ساختمان های مقاوم در برابر بلایای طبیعی

مولف:

مهندس محمد طیبی

www.Mohammadtayyebi.com

سرشناسه	:	طیبی، محمد، ۱۳۶۲ -
عنوان و نام پدیدآور	:	ساختمان‌های مقاوم در برابر بلایای طبیعی/ مولف محمد طیبی.
مشخصات نشر	:	تهران: زرین اندیشمند، ۱۳۹۹.
مشخصات ظاهری	:	538 ص.
شابک	:	978-622-7046-31-1
وضعیت فهرست نویسی	:	
موضوع	:	ساختمان‌ها -- اثر زلزله
موضوع	:	Buildings -- Earthquake effects
موضوع	:	شهرسازی -- ایالات متحده -- طرح و برنامه‌ریزی
موضوع	:	City planning -- United States -- Design
موضوع	:	شهرسازی -- ایران -- طرح و برنامه‌ریزی
موضوع	:	City planning -- Iran -- Design
رده بندی کنگره	:	۱۰۹۵TH
رده بندی دیویی	:	693/852
شماره کتابشناسی ملی	:	۶۱۷۳۱۸۸

دفتر مرکزی: خیابان انقلاب، مابین خیابان دانشگاه و ابوریحان،
ساختمان فروردین، پلاک 1182، طبقه 5، واحد 19

شماره تماس: 09905445006 - 66176087

نشر زرین اندیشمند

وب سایت: Andishmandpub.com

ساختمان های مقاوم در برابر بلایای طبیعی

نویسنده: **مهندس محمد طیبی**

ویراستار: **فرانک حاجی عبدالله**

مدیر فنی: **پویا رسا**

صفحه آرا: **فرانک حاجی عبدالله**

نوبت چاپ: **اول ۱۳۹۹**

طراح جلد: **سمیه مزروعی**

قیمت: **۷۵۰۰۰۰ ریال**

ناشر: **انتشارات زرین اندیشمند**

شابک: **۹۷۸-۶۲۲-۷۰۴۶-۳۱-۱**

شمارگان: **۵۰۰ نسخه**

تقدیم به :

اگر مردم را رسم چنان است که با تقدیم تلاش هایشان به بزرگان به آنها تقرب جویند، شایسته است نخستین ثمره تجربیاتم پس از آن همه سال، پیشکش متواضعانه ای باشد به نخستین معلمان زندگیم

پدر و مادرم

مقدمه مولف:

کشور عزیزمان ایران از دیرباز تحت آماج بلایای طبیعی بوده، هست و خواهد بود که گاه در اثر آنها شاهد وقایع بسیار تلخی بوده ایم که زلزله رودبار و منجیل، زلزله بم، سر پل ذهاب، سیل دربند و تجریش و .... نمونه هایی از آنها بوده است که اگر از ابتدا ساختمانهایی با طراحی و محاسبه مناسب ، در نظر گرفتن جمیع عوامل مخرب، اجرای دقیق با مصالح با کیفیت و تحت نظارت مهندسین خبره شکل می گرفت امروزه شاهد خسارات سنگین جانی و مالی به بار آمده نبوده و یا کمتر بودیم. مشکل اصلی از جایی شروع شد که ساخت و ساز های غیر اصولی و به دست افراد ناآگاه صرفا ارزان و بدون در نظر گرفتن طراحی های شهری و فقط به منظور داشتن سرپناه و بدون آینده نگری و نیز تخریب محیط زیست شکل گرفته اند که به نظر می رسد تنها چیزی که در نظر گرفته نشده جان انسانهاست.در کتاب پیش رو موارد زیر مورد بررسی قرار گرفته اند: بلایای طبیعی، چگونگی ایجاد، روشهای مقابله و نیز ساخت و سازهای مقاوم در برابر آنها توضیح داده شده است.همینطور مطالبی راجع به ساختمانهای دوستدار محیط زیست و نیز انرژی های تجدید پذیر و تجدید ناپذیر و مقایسه نظام شهرسازی ایران و آمریکا که امید است تالیف و گردآوری مطالب فوق کمکی بس کوچک به جامعه ی مهندسین در ساخت سازه های با کیفیت و مقاوم در برابر بلایای طبیعی و دوستدار محیط زیست کرده باشد. اکنون که ویروس کرونا تمام عرصه گیتی را درنوریده امن ترین جای دنیا و درمان آن را ما مهندسین ساخته ایم.

به امید روزهای بهتر.

با احترام

محمد طیبی

فهرست مطالب

فصل ۱..... ۱

ساخت و روش های مقاوم سازی ساختمان ها در برابر بلایای طبیعی..... ۱

زلزله و روش های مقابله با آن..... ۲

سبک سازی ساختمان ها..... ۲۷

گردباد و طوفان و روش های مقابله با آن ها..... **Error! Bookmark not defined.**

سیل و روش های مقابله با آن..... **Error! Bookmark not defined.**

صاعقه و روش های مقابله با آن..... **Error! Bookmark not defined.**

آتش سوزی و روش های مقابله با آن ..... **Error! Bookmark not defined.**

امواج مغناطیسی..... **Error! Bookmark not defined.**

فصل۲..... **Error! Bookmark not defined.**

نظام شهر سازی آمریکا و ایران..... **Error! Bookmark not defined.**

مشخصات آماری..... **Error! Bookmark not defined.**

منابع اقتصادی..... **Error! Bookmark not defined.**

ساختار نظام فدرال در آمریکا..... **Error! Bookmark not defined.**

تحولات نظام شهرسازی آمریکا..... **Error! Bookmark not defined.**

رشد و توسعه شهری..... **Error! Bookmark not defined.**

برنامه ریزی شهری در ایالت متحده..... **Error! Bookmark not defined.**

مدیریت شهری در امریکا..... **Error! Bookmark not defined.**

حوزه بندی در نظام شهرسازی آمریکا..... **Error! Bookmark not defined.**

نو آوری های شهری..... **Error! Bookmark not defined.**

کیفیت زندگی شهری..... **Error! Bookmark not defined.**

رشد اقتصادی در آمریکا..... **Error! Bookmark not defined.**

استاندارد های طبقه بندی اراضی انجمن شهرسازی آمریکا..... **Error! Bookmark not defined.**

منابع مالی مدیریت شهری..... **Error! Bookmark not defined.**

سیاست های کارآفرینی..... **Error! Bookmark not defined.**

حمل و نقل شهری..... **Error! Bookmark not defined.**

ویژگی های فرهنگی نیویورک..... **Error! Bookmark not defined.**

مدیریت پسماند شهری..... **Error! Bookmark not defined.**

تاریخچه مخرب ترین بلایای طبیعی در آمریکا ..... **Error! Bookmark not defined.**

شهرسازی در ایران..... **Error! Bookmark not defined.**

حوزه مفهومی طراحی شهری..... **Error! Bookmark not defined.**

طراحی شهری در حوزه عمل..... **Error! Bookmark not defined.**

جایگاه طراحی شهری در اسناد هدایت توسعه ... **Error! Bookmark not defined.**

طراحی شهری در قوانین اجرایی ایران..... **Error! Bookmark not defined.**

شورای عالی شهرسازی و معماری ایران..... **Error! Bookmark not defined.**

فصل ۳..... **Error! Bookmark not defined.**

ساختمان های سبز و دوستدار محیط زیست..... **Error! Bookmark not defined.**

ساختمان سبز..... **Error! Bookmark not defined.**

اصول معماری سبز..... **Error! Bookmark not defined.**

سیستم ها و ابزارهای کنترل انرژی..... **Error! Bookmark not defined.**

تاثیر مصالح هوشمند در ساختمان های سبز..... **Error! Bookmark not defined.**

تاثیر ساختمان های سبز بر محیط زیست..... **Error! Bookmark not defined.**

لزوم تمرکز بر توسعه شهر های کم کربن در ساختار مدیریت شهری..... **Error! Bookmark not defined.**

شهر بیوفیلیک..... **Error! Bookmark not defined.**

مصالح نوین ساختمانی..... **Error! Bookmark not defined.**

پرینتر سه بعدی..... **Error! Bookmark not defined.**

خانه هایی بدون آزبست..... **Error! Bookmark not defined.**

روش های هوشمند سازی ساختمان ها و مراکز تجاری... **Error! Bookmark not defined.**

فصل ۴..... **Error! Bookmark not defined.**

منابع انرژی تجدید پذیر و تجدید ناپذیر و انواع آن ها.. **Error! Bookmark not defined.**

