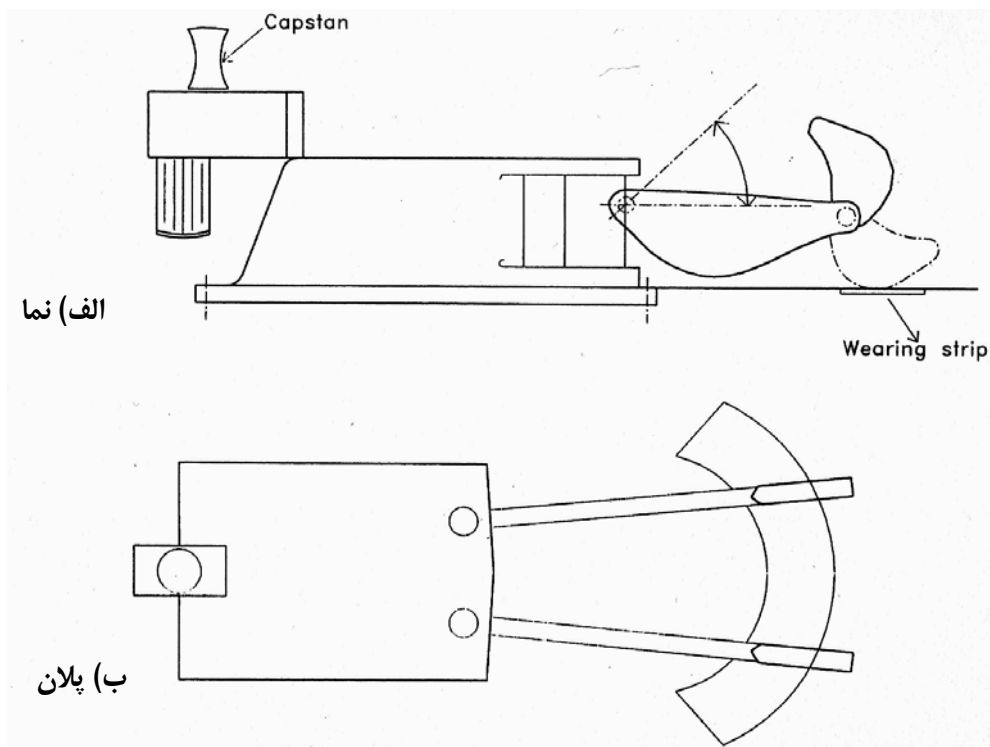
لنگرها وسایلی هستند که به دلیل هندسه خاص و نیز وزن بالا می‌توانند در بستر دریا استقرار یافته و به صورت تکیه‌گاه مطمئن جهت اتصال کابلها و یا زنجیرهای مهاربندی عمل نمایند.

۴-۲-۱-۲-۴ زنجیرها

زنجیرها عمدتاً به عنوان وسایل اتصال بین شناور و لنگر عمل می‌نمایند.

۴-۲-۱-۲-۴ کله‌گی سریع رها شونده

این وسیله که در روی اسکله مورد استفاده قرار می‌گیرد، به صورتی است که به سرعت طناب مهاربندی از اسکله بتواند آزاد گردد. این سیستم می‌تواند دستی یا الکترومکانیکی باشد. شکل ۲-۴ نمونه‌ای از این وسیله را نشان می‌دهد.



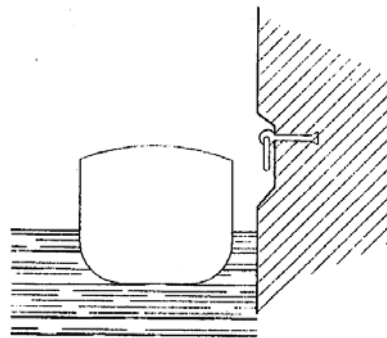
شکل ۲-۴ کله‌گی با خلاصی سریع

۴-۲-۱-۲-۴ حلقه مهاربندی

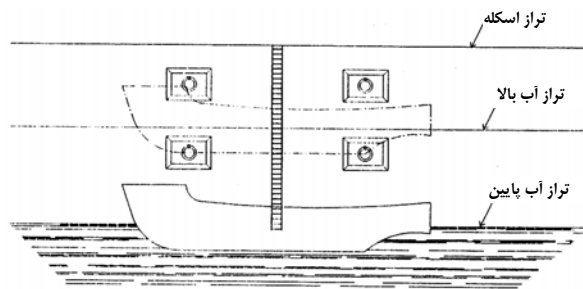
این وسیله برای اسکله‌هایی که رقوم بالایی نسبت به تراز سطح آب داشته و در عین حال مورد استفاده شناورهای کوچک قرار می‌گیرند، به کار گرفته می‌شود. این نوع مهاربندی شامل حلقه‌هایی است که روی پیشانی اسکله و در ارتفاعهای متفاوت نصب شده و شناورهای کوچک در تمامی شرایط جزر و مدی می‌توانند به آن متصل شده و به صورت ایمن متوقف شوند. این حلقه‌ها با استفاده از میله‌های تو پر، با حداقل قطر ۲۵ mm ساخته شده و با پیچهای با حداقل قطر ۲۴ mm به اسکله متصل می‌شوند. توجه به این امر ضروری است که محل حلقه‌ها در اسکله به صورت فرورفتگی تعبیه شود تا مانعی بر سر نزدیک شدن سایر شناورها به اسکله ایجاد نگردد. (شکل ۳-۴)

