

اسرار آسمانخراش‌ها

بشر در طول تاریخ به مرتفع‌سازی علاقه نشان داده است. در گذشته هزاران نفر برای ساخت اهرام ثلاثه جان خود را به خطر انداختند و کلیساهای اروپایی و برج‌های بی‌شماری ساخته شد...



بشر در طول تاریخ به مرتفع‌سازی علاقه نشان داده است. در گذشته هزاران نفر برای ساخت اهرام ثلاثه جان خود را به خطر انداختند و کلیساهای اروپایی و برج‌های بی‌شماری ساخته شد تا هیبت و شکوه اربابان خود را به رخ بکشند. امروزه هم مردم به ساخت ساختمان‌های سر به فلک کشیده علاقه‌مند هستند. امام مهم‌ترین دلیل آنها، اسکان دادن جمعیت کثیری از مردم در مناطقی با مساحت کم است و البته گاهی اوقات هم خودنمایی و کسب شهرت. تا پیش از پیدایش فناوری‌های مدرن، نمی‌توانستیم ساختمان‌های بسیار بلند بسازیم. در واقع از اواخر قرن هجدهم، ظهور فناوری‌های جدید، از محدودیت‌های ما در ساخت و ساز کاست و ناگهان توانستیم برج‌های سر به فلک کشیده بسازیم. در ادامه به برخی از این فناوری‌ها و چگونگی ساخت آسمانخراش‌ها می‌پردازیم.

تصویر اسرار آسمانخراش‌ها

مقابله با جاذبه

مهم‌ترین مانع در بلندمرتبه‌سازی، کشش جاذبه زمین است. فرض کنید فردی بسیار سبک وزن را بلند می‌کنید. از آنجاکه او سبک است، مقابله با کشش جاذبه برای شما آسان است. اما اگر فرد دیگری به روی شانه‌های او قرار گیرد، تحمل وزن آن دو برایتان سخت خواهد شد و به کمک نیاز خواهید داشت. همین مساله درخصوص طبقات یک ساختمان نیز صدق می‌کند. اگر ساختمان را به ستونی از افراد که روی شانه‌های یکدیگر ایستاده‌اند تشبیه کنیم، در بخش پایینی باید تعداد افراد بیشتری بایستند تا بتوانند وزن افراد بالا را تحمل کنند. این مساله در ساخت ساختمان‌هایی مانند اهرام ثلاثه در نظر گرفته شده و به همین علت در بخش زیرین این ساختمان‌ها، از مواد و مساحت بیشتری استفاده شده است. اما با این روش، پس از افزودن هر لایه عمودی - هر طبقه - باید نیروی پی ساختمان را هم افزایش دهیم و به این ترتیب مساحت بیشتری از زمین اشغال می‌شود تا جایی که دیگر نمی‌توان به ارتفاع ساختمان افزود. در ساختمان‌های معمولی، از آجر و سیمان استفاده می‌شود و برای استحکام کل ساختمان، دیوارهای طبقات پایین‌تر ضخیم‌تر ساخته می‌شوند. اما وقتی ساختمان به حدی از ارتفاع برسد، دیگر در طبقات پایین‌تر جایی برای ضخیم‌تر ساختن دیوارها نمی‌ماند و دیگر نمی‌توان به ارتفاع ساختمان افزود. درواقع با این روش، بیش از ده طبقه نمی‌توان ساخت. اما بعدها با تولید تیرآهن، ساخت آسمانخراش‌ها ممکن شد. تیرآهن‌ها می‌توانستند وزن بیشتری را نسبت به آجرها تحمل کنند و همچنین فضای کمتری اشغال می‌کردند. سپس با پیدایش فناوری بسمر - اولین روش ساخت فولاد - معماری از آهن فاصله گرفت. فولاد از آهن سبک‌تر و قوی‌تر است و باعث شد ساختمان‌ها مرتفع‌تر هم بشوند.

شبکه‌ای عظیم از تیرک‌ها

ساختار اصلی پشتیبان یک آسمانخراش، اسکلت فولادی آن است. تیرک‌های فلزی به یکدیگر متصل می‌شوند و تشکیل ستون‌های عمودی می‌دهند. سپس این ستون‌های عمودی در هر طبقه با تیرک‌های افقی متصل می‌شوند. در بسیاری از ساختمان‌ها برای استحکام بیشتر، از تیرک‌های اریبی، بین تیرک‌های افقی و عمودی استفاده می‌شود. به این ترتیب وزن کل ساختمان به ستون‌های عمودی منتقل شده و نیروی رو به پایین جاذبه در زیربنای ساختمان منتشر می‌شود. هر ستون عمودی نیز روی پی‌گسترده قرار می‌گیرد و پی‌گسترده نیز روی صفحه چدنی واقع بر شبکه‌ای از تیرک‌های متقاطع سنگین در پی ساختمان قرار دارد. کل ساختار پی ساختمان نیز روی لایه‌ای از بتون ضخیم که مستقیم روی خاک رس زیر زمین می‌ریزند، قرار می‌گیرد. وزن ساختمان، درست مانند اهرام ثلاثه هر قدر پایین می‌روید گسترش می‌یابد و نیروی وزن از روی ستون‌ها برداشته و به سطح پهن زمین منتقل می‌شود.

