برخی الزامات معماری، تاسیساتی و ایمنی در ساختمانهای بلند مرتبه

پله ها و آسانسورها

- برای ساختمان های مسکونی بلند مرتبه فاقد سیستم آبفشان اتوماتیک، **از در واحد مسکونی تا پله اضطراری معمولاً حداکثر فاصله 23 تا 30 متر است**. اما این فاصله در ساختمان های دارای این تاسیسات تا 50 درصد افزایش می یابد.
- بدین ترتیب **معمولاً هسته اصلی آسانسور را در مرکز ساختمان قرار می دهند و هسته های ثانوی پلکانها را در دو انتهای کریدورهای طولانی** ساختمان های لوح وار که در آنها پله های نعلی شکل معمولی با پاگردهای در میانه راه پله استفاده می شود.

- در برجها که در آنها راه پله های ضربدري استفاده می شود این هسته ها بخشی از هسته خدماتی مرکزی هستند در این ساختمان ها دو رشته پلکان مستقیم از طبقه ای به طبقه دیگر می روند و با دیوارهای آتشباد احاطه شده اند.
- ساختمان های کریدوردار از نوع ساختمانهای لوح وار ند، که در آنها واحدهای آپارتمانی در امتداد محور کریدوری قرار دارند که خود از هسته اصلی آسانسور و هسته های ثانوی پلکانها استفاده می کنند.

انواع ساختمان های کریدوری

- ساختمان های کریدورداری که واحدها در یک طرف آن قرار گرفته اند (در هر طبقه، یک طبقه در میان و غیره)
- ساختمان های کریدورداری که واحدها در دو طرف آن قرار گرفته اند (در هر طبقه یک طبقه در میان و غیره)
- ساختمان های کریدوردار در دو سطح با اختلاف تراز در یک طبقه
- ساختمان هایی که محل کریدور آنها در طبقات متغیر است .

برخی استانداردهای ساختمانهای بلند مرتبه

- اندازه های زیر در آمریکا استفاده می شود البته باید توجه داشت که این ارقام بسته به فرهنگ و درآمد تغییر می کند.

سوئیت	60- 45 متر مربع
ا خوابه	90- 65 متر مربع
2 خوابه	120- 95 متر مربع
3 خوابه	160 -125 متر مربع

- در ساختمانهای بلند مرتبه معمولا **بین 15 الی20 درصد فضا را باید جهت کریدورها، پلکانها، چاههای آسانسور و دیوارها** در نظر گرفت.
- اضافه بر ابعاد آپارتمانها معمولا حدود **6 درصد مساحت کل جهت تامین فضاهای عمومی مکانیکی** لحاظ می گردد.
- همچنین فضای پارکینگ نیز جداگانه باید محاسبه شود.

ساختمان های بلند مرتبه تراس دار

- ساختمان های بلند مرتبه تراس دار ما را به یاد زیگورات های بین النهرین، اهرام پلکانی اولیه مصریان و اهرام زیگوراتی آمریکا مرکزی می اندازد.
- این ساختمان ها معمولاً در بخشهای مرتفع، بر دامنه تپه ها و... ساخته می شوند. می توانند به صورت بلوک های خطی یک طرفه و یا دو طرفه به صورت هرمی، مخروطی، خمیده و... ساخته شوند.

خاصیت این نوع ساختمان ها

- شکستن یکنواختی بلوک های بلند مرتبه و ایجاد ساختمانی شهری با حال و هوای یک جامعه محیطی به عبارت دیگر، ایجاد محلی انسانی تر.
- ایجاد یک محیط و فضای باز خصوصی و دسترسی به هوای آزاد برای هر واحد زیستی
- ایجاد حیاط هایی در سطوح بالاتر، زیرا بام یک واحد می تواند تراس واحد بالایی باشد که عقب نشسته است.
- حداکثر استفاده از نور خورشید و امکان نفوذ بیشرین نور طبیعی به داخل واحدهای زیستی.

سیستم های مکانیکی و الکتریکی

- همان طور که شبکه کریدورها دسترسی به واحدهای متعدد و فعالیت در یک ساختمان را میسر می کند، خطوط تأمین نیرو نیز خدمات مورد نیاز را به همان واحدها ارائه می کند. توزیع فضاهای دسترسی و شبکه اولیه کانالها، لوله های آب و برق وگاز و ... معمولاً برای راحتی با هم پیش بینی می شوند. زیرا هر دو سیستم در خدمت همان مناطق فعالیت اند، درست مثل خیابانها، تجهیزات زیر زمینی و تأسیسات زیر ساختهای عمومی یک شهر.