۴-۲-۱-۲-۴ چرخ دوار

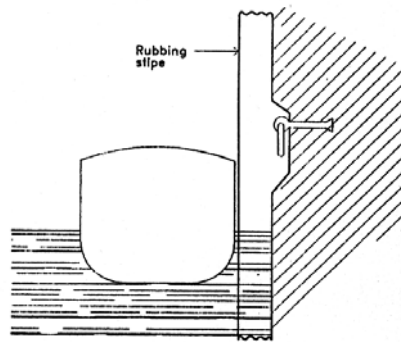
در صورتی که کابل‌های مهاربندی آن قدر سنگین باشد که نتوان آنها را به طور دستی به بولاردها متصل نمود یا فضای کافی برای عملیات مهاربندی وجود نداشته باشد (مثلاً هنگام استفاده از دولفینها دور از ساحل)، چرخ دوار الکتریکی مورد استفاده قرار می‌گیرد. همگام با پیشرفتهای به عمل آمده در زمینه صنعت دریایی، لوازم مهاربندی نیز توسعه یافته و کامل تر می‌گردد. شایان توجه است که وسایل یاد شده فوق به صورت ترکیبی نیز می‌تواند، هم در شناور و هم در اسکله مورد استفاده قرار گیرد.



(الف) مقطع (نوع ۱)



(ب) نما



(ج) مقطع (نوع ۲)

شکل ۳-۴ مهاربندی حلقه‌ای

۴-۲-۱-۳ پارامترهای طراحی اجزای مهاربندی [۱۰]

به منظور طراحی اجزای مهاربندی، ابتدا می‌بایست نوع شناورهای که از این وسایل استفاده می‌نمایند و نیز دامنه حرکات مختلف آنها مشخص گردد. سپس نیروهایی که از سوی محیط به شناور وارد و توسط اجزای مهاربندی تحمل می‌گردد، تعیین شود.

برای انتخاب «سیستم مهاربندی» عوامل زیر می‌بایست مد نظر قرار گیرد:

- جهت غالب باد، موج، جریان و نیز تأثیرات عمق آب
 - دامنه جزر و مد
 - محدودیتهای حرکتی شناور (نظیر Pitching, Rolling و ...)
 - محدودیتهای چرخشی شناور
 - انواع دسترس‌های مورد نیاز
 - قابلیت اتصال به سیستم مهاربندی
 - حاشیه آزاد اطراف شناور
 - خصوصیات ژئوتکنیکی بستر دریا جهت شمع کوبی یا لنگراندازی
 - محدودیتهای موجود ناشی از جانمایی دیوارهای ساحلی و یا موج‌شکنها
 - محدودیتهای ناشی از عملکرد سایر شناورها (ایجاد موج، مانورهای پیچیده و ...)
 - سهولت انجام مانور حین مهاربندی
- از سوی دیگر در طراحی سازه‌ای اجزای مهاربندی، عوامل محیطی منطقه و نیز عوامل عملیاتی شناور حائز اهمیت بوده و با لحاظ کردن آنها، متغیرهای طراحی سازه‌ای مهاربندها معین می‌شوند. عوامل اصلی مؤثر در «طراحی سازه‌ای» سیستم مهاربندی عبارتند از:
- باد
 - جریان
 - امواج دریایی محلی و یا دوراً

- نیروهای هیدرودینامیکی ناشی از حرکت شناورهای دیگر
- وقوع جزر و مد
- تغییر در تعادل استاتیکی شناورها هنگام بارگیری و یا تخلیه
- یخزدگی

برای تعیین میزان بار وارده بر اجزا یا نقاط مهاربندی، روشهای مختلفی وجود دارد که به طور اجمال به آنها اشاره می‌شود.

روش اول: ابتدا بر اساس قوانین هیدرولیکی نیروهای باد، موج و دیگر عوامل یاد شده در بالا که بر شناور ساکن وارد می‌شود محاسبه شده و سپس این نیروها به اجزای مهاربندی منتقل می‌شوند. جزئیات محاسبات در مراجع ذکر شده در پیوست اشاره گردیده است.

روش دوم: در این روش پس از محاسبه نیروی وارد بر شناور مشابه روش اول، فرض می‌گردد که اگر شناور در ۶ نقطه مهار شده باشد، آنگاه $\frac{1}{3}$ نیروهای جانبی توسط هر یک از این نقاط تحمل می‌شوند. اگر در اسکله ۴ مهاربند وجود داشته باشد، آنگاه فرض می‌شود که هر نقطه $\frac{1}{2}$ کل نیروی جانبی را تحمل نمایند. این روش برای مهاربندی شناور در کنار اسکله کاربرد دارد.

روش سوم: در هنگامی که برای یک شناور، طرح کلی مهاربندی و نیز نوع طنابهای مهاربندی مشخص باشد، بارگذاری بر روی نقاط مهاربندی در شرایط عملکرد معمولی برای بیشترین بار مجاز قابل تحمل توسط اتصالات (کابلها) محاسبه می‌گردد. مشخصات برخی از کابلها در جدول ۴-۱ ارایه گردیده است.