انرژی جزر و مد..... **Error! Bookmark not defined.**

انرژی خورشیدی..... **Error! Bookmark not defined.**

سی ان جی..... **Error! Bookmark not defined.**

الکتریسیته زمین گرمایی..... **Error! Bookmark not defined.**

نیروی برق آبی..... **Error! Bookmark not defined.**

انرژی اتمی..... **Error! Bookmark not defined.**

انرژی موج..... **Error! Bookmark not defined.**

انرژی باد..... **Error! Bookmark not defined.**

زیست توده..... **Error! Bookmark not defined.**

هشدار درباره گرمایش زمین و سهم ما از آن..... **Error! Bookmark not defined.**

ضرورت چاره جویی ملی در مورد مصرف انرژی ها.. **Error! Bookmark not defined.**

برق پاک..... **Error! Bookmark not defined.**

مقایسه منابع انرژی های تجدید پذیر و تجدید ناپذیر..... **Error! Bookmark not defined.**

آسیب شناسی حوزه انرژی های تجدید پذیر و تجدید ناپذیر..... **Error! Bookmark not defined.**

نتایج شبیه سازی انتخاب بهینه اقتصادی توسط نرم افزارهای Homer و Vipor..... **Error! Bookmark not defined.**

مقایسه پتانسیل های منابع انرژی تجدید پذیر در جهان و ایران..... **Error! Bookmark not defined.**

استفاده بهینه از نور خورشید در ساختمان ها و تاثیر آن در مصرف انرژی ..... **Error! Bookmark not defined.**

منابع..... **Error! Bookmark not defined.**

فصل ۱

ساخت و روش های مقاوم سازی ساختمان ها در برابر بلایای طبیعی

زلزله و روش های مقابله با آن

زلزله لرزش ناگهانی پوسته جامد زمین است که هر از چند گاهی در نواحی که بر روی بند زلزله خیز قرار دارند رخ می‌دهد معمولاً بر اثر وقوع زلزله های مهم، بخش‌های از زمین گسیخته می شود .گسیختگی زمین همراه با تحلیل و از بین رفتن انرژی است که از شدت زلزله می‌کاهد. یکی از مسائلی که بر اثر وقوع زلزله در زمین رخ می‌دهد حرکت گسل های ایجاد شده در اثر زلزله و گسیختگی طبقات مختلف زمین و شکستگی و برش در ساختمان ها است که منجر به ایجاد مناطقی با مقاومت کمتر و آسیب پذیرتر می‌گردد. محل استقرار سکونت گاه ها و سایر تأسیساتی که توسط انسان ایجاد می شود، کاملاً تحت تأثیر عوامل محیطی و زمین ساختی می باشد. امروزه با توجه به رشد سریع جمعیت که به تبع آن توسعه ساخت و سازها اجتناب ناپذیر گشته است، روز به روز فشار نیازهای بشر روی زمین زیادتر شده و بهره برداری از مناطق اطراف شهرها و روستاها برای ایجاد خانه و تأسیسات اقتصادی و صنعتی افزایش پیدا می‌کند.

میزان خساراتی که در شهرهای مختلف در نتیجه ارتعاشات زمین لرزه به ساختمان ها وارد می‌شود به عوامل متعددی بستگی دارد. از مهم‌ترین عوامل مؤثر در آسیب پذیری شهرها در برابر زلزله می توان به عنوان نمونه به موارد زیر اشاره کرد:

1. بزرگی، شدت و مدت زلزله
2. شرایط زمین شناسی منطقه
3. حداکثر توان لرزه زایی گسل ها

4. نوع گسل ها
5. فاصله از چشمه های لرزه ای
6. وضعیت سازه های منطقه به جهت مقاومت
7. نزدیکی به نواحی با تراکم جمعیت بالا

عوامل مؤثر در آسیب پذیری شهرها در برابر زلزله را می توان به دو دسته کلی تقسیم بندی کرد:

- عواملی که به عنوان عوامل انسان ساز تلقی می‌شود و نحوی تکوین و روند تغییرات آن بیشتر جنبه انسانی دارد و در حالت کلی نتیجه دخالت مستقیم انسان است.
- عواملی که مبنای تشکیل آن ها ریشه ای طبیعی دارد و این در حالی است که چگونگی رفتار و دخالت های انسانی می تواند در چگونگی بروز و ظهور این نوع از شرایط طبیعی در زندگی بشری نقش تعیین‌کننده داشت.

عوامل انسانی

نوع مصالح

معیار نوع مصالح سازه ها، یکی از معیارهای مهم و مؤثر در تعیین ضریب آسیب پذیری شهرها در برابر زلزله محسوب می شود. در مورد نوع مصالح بکار رفته در سازه ها، قاعدتاً سازه های که با مصالح دارای مقاومت و استاندارد بالا ساخته شده‌اند ایمنی مناسبی در برابر زلزله داشته و امنیت بالایی برای ساکنین فراهم می‌کند. آمار زلزله های گذشته نشان از این امر مهم دارد که در بیشتر مواقع در

جوامعی که همواره از توسعه اقتصادی بالایی برخوردار بوده و توجه زیادی به امر تحقیقات و همین طور ساخت سازه‌ها با مصالح مهندسی و مقاوم در برابر زلزله شده، وقوع زلزله‌های حتی 7 ریشتری نیز تلفات کمی به بار آورده است و این امر می‌تواند دلیلی بر اهمیت بسیار بالای نوع مصالح استفاده‌شده در ساخت بنا ها باشد.

کیفیت ابنیه

این شاخص تأثیر بسیار مهمی بر میزان آسیب پذیری ساختمان دارد. احتمال مقاومت ساختمان‌های با کیفیت بالا (نوساز) در مقابل زلزله نسبت به ساختمان‌های مخروبه و مرمتی بیشتر است. قابل ذکر است که قدمت یک سازه الزاماً رابطهٔ مستقیمی با کیفیت ندارد اما در بیشتر موارد ساختمان‌های با سنی بیشتر از 30 سال نیاز به تعمیر مقاوم سازی دارند. در عین حال رعایت نکردن اصول آئین نامه زلزله در اجرا ساختمان نیز باعث کاهش کیفیت بنا می‌گردد. اینکه از مصالح مقاوم در ساخت ساختمان ها استفاده شود، از جمله مهم ترین عوامل تضمین کیفیت سازه هاست.

تراکم جمعیت

شاخصی که مشخص‌کننده بار جمعیتی در مواقع زلزله می‌باشد و در نتیجه با بیشتر شدن تراکم جمعیتی، سرعت پناه گیری و خدمات رسانی و امداد پایین آمده و بالعکس.

باید توجه داشت که بحث تراکم جمعیت، در مناطقی که به جهت سایر شاخص‌ها دچار مشکل عدیده هستند ارزشش دو چندان می شود چرا که تراکم بالای جمعیت در این مناطق، باعث افزایش چشمگیر تعداد تلفات انسانی می‌گردد.

بعد خانوار

بالا بودن شاخص بعد خانوار در واحد مسکونی، احتمال افزایش تلفات انسانی را بیشتر می‌کند، لذا در مناطقی که از شاخص بعد خانوار در واحد مسکونی بالاتری برخوردار هستند، به هنگام وقوع زلزله، تلفات انسانی زیادی خواهند داشت.

به این صورت که هر چه فضای آزاد در واحدهای مسکونی کمتر باشد، میزان آسیب پذیری بیشتر خواهد بود و بالعکس. البته در بحث بعد خانوار این نکته را نیز باید ذکر کرد که ابعاد واحد مسکونی می‌تواند در ارتباط با بعد خانوار ساکن در آن واحد، مهم تلقی گردد.

کاربری اراضی

بسته به نوع کاربری، احتمال آسیب پذیری بیشتر و یا کمتر می شود.

یکی از مهم ترین فعالیت هایی که در سطح اراضی شهری به طور گسترده صورت می‌گیرد، فعالیت های مسکونی است. در عین حال کاربری هایی در شهر وجود دارند که در بحث چگونگی کنترل بحران ناشی از زلزله و کاهش اثرات سوء آن اهمیت حیاتی پیدا می‌کنند.

از این رو است که در این مواقع، اهمیت بنا طرح می شود. اهمیت بنا در واقع فاکتوری است که آئین‌نامه 2800 برای محاسبه نیروی ناشی از زلزله در ساختمان ها پیشنهاد کرده و نشان دهنده ی این موضوع است که ساختمان های مهم مانند ادارات و تأسیسات بزرگ دولتی، بیمارستان ها، ایستگاه های آتش‌نشانی، تأسیسات آموزشی، مراکز آموزش عالی و مراکز انتظامی باید با ضریب اطمینان بیشتری نسبت به یک ساختمان چند طبقه ساده ساخته شود.

میزان تلفات، در صورت تخریب این نوع ساختمان ها که نقش اتاق فکر یا مدیریت بحران را ایفا می‌کند زیاد است. یا اینکه به وجود آن‌ها بعد از زلزله نیاز فراوانی احساس می‌شود.

