راهنمای طراحی برج کنترل ترافیک دریایی

ضوابط معماری و سازه ای

برج کنترل در بنادر، ساختمانی است که تجهیزات و نیروی انسانی لازم به منظور کنترل ترافیک دریایی در آن جای دارد. با پیوستن کشورمان به کنوانسیون های دریایی بین المللی لازم است تا بنادر کشور مطابق با این ضوابط تجهیز شوند. بنابراین در ۱۰ سال گذشته شاهد احداث برج های کنترل ترافیک دریایی در بنادر کشورمان بوده ایم. در حال حاضر مهم ترین سازه برج کنترل ترافیک دریایی متعلق به بندر بوشهر می باشد. این برج با ارتفاع ۵۲ متر از تراز پایه بلندترین در نوع خود در کشورمان به شمار می آید. جالب است بدانید اعتبار ریالی این پروژه که عملیات احداث آن در سال ۱۳۸۵ آغاز شده بالغ بر ۱۸۰ میلیارد ریال می باشد.

برج کنترل ترافیک دریایی بر فراز ساختمان اداری اداره کل بنادر و دریانوردی استان بوشهر

- ارتفاع برج کنترل باید به اندازه ای باشد که امکان دید چشمی از داخل اتاق کنترل به شناورهایی که از کانال وارد حوضچه می شوند و کنار اسکله پهلو می گیرند به راحتی مسیر می باشد.
- فاصله افقی برج کنترل تا لب اسکله باید به اندازه ای باشد که امکان رویت کشتی پهلو گرفته به نزدیک ترین اسکله تا برج میسر باشد.
- در اتاق های آموزش، توجیه خدمه و دفتر رییس کنترل باید دست کم یک پنجره وجود داشته باشد.

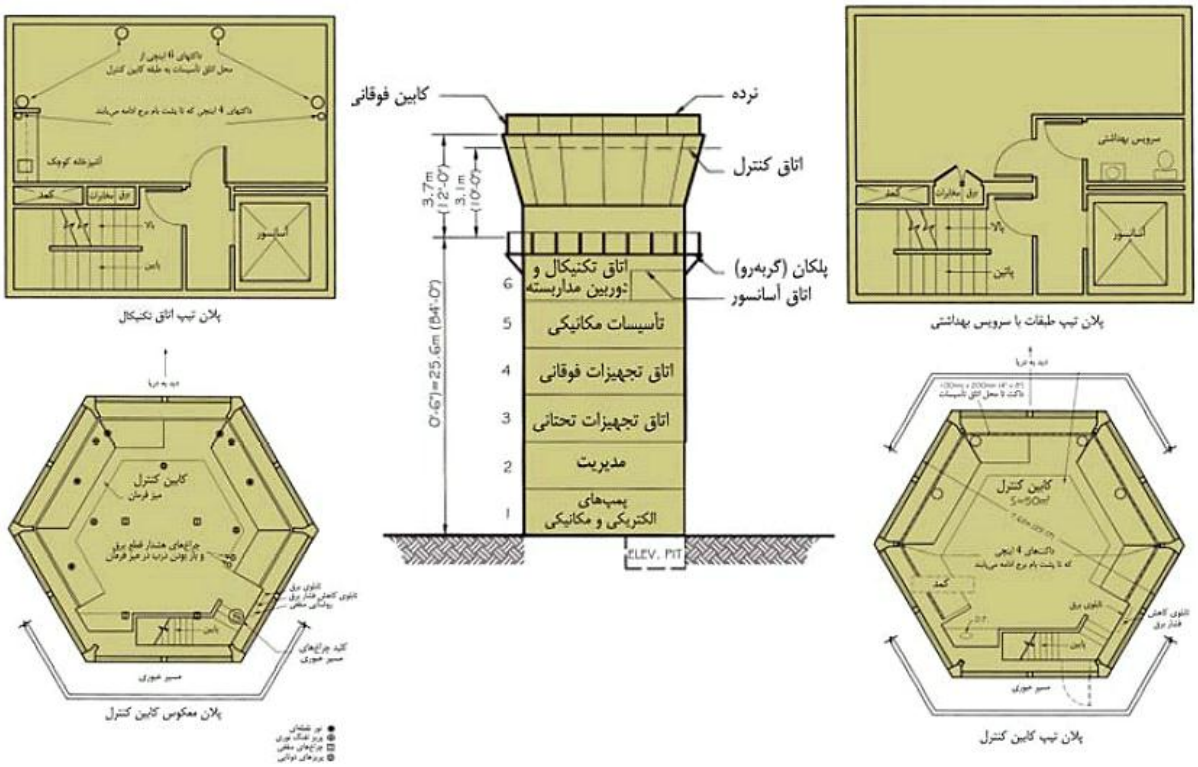
- پیش بینی یک راه دسترسی دائمی به پشت بام برج با استفاده از نردبان در محل کابین یا راه پله(گربه رو)، ترجیحاً از اتاق کنترل الزامی است. این نردبان باید قابلیت جمع شدن از طرف سقف به کف کابین را داشته باشد. نصب راه پله بیرونی برای دسترسی به پشت بام باید به نحوی طراحی شود که برای فضای مفید اتاق کنترل مزاحمت ایجاد نشود.
- پلکان فلزی و پله های فرار باید به گونه ای طراحی شود که مانع دید متصدیان برج کنترل به دریا و محوطه بندرگاه نشود.
- پیش بینی محوطه های پارکینگ و مسیرهای دسترسی برای استفاده کارکنان و تعداد کمی پارکینگ برای مراجعان احتمالی در مجاورت برج کنترل الزامی است.
- عرض مسیر دسترسی به برج کنترل باید دست کم ٦ متر باشد.
- نمای برج در طبقات بالایی باید به نحوی طراحی شود که شیشه های برج به سهولت نظافت شوند.
- طراحی حداکثر زاویه دید افقی و امکان دید اطراف برج کنترل از اتاق برج کنترل ترافیک ضروری است.