روش چهارم: اگر اطلاعات اولیه جهت به‌کارگیری روشهای سه‌گانه فوق مشخص نباشد می‌توان به صورت کلی از جدول ۴-۲ برای تعیین بارهای وارده استفاده نمود. این جدول صرفاً برای شناورهای حمل کالاهای عمومی و نیز فله برها قابل استفاده است. در صورتی که از این جدول جهت محاسبه بار وارد بر نقاط مهاربندی استفاده شود و در محل مورد نظر، باد و جریانهای دریایی فعال وجود داشته باشند، توصیه می‌گردد که بار نقاط مهاربندی ارایه شده در جدول مذکور به اندازه (۲۵٪) افزایش یابد.

جدول ۴-۲ بار وارده بر نقاط مهاربند برای شناورهای حامل کالاهای عمومی و فله برها

تنانه کشتی (تن)	بار وارده بر نقاط مهاربندی (تن)
۲۰,۰۰۰ - ۵۰,۰۰۰	۸۰
۵۰,۰۰۰ - ۱۰۰,۰۰۰	۱۰۰
۱۰۰,۰۰۰ - ۲۰۰,۰۰۰	۱۵۰
>۲۰۰,۰۰۰	۲۰۰

۴-۲-۴-۱ طراحی سازه محل مهاربندی

طراحی سازه مهاربند بر اساس روشهای معمول طراحی سازه‌ها صورت می‌گیرد، لیکن در طراحی این سازه‌ها توجه به دو نکته لازم است. اول آنکه نیروهایی که در بند قبل به عنوان نیروهای وارد بر اجزای مهاربندی عنوان گردید، به صورت افقی بوده و در طراحی سازه‌ها می‌بایست نیروهای قائم نیز محاسبه شود. دومین نکته آن که طراحی سازه‌های محل مهاربندی باید به گونه‌ای باشد که قبل از خرابی کلی بدنه شناور و یا سازه اسکله، محل مهاربندی خراب شود [۷].

◀ ۴-۲-۲ پهلوییگیری شناورها

۴-۲-۲-۱ مهاربندی

پهلوییگیری شناورها عمدتاً به دلیل توقف آنها جهت انجام عملیات تخلیه و بارگیری، تعمیرات، استفاده از خدمات بندری و غیره انجام می‌گیرد و مسئله مشترک در همه آنها لزوم توقف ایمن شناور در کنار یک پایانه یا اسکله می‌باشد.

به طور کلی هنگامی که شناورها در کنار یک اسکله پهلوییگیری می‌نمایند، مهاربندی آنها با استفاده از کابل‌های اتصال و نیز لنگرهای خود شناور انجام می‌پذیرد. کابل‌هایی که برای اتصال به کار می‌روند، بر اساس محل نصب و نیز نوع عملکرد، عمدتاً به ۳ گروه زیر تقسیم می‌شوند [۱۰]:

- مهاربندهای ابتدا و انتهای شناور

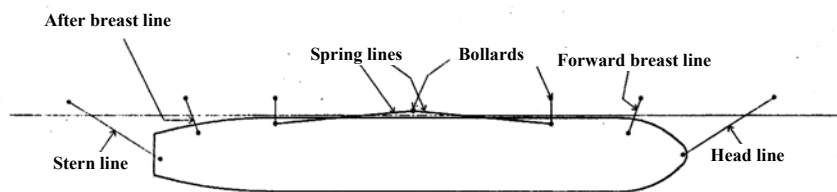
- مهاربندهای جانبی که در نواحی جنبی سینه و پاشنه نصب می‌شوند.

- مهاربندهای فتری

در مهاربندی خوب معمولاً شکل کلی مهاربندی به گونه‌ای است که طنابها نسبت به مقطع میانی کشتیها به صورت متقارن قرار می‌گیرند. این طنابها نباید با لبه‌های تیز و یا بدنه شناور تماس و سایش داشته باشند. همچنین به دلیل وقوع پدیده جزر و مد و نیز حرکت‌های شناور، نمی‌بایست طنابهای مهاربندی در کشش کامل باشند. شکل ۴-۴، یک طرح کلی از مهاربندی شناورها را ارائه می‌نماید. روشهای مختلف مهاربندی در کتابهای عملیات ناوبری آمده است.

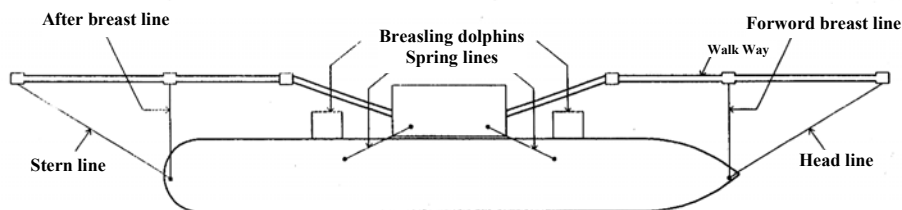
۴-۲-۲-۲-۴ فواصل مجاز (حاشیه‌های آزاد)

از آنجا که معمولاً مهاربندی به صورت الاستیک طراحی می‌شود و بعد از مهاربندی (پهلویی)، شناورها بر اساس نیاز حرکات خاص خود را خواهند داشت. لذا در اطراف محل پهلویی تأمین فاصله یا حاشیه آزاد ضروری است. این فواصل بر اساس شرایط محیطی، عملکرد و نوع شناور، محدودیتهای سازه‌ای اسکله و غیره می‌تواند متغیر باشد. حاشیه اضافی طولی برای شناورها معمولاً بین (۵۰٪) تا (۲۰٪) طول یک شناور را شامل می‌شود. به عبارت دیگر هنگام محاسبه طول پهلویی یک شناور می‌بایست بین $1/5L$ تا $1/2L$ برای یک شناور فضای استقرار طولی در نظر گرفته شود. حاشیه عرضی اضافی برای شناورها نیز معمولاً بین (۲۰٪) تا (۵۰٪) عرض شناور در نظر گرفته می‌شود.