- می توان به جای پنهان کردن سیستم هایی تامین انرژی در سقف یا شفتهای قائم، آنها را در کریدورها و نقاط خدماتی به صورت نمایان باقی گذاشت تا بتوان به راحتی به آنها دسترسی داشت، به این ترتیب این سیستم ها به یکی از وجوه طرح معماری تبدیل می شوند. می توان کانال کشی سیستم هوا رسانی را که حجم زیادی دارد در خارج از ساختمان انجام داد تا مقدار زیادی از فضای داخلی را اشغال نکند.

- مسیرهای گردش تاسیسات در بیرون ساختمان که عنصر پشتیبان لازم برای سازه های بزرگ مقیاس هستند منطق یک ساختمان و کارکرد خدماتی آن را بیان می کند، ضمناً ویژگی بصری هیجان انگیزی نیز ایجاد می کنند و به جزء قدرتمندی از کل معماری بنا تبدیل می شوند.

چنانکه نمونه آن را در مرکز پمپدو (1977) در پاریس، مرکز پزشکی دانشگاه (1979) در آخن آلمان و ساختمان بیمه لویدز لندن (1986) می توان دید. در لویدز لندن توالت های یک شکل از بیرون بنا نمایان اند و حالت واحدهایی را دارند که با دو شاخه به ساختمان وصل شده اند.

- اهمیت سیستم های مکانیکی و الکتریکی در کل فرایند طراحی زمانی آشکار می شود که به **این سیستم ها 25 تا 35 درصد از کل هزینه ساخت** را به خود اختصاص می دهند. علاوه بر این بر خلاف سیستمهای سازه ای که بخش چشمگیری از هزینه اولیه ساخت صرف آنها می شود، سیستم های مکانیکی و الکتریکی در هزینه های راه اندازی و ادامه فعالیت ساختمان بسیار تأثیر دارند.
- تعیین بار گرمایش و سرمایش همراه با مصرف انرژی، فرایندی پیچیده است. این فرایند به عوامل متعددی وابسته است.

سیستم های مکانیکی و الکتریکی رایج در ساختمانهای بلند مرتبه عبارتند از:

- سیستم های HVAC (تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع)
  *(**H**eating, **V**entilating and **A**ir **C**onditioning)*
- سیستم های آب سرد و گرم خانگی
- سیستم های لوله کشی (تخلیه آب باران و تخلیه بهداشتی فاضلاب)
- حفاظت و ایمنی در برابر آتش سوزی (ایمنی در برابر آتش سوزی)
- توزیع برق و وسایل ارتباطی
- روشنائی
- حمل و نقل

- **نوع جریان در سیستم های توزیع بستگی به کارکرد ساختمان دارد** در ساختمان های دارای تقسیمات سلولی ثابت، مثل آپارتمانها، خوابگاه ها و هتل ها، انشعابات **حالت موضعی** دارند و هر واحد فعالیت باید خدمات گرمایش قابل تنظیم و آبرسانی خود شامل لوله های قائم، تأسیسات بهداشتی را داشته باشد. در مقابل، در محیط های باز دفتری در ساختمان های بلند مرتبه یا آسمانخراشهای دارای کاربرد مختلط، **انشعابات سرویسهای مکانیکی معمولاً متمرکزند**.

سیستم های HVAC (*Heating, Ventilating and Air Conditioning*)

- نیاز به گرمایش و سرمایش در مجتمع های آپارتمانی بستگی به ناحیه جغرافیایی و نوع ساکنان دارد (یعنی مسکن تجملی در مقابل مسکن ارزان قیمت دولتی).
- ساختمان های بلند مرتبه دارای کاربریهای متعدد یا اداری در ایالات متحده معمولا سیستم تهویه مطبوع مرکزی دارند. اغلب این ساختمان ها پنجره های ثابت دارند و برای ایجاد شرایط آسایش از نظر سرما ، گرما و کنترل کیفیت های فضای داخل باید در آنها از دستگاههای مکانیکی استفاده شود. عواملی که باید در نظر گرفت عبارتند از: دمای هوا، رطوبت نسبی؛ حرکت هوا، پاکی و بوي هوا، دمای تابشی سطوح و....

اجزای این سیستم ها

- کوره های(هوای گرم)
- بویلرها (آب داغ؛ بخار)
- مرکز تولید آب سرد کننده (یعنی دستگاه مبرد برای تولید آب سرد به منظور سرمایش) همراه با برجهای خنک کننده (کندانسورهای تبخیری)
- پمپها (کنترل جریان آب)
- موتورها و تجهیزات مربوط به هوا (بادزنهای رفت و برگشت هوا)

- دستگاه گرمایش، سوختهای الکتریکی یا طبیعی (گاز ، نفت و ...) را گرم می کند یا از آب یک رسانه گرما تولید می کند (بخار).
- رسانا های مختلف برای انتقال گرما عبارت اند از: هوا، آب، بخار.
- یک فضا را می توان با هوای گرم، آب داغ، بخار و یا برق گرم کرد، حال آنکه سرما را باید با هوای خنک یا آب سرد شده ایجاد کرد.