فاصله افقی مناسب برج تا لب اسکله

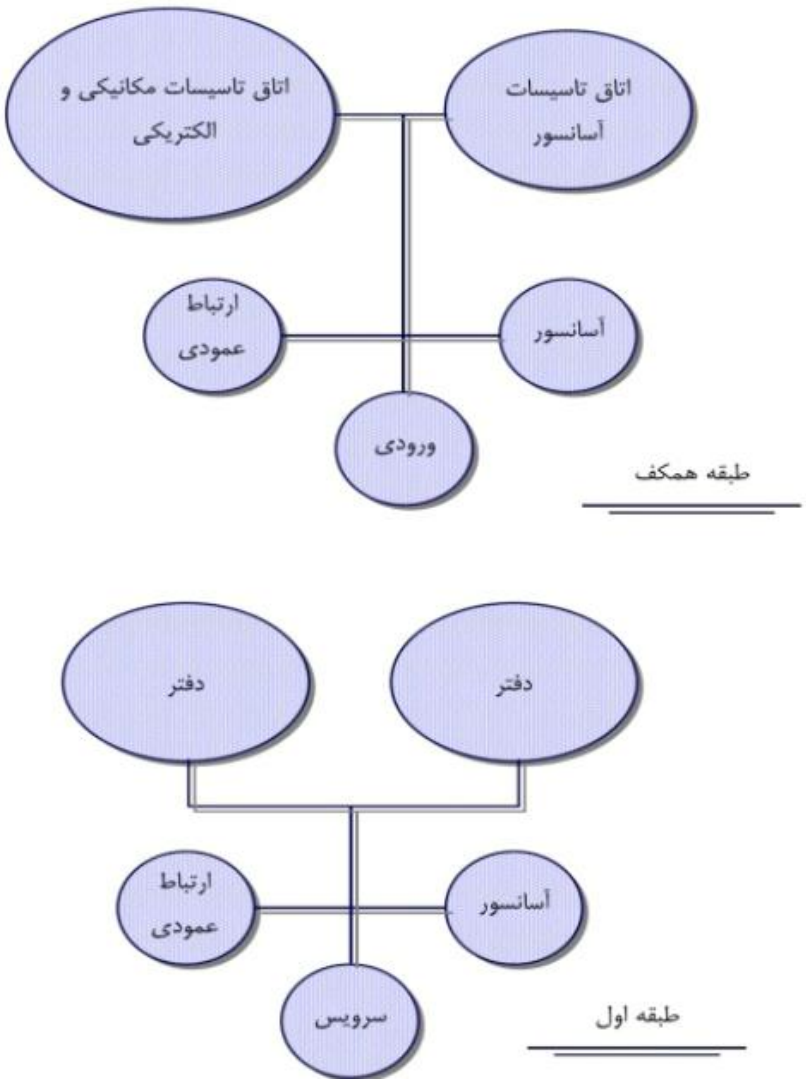
گونه شناسی برج های کنترل

برج های کنترل ترافیک دریایی در ۳ گونه کلی قابل طراحی هستند.

۱) بدنه برج کنترل با مساحت یکسان تا بالاترین نقطه(اتاق کنترل) امتداد می یابد. در این گونه، فضاهای طبقات زیر اتاق کنترل کاملاً برای جهیزات مرتبط با برج، اتاق توجیه و مدیریت قابل استفاده خواهد بود.