در دو نوع پهلوگیری معمولی

الف) پهلوگیری در کنار اسکله ممتد

ب) پهلوگیری در کنار دولفین
(مانند پایانه تخلیه و بارگیری تانکرها)

شکل ۴-۴ شمای کلی مهاربندی شناورها هنگام پهلوگیری کنار اسکله

◀ ۴-۲-۳ توقفگاه درازمدت (پارکینگ) شناورها

در مواردی شناورها توقفهای طولانی مدتی را به منظور تعمیرات، استراحت کارکنان و غیره انجام می‌دهند. این توقفها معمولاً دور از اسکله‌های فعال بوده و طبعاً حساسیتهای پهلوگیری شناورها در کنار اسکله را ندارند. لکن با توجه به نوع شناورها رعایت نکاتی که ذیلاً به آنها اشاره می‌شود لازم است. الف: در صورتی که جهت مهاربندی به منظور توقف طولانی مدت از لنگر استفاده می‌شود، این لنگرها مانعی بر مسیر تردد شناورهای دیگر ایجاد ننماید. طول افقی لنگر بهتر است از (۱۰۰٪) طول شناور تجاوز نکند.

ب: رعایت حاشیه آزاد اضافی هنگام توقف درازمدت به جهت صرفه‌جویی در فضاهای مفید داخل بندرگاه در حداقل فضای ممکن می‌بایست صورت گیرد. میزان این حاشیه همانند پهلوگیری توصیه می‌شود اما انتخاب آن با توجه به نوع شناور و علت توقف و مسائلی از این دست می‌تواند تغییر نماید.

ج: برای شناورهای کوچک رعایت «حداقل» حاشیه اضافی اشاره شده در مبحث پهلوگیری شناورها کفایت می‌نماید.

۴-۲-۴ ◀ توقفگاه کوتاهمدت شناورها

در مواردی نظیر زمان اشغال بودن اسکله‌های بندر و یا برای شناورهای کوچک هنگام وقوع طوفان لازم می‌شود که شناورها برای مدت زمان کوتاهی در محوطه حوضچه آرامش متوقف شوند. در این وضعیت با توجه به محدودیتهای موجود برای حوضچه‌های آرامش رعایت نکات زیر ضروری است:

الف: محل در نظر گرفته شده برای توقف کوتاهمدت هنگام جانمایی اجزای بندرگاه کاملاً مشخص گردد.

ب: در صورت امکان، این محلها دور از مسیرهای ناوبری، حوضچه‌های چرخش و محلهای پهلوگیری باشد.

ج: در صورت امکان با نصب دولفینهایی در این محوطه‌ها (بر اساس پیش‌بینی میزان توقفات کوتاهمدت) شرایط مناسب برای توقف کامل شناورها مهیا گردد. از آنجا که شناورها در این محلها می‌بایست حتی‌المقدور به طور کامل متوقف شوند لذا دسترسی به یک تکیه‌گاه امن ضروری است.

د: حاشیه‌های اضافی برای توقف کوتاهمدت شناورها تأمین شود، این حاشیه‌ها عبارتند از:

حاشیه طولی به اندازه (۲۰٪) تا (۳۰٪) طول شناور طرح

حاشیه عرضی به اندازه (۵۰٪) عرض شناور طرح

هـ: عمق این نواحی همانند حوضچه چرخش بوده با این تفاوت که عمق اضافی که معمولاً به دلیل حرکت شناور برای حوضچه چرخش در نظر گرفته می‌شود برای توقفگاه منظور نمی‌شود.

◀ ۳-۴ لنگرگاههای خارجی

همان‌گونه که در ابتدای این فصل اشاره گردید، منظور از لنگرگاههای خارجی، محل‌های توقف شناورها در خارج از حوضچه آرامش می‌باشد. این توقف می‌تواند به دلیل ازدحام داخل بندرگاه، توقف اضطراری، و یا حتی برای شناورهای بزرگ به دلیل توقف موقت و انتظار جهت پهلوگیری صورت پذیرد. در صورتی که محل لنگراندازی به اندازه کافی دورتر از کانالهای دسترسی بندر، مسیرهای ناوبری و یا سازه موج‌شکنها باشد، به غیر از محدودیتهای ناوبری نیازی به اعمال محدودیتهای دیگر برای لنگرگاههای خارجی نیست. لیکن در صورتی که شرایط فوق تأمین نشده باشد می‌بایست محدودیتهایی را در این موارد در نظر گرفت.

◀ ۱-۳-۴ مهاربندی در لنگرگاههای خارجی

روشها، لوازم و تجهیزاتی که برای مهاربندی شناورها در این مکانها استفاده می‌شود، عمدتاً ترکیبی از تجهیزات معرفی شده در بند ۱-۲-۴ می‌باشد که بر اساس شرایط بارگذاری محیطی، نوع شناورها، عمق آب در محل توقف و غیره تعیین می‌شوند. لازم به ذکر است که این لوازم باید به گونه‌ای باشد که در اعماق زیاد نیز قابل نصب و استفاده باشند.