سیستم های HVAC را بر حسب رسانه گرمایی به چند دسته تقسیم کنند:

- تمام هوا
- تمام آب
- هوا- آب
- بخار
- ترکیبی از همه موارد بالا

پخش کننده های هوا

- گرما یا سرما در ترمینال ها برای مثال از طریق پخش کننده های هوا، رادیاتورها- کنوکتورها، ازاره های گرم کننده تابشی برقی یا دستگاه های فن کویل پخش می شود.

برخی از تجهیزات رایج تر پایانه ها عبارت اند از:

- **سیستم های تابشی پره ای لوله ای:**

مثل واحدهای گرم کننده ازاره ای، بخار یا آب داغ در لوله ها به گردش در می آیند و انتقال گرما از سطح به هوا از طریق همرفت (جابه جایی) طبیعی صورت می گیرد.

- **واحد گرمایی با بادزن** (مثل واحدهای ادارای):

این واحدها می توانند گرما را از طریق بخار، آب داغ و الکتریسته به دست آورند.

- **واحدهای فن کویل** (مثل واحدهای دیواری یا سقفی)

این واحدها شامل یک کویل (گرمایی و یا سرمایی)، فن بادزن و فیلتر هستند. ممکن است به شبکه لوله کشی شده آب گرم کننده یا سردکننده هوا متصل باشند. بادزن هوا را روی کویل می راند، ضمناً در این سیستم، تعویض هوا باید به صورت مکانیکی یا طبیعی صورت می گیرد.

- **دستگاه های اینداکش** (مثل قفسه زمینی یا دهانه خروجی در سقف):

این واحدها شبیه واحدهای فن کویل اند اما بادزن ندارند. آب داغ یا سرد شده از طریق لوله به دستگاه می رود و هوا تحت فشار زیاد هدایت می شود و برای گرم یا سرد شدن مجدد از داخل یک کویل می گذرد.

- **ابزارهای گرمایش یا سرمایش تابشی** (مثل هیتر هاي مادون قرمز با پانل هاي تابشی سقفی یا دیواری)

  در این ابزارها از هوا یا آب یا بخار یا برق استفاده می شود.

سیستم تمام هوا

- در سیستم تمام هوا ، دما، رطوبت، تمیزی، بو و توزیع هوا کنترل می شود. و توزیع هوا به این صورت است که هوا را در کانالهایی برای گرمایش یا سرمایش به فضاهای مختلف ساختمان حرکت می دهند.

ابتدا بصورت قائم در شفت هایی که احتمالاً در دو سه هسته قرار دارند و بعد به صورت افقی در کانالهای واقع در هر طبقه هوا را به مناطق داخلی پیرامونی می برند و سپس از طریق کانالهای افقی برگشت هوا، هوا جمع آوری می شود. دریچه های برگشت در نزدیکی کف قرار دارند .

سیستمهای تمام آب

- در سیستمهای تمام آب، آب در یک بویلر حرارت می بینید یا در یک دستگاه مبرد سرد می شود و از طریق لوله های رفت و برگشت از واحد مرکزی تهویه مطبوع به پایانه ها می رود، سپس هوا به صورت موضعی جریان می یابد(برخلاف سیستمهای تمام هوا که به صورت مرکزی است). به این ترتیب در این سیستم ها نیازی به کانال کشی نیست.

- از این سیستم معمولاً در آپارتمانها و هتلها برای توزیع آب از پیرامون به تجهیزات پایانه داخل اتاق، مثل سیستمهای تابشی پره ای لوله ای و هیترها برای گرمایش یا واحدهای فن کویل و پانلهای تابشی برای گرما و سرما هر دو استفاده می شود .

مدارهای جریان آب بر طبق سیستم های توزیع زیر تقسیم می شود:

- سیستم های دو لوله ای با یک خط رفت و یک خط برگشت برای آب گرم یا سرد شده
- سیستم های سه لوله ای با یک لوله برای رفت آب گرم – یک لوله برای رفت آب سرد و یکی برای برگشت هر دو
- سیستم های چهار لوله ای با مدارهای مجزا که یک مدار لوله ها آب گرم را می برد و بر می گرداند و یکی آب سرد را.