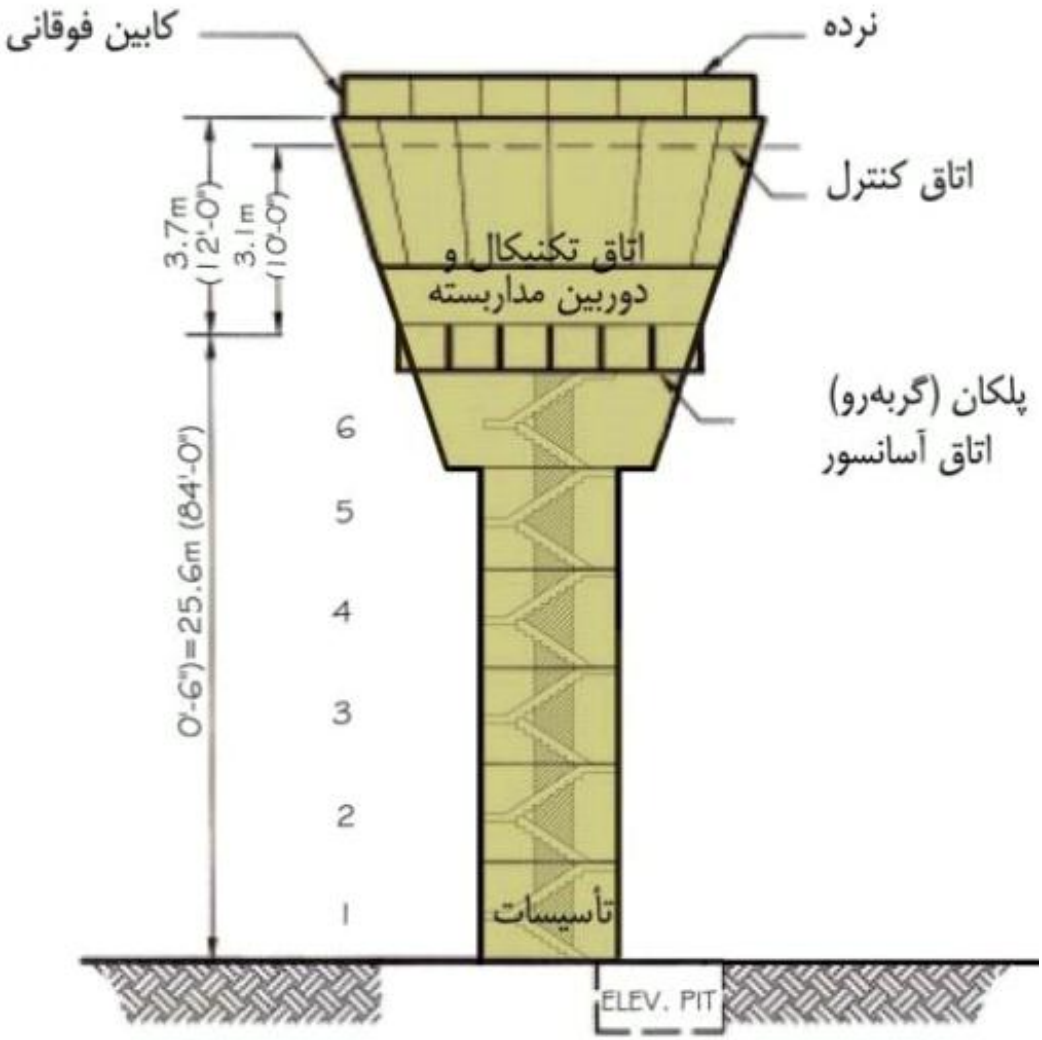


نمای جانبی از برج نوع اول در کنار پلان معماری برج



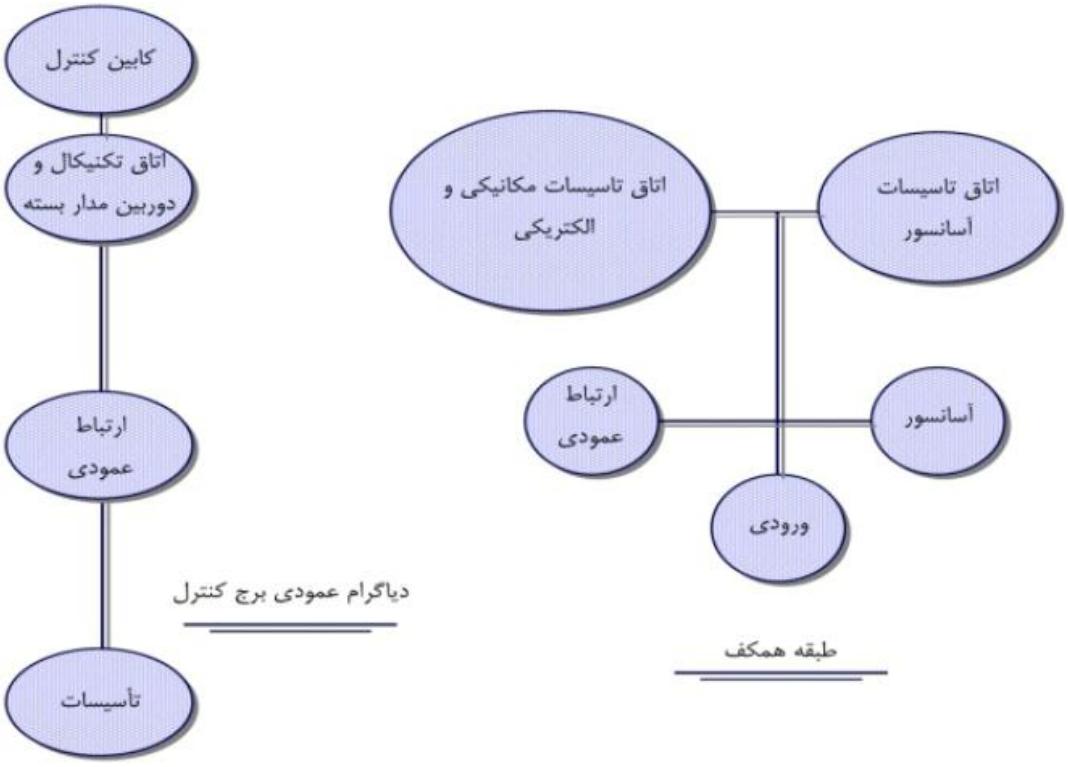
روابط فضاها برای برج نوع اول

۲) بدنه برج کنترل فقط شامل پلکان و آسانسور ارتباطی اتاق کنترل با تراز همکف است و فضاهای جانبی پلکان کوچک و غیر قابل استفاده اند.