۱-۱-۳-۴ مهاربندی لنگری

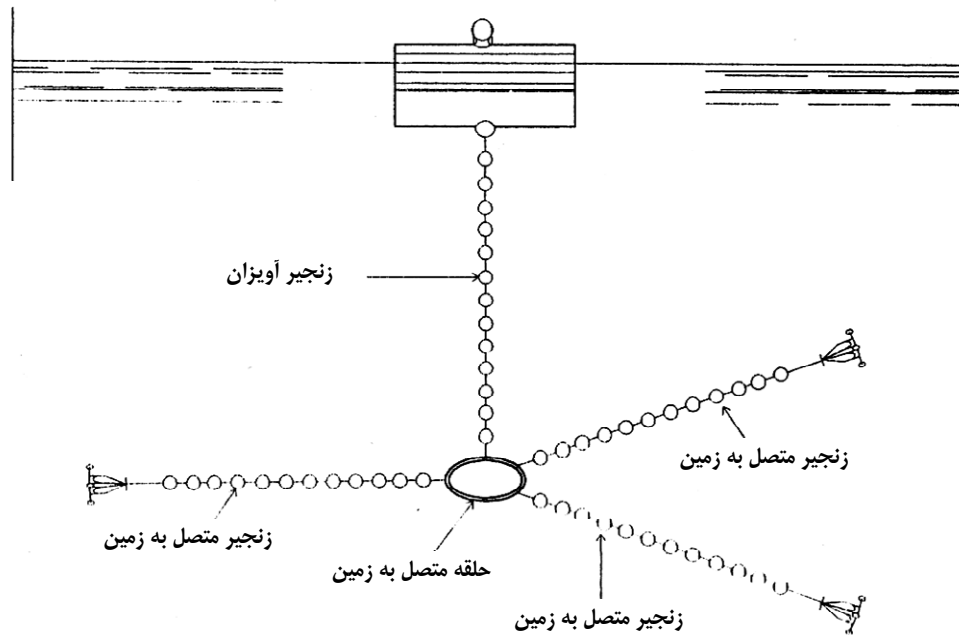
در این نوع مهاربندی صرفاً از لنگرهای شناور استفاده می‌شود.

۲-۱-۳-۴ مهاربندی به بویه شناور از نوع آدمیرالیتی

در این روش یک بویه مهاربندی به صورت شناور توسط ۳ لنگر نگهداری می‌شود. بویه شناور به صورتی است که کشتیها بتوانند به آن متصل شوند (شکل ۴-۵).

۳-۱-۳-۴ مهاربندی لنگری تک زنجیری

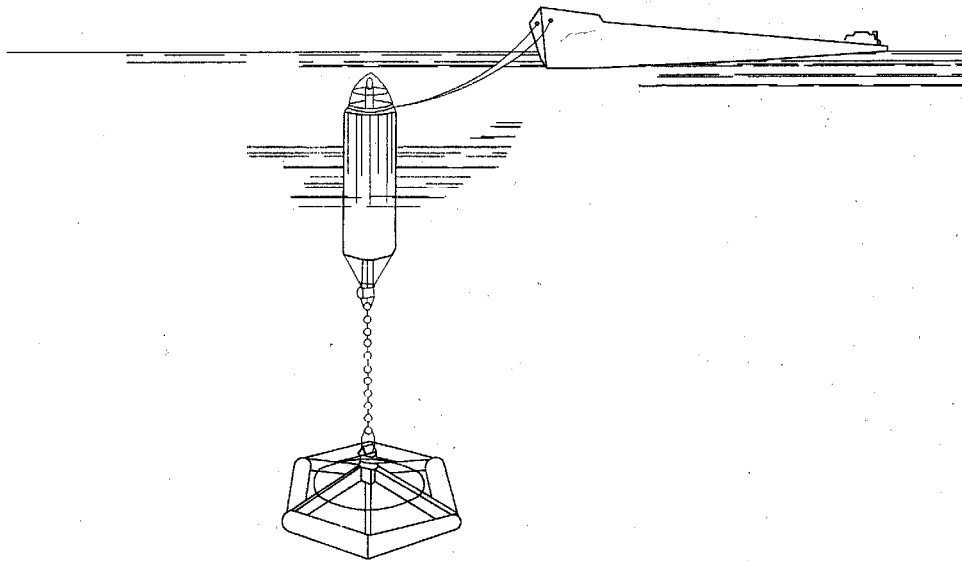
این سیستم از یک بویه مهاربندی که توسط یک زنجیر به بستر دریا متصل شده، تشکیل یافته است. اتصال به بستر دریا با شمع و یا به وسیله یک وزنه سنگین میسر می‌شود. به دلیل شناوری بویه و وجود ذخیره شناوری زنجیر همواره به صورت کشیده شده می‌باشد (شکل ۴-۶).



