عوامل پایداری در ساختمان های بلند

بسیاری از افرادی که در کار ساخت و ساز هستند می دانند که ساخت ساختمان های بلند در ایران بعد از پیروزی انقلاب اسلامی تا اوایل دهه ۷۰ متوقف شد و دوباره از اوایل این دهه روند ساخت ساختمان های بلند آغاز گردید. هدف از شروع این روند نیز بیشتر جلوگیری از سرمایه های مالی سرگردان داخلی و خارجی بود. با افزایش ساخت ساختمان های بلند موضوع ایمنی و استحکام این گونه سازه ها روز به روز پر رنگ تر شد. به طور کلی هر چه ارتفاع ساختمان بیشتر می شود، مقاومت آن نیز از اهمیت بیشتری برخوردار خواهد بود. بنابراین مهندسین طراح و اجرایی و حتی تا حدودی کارفرماها باید با عوامل پایداری در ساختمان های بلند آشنا باشند.

دلایل عمده گرایش به ساخت ساختمان های بلند در چند سال اخیر

در سال های اخیر گرایش به برج سازی و ساختمان های بلند به دلایل مختلفی افزایش پیدا کرده است.

این دلایل عبارتند از:

- کاهش ذخایر موجود در زمین
- آسان شدن ساختمان سازی به دلیل استفاده راحت تر از فولاد در ساخت سازه های فلزی
- تمرکز خدمات در قسمت های مرکز شهر

- کـاهش هزینـه احـداث سـاختمان هـای بلنـد بـه دلیـل قیمـت زمـین، قیمـت تمـام شـده سـاخت و ... کـه در کنـار آن سـود دهی بسیار بالایی دارد.
- کاهش هزینه براي مصرف کننده

مقــررات لازم الاجــرا در طراحــی و ســاخت ســاختمان هــای بلنــد و بررســی پایداری آن ها

در سـاختمان هـای بلنـد قـوانین طراحـی سـاخت و سـاز بـه دلیـل اهمیـت پایـداری آن هـا تـا حـدودی متفـاوت از ساختمان های معمولی و کم ارتفاع می باشد. این قوانین شامل موارد زیر است:

- هنگـام طراحـی بایـد فاصـله قـانونی سـاختمان از خیابـان یـا پیـاده رو در نظـر گرفتـه شـود. زیـرا ایـن سـازه هـا مـانع از رسیدن نور خورشید به فضاهای عمومی و خصوصی و خیابان ها می شوند.
- خـود سـاختمان هـای بلنـد بـرای جلـوگیری از حـوادث نـاگوار ماننـد تخریـب یـک سـاختمان و تـأثیر آن بـر سـاختمان کنـاری باید فواصل مناسبی با هم داشته باشند.
- ساخت این ساختمان های بلند نباید از نظر زیبایی و شهرسازی جلوی دید مناظر طبیعی را بگیرند.
- موارد فنی و مهندسی زیر قبل از طراحی و اجرا برای پایداری ساختمان های بلند باید مورد بررسی قرار بگیرند:

۱. مکان یابی ساختمان های بلند
۲. دور بودن از محل گسل های لرزه خیز
۳. نفوذ ناپذیری و مقاومت کافي خاك محل احداث
٤. دور بودن از حریم خطوط انتقال برق
٥. دور بودن از حریم مسیل ها

- عدم ایجاد مشکلات زیسـت محیطـی و آلـودگي هـوا (ایـن نـوع سـازه هـا بـه دلیـل ابعـاد بزرگـی کـه دارنـد مـی تواننـد ماننـد سدی در برابر حرکـت هـوا عمـل کـرده و آلـودگی هـوا را تـا حـد زیـادی افـزایش دهنـد. بـه همـین دلیـل سـاختمان هـای بلنـد بیشتر به شکل باریک و اصطلاحاً مدادی ساخته می شوند(.
- فاصـله سـاختمان هـای بلنـد بـا ایسـتگاه هـای اتوبـوس بایـد حـداقل ۵۰۰ متـر و از ایسـتگاه متـرو حـداقل ۱۰۰۰ متـر باشـد. به علاوه نباید درب ورودی آن ها اتصال مستقیم با آزاد راه ها و بزرگراه ها داشته باشند.