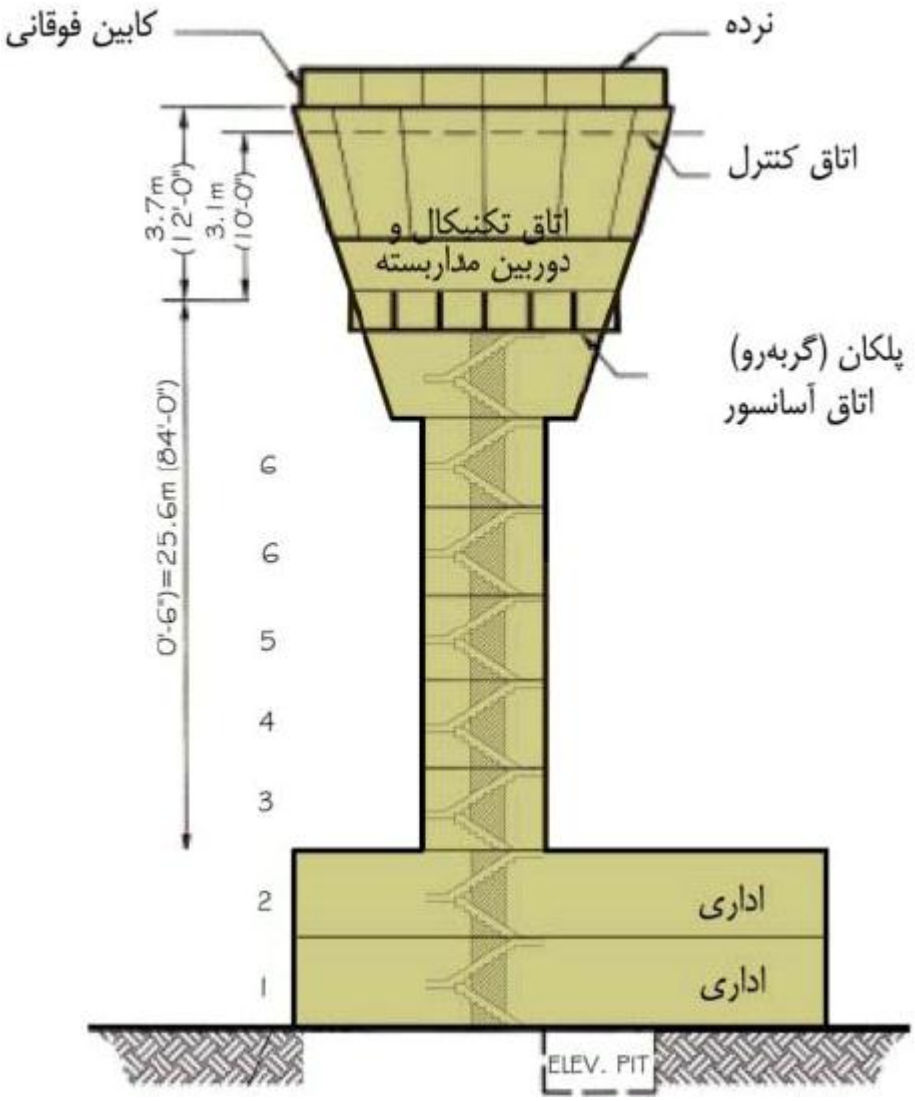
نمای جانبی از برج نوع دوم

یک نمونه از برج نوع دوم



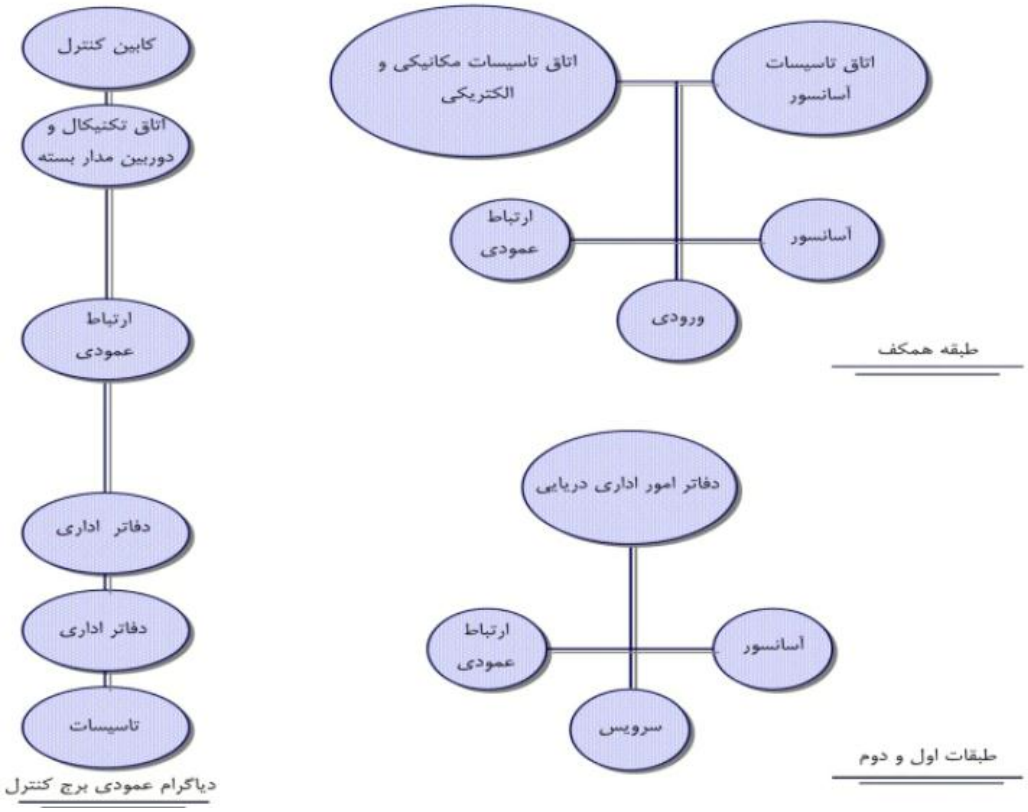
روابط فضاها برای برج نوع دوم

۳) برج کنترل ترافیک دریایی و ساختمان امور دریایی به دلیل ارتباط عملکردی با یکدیگر قابل ترکیب اند. در این حالت فضاهای اداری در سطوح گسترده طبقات اول و دوم جانمایی می شوند و بدنه برج کنترل همانند گونه دوم، شامل پلکان و آسانسور و اتاق کنترل در بخش بالایی برج است.



نمای جانبی از برج نوع سوم

یک نمونه از برج نوع سوم



روابط فضاها برای برج نوع سوم

الزامات فضاها و عملکردهای مورد نیاز

- فضای کاری مفید برای اتاق های عملیات کنترل حدود ۲۰ متر مربع
- طبقه زیرین اتاق برج کنترل، فضای مناسب به مساحت ٤٠ متر مربع برای نصب دستگاه های فرستنده و محل استراحت کارکنان شیفت کنترل ترافیک
- ایجاد کانال بین اتاق برج و طبقه زیرین به منظور عبور کابل ها
- فضای کافی برای سرویس بهداشتی و آبدارخانه در محل استراحت، دست کم برای ۳ نفر
- طراحی گراند مستقل با استانداردهای موجود و قرار دادن آن در طبقات بالایی و زیرین برج برای استفاده در تجهیزات رادیویی و کمک ناوبری

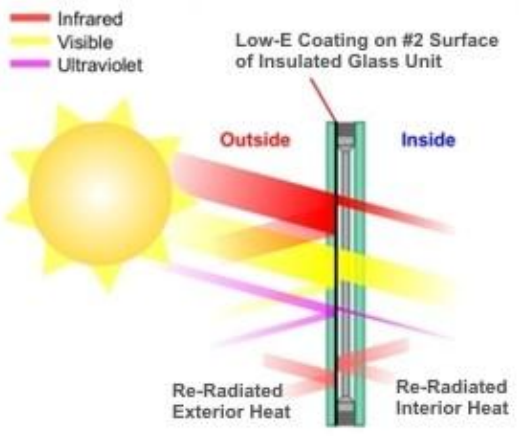
مصالح پیشنهادی

علاوه بر ضوابط یاد شده، رعایت ضوابط زیر ضروری است.