معابر

آسیب پذیری شبکه به ساختار فضایی شبکه پرداخته و در زمینه تخلیه عمومی به کار می رود تا قسمتهای آسیب پذیر ساختار شهری مشخص شود. این آسیب پذیری به ساختار شبکه از این جهت مد نظر است که در شبکه راه ها، هر چه تعداد تقاطع ها بیشتر باشد و همین طور معابر از عرض بیشتری برخوردار باشند، دسترسی و امدادرسانی سریع‌تر و راحت‌تر صورت می پذیرد؛ زیرا در صورت مسدود شدن یا تخریب یکی از راه‌ها، می‌توان از مسیرهای دیگر به محل مورد نظر رسید و از طرف دیگر باید به مقولهٔ ترافیک معابر، و جریان رفت و آمد در شبکه های ارتباطی، به ویژه در ساعات اوج ترددها توجه ویژه‌ای معطوف گردد. با مطالعه وضعیت معابر می‌توان قسمت‌های آسیب‌پذیر در زمان تخلیه را مشخص کرد. در این میان سهولت دسترسی نقش حیاتی دارد.

تعداد طبقات

تعداد طبقات ساختمانی در ارتباط با نسبت عرض معابر و ارتفاع دیوارهای ساختمان ها، شاخص بسیار مهمی است. به این دلیل که با بالا رفتن تعداد طبقات ساختمانی و کم عرض تر شدن معابر احتمال بسته شدن معابر به دلیل ریختن آوار ساختمان های بلند مرتبه بالا می رود که این کار باعث اختلال در امر امداد سانی می‌گردد؛ همچنین به دلیل جمعیت زیاد ساکن در آپارتمان های چند طبقه، در زمان بروز حادثه تخلیه ساکنین در این واحدها کندتر می باشد.

تراکم ساختمان

شاخص مهمی است که با بیشتر شدن آن احتمال تخریب و آسیب پذیری بیشتر می‌شود و عبارت است از درصدی از مساحت زمین که به صورت عمودی جهت ساختمان سازی استفاده می‌گردد. لازم به توضیح است که در بحث تراکم ساختمانی حتماً عرض معبر در چگونگی روند اعطای تراکم ها، جزو مقوله های مهم محسوب می‌شود.

تأسیسات خطرزا

تأسیسات خطرزا به آن گروه از تأسیساتی گفته می شود که در ارتباط با مواد خطرناک قرار دادند این تأسیسات می توانند باعث خطرهای ثانویه مانند آتش سوزی و انفجار شوند. در هنگام رویداد زلزله، در اختیار داشتن فهرستی از این تأسیسات و شناخت آن ها می‌تواند خسارات را به حداقل برساند.

در زمینه آسیب پذیری کاربری ها از نظر سازگاری و ناسازگاری با مناطق در معرض خطر، بحث آسیب رسانی کاربری ها به یکدیگر مطرح است. به طوری که استقرار کاربری هایی که دارای پتانسیل بالای آسیب رسانی هستند، در کنار سایر کاربری ها باعث افزایش میزان آسیب پذیری می‌گردد. بنابراین انتقال کاربری های فوق و یا در نظر گرفتن حریم مناسب برای آن ها می‌تواند راه‌حل مناسبی برای کاهش میزان آسیب محسوب شود.

عوامل طبیعی

بر اساس تجربیات حاصله از زلزله هایی که تاکنون در اکثر نقاط دنیا رخ داده‌اند و با بررسی علل اساسی و مؤثر در تخریب ساختمان‌ها بر اثر وقوع زلزله، بیشتر متخصصان بر این اعتقاد هستند که خسارت های وارده بر ساختمان ها به طور قابل ملاحظه‌ای بستگی به ساخت زمین محل سازه دارد و به همین دلیل هم در کشورهایی که کارهای پژوهشی گسترده‌ای بر روی مسئله مقاوم سازی سازه ها در برابر زلزله انجام داده‌اند، در پاره‌ای از موارد تخریب ساختمان به هنگام زلزله در شرایطی صورت گرفته است که ساختمان به صورت نسبتاً سالم بر روی زمین افتاده است و این در شرایطی است که نقش اساسی را در تخریب سازه، زمین و شرایط زمین‌شناسی به عهده داشته است.

در خاک نرم به ویژه در جایی که بافت مواد ریز و مواد از آب اشباع شده اند، تکان ها و شتاب بعدی، امواج ارتعاشی را خیلی بیشتر می‌کنند. برای مثال در زمین لرزه ی آلاسکا بیشتر ساختمان ها حتی آن هایی که مطابق با اصول و قوانین ساختمانی ساخته شده بودند صدمه دیدند، در حالی که در شهرهای دیگر صدمه تا این اندازه

نبود. نوع زمینی که ساختمان‌ها بر روی آن بنا نهاده شده بودند عامل اصلی اختلاف در میزان ویرانی‌ها بود. زیرا ساختمان‌های این شهر بر روی رسوبات ناپیوسته ساخته شده بودند، در حالی که شهر وایتر که به مرکز سطحی زمین‌لرزه نزدیک‌تر بود و بر روی سنگ‌های سخت گرانیتی ساخته شده بود خسارت کمتری متحمل شد.

به طور کلی یکی از مهم ترین ویژگی های مهندسی خاک ها مسئله مقاومت برشی آن ها می باشد. به هر حال، یک توده خاک در برابر تنش های وارده تا اندازه معینی مقاومت نموده و در صورت ادامه تنش وارده، خاک مقاومت خود را از دست داده و گسیخته می‌گردد و لذا حداکثر مقاومت خاک در برابر گسیختگی به نام مقاومت برشی خاک نامیده می شود و بیش از این حد تنش منجر به برش در خاک می‌گردد. میزان مقاومت برشی در خاک های مختلف متفاوت است و عوامل متعددی در کاهش یا افزایش مقاومت برشی خاک دخالت دارند که در اینجا به مهم ترین عوامل مؤثر در مقاومت برشی خاک ها اشاره می‌گردد:

- اصطکاک داخلی بین دانه ها
- چسبندگی خاک

به طور کلی، در خاک های دانه‌درشت مانند شن و ماسه نیروی اصطکاک داخلی بسیار با اهمیت بوده و در خاک های دانه ریز مانند رس ها و برخی سیلت ها نیز مسئله چسبندگی از عوامل بسیار مهم در رفتار خاک ها می باشند.

سرعت امواج عرضی (Vs)

عاملیت سرعت امواج برشی در میزان آسیب پذیری در برابر زلزله:

سرعت امواج زلزله بستگی به جرم مخصوص و خاصیت روان شدن سنگ هایی دارد که از آن ها عبور می کنند. سرعت امواج زلزله در سنگ های متراکم و صلب، زیاد و در سنگ های سبک تر و نرم‌تر، کم می باشد. به علاوه ازدیاد فشار باعث افزایش سرعت امواج و ازدیاد درجه حرارت باعث کاهش سرعت امواج زلزله می‌گردد . بنابراین سرعت امواج S در سازند های مختلف، متفاوت می‌باشد. به نحوی که این سرعت در سنگ بازالت 3/2 کیلومتر برثانیه و در ماسه نرم 60 متر برثانیه می‌باشد. سرعت انتشار امواج در هر نقطه جسم، تابع چگالی و مدول‌های کشسانی در آن نقطه است.

خصوصیات ژئوتکنیکی مصالح تشکیل‌دهنده یک ساختگاه تأثیر عمده‌ای بر مشخصات زمین‌لرزه دارد. زمین‌لرزه‌های گذشته نشان داده‌اند که اغلب، خسارت وارده بر سازه‌هایی که بر روی خاک‌های نرم ساخته شده‌اند به مراتب بیش از سازه‌های ساخته شده بر روی خاک های سخت است. مطالعات بر روی جنبش نیرومند زمین به خوبی نشان دهنده تغییر دامنه و محتوای فرکانس امواج لرزه‌ای به وسیله آبرفت می‌باشد.

عمق سطح ایستابی

توجه به عمق سطح ایستابی برای پهنه بندی مناطق، در برابر خطر زلزله و تأثیر مشترک آب و خاک در بررسی مسائل ژئوتکنیک و توان باربری خاک حائز اهمیت ویژه است. اگر چه در خاک‌های با دانه بندی پیوسته، وجود آب در خاک به خودی خود کم اهمیت است، در بعضی از لایه های خاک، درصد بسیاری از مواد ریز دانه

به خصوص ذرات رس موجود است، که وجود منابع آب در این لایه ها عامل مهمی در تقلیل خصوصیات مکانیکی خاک و کاهش توان باربری و افزایش نشست خاک تحت بارگذاری است؛ از این رو بررسی اثرات توأم آب و خاک در نقاطی که سطح آب زیرزمینی بالاست لازم است.