شکل ۴-۵ بویه مهاربندی نوع آدمیرالیتی

۴-۱-۳-۴ مهاربندی تک نقطه‌ای

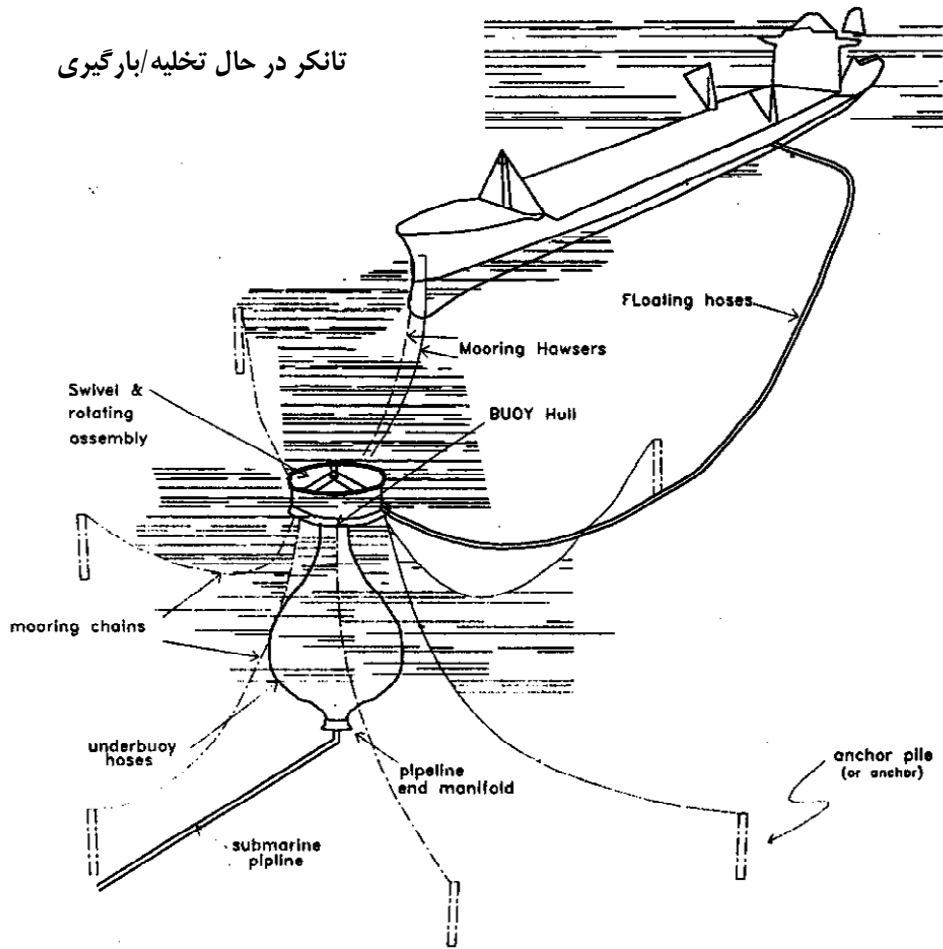
این سیستم از چند کابل اتصال و یک بویه تشکیل یافته است که به دلیل وضعیت شناوری بویه تحت کشش می‌باشند. این سیستم اغلب برای بارگیری یا تخلیه کشتیهای تانکر به کار می‌رود و شناورها حول بویه مذکور مجاز به دوران می‌باشند. ضمناً لوله‌های انتقال مواد نفتی نیز می‌توانند به این بویه متصل باشند (شکل ۴-۷).



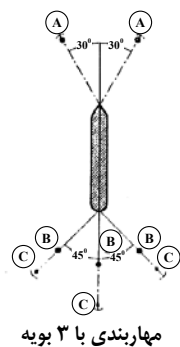
شکل ۴-۶ مهاربندی لنگری تک‌زنجره‌ای

۴-۳-۵-۱ مهاربندی با بویه‌های منفرد

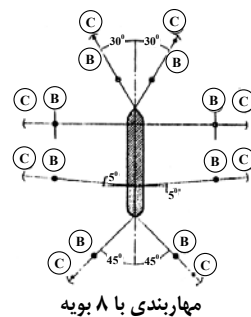
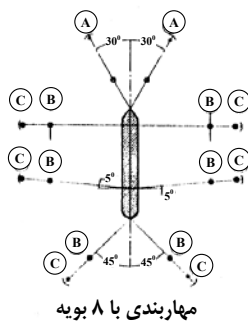
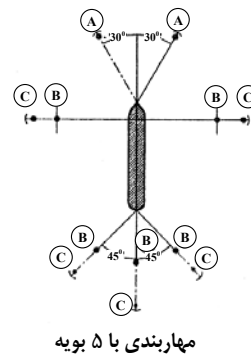
این سیستم همان‌گونه که در شکل ۴-۸ ملاحظه می‌گردد، شامل چندین بویه می‌باشد که شناور در میان آنها واقع می‌شود. بویه‌ها می‌تواند متصل به هم یا جدا از هم باشد. توقف شناور در این حالت با استفاده از بویه‌های مذکور و نیز لنگراندازی میسر خواهد بود. شایان ذکر است که روشهای مهاربندی دیگر نیز قابل استفاده هستند.



شکل ۴-۷ مهاربندی تک نقطه‌ای



A لنگرکشی
B بویه
C مهار



شکل ۴-۸ آرایش انواع مهاربندی با بویه‌های منفرد

۴-۳-۲ ابعاد لنگرگاهها

همان‌گونه که اشاره گردید، روشهای مهاربندی محدود به روشهای اشاره شده فوق نمی‌باشد و می‌توان بر حسب امکانات، شرایط محیطی، نوع شناورها و حساسیتهای لازم برای حرکات شناور شکل مهاربندی مشخصی را برای یک شناور در نظر گرفت. طبعاً با توجه به این بحث تعیین محدوده مشخصی برای لنگرگاه یک شناور (که تابعی از روش مهاربندی است) به منزله ابعاد ثابت نباید تلقی شود.