- رنگ انتخابی برای کف کابین کنترل و دیگر سطوح رنگ پذیر بالای پنجره ها در کابین باید از نوع غیر صیقلی و جذب کننده صدا باشد.
- کفپوش ها باید تیره باشند تا بازتاب نورهای داخلی کابین را کاهش دهند.
- شیشه پنجره های برج کنترل باید از نوع دو جداره با فاصله ۱۳ میلی متر میان دو لایه شیشه انتخاب شود.
- شیشه های خارجی باید از نوع آبی/خاکستری کمرنگ انتخاب شود. در صورتی که ضخامت شیشه بیش از ٦ میلی متر مورد نیاز باشد، استفاده از شیشه بی رنگ مانعی ندارد.
- در مناطقی که تابش مستقیم و شدید است(در بنادر جنوبی ایران) استفاده از شیشه دو جداره با شدت کم انتشار نور (*low remittance*) در پنجره های بیرونی برج کنترل توصیه می شود.

- استفاده از شیشه های آینه ای(رفلکس) در پانل های شیشه ای شیبدار قسمت بالایی برج کنترل الزامی است.
- هریک از دو لایه شیشه مورد استفاده در پنجره های برج کنترل باید دست کم ٦ میلی متر و حداکثر ۱۳ میلی متر ضخامت داشته باشد، به طوری که مجموع ضخامت شیشه دو جداره از ۳۹ میلی متر بیشتر نباشد.
- استفاده از شیشه هایی با ضخامت متفاوت در دو جداره پنجره مجاز است. برای مثال می توان در لایه داخلی از شیشه رنگی ٦ میلی متری و در لایه بیرونی از شیشه بی رنگ ۱۳ میلی متری استفاده کرد.