سیستم های هوا آب

- در این سیستم ها، هوا ی مطبوع در منبعی مرکزی تهیه می شود و به طرف پایانه (مثل دستگاه های ایناکشن هوا- آب) جریان می یابد، که در آنها دمای هوا با کمک آب لوله کشی شده از بویلرها یا مبردها تعدیل می شود. این سیستم ها امکانی برای کاهش حجم کانالها توزیع فراهم می آورد زیرا بخش اعظم گرمایش یا سرمایش از طریق شبکه لوله کشی آب صورت می گیرد و باقی بر عهده شبکه کانالهای هوا ست.

سیستم گرمایش با بخار

- در سیستم گرمایش با بخار، که در منطقه پیرامونی مجتمعهای آپارتمانی به کار می رود، بخار در لوله ها تحت فشار و به صورت گاز داغ بالا می رود و وقتی در واحدهای پایانه، مثلاً سیستم تابشی پره ای یا همین رادیاتورهای چدني حرارتش را از دست می دهد، به آب تبدیل می شود و بعد از طریق لوله های برگشت به بویلرهای می رود تا مجدداً به حالت جوش برسد و بخار تولید کند. لوله های گرمایش با بخار بزرگتر از لوله های آب هستند، اما از کانالهای هوا کوچکترند.

سیستمهای ترکیبی

- در ساختمان ها بلند مرتبه که مساحت پنجره هایشان زیاد باشد غالباً از سیستم توزیع مکانیکی هوای خنک همراه با یک سیستم ثانوی پیرامونی مثل سیستم گرمایش تمام آب استفاده می کنند، تا مسئله اختلاف زیاد بین نیاز به گرمایش و سرمایش را حل کنند. کانالهای سرمایش از بالا در فضا توزیع می شوند حال آنکه لوله کشی یا به صورت قائم در ناحیه هسته داخلی صورت می گیرد که بعداً انشعابات افقی از آن جدا می شوند، یا آنکه مستقیما به صورت قائم در امتداد دیوارهای پیرامونی با ستون ها منشعب می شوند تا از پایین، واحدهای پایانه زیر پنجره ها را تغذیه کنند.

سیستم های لوله کشی

- شبکه لوله ها در سیستم های لوله کشی، آب، هوا، گاز و فاضلاب را به بخشهای مختلف ساختمان حمل می کنند. در ساختمان های بلند مرتبه آب مصرفی برای ایجاد فشار کافی برای همه بخشهای ساختمان باید با پمپاژ به مخازن ذخیره که در ترازهای مخصوص تأسیسات مکانیکی قرار گرفته اند ریخته شود.
- در سیستمهای آب گرم، آب سرد و آب لازم برای تاسیسات آتشفشانی نیز به سیستم های افزایش فشار آب نیاز است. ساختمانهای بلند به صورت عمودی به قسمتهایی تقسیم می شوند تا این فشار در همه مناطق حفظ شود که آب مورد نیازشان از مخازن ثقلی آب، مخازن تحت فشار یا پمپهای افزایش فشار تامین می شود.

- وقتی منبع فشار بالای منطقه باشد آن منطقه را منطقه تغذیه تحتانی می نامند، در غیر این صورت منطقه تغذیه صعودی یا منطقه ترکیبی نام می گیرد.
- تخلیه فاضلاب به کمک نیروی جاذبه از طریق لوله های تخلیه به خطوط اصلی دفع فاضلاب در پایین ترین طبقه می رود و فضولات جامد را نیز می توان با سوزندان در یک کوره از بین برد.

- نیاز به لوله های قائم هواکش برای فاضلاب یک امر ضروری است. لوله های هواکش هوای تازه را در لوله های قائم به جریان می اندازند تا گازهای حاصل از تجزیه مواد زاید را خارج کنند. سیستم های تخلیه محلی هوا، علاوه بر توالت هاي داخلی، حمام ها و آشپزخانه ها، برای آزمایشگا ها نیز ضرورت دارند.
- شبکه دفع آب باران، آب را از بامها و سطوح روکش شده به خطوط اصلی دفع آب باران در پایین ترین طبقه می برد.

توزیع برق

- نیروی برق با ولتاژ بالا از طریق لوله های اصلی به کابلهای ولتاژ اولیه در زیر زمین و از آنجا به یک پایانه می رود، که معمولاً در زیرزمین ساختمان های بلند مرتبه واقع است.

  این تجهیزات ورودی عمدتاً شامل یک ترانسفورماتور بزرگ است که ولتاژ برق را به ولتاژهای کمتر تقلیل می دهد، تا قابل استفاده در ساختمان باشد.