وجود آب در خاک روی خواص مهندسی خاک ها تأثیر بسزایی دارد و در کلیه مسائل مکانیک خاک نقش مهمی را ایفا می نماید، لذا با توجه به وجود آب در خاک، چنانچه در هنگام وقوع زلزله، خاک تحت تنش قرار گیرد، فقط اجزاء و دانه های خاک در مقابل تغییر شکل یا شکست مقاومت می نمایند و آب بین منفذی هیچ گونه مقاومتی ندارد و نتیجتا آب به صورت بی اثر عمل می نماید.

فاصله از گسل

بسترهای اختصاص یافته به ساخت و سازهای شهری و صنعتی را باید در محدوده هایی انتخاب کرد که در آن ها حریم خطوط گسل رعایت شده و از پایداری لازم به منظور کاهش خطرات ناشی از زمین لرزه احتمالی، برخوردار باشند.برای گسل های امتدادلغز، رعایت حریمی با پهنای بین 100 تا 300 متر کافی می باشد. در حالی که این مقدار برای گسل های کششی یا عادی به 500 متر می‌رسد. اما برای رعایت حریم گسل های فشارشی یا معکوس که ممکن است شکستگی های آنها در چندین سری به موازات یکدیگر در روی زمین تشکیل شوند، با توجه به جنبه‌ای عمومی و نکات اجرایی، پهنه‌ای بین1000 تا 3000 متر در امتداد درازای دو سوی گسل در نظر گرفته می‌شود.

در مجموع می‌توان گفت که به موازات فاصله گرفتن از خطوط گسل، شاهد افزایش سطح مطلوبیت در رابطه با موضوع خطر زلزله هستیم.

حداکثر توان لرزه زایی گسل

با توجه به جمع شدن انرژی کرنشی در گسل ها و مکانیزم وقوع اکثر زلزله های تکتونیکی، طول گسل از مشخصه های اصلی یک زلزله به شمار می‌رود و نتایج اکثر محققان بر این امر استوار می‌باشد که رابطه‌ای بین طول گسل و حداکثر توان لرزه زایی آن ارائه دهند. البته به طور حتم تمام طول گسل در امر ذخیره سازی انرژی مورد نظر نقش نخواهد داشت. در این رابطه به طور متوسط فرض می‌شود نصف طول یک گسل در روابط ملفوظ گردد.

حداکثر شتاب زلزله

مقیاسی از نیروی وارده بر سازه می‌باشد، برخی از خصوصیات حرکات زمین شامل: حداکثر حرکات زمین و حداکثر شتاب، حداکثر سرعت و حداکثر تغییر مکان زمین.

مدت دوام حرکات شدید و محتوای فرکانسی تأثیر عمده‌ای بر پاسخ سازه در زمین‌لرزه دارند، به طوری که حداکثر حرکات زمین عمدتاً روی دامنه ارتعاشات اثر می‌گذارد. مدت دوام حرکات شدید تأثیر قابل توجهی بر شدت جنبش و تکان سازه دارد، به نحوی که زمین لرزه‌ای که دارای حداکثر شتاب متوسط و مدت دوام طولانی باشد خسارات بیشتری از زمین لرزه‌ای با شتاب بزرگ تر اما مدت دوام کوتاه تر بر جای می‌گذارد. وابستگی حداکثر شتاب زمین با فاصله تا مرکز زمین لرزه توسط محققین بسیاری به صورت کاهیدگی تعریف شده است. بر اساس این

بررسی ها مشاهده می‌شود، با افزایش فاصله تا مرکز زلزله، حداکثر شتاب زمین کاهش می‌یابد.

مدت تداوم زلزله

مدت زمانی که یک سازه تحت تأثیر نوسانات زمین قرار می‌گیرد از پارامترهای بسیار مهم در ارزیابی میزان تخریب ناشی از زمین لرزه محسوب می‌شود. به نظر می رسد که دوره تکراری جنبش های زمین موجب افزایش تنش انباشته در خاک و سازه روی آن شده و افزون بر اثراتی چون افزایش فشار آب منفذی، با ایجاد ترک و جا به جا شدگی می‌تواند پایداری طبیعی خاک و مصالح ساختمانی را دچار فرسودگی نماید.

بر پایه برآوردها مدت تداوم زلزله در خاک، بزرگ تر و تقریباً دو برابر مدت تداوم آن در بستر سنگی می‌باشد. همچنین مدت تداوم، رابطه ی مستقیمی با قدرت زلزله دارد، به نحوی که با افزایش قدرت زلزله مدت تداوم نیز افزایش می‌یابد.

از این رو خسارت به ساختمان ها، علاوه بر نحوهٔ ساخت و نوع مصالح به کار برده شده و جنس زمینی که سازه در آن بنا گردیده، به تداوم و استمرار زلزله نیز بستگی دارد و حتی می‌تواند در صورت رعایت اصول فوق، منجر به خسارت گردد.

مقاوم سازی ساختمان در برابر زلزله

یک ساختمان اعم از فلزی یا بتنی می بایست علاوه بر دوام لازم در مدت زمان پیش بینی شده جهت بهره برداری، در مقابل نیروهای جانبی(زمین لرزه) مقاوم باشد.

امروزه زمین لرزه و خسارات جبران ناپذیر آن حوادثی غیر متحمل توسط مهندسین می باشد .مقاوم سازی ساختمان از دیر باز با توجه به سطح دانش و آگاهی مردم صورت می گرفته است اما مسئله ی اصلی پیدا کردن روشی کارآمد و موثر برای این امر می باشد. انتخاب شیوه ی نادرست مقاوم سازی ساختمان می تواند عملکرد سازه را نیز بدتر کند، در نتیجه دستیابی به راه حلی کارآمد و مناسب جهت افزایش مقاومت ساختمان در برابر نیروهای جانبی(زمین لرزه) دغدغه ی کنونی بسیاری از مهندسین می باشد. یک ساختمان با توجه به خطا در طراحی، به روز نبودن آیین نامه، مشکلات اجرایی، خوردگی مصالح استفاده شده طی گذر زمان، افزایش باربری ساختمان و همچنین تغییر در کاربری نیاز به مقاوم سازی دارد. تاکنون روش های مختلفی جهت مقاوم سازی ساختمان ابداع شده است که با توجه به نیاز های روز افزون جامعه و پیشرفت فناوری و تکنولوژی روش ها و مصالح جدید جهت مقاوم سازی ساختمان به کار گرفته میشود و جایگزین روش های سنتی نظیر ژاکت فولادی، ژاکت بتنی، کابل های پس کشیدگی، بادبندها، دیوار برشی، استفاده از صفحات فولادی و ... گردیده است. امروزه روش های نوینی نظیر مقاوم سازی ساختمان با FRP ، صفحات جداساز و ... جایگزین دیگر روش های سنتی در صنعت مقاوم سازی شده اند.

بررسی روش های سنتی مقاوم سازی ساختمان

۱-مقاوم سازی ساختمان در برابر زمین لرزه با ژاکت بتنی

این روش برای مقاوم سازی اجزای سازه ای بتنی ضعیف نظیر تیر، ستون، فونداسیون و دیوار برشی جهت افزایش مقاومت فشاری و برشی و هم چنین افزایش میزان شکل پذیری استفاده می شود.

در این روش ابتدا سوراخ هایی با فاصله های معین در وجه پیرامونی اعضای ضعیف ایجاد کرده سپس یک مش فولادی با آرماتورهای آجدار در اطراف عضو قرار می دهیم. در مرحله ی بعد سوراخ های ایجاد شده توسط چسب اپوکسی پر شده و آرماتورها به صورت سرکج یا L شکل نیز در داخل آن ها قرار می گیرد. سپس قالب هایی در پیرامون عضو قرار می گیرد و توسط بتن پر می شود. استفاده از ژاکت بتنی باعث بالا رفتن ظرفیت باربری ساختمان در مقابل نیروهای جانبی(زمین لرزه) و ثقلی می گردد .در روش ژاکت بتنی با محصور کردن بتن موجب افزایش ظرفیت برشی، افزایش ظرفیت خمشی و هم چنین افزایش سختی در اتصالات قاب می شود. عدم نیاز به پوشش ضد حریق، پیوستگی سریع بین اعضا و امکان اصلاح اتصالات قاب از مزایای ژاکت بتنی می باشد، اما استفاده از روش ژاکت بتنی با افزایش ابعاد اعضای سازه ای و کاهش فضای موجود، موجب افزایش قابل توجه وزن سازه می گردد، هم چنین نیاز داشتن به قالب بندی و عملیات اجرایی زیاد و صرف زمان و هزینه ی بالا، عدم استفاده از کاربری و خرابی و آسیب زیاد در دیگر اعضای سازه ای سبب شده است تا از روش های نوین تری در صنعت مقاوم سازی ساختمان مورد استفاده قرار گیرد.