- استفاده از شیشه های مات، نیمه مات یا مشجر در پنجره های برج کنترل ممنوع است.
- رنگ سایه بان های عمودی پنجره های کابین باید خاکستری، دودی، آبی و از نوع خودرنگ باشد.
- مصالح مورد استفاده در بام و شیب آن باید به گونه ای باشد که امکان حرکت ایمن و انجام تعمیرات بر روی آن فراهم سازد.
- حداقل زاویه شیشه مورب با سطح عمود باید ۱۰ درجه باشد.



عملکرد شیشه *low remittance*

ضوابط طراحی سازه ای

علاوه بر رعایت ضوابط ارائه شده برای ساختمانهای اداری رعایت نکات زیر الزامی است.

- طراحی برج کنترل باید به گونه ای صورت گیرد که در برابر بادهایی با سرعت ۲۰۰ کیلومتر در ساعت مقاوم باشد.
- طراحی پروفیل پنجره ها در کابین کنترل باید به شیوه ای صورت گیرد که با فشار باد وارد بر ساختمان هماهنگ باشد و در عین حال به کاهش موانع بصری تا بیشترین حد ممکن منجر شود.
- سازه های فولادی مرسوم با بادبندهای ضربدری ممکن است مانع نصب پنجره های بیشتر شود.
- قاب پنجره ها وشیشه های مورد استفاده درآنها باید به گونه ای انتخاب شوند که با توجه ویژگی های لرزه شناختی منطقه بندر، ایمنی کافی و سطح دید مناسب را حتی در هنگام وقوع زلزله فراهم سازند. همچنین در محیط هایی که وزش باد در آنها شدید است، افزودن یک نوار پروفیل میانی می تواند به عنوان آخرین راه حل ممکن مطرح باشد. در این صورت، به منظور تامین دید کافی در کابین کنترل، پیش بینی تنها یک پروفیل عمودی در میانه هر وجه کابین مانعی ندارد.
- سازه برج کنترل باید به گونه ای طراحی شود که دید ۲۷۰ درجه به سمت دریا را فراهم سازد.

*البته ضوابط ذکر شده در قالب یک فایل متنی از سوی خود سازمان بنادر و دریانوردی ارائه شده است که بیشتر جنبه بازاری داشته و به هیچ عنوان مناسب طرح سازه ای با این ابعاد و درجه اهمیت نمی باشد.