  از آنجا نیروی برق به صورت قائم در رایزرهای اصلی به صورت درختی توزیع می شود و از طریق کابلهای با ولتاژ پایین به پایانه های فرعی ثانوی، شامل تجهیزات توزیع داخلی می رود و سرانجام به نقاط بهره برداری مثل موتورها ماشین ها، لامپ ها و تجهیزات گرمایی، پریزها و غیره می رود.

ایمنی در برابر آتش سوزی

- **حفظ جان افراد در هنگام آتش سوزی** یکی از مهمترین و پیچیده ترین مسائلی است که باید در طراحی به آن توجه خاص کرد. علاوه بر استحکام سازه که به صورت مقاومت آن در برابر آتش مطرح می شود، راههای فرار ساکنان و ایمنی گروه های آتش نشان را نیز باید در نظر گرفت که مستلزم دسترسی مناسب به ساختمان از داخل سایت است.
- ایمنی در برابر آتش سوزی در ساختمان های بلند مرتبه و یا عدم کفایت بالقوه آن از این لحاظ بسیار حیاتی تر و مهمتر از ساختمان های کوتاه است که دسترسی به آنها در برخی از شهرها تا ده طبقه با تجهیزات و نردبانهای هوایی میسر است. ضمناً باید بخاطر داشت **که آتش در ساختمانهای بلند مرتبه معمولاً سریعتر از ساختمان های کوتاه مرتبه گسترش می یابد زیرا اثر دودکش ناشی از اختلاف دمای داخل و بیرون در آنها بیشتر است**.

- در سازه های بلند **عملیات نجات باید از داخل صورت** گیرد، مقابله با آتش از طبقه همکف امکانپذیر نیست، فقط **افراد طبقات پایین را می توان تخلیه کرد** و سایر ساکنان را باید به مکانهای امن داخل ساختمان برد، **بنابراین ساختمان باید به صورت عمودی و افقی محفظه بندی شود.**
- این محفظه ها **سلولهای آتشبندی** را تشکیل می دهند که از یک لایه کاملا آتشبند به صورت دیوار و سطوح کف و سقف تشکیل شده است، با درهاي مخصوص که محکم بسته می شوند و به این ترتیب فضایی ایجاد می شود که در برابر گرما مقاوم است و می تواند برای یک مدت معین آتش را در خود نگه دارد و در بهترین حالت، حتی وقتی همه محتویاتش هم تا ته بسوزند این سد سرجایش بماند .

- به هر حال این مدل فقط در تئوری امکان پذیر است زیرا دیوارها و کف های این سلولها را نمی توان کاملاً آتشبندی کرد. این عناصر با کانالهای تأسیسات و شفتهای قائم که مثل دودکش عمل می کنند (یعنی اثر دودکش)، درهای باز، شکافها و سایر سوراخ ها، مثل روش ایجاد سوراخ در دال کف برای عبور تأسیسات یکپارچگی خود را از دست می دهند و تضعیف می شوند .

- شعله های آتش از پنجره ها به بیرون ساختمان و از طبقه ای به طبقه دیگر نیز گسترش می یابند. اندازه و شکل کاکل شعله به شکل پنجره، به میزان سوخت، باد، هندسه اتاق، روکار ساختمان و غیره بستگی دارد. حتی انتقال تابشی گرما از کاکل ممکن است مواد قابل احتراق را در طبقه بالا به آتش بکشاند.
- **آشکار است که پنجره ها باید تا حد ممکن کوچک باشند** تا میزان گسترش آتش کاهش یابد، همچنین می توان از موانع لازم در برابر شعله استفاده نمود.

پلان جانمایی ساختمان به گونه ای باشد که محفظه های افقی و عمودی قابل دودزایی (قابل تهویه) و حفاظت شده در برابر آتش به عنوان راههای فرار و راههای خروجی و مسیرهای دسترسی برای آتش نشانان در نظر گرفته شود.

- در واقع طول مسیر حرکت ، مستقیماً به محتویات قابل احتراق بستگی دارد.
- بدیهی است که تشخیص سریع وقوع آتش سوزی بوسیله یک سیستم هشدار دهنده ضرورت کامل دارد.

- برای کنترل گسترش حریق باید ماهیت بینهایت پیچیده آتش را تا حدودی بشناسیم. آتش یعنی احتراق یا واکنش شیمیایی یک ماده و اکسیژن هوا که با استفاده از گرمائی که از منبعی خارجی می آید آغاز می شود. به محض آنکه مرحله اولیه اشتعال بوقوع پیوست، گرمایی بیش از آنچه برای ادامه واکنش لازم است آزاد می شود و آتش شدت می یابد.
- **شدت و مدت آتش سوزی بستگی دارد به سوخت ، هندسه، ارتفاع، میزان باز بودن و میزان عایق بندی حرارتی فضایی که آتش سوزی در آن رخ داده است**، که به خودی خود در میزان هواگیری و از دست دادن گرما تأثیر می گذارد .