اهمیت مکان یابی در پایداری ساختمان های بلند و بررسی ژئوتکنیکی

یکی از اولین نکات مهم در امر پایداری ساختمان های بلند مکان یابی مناسب و بررسی زمین ساخت از نظر ژئوتکنیک خواهد بود. در امر مکان یابی علاوه بر مسائلی مانند استحکام خاک زمین مورد ساخت، میزان تراز بودن زمین، اهمیت تراز کردن یعنی خاک ریزی و خاک برداری، جنس خاک زمین و ... مسائلی مانند مشکلات زیست محیطی و شرایط اقلیمی منطقه مورد نظر برای ساخت ساختمان های بلند نیز باید مورد بررسی قرار بگیرند. به عنوان مثال اگر یک ساختمان بلند یا برج روی فونداسیونی زده شود که خاک سستی دارد، احتمال عدم تحمل بار ساختمان توسط پی و ریزش ناگهانی وجود خواهد داشت.

اثر نیروهای جانبی اضافی در پایداری ساختمان های بلند

نیروهای اضافی شامل جریان باد و زلزله هستند که می توانند در شرایطی خاص بر ساختمان های بلند تأثیر بگذارند. مثلاً باد به دلیل سرعت زیادی که دارد، در اثر برخورد با این نوع ساختمان ها شدت و نیروی بیشتری پیدا می کند. بنابراین می تواند به خصوص برای افرادی که در فضای باز اطراف ساختمان مشغول به کار هستند خطرناک باشد. میزان دخالت باد در پروژه های ساختمان های بلند به عوامل مختلفی مانند موقعیت زمین، شرایط توپوگرافی، ساختمان های دیگر مستقر در منطقه و داده های اقلیمی بستگی دارد.

بنابراین ساختمان های بلند باید طوری ساخته شوند که این شرایط خطرناک کاهش یابند. زلزله نیز یکی دیگر از نیروهای اضافی مخرب می باشد که اگر در ساختمان های بلند که ظرفیت بسیار بیشتری نسبت به ساختمان های معمولی دارند تدابیری برای آن سنجیده نشود، خسارات مالی و جانی بسیار شدیدی ایجاد می کند. به همین دلیل این نوع ساختمان ها بالاجبار باید در برابر زلزله نیز مقاوم سازی شوند.

اهمیت حفاظت از پایداری ساختمان های بلند در برابر حریق

یکی از مباحث کلیدی در مجموعه مقررات ملی ساختمان، حفاظت از ساختمان ها در برابر حریق یا آتش سوزی می باشد. آتش سوزی یکی از خطرات بسیار جدی برای ساختمان ها و به خصوص ساختمان های بلند محسوب می شود. زیرا در زمان حریق علاوه بر خطر خود آتش، رفتار سازه با زمانی که در شرایط عادی قرار می گیرد متفاوت خواهد بود. آتش سوزی می تواند تا حد زیادی مقاومت اجزای سازه را کاهش داده و باعث ریزش ناگهانی آن شود. طبق مشاهدات و تجربه های گذشته اگر هنگام طراحی و اجرای ساختمان های بلند تدابیری برای حفاظت از ساختمان در برابر حریق سنجیده نشود خسارات جانی، اجتناب ناپذیر خواهد بود.

در واقع محافظت از ساختمان ها در برابر حریق در ساختمان های بلند اهمیت بسیار بیشتری دارد. به همین دلیل در مقررات ساختمان های بلند در تمامی کشورهای توسعه یافته یک بخش ویژه به موضوع محافظت از حریق اختصاص پیدا می کند. قاعدتاً هر چه تعداد طبقات یک ساختمان بیشتر باشد ریسک اتفاق افتادن حریق نیز بیشتر می‌شود. به علاوه در این ساختمان ها تراکم ساکنین بیشتر است. در نتیجه زمان مورد نیاز برای عملیات اطفای حریق و امداد و نجات بیشتر خواهد بود. مثلاً اگر برای یک ساختمان ۴۰ طبقه حریق گسترده ای در طبقه همکف یا طبقات پایینی اتفاق بیفتد عملیات نجات و اطفای