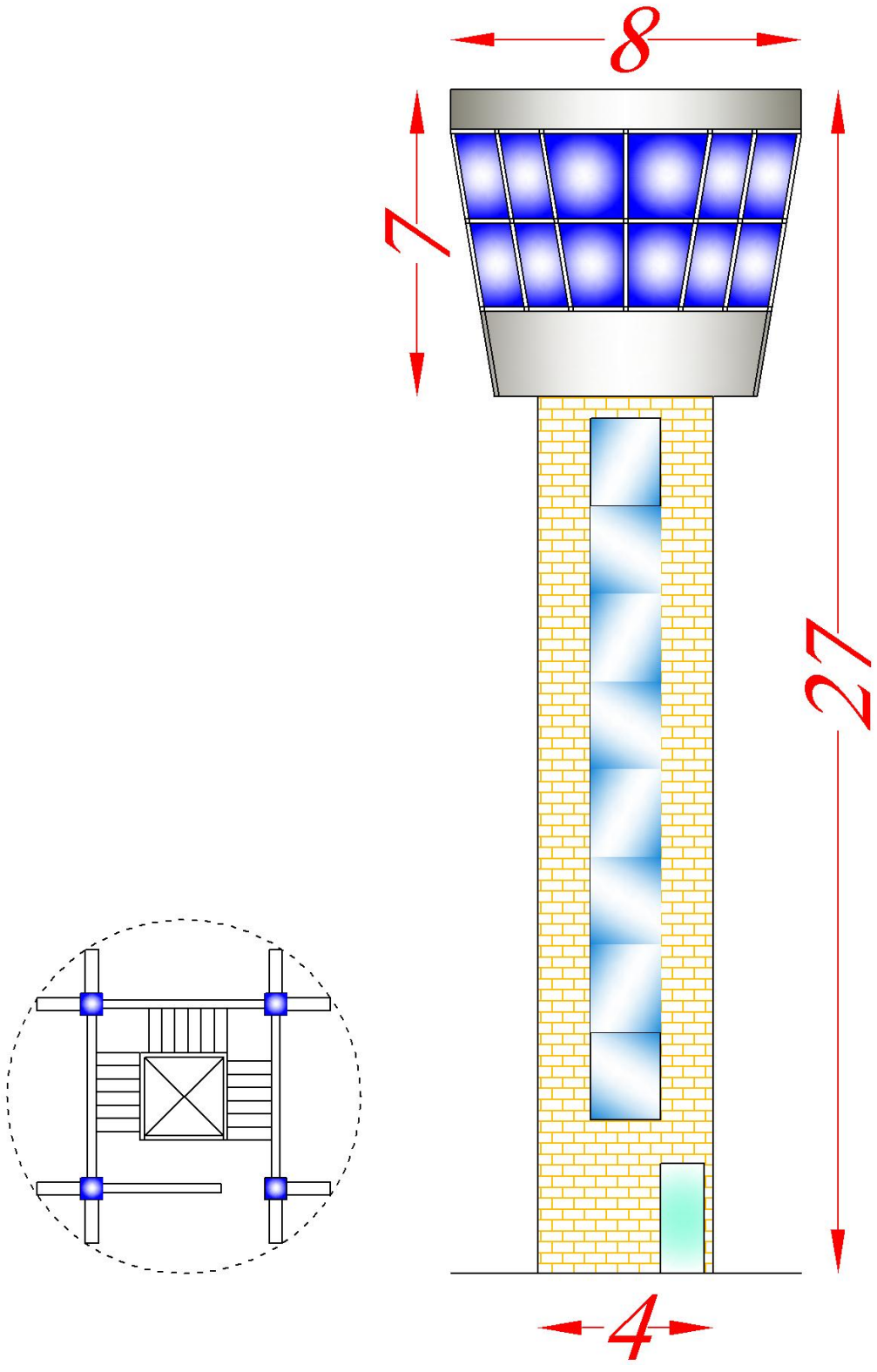
طرح لرزه ای سازه

با توجه به درجه اهمیت این نوع سازه که در رده با اهمیت بسیار زیاد قرار می گیرد و از طرفی با توجه به فرم خاص و ارتفاع نسبتاً زیاد آن بهتر است سازه طراحی دینامیکی شود، که امروزه هم امکانات و هم دانش آن موجود می باشد.

طراحی سازه در برابر باد

اصولاً هر سازه ای باید برای باد بارگذاری، تحلیل و طراحی شود. عبارت بحرانی نبودن باد برای سازه های ساختمانی و شبه ساختمان یک اصطلاح عامیانه، غیر فنی و تاریخ مصرف گذشته است. در حال حاضر با وجود نرم افزارهای کارآمد یک محاسب آگاه به راحتی و در کوتاه ترین زمان ممکن قادر است سازه را برای بار باد تحلیل و طراحی نماید.

مثال : با هم یک مورد از برج کنترل ترافیک دریایی از نمونه دوم واقع در بندر بوشهر را مورد بررسی قرار می دهیم. (این یک نمونه تمرینی بوده و واقعی نمی باشد.) نمای شماتیک برج را در تصویر زیر مشاهده می کنید.



*با توجه به اینکه برج های کنترل ترافیک دریایی در کنار ساحل احداث می شوند می توان گفت زمین محل احداث معمولاً از نوع لجنی یا نوع ٤ می باشد.

البته با توجه به اهمیت پروژه لازم است بر اساس مطالعات ژئوتکنیکی و گانه زنی ویژگی های ژئوتکنیکی محل به طور دقیق مشخص شود. همانطور که می دانید نیروی زلزله وارد بر سازه ها حاصلضرب وزن سازه در ضریب زلزله می باشد.

$$C = \frac{ABI}{R}$$

شتاب مبنای طرح برای شهر بوشهر برابر با ۰/۲۵ می باشد.

با توجه به اینکه سازه از نوع با اهمیت بسیار زیاد می باشد، ضریب اهمیت آن برابر با ۱/٤ می باشد.

همچنین با فرض استفاده از سیستم قاب خمشی متوسط ضریب رفتار برابر با ۷ می باشد.

جهت محاسبه ضریب بازتاب طرح ابتدا زمان تناوب سازه را محاسبه می کنیم.

$$T = 0.07H^{0.75}$$

$$T = 0.07 \times 27^{0.75} = 0.83\ sec$$

$$T < 1 \rightarrow B = 3.25$$

بنابراین ضریب زلزله برابر خواهد شد با :

$$C = \frac{0.25 \times 3.25 \times 1.4}{7} = 0.1625$$

همچنین با توجه به درجه اهمیت سازه لازم است سازه در برابر زلزله سطح بهره برداری نیز کنترل شود. ضریب زلزله سطح بهره برداری برابر خواهد بود با :

$$C_{ser} = \frac{ABI}{6}$$

$$C_{ser} = \frac{0.25 \times 3.25 \times 1.4}{6} = 0.1895$$

*جهت اطلاع از ضوابط زلزله سطح بهره برداری به آیین نامه ۲۸۰۰ مراجعه بفرمایید.

*همانطور گفته شد، سازه ای مثل این حداقل باید تحلیل شبه دینامیکی شود.

همانطور که گفته شد، قصد داریم سازه را برای بار باد نیز بارگذاری کنیم. البته با توجه به ارتفاع سازه نسبت به قطر آن لازم است تا محاسبه بار باد بر اساس روش دینامیکی انجام شود که پرداختن به آن از حوصله این دست نوشته خارج می باشد.

همانطور که می دانید فشار حاصل از باد برابر است با :

$$P = C_e . C_q . q$$

همچنین نیروی باد بر سازه برابر است با :

$$F = P . A$$

جدول شماره ۶-۶-۲ ضریب اثر تغییر سرعت برای ارتفاع ترازهای مختلف

ارتفاع تراز موردنظر (به متر)	۰-۱۰	۱۰-۲۰	۲۰-۳۰	۳۰-۴۰	۴۰-۵۰	۵۰-۶۰	۶۰-۸۰	۸۰-۱۰۰	۱۰۰-۱۲۰
نواحی بند (الف)	۱/۶	۱/۹	۲/۱	۲/۲	۲/۳	۲/۴	۲/۶	۲/۸	۲/۹
نواحی بند (ب)	۲/۰	۲/۲	۲/۴	۲/۵	۲/۶	۲/۷	۲/۸	۲/۹	۳/۰