- شدت آتش وابسته به سوخت و میزان هوا است و وضعیت آن به ماهیت، میزان، و وضعیت استقرار مواد سوختنی بستگی پیدا می کند، ضمن آنکه تعویض هوا به مساحت پنجره ها و درها و سیستم HVAC و سایر عوامل بستگی دارد که در ساختمان حفره ایجاد می کنند.
- **به هر حال آتش وابسته به هوا است، که سبب می شود گسترده تر شود و به جستجوی اکسیژن برآید. معمولاً شدیدترین آتش سوزی ها در شرایط افراطی این دو حالت (هوا و سوخت) رخ می دهد.**

- فرایند سوختی علاوه بر شعله و حرارت زیاد، دود و گازهای سمی نیز تولید می کند. معمولاً با افزایش آتش و بلند تر شدن شعله ها، میزان هوا کاهش می یابد و این سبب احتراق ناقص می شود، که به تبع آن میزان دود افزایش پیدا می کند. **علت اصلی صدمات و مرگ و میرها در آتش سوزی انتشار دود و گازهای سمی است، نه شعله های آتش**.
- معمولاً آتش سوزی در فضاهای پیرامونی ساختمان چندان بطول نمی انجامد و اوج آتش سوزی در این مناطق مدت کوتاهی دوام می آورد، این فضاها به دلیل تهویه از طریق پنجره هایی که شیشه هایشان شکسته است سریعتر خنک می شوند.

- آتش سوزیهای بزرگ بیشتر به خاطر اثر تابشی گرمای شعله ها و گازهای رایج، سریعتر گسترش می یابند تا از طریق هدایت.
- مواد با ضخامت کم زودتر از مواد ضخیم مشتعل می شوند، زیرا برای رسیدن به دمای اشتعال به گرمای کمتری نیاز دارند.

- با حذف سوخت می توان آتش را خاموش کرد اما چون سوختن مواد مختلف با هم تفاوت دارند، تکنیکهای خاص مبارزه با آتش لازم است، **اغلب آتش سوزیها را در ساختمانهای بلند مرتبه می توان با استفاده از آب که سبب کاهش گرما می شود خاموش کرد** وقتی آب به بخار تبدیل می شود دمای مواد مشتعل به زیر نقطه اشتعال می رسد.
- **سیستم های آبفشانی اتوماتیک در مراحل اولیه آتش سوزی بسیار موثرند و می توانند آتش را در همان جایی که آغاز شده حبس کنند، هر چند باید بخاطر داشت که این سیستم ها همیشه درست عمل نمی کنند .**

- وقتی آب کاری از پیش نمی برد، می توان از مواد شیمیایی خاصی استفاده کرد که کف تولید می کنند و با ممانعت از رسیدن اکسیژن به آتش، شعله ها را خفه می کنند.
- **سیستم های آتشنشانی خودکار بجز آبفشانهای اتوماتیک، عبارت اند از سیستم های «هالن» که معمولاً در مناطق حساسی که خسارت بالقوه ناشی از آب در آنها قابل تحمل نیست بکار می روند.**

- گاز هالن به صورت مایع در مخازنی نگهداری می شود که به هنگام آزاد شدن به صورت گاز در می آید و فضائی ایجاد می کند که ادامه احتراق در آن ممکن نیست.
- مسأله اصلی در مورد ایمنی در برابر آتش سوزی و کنترل دود در مرحله طراحی، محدود کردن محتویات قابل اشتعال **یا بارگذاری آتش سوزی** است، طراح باید بداند که سوخت های پلاستیکی موجب آتش سوزیهای شدیدتر از سوختهای سلولزی می شوند و دود و گازهای سمی بسیار بیشتری تولید می کنند .

- استفاده از عایق ها، روکش ها و کف پوشهای مصنوعی باید محدود شود. بار ثابت آتش سوزی مصالح سازه ای و غیر سازه ای را می توان با اجتناب از بکار بردن روکش های با قابلیت اشتعال بالا کنترل کرد؛ اما در مورد بار متغیر آتش سوزی موادی که در مبلمان یا دیگر وسایل بکار رفته، چنین کاری ممکن نیست زیرا طراح در این موارد نمی تواند دخالتی داشته باشد.
- طول و شدت آتش سوزی به نوع محتویات قابل اشتعال بستگی دارد که به نوبه خود تابع مستقیم نوع کاربری فضای مورد بحث است، به همین دلیل در مقررات حداقل زمان مقاومت سازه های باربر در برابر آتش تعیین شده است.