۲- مقاوم سازی ساختمان در برابر زمین لرزه با ژاکت فولادی

ژاکت فولادی یکی از روش های مقاوم سازی اجزای ضعیف ساختمان های بتنی می باشد. مقاوم سازی ساختمان با ژاکت افزایش مقاومت فشاری، مقاومت برشی، مقاومت خمشی و شکل پذیری سازه را در بردارد. این روش نسبت به ژاکت بتنی افزایش وزن زیادی ندارد و از لحاظ اجرا آسان تر می باشد. همچنین مانند روش ژاکت بتنی نیازی به قالب بندی نمی باشد و افزایش ابعاد کمی داریم در نتیجه از لحاظ معماری مشکل ساز نمی باشد.

در این روش اجزای سازه ای آسیب دیده مانند تیر و ستون با استفاده از ورق های فولادی تقویت می شوند. به گونه ای که ورق های فولادی توسط بولت به عضو آسیب دیده متصل می گردد. مقاوم سازی ساختمان با ژاکت فولادی در هر بخش و طبقه قابل اجرا می باشد و نیازی نیست از روی فونداسیون تا ستون مورد نظر مقاوم سازی شود.

از معایب ژاکت فولادی می توان به هزینه ی بالا، نیاز داشتن به پوشش ضد حریق در ساختمان های مهم، مقاوم نبودن در برابر آتش سوزی، صعوبت اجرا و نیاز داشتن به حجم زیادی از گروت می توان اشاره کرد. استفاده از روش مقاوم سازی ژاکت فولادی باعث خورده شدن و زنگ زدگی اعضا به مرور زمان می شود. هم چنین جهت کاشت بولت و برشگیر فولادی امکان دارد به اعضای سازه آسیب وارد شود.

۳- مقاوم سازی ساختمان در برابر زمین لرزه با پیش تنیدگی و پس کشیدگی

روشی است برای مقاوم سازی ساختمان و سازه های بتنی مسلح که توسط رشته های فولادی یا آرماتورها با مقاومت بالا انجام می شود.

پیش تنیدگی یعنی ایجاد یک تنش ثابت دائمی در عضو بتنی که در اثر این تنش ثابت، مقداری از تنش های ایجاد شده توسط بار مرده و زنده خنثی می گردد که این امر سبب بالا رفتن ظرفیت باربری می شود. به عبارتی نیروی فشاری مورد نیاز در بتن توسط کشش در فولاد با مقاومت بالا تولید می گردد.

در این روش ابتدا کابل ها در حد فاصل دو انتهای المان روی بستر پیش ساخته کشیده می شوند، سپس المان مورد نظر بتن ریزی می شود و بعد از رسیدن به مقاومت کافی کابل های پیش تنیده در دو انتهای تیر بریده می شوند و نیروی پیش تنیدگی بصورت یک نیروی فشاری بر عضو یا المان اعمال می شود. در نتیجه هنگامی که فولاد قبل از بتن ریزی کشیده شود به آن پیش تنیدگی می گویند. کاربرد پیش تنیدگی در دال های بتنی روی زمین، ساخت پارکینگ ها، ساختمان ها و ... می باشد.

پس کشیدگی:

در این روش در مسیر عبور کابل ها یا آرماتور پیش تنیده غلافی توخالی تعبیه شده است سپس کابل ها از درون غلاف ها عبور داده می شوند به گونه ای که دو سر آن از غلاف بیرون باشد در مرحله ی بعد عمل بتن ریزی انجام می شود. بعد از رسیدن

بتن به مقاومت کافی کابل ها توسط جک کشیده و با مهار بند مهار می شود. پس کشیدگی در ساخت قطعات پیش ساخته ی بتنی مورد استفاده قرار می گیرد.

استفاده از روش مقاوم سازی پیش تنیده و پس کشیده سبب افزایش عمر بتن و کاهش ابعاد فونداسیون می شود و هم چنین سبب ایجاد سقف یک پارچه ی بتنی می گردد که خود باعث افزایش ایمنی در برابر بار های جانبی(زمین لرزه) می شود ضمنا باعث کاهش ارتفاع تیر و کاهش ضخامت دال می گردد که این امر سبب کاهش ارتعاش ناشی از بارهای ضربه و دینامیکی(زمین لرزه) می گردد هم چنین این روش سبب کاهش بار مرده و ترک در ساختمان وکنترل خیز و تغییر شکل در سازه ها می گردد.

در این روش ها بتن نقش باربری کامل بدون ایجاد ترک را دارد و آرماتورها برای کنترل ایجاد ترک در ناحیه تحتانی مورد استفاده قرار می گیرند .بهینه ترین حالت در انتخاب مقدار نیروی پیش فشردگی حالتی است که درصدی از بارها متعادل شود که منجر به کاهش میزان فولاد مصرفی و کنترل خیز و ترک در بتن شود.

4- مقاوم سازی ساختمان در برابر زمین لرزه با دیوار برشی

با استفاده از دیوار برشی در سازه های فولادی و بتنی با بالا بردن سختی سازه علاوه بر افزایش ظرفیت تحمل بار ثقلی موجب افزایش بی نظیر در تحمل نیروهای جانبی (زمین لرزه) می شود.

در علم مهندسی سازه دیوار برشی به دیواری اطلاق می گردد که وظیفه خنثی کردن اثر بارهای جانبی وارد شده بر سازه را بر عهده دارد. به دلیل این که این

دیوار ها برای مقابله با نیروهای جانبی سبب ایجاد نیروهای برشی در سازه می شوند به دیوار برشی موسوم اند. دیوار های برشی نسبت به دیگر اعضای سازه مانند تیر و ستون حجیم تر می باشند تا بتواند سختی بالایی داشته باشد و این امر سبب می شود که دیوار های برشی بتوانند تمام نیروی زمین لرزه وارد به ساختمان را جذب به خود کند زیرا نیرو به سمت سختی در ساختمان حرکت می کند در نتیجه هرچه سختی بالاتر، نیروی بیشتری جذب می شود و از آسیب رسیدن به دیگر المان های سازه جلوگیری می شود.

دیوار برشی مقاومت، سختی و شکل پذیری سازه را بشدت افزایش می دهد و باعث بهبود رفتار لرزه ای سازه و کاهش تغییر شکل های و خسارات وارد به دیگر المان های بتنی سازه می گردد. البته باید توجه داشت که به علت سختی زیاد دیوارهای برشی، معمولا نیروهای زیادی در فونداسیون زیر آنها ایجاد می گردد که مقابله با آنها مستلزم تقویت شدید فونداسیون موجود و یا اضافه نمودن شمع در پای دیوارهای برشی می باشد. اتصال دیوار برشی به سازه باید به نحوی باشد که بتواند نیروی طبقه را به دیوار منتقل نماید تا دیوار بتواند نیروی زمین لرزه را به خود جذب کند و با سختی خود از تغییر شکل های جانبی ساختمان جلوگیری کند. برای این منظور در تراز سقف ها باید اتصالات مناسبی توسط کاشت بولت بین دیوار برشی و دال بر قرار گردد. هم چنین می توان با استفاده از کاشت بولت در تیر و ستون و پوشاندن این المان ها در بتن دیوار برشی انسجام خوبی بین دیوار و سازه موجود بر قرار نمود. چنین آرماتورهایی در دیوار برشی باید در طبقات بصورت پیوسته باشد تا نیروهای لرزه ای بتواند بصورت پیوسته در ارتفاع دیوار از بالا به پایین و نهایتا به فونداسیون منتقل گردد. دیوار سختی را در نقاط خاصی که مد نظر خودمان است می بریم تا نیروی زمین لرزه را به آنجا انتقال دهیم.

آنچه که در طراحی دیوار برشی می بایست به آن توجه داشت عبارتند از: ظرفیت بالای جذب انرژی، مقاومت بالا، شکل پذیری و حداقل کاهش در سختی، زیرا در صورت عدم طراحی درست و مناسب دیوار برشی مستعد شکست برشی می باشد. دیوار برشی برای موقعیت بهتر مرکز سختی در نواحی محیطی پلان جانمایی می شود به گونه ای که بارهای مرده و حداکثر تنش های کششی و خمشی ناشی از بار جانبی را جذب و خنثی نماید. تغییر شکل ساختار دیوار برشی در خمش می باشد. دیوار های برشی می توانند مسطح باشند اما برای ایجاد سختی خمشی بیشتر و سازگاری بهتر با پلان به صورت پروفیل هایی با مقاطع L ، T، I و U شکل به کار می رود.