حریق بسیار سخت می شود. بنابراین اجرای مقررات آیین نامه ای در این زمینه از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

انواع سیستم های سازه ای در ساختمان های بلند

عناصر سازه ای اصلی هر ساختمان شامل عناصر خطی مثل ستون و تیرآهن، عناصر سطحی مثل دال و دیوار و عناصر فضایی مانند پوش نما یا هسته مرکزی است. استخوان بندی هر ساختمان چه بلند و چه کوتاه از ترکیب این عناصر به وجود می آید. بنابراین هر چه این ترکیبات بهتر در کنار هم قرار بگیرند، پایداری ساختمان نیز افزایش پیدا می کند. برای این منظور از سیستم های مختلفی برای ساخت و ساز ساختمان های بلند استفاده می شود که در زیر هر کدام را به صورت مختصر توضیح می دهیم:

- دیوارهای باربر موازی

این سیستم شامل عناصر صفحه ای قائم است و بیشتر برای ساختمان های بلندی به کار می رود که در آن ها نیازی به فضاهای آزاد بزرگ نیست و در نتیجه نیازی به سازه هسته ای نخواهد بود.

- هسته ها و دیوارهای باربر نمایی

در این نوع سیستم عناصر صفحه ای قائم به دور سازه هسته ای مانند دیوارهای خارجی عمل می کنند. در واقع این روش برای ساختمان هایی است که نیاز به فضای داخلی باز دارند و وسعت آن نیز به ظرفیت سازه کف در پوشاندن دهانه ها بستگی دارد.

- صندوق های خود متکی

این سیستم شامل صندوق ها یا واحدهای پیش ساخته است که بعد از ساخت کارگاهی به محل مورد نظر انتقال پیدا کرده و در آنجا به هم وصل می شوند. این سیستم از نظر عملکرد شبیه دیوارهای باربر است.

- دال طره شده

در ایـن نـوع سیسـتم کـف هـای سـازه بـه یـک هسـته مرکـزی تکیـه مـی کننـد و فضـای موجـود نیـازی بـه سـتون ندارد.

- دال مسطح

دال مسـطح یـک سیسـتم صـفحه ای افقـی اسـت کـه شـامل دال هـای بتنـی کـف بـا ضـخامت یکسـان اسـت و روی سـتون هـا قـرار دارد. در ایـن روش مقطـع تیرهـا زیـاد بـزرگ نیسـت و مـی تـوان ارتفـاع هـر طبقـه را برابـر بـا کمترین مقدار ممکن در نظر گرفت.

- سیستم فاصله گذاری

در ایـن سیسـتم سـازه هـای قـاب طـره ای بـا ارتفـاع هـر طبقـه، بـرای بـه وجـود آمـدن فضـای قابـل اسـتفاده در داخل و بالای قاب به صورت یك طبقه در میان انجام خواهد شد.

- سیستم معلق

در سیسـتم معلـق بـه جـای سـتون هـا از عناصـر معلـق بـرای حمـل بارهـای کـف اسـتفاده مـی شـود. همچنـین بارهای وزن سازه به خرپاهایی که از یک سیستم هسته مرکزی طره شده اند انتقال پیدا می کنند.

- خرپاهای متناوب

خرپاهـای متنـاوب طـوری هسـتند کـه کـف هـر طبقـه بـه صـورت یـک در میـان روی قسـمت تحتـانی و یـا فوقـانی یك خرپا بنا می شود.

- قاب صلب

در ایـن سیسـتم عناصـر خطـی از طریـق اتصـالات صـلب بـه هـم متصـل مـي شـوند کـه بـه شـکل صـفحات قـائم و افقی در می آیند. ارتفاع طبقه و فاصله ستون ها در این سیستم بسیار مهم هستند.

- قاب و هسته مرکزی

قاب صـلب بارهـای جـانبی را از طریـق خمـش تیرهـا و سـتون هـا تحمـل مـي کنـد. در ایـن نـوع سیسـتم مـی تـوان از دستگاه های مکانیکی و حمل و نقل نیز استفاده کرد.