- حداقل زمان مقاومت سازه ساختمان در برابر آتش:

1.5 ساعت برای مجتمع های آپارتمانی،
2 ساعت برای ساختمان های اداری و هتل ها
3 ساعت برای سازه های صنعتی و بازرگانی.

- سازه ساختمان باید به گونه ای طراحی شود، که به اندازه لازم در برابر آتش تاب بیاورد، تا هم پایداری آن تضمین شود و هم اینکه نگذارد آتش از محل اولیه اش به نقاط دیگر گسترش یابد. به گونه ای که امکان فرار و نجات جان افراد فراهم باشد.

- آشکار است که اعضای سازه ای باید بتوانند برای مدتی معین تنش های ناشی از آتش سوزی وسیع را همراه با سایر بارها تحمل کنند بی آنکه فرو ریزند. بنابراین مقاومت در برابر آتش برحسب تعداد ساعاتی که یک جزء ساختمان باید در برابر آتش مقاومت کند درجه بندی می شود.
- بعنوان مثال: ستونها که مهمترین اجزای سازه ای هستند، ممکن است حداکثر ملزم به 4 ساعت مقاومت در برابر آتش سوزی باشند، حال آنکه برای اجزا کف این میزان فقط 3 ساعت باشد.

در ایالات متحده در مقررات مربوط به ساختمان های بلند برای تضمین ایستادگی اعضای اصلی سازه در برابر آتش، نوعاً مقادیر زیر خواسته شده است:

- **ساخت کف : 3-2 ساعت**
- **قابها، شامل ستونها، پلها و دیوارهای باربر : 4-3 ساعت**
- **محفظه های شفتها : 2 ساعت**
- **بامها : 2/5ساعت**

درجه بندی مقاومت مجموعه های مختلف سازه، مثل کف ها، سقفها، دیوارها، ستونها، تیرها و غیره در برابر آتش، براساس آزمایشهای آتش سوزی است.

- درجه بندی مقاومت در برابر آتش سوزی را می توان در آژانسهای مختلف تهیه کرد از قبیل: شرکت آزمایشگاههای آندر رایترز (UL)، انجمن بیمه آمریکا (ALA)، و دفتر ملی استانداردها (NBS)

- از میان مصالح اصلی یعنی چوب، فولاد، بتن و مصالح بنائی، فقط چوب قابل اشتعال است، یا فقط بتن و مصالح بنایي در برابر آتش مقاوم اند. گرچه تیرهای چوبی می سوزند، اما اعضای سنگین در زمان آتش سوزی مقاومت خود را برای مدتی طولانی تر از برخی فلزات بدون پوشش حفظ می کنند.
- اعضای چوبی، برای آنکه به مقاومت تعیین شده در برابر آتش برسند باید بزرگ باشند تا به این ترتیب لایه زغال بیرونی مانع از افزایش آتش شود، اما اتصالات فولادی باید حتماً عایق بندی شوند. از دست دادن مقاومت اغلب آلیاژ های آلومینیوم بلافاصله با بالا رفتن دما شروع می شود و این آلیاژها در 900 الی 1200 درجه فارنهایت (482 الی 646 درجه سانتیگراد) ذوب می شوند .

- مدتهاست که از مصالح بنایی به عنوان حفاظی در برابر آتش ساختمانها استفاده می شود. مقاومت فشاری مصالح بنایی در دماهای بالا، شبیه بتن است. بتن یکی از مقاومترین مواد در برابر آتش است مقاومت بتن با وزن معمولی تا دمای حدود 900 درجه فارنهایت (482 سانتی گراد)، نسبتاً ثابت می ماند. ***حال آنکه بتن های سبک عملکرد بسیار بهتری نشان می دهند***. برای کنترل دمایی آرماتورها، پوشش بتن زیر و روی میلگردها باید ضمانت کافی داشته باشد.

- برخلاف بتن، یک عضو فولادی وقتی برای مدت طولانی در معرض دمای زیاد ناشی از آتش قرار می گیرد، پس از مدت کوتاهی مقاومتش را از دست می دهد. از دست دادن مقاومت، همراه با خیزها و تابیدگی های شدید، که در سازه موجب تنشهای اضافی می شوند ممکن است به گسیختگی سازه فولادی بیانجامد.
- در دمای 600 درجه فارنهایت (316C °) ظرفیت فولاد به سرعت کاهش می یابد و در حدود 1000 درجه فارنهایت (538 C °) تقریبا معادل تنش مجاز آن می شود. فولاد در حدود 2400 تا 2750 درجه فارنهایت (1316 تا 1510 درجه سانتیگراد) ذوب می شود، اما فولاد نمی سوزد و به تغذیه آتش کمک نمی کند.