۶-۶-۹ ضریب شکل برای سازه های غیر ساختمانی

۶-۶-۹-۱ دودکشها، مخازن، برجهای با دیوار توپر: ضریب شکل برای این سازه ها باید با توجه به شکل هندسی آنها در پلان، به شرح زیر در نظر گرفته شوند:

الف- سازه های با پلان مربع یا مستطیل — C_q= ۱/۴

ب- سازه های با پلان شش ضلعی یا هشت ضلعی — C_q= ۱/۱

پ- سازه های با پلان دایره یا بیضی — C_q= ۰/۸

ت- سازه های گنبدی شکل — C_q= ۰/۶

بار باد در این سازه ها باید با منظور کردن مساحت سطح تصویر سازه بر روی صفحه عمود بر جهت باد، در رابطه ۶-۶-۲ محاسبه شود.

*فشار مبنای باد شهر بوشهر برابر است با ۵۰ دکانیوتن بر متر مربع

بنابراین برای ۱۰ متر تحتانی خواهیم داشت :

$$F = 2 \times 1.4 \times 50 \times 4 = 560\ Kg/m$$

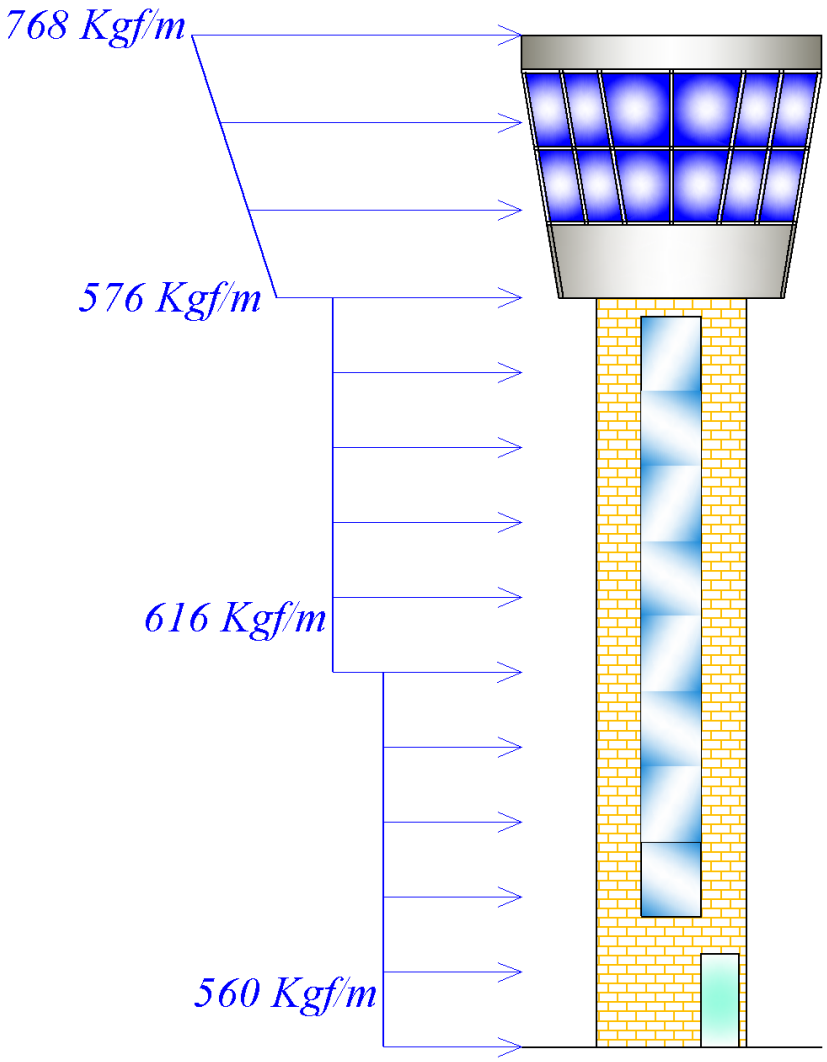
برای ۱۰ متر دوم خواهیم داشت :

$$F = 2.2 \times 1.4 \times 50 \times 4 = 616\ Kg/m$$

و در نهایت با توجه به قطر متغیر برج در قسمت فوقانی خواهیم داشت :

$$@\ Z = 20\ m \rightarrow F = 2.4 \times 0.8 \times 50 \times 6 = 576\ Kg/m$$

$$@\ Z = 27\ m \rightarrow F = 2.4 \times 0.8 \times 50 \times 8 = 768\ Kg/m$$



*در آینده نزدیک با جزییات تحلیل و طراحی این سازه بیشتر آشنا خواهید شد.

منابع

۱) هندبوک ضوابط طراحی و معماری ساختمان های تخصصی بنادر

۲) استاندارد ۲۸۰۰

۳) مبحث ششم مقررات ملی ساختمان

با تشکر از حسن توجه شما

گروه آموزشی ۸۰۸

سید صادق علوی

sadeghalavi@yahoo.com

sadeghalavi2013@gmail.com

پیشرو در ارائه خدمات عمرانی

دنیای متفاوت از آموزش مجازی مهندسی عمران