۵-مقاوم سازی ساختمان در برابر زمین لرزه با باد بند ها

استفاده از بادبند در مقاوم سازی ساختمان بتنی در برابر زمین لرزه روشی بسیار کارآمد و موثر است به گونه ای که علاوه بر افزایش مقاومت برشی و افزایش سختی ساختمان باعث می شود تا نیاز سازه به شکل پذیری کاهش یابد .مقاوم سازی ساختمان در برابر زمین لرزه با استفاده از بادبند نیز مانند روش دیوار برشی افزایش سختی و مقاومت قاب را به همراه دارد. اجرای سریع تر بادبند نسبت به دیوار برشی باعث شده است از عمومیت بیشتری برخوردار باشد .اجرای نادرست بادبندها سبب پیچش و ناپایداری سازه می گردد. در روش مقاوم سازی با بادبند می بایست اعضای اضافه شده دارای مقاومت فشاری و کمانشی بالایی باشند. بادبند ها نیز با استفاده از مقاطع ناودانی و سپری و همچنین I شکل ساخته می شوند و به صورت X، K و V شکل بین دو ستون در طبقات در یک یا دو جهت ساختمان مورد استفاده قرار می گیرند.

بادبند ها به طور کلی به دو دسته انواع بادبند همگرا و انواع بادبند واگرا تقسیم می شوند. با توجه به صعوبت اجرا و بالا بودن هزینه، سیستم واگرا زیاد در مقاوم سازی ساختمان در برابر زمین لرزه مرسوم نیست. سیستم های مهاربندی همگرا(بادبند ضربدری)در صنعت مقاوم سازی و بهسازی ساختمان فولادی و بتنی مورد توجه بی نظیری قرار گرفته است. بادبندها ممکن است برای تحمل نیروی کششی و نیروی فشاری طراحی گردند اما بیشتر برای تحمل کشش طراحی می شوند.

در ساختمان های کم ارتفاع که تحت بارهای جانبی کم می باشند بادبندهایی که فقط تحمل کشش دارند جوابگو می باشند. در استفاده از بادبند ها می بایست ستون های مجاور برای برش تقویت گردند و هم چنین پی نیز برای افزایش نیرو به دلیل کشش و فشار ایجاد شده کنترل گردد. از مزایای استفاده از بادبند در مقاوم سازی ساختمان می توان به سرعت مناسب برای اجرا، هزینه مناسب جهت افزایش و تقویت سختی و مقاومت سازه و وزن مناسب آن اشاره کرد. متمرکز شدن نیروها در دهانه مهاربند شده، افزایش نیروی محوری در ستون ها و به طبع آن نیاز به تقویت آن ها، ایجاد نیروهای زیاد در فونداسیون و لزوم تقویت آن ها از معایب بادبند ها می باشد.

بررسی روش های نوین مقاوم سازی ساختمان

۱- مقاوم سازی ساختمان در برابر زلزله با روش FRP

با پیشرفت فناوری و تکنولوژی و نیاز روز افزون جامعه به روش های آسان تر و کارآمدترو پوشش دهی ضعفهای روش های سنتی در صنعت مقاوم سازی ساختمان ها، به کار بردن مواد کامپوزیتی پلیمرتحت عنوان FRP در صنعت مقاوم سازی

ساختمان یک روش نوین و کارآمد و جایگزین مناسبی برای روش های کلاسیک ذکر شده می باشد.

مصالح FRP از ترکیب الیاف و رزین ساخته می شوند، در فرآیند مقاوم سازی از رزین (رزین اپوکسی) برای ایجاد لایه یکپارچه، همچنین چسبیدن سیستم FRP به سطح بتن زیرین و ایجاد پوشش به منظور محافظت مصالح استفاده می شود. روش مقاوم سازی FRP مانند دیگر روش های سنتی دارای افزایش ابعاد المان، افزایش وزن سازه، صعوبت اجرا، آسیب رسانی به دیگر اعضای سازه ای، توقف کاربری حین مقاوم سازی و دیگر معایب روش های پیشین نمی باشد. استفاده از FRPبه دلیل وزن پایین، سرعت اجرای بالا، مقاومت بالا و عدم ایجاد محدودیت معماری به خصوص در ساختمان های بتنی بسیار مورد توجه می باشد .بکارگیری روش FRP علاوه بر مقاوم سازی المان های ساختمان موجب محافظت سازه در برابر عوامل خورنده ی شیمیایی می شود. الیاف FRP مقاومت کششی بسیار بالایی نسبت به ورقه های فولادی دارند. استفاده از FRP موجب افزایش مقاومت خمشی، مقاومت برشی، مقاومت فشاری المان می گردد، هم چنین مقاومت در برابر خوردگی و افزایش دوام و عمر سازه، افزایش شکل پذیری و کنترل عرض ترک از دیگر مزایای استفاده از FRP می باشد. از FRP برای مقاوم سازی انواع المان های ساختمان نظیر تیر، ستون، دیوار، فونداسیون، دال و ... می توان استفاده کرد..

۲-مقاوم سازی ساختمان در برابر زلزله با روش جدا ساز لرزه ای

در مقاوم سازی ساختمان در برابر زمین لرزه با استفاده از جداساز لرزه ای جهت کنترل ارتعاشات لرزه ای از زمین به ساختمان ها می باشد. در این روش هدف

اصلی بر روی کاهش پاسخ لرزه ای، نیرو و شتاب ورودی زلزله به سازه می باشد. جداساز های لرزه ای برای ایجاد انعطاف در پایه ساختمان ها در صفحه ی افقی نصب می شوند. علاوه بر جداسازها از اجزای میران(حرکت کننده) برای محدود کردن دامنه حرکت ناشی از نیروی زلزله استفاده می گردد. نصب ساختمان ها بر روی یک سیستم جداساز لرزه ای باعث جلوگیری از انتقال قسمت زیادی از حرکت افقی زمین به ساختمان می شود(اثر زلزله را تا ۸۰ درصد کاهش میدهد) که این عمل منجر به کاهش شدید شتاب های طبقات و تغییرمکان های بین طبقه ای می شود.

یک جداساز لرزه ای می بایست بتواند نیرو های قائم ناشی از وزن سازه و پاسخ زلزله در زمان زلزله را تحمل کند. دارای قابلیت جذب بالایی باشد و همچنین در جهت افقی از انعطاف پذیری لازم برخوردار باشد.

انواع جداساز های لرزه ای

۱- جداساز های لاستیکی

- جداسازهای لاستیکی با ورقه های فولادی و میرایی کم
- جداسازهای لاستیکی با میرایی زیاد
- جداسازهای لاستیکی با هسته ی سربی

از جداساز های لاستیکی جهت افزایش دوره ی تناوب طبیعی سازه استفاده می گردد.

۲- جداساز های اصطکاکی

- جداسازهای اصطکاکی
- جداساز های الاستیک اصطکاکی
- جداساز های اصطکاکی پاندولی

از جداساز های اصطکاکی جهت کنترل حداکثر نیروی منتقل شده به ساختمان و استهلاک انرژی در محل جداساز استفاده می گردد.

برای استفاده ی همزمان از قابلیت های جداساز های لاستیکی و اصطکاکی این دو سامانه در موارد زیر با هم ترکیب شده اند

- ترکیب سری جداسازهای اصطکاکی و لاستیکی
- ترکیب موازی جداسازهای اصطکاکی و لاستیکی

مزایای جداساز های لرزه ای

- حفظ کاربری سازه در حین و پس از زلزله و تأمین سطح عملکرد بی وقفه(IO)
- کاهش نیروی زلزله وارد شده به سازه تا بیش از ٪۶۰
- رساندن خسارات سازه ای و غیر سازه ای به صفر
- کاستن از حجم مصالح مورد نیاز برای ساخت و ساز تا بیش از ٪۲۰
- کاهش ضرورت استفاده از سیستم های باربر جانبی چون مهاربند یا دیوار برشی

- قابلیت استفاده در سازه های موجود

۳-مقاوم سازی ساختمان در برابر زلزله با استفاده از میراگر ها

استفاده از میراگرها یا دمپر در مقاوم سازی ساختمان در برابر زمین لرزه روشی کار آمد و نوین می باشد. نقش اصلی میراگرها اتلاف کننده انرژی لرزه ای وارد شده به ساختمان می باشد در نتیجه نیروی زلزله یا به ساختمان وارد نمی شود و یا سهم اندکی از آن نصیب ساختمان می گردد. کاهش تغییر مکان طبقات و تغییر مکان نسبی طبقات(دریفت)، کاهش چشمگیر شتاب طبقات، کاهش هزینه احداث سازه به دلیل استفاده از مقاطع با ظرفیت کمتر و همچنین کاهش انواع خسارات احتمالی از مزیت های استفاده از میراگرها می باشد. ساختمان مقاوم شده با میراگر در برابر انواع بارهای دینامیکی ناشی از زلزله یا باد رفتار مناسب و مطلوبی از خود نشان میدهد.