الف: با نگرش کاربردی، محدوده لنگرگاه مورد نیاز برای یک شناور با دوران آزاد شناور حول بویه به صورت جدول ۴-۳ قابل تعریف است.

جدول ۳-۴ محدوده لنگراندازی برای دوران آزاد

نوع مهاربندی	شرایط به کارگیری	شرایط مهاربندی	ویژگیهای محیط	شعاع محوطه مورد نیاز
مهاربندی با استفاده از لنگر شناور	حالت معمول توقف در نواحی دور از ساحل	استفاده از یک لنگر و امکان چرخش حول آن	لنگرپذیری خوب بستر	L+6D
			لنگرپذیری ضعیف بستر	L+6D+30m
		استفاده از دو لنگر	لنگرپذیری خوب بستر	L+4.5D
			لنگرپذیری ضعیف بستر	L+4.5D+25m
	حالت توقف در شرایط طوفانی	-	سرعت باد 20 m/s	L+3D+90 m
			سرعت باد 30 m/s	L+4D+145m
مهاربندی با استفاده از بویه	مهاربندی با یک بویه	-	-	L+25m
	مهاربندی با دو بویه	-	-	L+50m مستطیل به طول و عرض L/2

توضیح ۱: L طول کلی overall شناور بر حسب متر و D نیز عمق محل لنگراندازی بر حسب متر می باشد.

توضیح ۲: در مهاربندی با بویه، چنانچه جابه جایی افقی بویه ها به هر دلیلی (از جمله دامنه زیاد جزر و مد) قابل توجه باشد، میزان جابه جایی می بایست به شعاع محوطه اضافه شود. در گونه هایی از مهاربندی که شناور تقریباً به طور ثابت و با کمترین حرکات اضافی مهار می شود، عملاً فضای مورد نیاز برای لنگراندازی هر واحد شناور کاهش یافته و رعایت حریم لنگرها کافی است.

ب: در مهاربندی از جلو و عقب کشتی، مساحت آب اطراف سکو بر اساس روابط زیر محاسبه می شود (شکل ۴-۹).

۱- برای سیستم لنگر یا مهار شناور، طول X (متر) و عرض W (متر) مربوط به محوطه لنگراندازی:

$$X = \frac{1}{2}L + r + 10 \text{ و } W = 2r + B$$

که در آن،

L: طول شناور (متر)

r: شعاع و جابه‌جایی دورانی بویه (متر)

B: عرض شناور (متر)

۲- برای سیستم دو بویه:

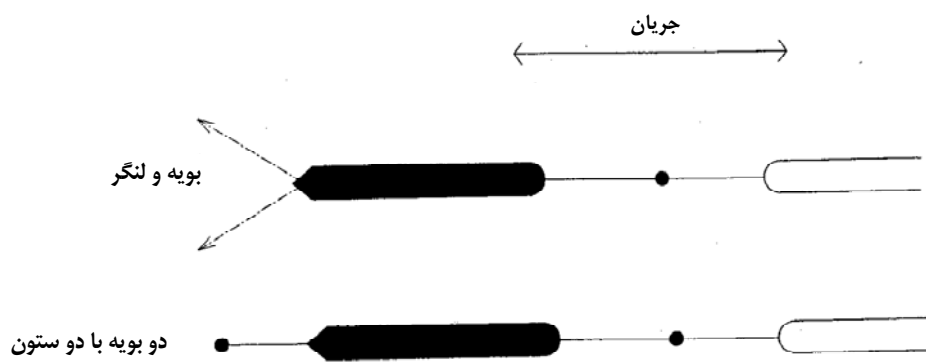
$$X = \frac{1}{4}L + 2r \text{ و } W = 2r + B$$

۳- برای سیستم ستون مهاربند یا لنگر:

$$X = \frac{1}{2}L + 110 \text{ و } W = 2B$$

۴- برای سیستم دو ستون مهاربند

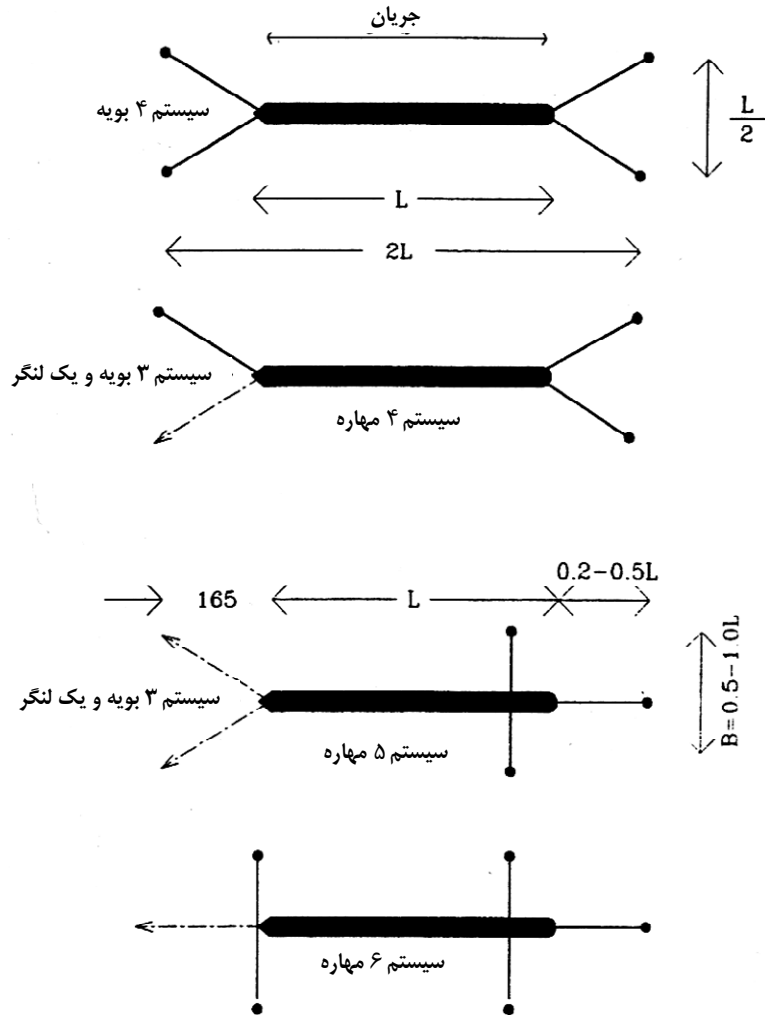
$$X = \frac{1}{4}L \text{ و } W = 2B$$



شکل ۴-۹ مهاربندی از جلو و عقب کشتی دور از ساحل

ج: در حالت مهاربندی چند نقطه‌ای، کشتی با حداقل ۴ مهار می‌گردد. نمونه‌ای از وضعیت مهارها و محوطه لازم در ترتیب در یک حالت کم و بیش ثابت قرار می‌گیرد. نمونه‌ای از وضعیت مهارها و محوطه لازم در شکل ۴-۱۰ نشان داده شده است. سیستم مهاربندی باید بر اساس درجه بی‌حفاظ بودن، ابعاد

شناور و مصالح کف انتخاب شود. یک طرح متقارن از شناورها حول خط مرکزی سکو در محلی که جهت باد و جریانها متناوباً تغییر می کنند، بر سایر طرحها مزیت دارد.



شکل ۴-۱۰ مهاربندی چند نقطه‌ای برای کشتی دور از ساحل

مراجع

- 1- Approach Channels Preliminary Guidelines /First Report of PIANC- TAPH Working Group II-30in Cooperation with IMPA & IALA
- 2- Standardization of Ships & Inland Waterways for River / Sea Navigation /Report of working group No.16 / PIANC /1996
- 3- Factors Involved in Standardizing of the Dimensions of class V Inland Waterways / Report of working Group No. 20 /PIANC /1999
- 4- Design Manual NO. 26 /US Corps of engineers
- 5- PIANC Bulletin NO. 100/1999
- 6- River Engineering. / M. Petersen /1991
- 7- British Standard Code of Practice for Maritime Structures /1984/ British Standard Institution
- 8- ECMT /1992
- 9- Technical Standards for Ports and Harbour Facilities in Japan /1991
- 10-B.S. Code of Practice / B.S. 6349 / part 1 /1989
- 11-Port Engineering / per Bruun / 4th Edition / Gulf Publishing Company
- 12-Design Manual / Harbour and Coastal Facilities / NAVFAC / DM -26 /1968

واژه‌نامه

A	Operational عملیاتی
Admiralty Type Mooring Buoy.....	P
مهاربندی به بویه شناور از نوع آدمیرالیتی	Pilotage راهنما
Approach Channels.....	Q
کانال دسترسی بنادر.....	Quick Release Mooring..... کله‌گی سریع رها شونده
B	R
Berm..... سکو	Restoring Force..... ذخیره شناوری
Bollard.....	Ropes مهاربندهای ابتدا و انتهای شناور
بولارد، سازه محل اتصال کابل با اسکله و یا شناور	S
Breast.....	Spring..... مهاربندهای فنری
نواحی جنبی سینه و پاشنه.....	Swell امواج دریایی محلی و یا دوراً
C	U
Capstan..... چرخ دوار	Unification اصل یکنواخت‌سازی
F	
Fail..... مهاربندی خراب	
I	
Inland Navigation..... ناوبری داخلی	
Inland Waterway..... آبراهه داخلی	
L	
Layout..... پلان بندر	
M	
Mooring..... مهاربندی	
Mooring Pattern..... طرح کلی مهاربندی	
Mooring Point..... نقاط مهاربندی	
Mooring Point Structure.. سازه محل مهاربندی..	
Mooring Ring..... حلقه مهاربندی	
N	
Near-shore..... مناطق نزدیک ساحل	
O	
Off-shore..... دور از ساحل	

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
(Waterways and Basins)**

No: 300-7

**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 (آبراهه و دوضچه)» شامل چهار فصل است.

تعاریف، آبراهه‌ها و کانالهای کشتیرانی، دوضچه‌های آرامش و لنگرگاه‌ها، فصلهای مختلف نشریه را تشکیل می‌دهند.

دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور، پیمانکاران و عوامل دیگر می‌توانند از این نشریه به عنوان راهنما استفاده کنند.