- قاب خرپایی

قـاب خرپـایی بـه معنـی ترکیـب یـک قـاب صـلب بـا خرپاهـای برشـی قـائم اسـت کـه مقاومـت و پایـداری ساختمان های بلند را افزایش می دهد. در واقع این روش یکی از روش های مهار باد می باشد.

- قاب با خرپاهای کمربندی و هسته مرکزی

خرپاهای کمربندی ستون های نمـا را بـه هسـته مرکـزی وصـل مـی کننـد و بـا ایـن کـار عمـل انفـرادی قـاب و هسـته مرکزی حذف خواهد شد.

- لوله در لوله

در ایـن سیسـتم سـتون هـا و تیرهـای خـارجی سـاختمان طـوری در کنـار هـم قـرار مـی گیرنـد کـه نمـای سـاختمان ظـاهراً شـبیه دیـواری بـا سـوراخ هـای متعـدد پنجـره ای اسـت. در ایـن حالـت هسـته (لولـه) داخلـی بـا لولـه نمـا باعث افزایش پایداری سازه می شود.

- لوله های دسته شده

این سیستم شـامل مجموعـه ای از لولـه هـای انفـرادی اسـت کـه بـه شـکل یـک لولـه چنـد واحـدی در مـی آیـد. در نتیجـه بـه شـدت تـأثیر مثبتـی بـر افـزایش پایـداری سـاختمان هـای بلنـد خواهـد گذاشـت. بـا ایـن سیسـتم می توان بیشترین ارتفاع ممکن برای ساختمان را در نظر گرفت.

بررسی اثر بارهای مرده و زنده در پایداری ساختمان های بلند

بـه طـور کلـی بارهـایی کـه روی هـر سـاختمان وارد مـی شـوند یـا بـه وسـیله طبیعـت و یـا بـه وسـیله انسـان هـا ایجـاد خواهنـد شـد کـه شـامل دو دسـته بـزرگ بارهـای زنـده و مـرده هسـتند. بارهـای مـرده شـامل بارهـای اسـتاتیکی مـی باشـد کـه در اثـر وزن اجـزای سـازه ایجـاد خواهنـد شـد و مـی تـوان بـه صـورت تقریبـی قبـل از اجـرا آن هـا را محاسـبه کـرد. امـا بارهـای زنـده کـاملاً متغیـر و غیرقابـل پیشـبینی هسـتند و در طـول زمـان اتفـاق مـی افتنـد؛ بنـابراین نمـی تـوان حتـی مقـدار تقریبـی آن را محاسـبه کـرد. امـا نادیـده گـرفتن آن نیـز مـی توانـد پایـداری سازه را تا حـد زیـادی کـاهش دهـد. از ایـن رو بـرای طراحـی و اجـرای سـاختمان هـای بلنـد بایـد هـر دو نـوع بـار بـه صورت جزئی مشخص و محاسبه شود.

مهندسین طراح باید به این نکته نیز توجه داشته باشند که علیرغم وجود دو نوع بار زنده و مرده که بیشتر مورد بحث قرار می گیرد، یک بار اجرایی برای ساختمان ها نیز داریم که حتماً باید آن هم مد نظر قرار بگیرد. در واقع بار اجرایی به این معناست که ممکن است آن چیزی که برای بارهای وارد شده محاسبه می کنیم با بارهایی که در هنگام اجرای ساختمان به صورت واقعی بر سازه وارد می شوند متفاوت باشند. معمولاً بار اجرایی از بار محاسبه شده بیشتر است؛ در نتیجه می تواند پایداری سازه را تحت تأثیر قرار دهد و باید از قبل تدابیری برای آن اندیشیده شود.

سخن آخر

همان طور که ملاحظه کردید عوامل بسیار گوناگونی بر پایداری در ساختمان های بلند تأثیر دارند. هر چه این موارد را به صورت دقیق تر و جزئی تر بشناسیم، ساختمانی که ساخته می شود پایدارتر خواهد بود. در نتیجه عمر مفید آن بیشتر و از طرفی در برابر حوادث ناگوار مانند آتش سوزی، سیل، زلزله، طوفان و ... مقاوم تر خواهد بود و خسارات کمتری به بار می آورد.