انواع میراگر ها

میرایی خارجی ویسکوز(لخت)

نوعی از میرایی است که توسط هوا، آب و شرایط محیطی اطراف یک سازه به وجود می آید و در طرف مقایسه با انواع دیگر میرایی ها بسیار کوچک و در اکثر اوقات با تقریب خوبی قابل صرف نظر است.

میرایی اصطکاکی

این میرایی که میرایی کلمب هم نامیده می شود به علت وجود اصطکاک در اتصالات و یا نقاط تکیه گاهی پدید می آید. بدون توجه به سرعت و جا به جایی ثابت است و بسته به مقدار جا به جایی به دو نحو با آن برخورد می شود. اگرمقدار جا به جایی ها کوچک باشد به عنوان یک میرایی داخلی لخت و اگر مقدار جا به جایی بزرگ باشد به عنوان یک میرایی هسترزیس در نظر گرفته می شود. یک مثال در مورد این میرایی راجع به دیوارهای مصالح بناتی میانقاب است که در هنگام ترک خوردن دیوار، اصطکاک جسمی زیاد شده و مقاومت موثری در مقابل ارتعاشات به وجود می آید.

میرایی هیسترزیس

این میرایی هنگامی اتفاق می افتد که رفتار ماده تحت بار رفت و برگشتی در محدوده الاستیک قرار می گیرد، مساحت چرخه ی هیسترزیس در واقع بیانگر مقدار انرژی اتلاف شده در هر سیکل از بارگذاری می باشد.

میرایی تشعشعی

هنگامی که یک سازه ساختمانی ارتعاش میکند، امواج الاستیک در محیط نامتناهی زمین زیر ساختمان منتشر می شود. انرژی تزریق شده به سازه از همین طریق میرا می شود. این میرایی تابعی از ضریب الاستیک یانگ (خطی)، نسبت پواسون (U)و چگالی (P) زمین بوده و نیز به جرم بر واحد سطح سازه (A/M) و ضریب سختی به جرم ان (m/k) بستگی دارد.

سبک سازی ساختمان ها

برای سبک سازی سازه ساختمان مصالح سبک به کار گرفته می‌شود. مصالح سبک مصالحی هستند که در مقایسه با سایر مصالح مشابه وزن کمتری داشته و با به کارگیری آن ها وزن کلی ساختمان کاهش می‌یابد. استفاده از این نوع مصالح باعث سبک شدن و مقاومت ساختمان در مقابل حوادث طبیعی مختلف می‌شود. مصالح سبک را می‌توان به دو گروه مصالح سبک سازه‌ای و مصالح سبک غیر سازه‌ای تقسیم نمود.

سبک سازی ساختمان چیست

نیاز گسترده و روز افزون جامعه به ساختمان و مسکن و ضرورت استفاده از روش ها و مصالح جدید به منظور افزایش سرعت ساخت، سبک سازی، افزایش عمر مفید ونیز مقاوم نمودن ساختمان در برابر زلزله را بیش از پیش مطرح کرده است .حل مشکلاتی نظیر زمان طولانی اجرا، عمر مفید کم و یا هزینه زیاد اجرای ساختمان ها نیازمند ارائه راهکارهایی به منظور استفاده عملی از روش های نوین و مصالح ساختمانی جدید جهت کاهش وزن و کاهش زمان ساخت , دوام بیشتر و نهایتا کاهش هزینه اجراست.

سبک سازی یکی از مباحث نوین در علم ساختمان است که روز به روز در حال گسترش و پیشرفت میباشد.این فناوری عبارتست از کاهش وزن تمام شده ساختمان با استفاده از تکنیک های نوین ساخت مصالح جدید و بهینه سازی_روش های اجرا.

کاهش وزن ساختمان علاوه بر صرفه جویی در هزینه زمان، انرژی زیان های ناشی از حوادث طبیعی مانند زلزله را کاهش داده و صدمات ناشی از وزن زیاد ساختمان را به حداقل می رساند. برای بکارگیری تکنیک های سبک سازی نخست باید به مسئله اول علل سنگین شدن وزن ساختمان توجه کافی شود پس از شناخت این علل و عوامل باید جهت حذف یا به حداقل رساندن تاثیر آنها و وزن تمام شده ساختمان تلاش نمود.

روش های سبک سازی ساختمان بطور عمده به دو دسته تقسیم می گردند:

۱-سبک کردن اجزای باربر ساختمان

۲-سبک کردن سازه ساختمان

بخش عمده ای از مباحث مربوط به سبک سازی و تکنیک های رایج در مورد دستیابی به وزن مناسب ساختمانی را در بر می گیرد که شامل شناخت مصالح سبک رایج در صنعت ساختمان (در داخل و خاج کشور)و تکنولوژی استفاده از آنها, معیار های ارزیابی، میزان کارایی این مصالح به عنوان مصالح سبک و میزان تاثیر بکارگیری مصالح نو در کاهش وزن ساختمان، هزینه و زمان مورد نیاز اجرای یک ساختمان.

تعریف مصالح سبک : مصالح سبک به مصالحی اطلاق میشود که وزن مخصوص آنها از نمونه های مشابه کمتر بوده واستفاده از آنها به کاهش وزن کلی ساختمان بیانجامد.

مصالح سبک در یک تقسیم بندی کلی به سه دسته تقسیم می شوند:

- مصالح سبک سازه ای
- مصالح سبک غیر سازه ای
- سیستم ها

مصالح سبک سازه ای

به آن دسته از مصالح گفته می شود که در موارد سازه ای در بنا به کار برده می شوند و به سه نوع تقسیم می شوند:

۱-بتونی

۲-طبیعی

۳-صنعتی

بتن سبک

یکی از مصالح مهم و کار آمد در صنعت ساختمان مدرن است و کاربرد های متنوعی دارد .قاب های ساختمانی چند منطقه و دیوارهای جداکننده ,سقف های پوشاننده, صفحات انعطاف پذیر پل ها, عناصر پیش تنیده وپس تنیده و بقیه اجزا از جمله این مواد هستند. در بسیاری از موارد فرم های معماری تلفیق شده طرح های عملکردی می تواند به آسانی و بهتر از هر مصالح دیگر به وسیله بتن سبک حاصل شود.

انواع بتن سبک

در یک تقسیم بندی کلی به سه دسته زیر تقسیم می شوند:

۱-بتن اسفنجی

۲-بتن بدون ریز دانه

۳-بتن سبک

بکارگیری بتن سبک به عنوان یک نوع از مصالح ساختمانی نوین ضمن کاهش بار مرده ساختمان سرعت بسیار زیادی در اجرا به وجود می آورد. مزایای استفاده از بتن سبک سازه ای عبارتست از برخورداری از امتیاز سرعت در نصب ,انطباق با هر نوع نقشه ساختمانی، وزن کم, مقاومت زیاد و به صرفه می باشد.

بتن سبک را می توان از لحاظ هدف از کاربرد آن به سه دسته کلی تقسیم کرد:

۱- بتن سبک سازه ای

۲-بتن سبک مورد مصرف در واحد

۳- بتن غیر سازه ای (بتن عایق بندی و جداکننده)

کاربرد بتن سازه ای سبک در مرحله اول مبتنی بر ملاحظات اقتصادی است. انواع بتن سازه ای سبک را می توان با توجه به روش تولید آنها بصورت زیر طبقه بندی کرد:

بتن سبک دانه

سنگ دانه های سبک و متخلخل که وزن مخصوص ظاهری آنها کمتر از ۲/۶ می باشد،که این نوع بتن به عنوان بتن دانه سبک شناخته می شود.اولین تقسیم بندی را می توان بین سنگدانه های طبیعی و مصنوعی قائل گردید.گروه اصلی سنگدانه های سبک طبیعی عبارت است از دیاتومه سنگ پا، پوکه سنگ جوش های آتش فشانی و توف. به استثنای دیاتومه همه این ها دارای منشا آتش فشانی هستند.

بتن اسفنجی

با ایجاد حفره های بزرگ در داخل بتن با ملات بدست می آید.این حفره ها باید به وضوح از حباب های فوق العاده ریز ناشی از حباب ریز قابل تشخیص باشند.انواع مختلف این نوع بتن با اسامی بتن اسفنجی، بتن متخلخل و بتن کفی یا گازی شناخته می شوند. یکی از راه های ساختن بتن سبک ایجاد حباب های گاز در ملات خمیری مخلوط بتن میباشد و حباب ها باید در ضمن اختلاط تراکم و پایداری خود را حفظ کند. چنین بتنی بعنوان بتن اسفنجی یا متخلخل شناخته میشود.