مقاومت در برابر باد

آسمانخراش‌ها علاوه بر نیروی عمودی جاذبه، باید بتوانند در برابر نیروی افقی ناشی از بادهای پر قدرت هم دوام بیاورند. بیشتر آسمانخراش‌ها در برابر وزش باد، حدود چند سانتی‌متر در جهات مختلف حرکت می‌کنند که چندان حس نمی‌شود. این موضوع حتی درباره برج میلاد تهران نیز صادق است. اما حرکت بیش از این مقدار از طرف ساکنان ساختمان کاملاً حس می‌شود. برای مهار نوسان افقی باید اسکلت فلزی ساختمان را محکم ساخت. سازندگان محل اتصال تیرک‌های عمودی و افقی را به هم کاملاً

جوش می‌دهند تا وقتی ساختمان حرکت می‌کند، کل ساختمان به نوسان درآید و نه بخشی از آن که موجب تخریب شود. البته این روش در آسمانخراش‌های عظیم موثر نیست. در آسمانخراش‌ها باید از یک سیستم خربایی فولادی دور هسته مرکزی آسمانخراش استفاده کرد. این روش در ساختمان امپایر استیت و بسیاری از آسمانخراش‌های دیگر جهان استفاده شده است. می‌توان به جای استفاده از این سیستم خربایی فولادی از یک هسته بتونی در مرکز ساختمان استفاده کرد. این روش امروزه بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد.

سخت کردن سازه موجب مقاومت سازه در برابر زلزله نیز می‌شود. در حقیقت سازه تحت حرکت‌های افقی زمین حرکت می‌کند، بنابراین تیرها و بتون‌ها دچار پیچش نمی‌شوند. اگرچه در این حالت سازه آسیب نمی‌بیند، ساکنان احساس خوشایندی نخواهند داشت. زیرا حرکت خشک سازه باعث حرکت اثاثیه شده و آزاردهنده خواهد بود. البته برخی شرکت‌های ساختمان‌سازی در حال تولید فناوری جدیدی هستند که بتواند نیروی افقی را خنثی کند و از میان بردارد.

آسانسور

تولید فناوری‌های جدید دست معماران را برای ساخت ساختمان‌های مرتفع باز کرد. اما این فقط بخشی از مشکل بود. زیرا بالا رفتن از پله‌های یک ساختمان پنج یا شش طبقه بسیار دشوار است و این مساله در یک آسمانخراش اصلا امکان ندارد. بنابراین کلیدی‌ترین بخش هر آسمانخراش، آسانسورهای آن است.

درحقیقت، با افزوده شدن ارتفاع ساختمان تعداد افراد ساکن در ساختمان نیز افزوده می‌شود و برای منتقل کردن این افراد به طبقات بالاتر باید از آسانسور استفاده کرد. ولی همان طور که می‌دانیم هر آسانسور بخشی از فضای طبقات پایین را اشغال می‌کند. بنابراین نمی‌توان هر تعداد آسانسور که می‌خواهیم در ساختمان قرار دهیم. در واقع یکی از مهم‌ترین موارد طراحی برج‌های بلند، طراحی محل و تعداد آسانسورهاست. امروزه به لطف فناوری‌های مدرن، مهندسان توانسته‌اند انواع آسانسور مناسب برج‌های مرتفع بسازند که ایمنی و سرعت را همزمان داشته باشد. در حال حاضر، سریع‌ترین آسانسور جهان متعلق به برج شانگهای چین است که ارتفاع 609 متری برج را با سرعت 18 متر در ثانیه می‌پیماید.

میراگر

در آسمانخراش‌ها ایزاری به نام میراگر ساخته شده که ارتعاشات ناشی از باد یا زلزله را کاهش می‌دهد. این ابزار شبیه پاندولی با هزاران تن وزن است که در بخش فوقانی آسمانخراش کار گذاشته می‌شود.

شکل و ظاهر آسمانخراش‌ها

امروزه آسمانخراش‌ها در شکل و اندازه‌های متفاوتی ساخته می‌شوند. اما آسمانخراش‌های اولیه بیشتر شبیه جعبه‌هایی از سنگ و شیشه بودند. در آن روزهای اولیه ساخت آسمانخراش‌ها، رسیدن به ارتفاع‌های زیاد به اندازه کافی تاثیرگذار بود که دیگر اهمیتی به ظاهر ساختمان داده نمی‌شد. اما از اوایل قرن نوزدهم، جنبه‌های زیبایی هم به فرآیند ساخت اضافه شد.

ایمنی ساختمان

تولید مصالح ساختمانی ضدآتش، ایمنی این ساختمان‌ها را بسیار بالا برده است. زیرا وقتی صدها نفر در آسمانخراش‌هایی زندگی می‌کنند که صدها متر از زمین فاصله دارد، فرار از آتش بسیار مشکل می‌شود. امروزه آسمانخراش‌ها به تجهیزات مهار آتش و آبپاش‌هایی با آخرین فناوری‌های روز مجهز شده‌اند.

1500 متر ارتفاع

با فناوری‌های امروزه، دیگر ساختن آسمانخراش‌هایی با ارتفاع 1/5 کیلومتر رویا نیست. اما تنها مشکل موجود در حال حاضر، هزینه‌ای است که برای ساخت این بناهای مرتفع لازم است.

بتون ترمیم‌شونده

استفاده از بتون در سال‌های اخیر هوشمندانه‌تر شده است. از آنجا که بتون پس از مدتی دچار فرسایش و ترک می‌شود، سازندگان درون بتون پلیمر کار می‌گذارند. هر وقت بتون در معرض نورخورشید قرار گرفت و ترک برداشت، پلیمر درون آن در

معرض اشعه فرابنفش قرار می‌گیرد و پاره می‌شود و سپس نوعی چسب آزاد می‌کند. این چسب ترک‌های بتون را می‌پوشاند. البته محققان بتازگی از باکتری و ویژگی‌های تکثیر آن در بتون استفاده کرده‌اند. این باکتری‌ها به محض این که در معرض محیط خارج قرار بگیرند شروع به تکثیر و پرکردن ترک‌ها می‌کنند.

مترجم: نادیا زکالوند