- با توجه به اینکه در آتش سوزی های معمولی ساختمانها، دما ممکن است تا حرارتی معادل 1300 الی 1700 درجه فارنهایت (704 تا 627 درجه سانتی گراد) برسد، اهمیت موضوع بهتر درک می شود.
- اعضای فولادی ساختمانها را می توان با استفاده از یک لایه به عنوان عایق در برابر آتش حفظ کرد. روشهای معمولی عایق بندی حرارتی اعضای فولادی بصورت های مختلف است از جمله:

محصور کردن آنها با مصالح مناسب

ایجاد غشایی جعبه شکل برای محصور کردن اعضای فولادی

حفاظت خطوط بیرونی اعضا با مواد عایق کننده افشاندی یا رنگهای مقاوم در برابر آتش.

طراحی اقتصادی

- مسئولیت مهندس سازه با طراحی اقتصادی ترین سازه از لحاظ هزینه سرمایه ای پایان نمی پذیرد. او باید ارزش زمان و زمین برای کارفرما را نیز در نظر بگیرد.

- عواملی که در سرعت ساخت تاثیر می گذارد بسیار مهم اند ، برای مثال در حال حاضر نرخ بهره سالیانه در استرالیا در حدود 15 الی 20 درصد است : مثلا بهره یک دارایی 150 میلیون دلاری(ارزش تقریبی یک برج پنجاه طبقه) در حدود هفته ای 750،000 دلار است. پس در پایان پروژه ارزش زمانی هر هفته عملیات ساختمانی 750000 دلاراست و بنابراین آشکار است که سرمایه گذاری برای یافتن راههایی برای سرعت بخشیدن به عملیات ساخت حتی به بهای افزایش مختصر هزینه ها، از لحاظ اقتصادی قابل توجیه است.

- نوع طراحی سازه ای، در تعیین مقدار مساحت قابل واگذاری تاثیرگذار است. مثلاً افزایش ضخامت ستونها ودیوارها به خاطر نوع سازه، می تواند باعث کاهش مساحت قابل واگذاری شود، که این کاهش در ساختمانهای بلندمرتبه، میلیونها دلار زیان به مالک ساختمان وارد می کند.
- و یا در ساختمانی با هسته بتنی استفاده از سازه سقفی که به اندازه 50 میلیمتر از سازه دیگر ضخیمتر باشد، سبب افزایش ارتفاع و طبیعتاً کاهش سود مالک می گردد.

- در هنگام طراحی ستونهای ساختمانهای بلند باید سرعت ساخت و جنبه اقتصادی بودن آن را در نظر گرفت. ضمن اینکه ابعاد ستونها نیز باید معقول باشد.
- بعنوان مثال در یک ساختمان 50 طبقه (در استرالیا) برای نگهداری بارهای عمودی، استفاده از بتن مسلح، در مقایسه با فولاد به صرفه تر است. در صورتی که کفها را بتنی بگیریم استفاده از ستونهای بتنی مسلح از جنس بتن با مقاومت بالا با صرفه ترین کار است. اما بسیاری از پیمانکاران سازه های فولادی را سریعتر از سازه های بتنی می سازند و اگر سازه کف را فولادی فرض کنیم آن گاه به طور منطقی ستونها هم باید فولادی باشند.

- بدیهی است که استفاده از ستونهای کاملاً فولادی راه حل مقرون به صرفه ای نیست. هزینه ساخت ستونهای پیرامونی بتنی در یک ساختمان 50 طبقه در حدود 4 میلیون دلار استرالیا یعنی 10 درصد هزینه کل ساخت سازه است. هزینه اضافی، در صورت استفاده از ستونهای کاملاً فولادی در حدود 6 میلیون دلار استرالیاست. بنابراین استفاده از ستونهای بتنی مقرون به صرفه تر خواهد بود.

- آشکار است در ساخت ساختمان های بلند حتماً باید از تکنولوژی تخفیف ارتعاش استفاده کرد.
- تکنولوژی پیشرفته سازه های ساختمانی که جامعه قرن بیست و یکم خواستار آن است، نه تنها برای ساخت دیگر ساختمانها ضرورت دارد، بلکه تکامل هر چه بیشتر آن برای حفظ کارکرد شهرهای اطلاعات مدار و بغرنج آینده ضروری است. هدف این تکنولوژی کنترل ارتعاشات ناخوشایند و فراهم آوردن اسباب آسایش انسانهاست.