بتن بدون ریز دانه

با حذف ریز دانه ها از مخلوط به طوریکه تعداد زیادی حفره های درونی در بتن ایجاد شود.در این موارد معمولا درشت دانه های معمولی مورد استفاده قرار می گیرند.این نوع بتن بدون ریز دانه شناخته می شود.

بتن گازی

این نوع بتن در نتیجه یک واکنش شیمیایی که گاز را در ملات تازه ایجاد می کند ساخته می شود. این بتن هنگامی که سخت می شود شامل تعداد زیادی حباب های گازی می باشد.

خواص بتن گازی یا بتن هوادار اتو کلاوه شده

این نوع بتن به علت وزن کم و خواص عایق بندی حرارتی باعث کاهش جرم ساختمان و صرفه جویی در مصرف انرژی می گردد، بدین لحاظ کاربرد آن در سطح جهان در گسترش می باشد. ازخواص عمده بتن گازی وزن مخصوص کم ,مقاومت مناسب عایق بندی حرارتی ومقاوم در برابر آتش قابل ذکر می باشد. بتن گازی برای کاربرد های نیمه سازه ای مانند پانل های سقف ودیوار مورد استفاده قرار می گیرد.

وضعیت تولید بتن گازی در کشور

الف) مجتمع تولیدی و صنعتی سیپورکس(شرکت فر آورده های ساختمانی ایران)

ب) مجتمع تولیدی بنای سبک(هبلکس)

خواص بتن گازی

جرم حجمی ,جمع شدگی ناشی از خشک شدن ,جذب آب

بتن کفی

بتن کفی با افزودن یک ماده کف زا معمولا بعضی شکل های پروتئین هیدرولیز شده یا صابون صمغی به مخلوط ساخته می شود.ماده کف زا در ضمن اختلاط با سرعت زیادی حباب های هوا را تولیدمی کند.هم چنین نسبت به بتن معمولی دارای مقاومت بهتری در مقابل آتش می باشد.

از مزایای دیگر استفاده از بتن اسفنجی این است که می توان آن را برید، میخ را نگه می دارد و به مقدار قابل قبولی پایا می باشد. اگر چه درصد جذب آب این نوع بتن بالا است ولی سرعت نفوذ آب در آن مادامیکه حفره ها با مکش آب پر نشود پایین می باشد به این دلیل بتن اسفنجی مقاومت نسبی خوبی در مقابل یخبندان دارد واگر دوغابی شود می توان از آن در ساختن دیوارها استفاده نمود.

بتن پلیمری سبک

بتن سبک امتیازاتی بر بتن معمولی دارد مانند وزن مخصوص کمتر، عایق بودن حرارتی، کاهش ابعادی و مقاطع بتنی، ولی دارای نقایصی مانند نفوذپذیری آب می باشد.

ضرورت بکار گیری روش های ویژه برای اتصال قطعات به یکدیگر و تحمل آن کمتر است.استفاده از بتن های پلیمری سبک در تهیه قطعات پیش ساخته نماهای

ساختمانی وتزیینی متداول گردیده است.بتن پلیمری علاوه بر امتیازات بتن معمولی سبک دارای مقاومت فشاری بالا، نفوذپذیری کم، امکان رنگ پذیری و پذیرش طرح های تزیینی و امکان تهیه در ضخامت های کم می باشد.

بتن الیافی

بتن مسلح یا بتن الیافی بتنی است که با سیمان هیدرولیکی، مصالح سنگی ریز دانه ودرشت دانه و الیاف مجزا و غیر پیوسته ساخته می شود.هدف از مسلح نمودن بتن یا الیاف، افزایش مقاومت کششی، جلوگیری از توسعه ترکها و افزایش سختی بوسیله انتقال تنش در عرض مقطع یک ترک می باشد.بدین ترتیب در مقایسه با بتن بدون الیاف امکان تغییر شکل های بزرگتری فراهم می شود.

مصالح سازه ای طبیعی

چوب

چوب از جمله مصالح سبک سازه ای است که تجربه های موفقی دراکثر کشور های جهان داشته است.

الف) مصالح چوبی

چوب به عنوان یکی از مصالح ساختمانی دارای چند خاصیت با ارزش همچون مقاومت نسبی بالا، مقدار چگالی کم ورسانایی کم است.در عین حال چوب چندین نقطه ضعف نیز دارد مثلا در مقطع عرض خواصی متفاوت ازجهات مختلف دارد،هم چنین چوب دارای قابلیت پوسیدن و اشتعال است.چوب سنگین تر معمولا مقاوم تر

است و بار بیشتری را تحمل می کند. قابلیت هدایت حرارتی چوب کم است و به این دلیل برای ساختن عایق حرارتی مناسب است.چوب از لحاظ مصرف به اشکال مختلف چوب های بریده شده، چوب های ورقه ای وچوب های گرد تقسیم بندی می شوند.

چوب های گرد ضخامت بین 34_14سانتی متر ودرازای 1/8_0/۷ متر دارند و به دو دسته گردبینه و تیر تقسیم می شوند.

1) بینه: از تقسیم یک گره بینه بدست می آید.

2) الوار: ممکن است چهار گوش یا سه گوش باشد که تقریبا راست و بدون گره است و طول ان ۳ متر است.

چوب های ورقه ای

اغلب این ورقه ها بصورت روکش برای سطح تخته های مصنوعی مثل نئو پان و تیر استفاده می شود چوب های مصرفی در روکش سازی باید از مرغوبیت بالائی برخوردار باشد. چوب های مصنوعی شامل تخته چند لایی که مزایای آن کم کردن پدیده هم کشیدگی و وا کشیدگی است.

تخته خرده چوب (نئوپان۹ تخته، فیبرها صفحات چوب سیمان)

این صفحات در برابر آتش کاملا مقاومند، در برابر قارچ های چوب کاملا متفاوتند، در برابر آب و رطوبت و پوسیدگی سرما و یخبندان کاملا مقاومند، عایق صدا وحرارت هستند، سبک می باشد و در اکثر قسمت های ساختمان قابل مصرف است

همچنین قابلیت نصب بر روی آجر و بتن را دارد و از نظر اتصالات قابلیت های چوب را دارد و قابل یخ زدن وپیچ کردن است.

1)کانتکس: از این محصول برای ساخت دیوار سقف کاذب و مانند این ها استفاده میشود.کانتکس از مصالحی است که عایق حرارت وصوت در برابر آتش سوزی است و به راحتی بر روی تیر های آهنی و چوبی و تیرچه های بتونی قابل نصب است.

2)آندولین: سقف پوشی است موج دار که متشکل از الیاف گیاهی و مواد شیمیایی و مصنوعی اشباع شده می باشد.

3) تخته های گلوکام: به صورت های گوناگون در ساختمان به کار برده می شود،از جمله در اجرای اسکلت کف سازی، قاب سازی، چهار چوب بندی سقف و بام، پی سازی پوشش دیوارها و بام، تزیین خارجی ،پوشش خارجی عایق بندی حرارتی و صوتی، نازک کاری سقف و دیوار های داخلی وپوشش کف.

ب) مصالح سبک صنعتی

یکی از روش های سبک سازی ساختمانها کاهش وزن تیغه های باربر در ساختمان است.یکی از روش های نیمه پیش ساخته روش ساخت وساز به کمک پانل های ساندویچی پیش ساخته تردی است که با نام های تجاری مختلف از قبیل پوماسپ وسیلانوبا اینروش شناخته می شود.

پانل ها به دو گروه تقسیم می شوند:

۱- سازه ای

۲-غیر سازه ای

پانل های سازه ای در موارد سازه ای وغیر سازه ای بکار برده می شودو انواع آن ها:

۱) پانل های ساندویچی یا بتن پاششی

۲) پانل با هسته لانه زنبوری

۳)پانل های اف.آر.پی

پانل های سه بعدی ساندویچی از جمله کامپوزیت های پلیمری می باشند.ساندویچ پانل مصرفی به عنوان پوشش دیواری بصورت کنگره ای و صاف ونوع سقفی آن با برجستگیهایی به صورت شادولاین می باشد.پانل های سقفی دیافراگم کف را تشکیل می دهد این پانل ها در کنار یکدیگر مستقر شده وروی پانل های دیوار نصب می گردند.پانل های دیوار علاوه بر این که جدا کننده فضا های معماری هستند نقش دیوار باربر قائم و دیوار برشی در برابر بار های جانبی را هم ایفا می کنند.بنابراین عموما در این گونه سازه ها اسکلت فلزی یا بتنی وجود ندارد و ساندویچ پانل به دلیل شکل خاص خود از ظرفیت باربری بالایی برخورداراست. پانل های غیر باربر در ساختمان علاوه بر کاهش وزن مزایایی از قبیل یکپارچه بودن تیغه ها با سازه در برابر بار های جانبی را داراست.