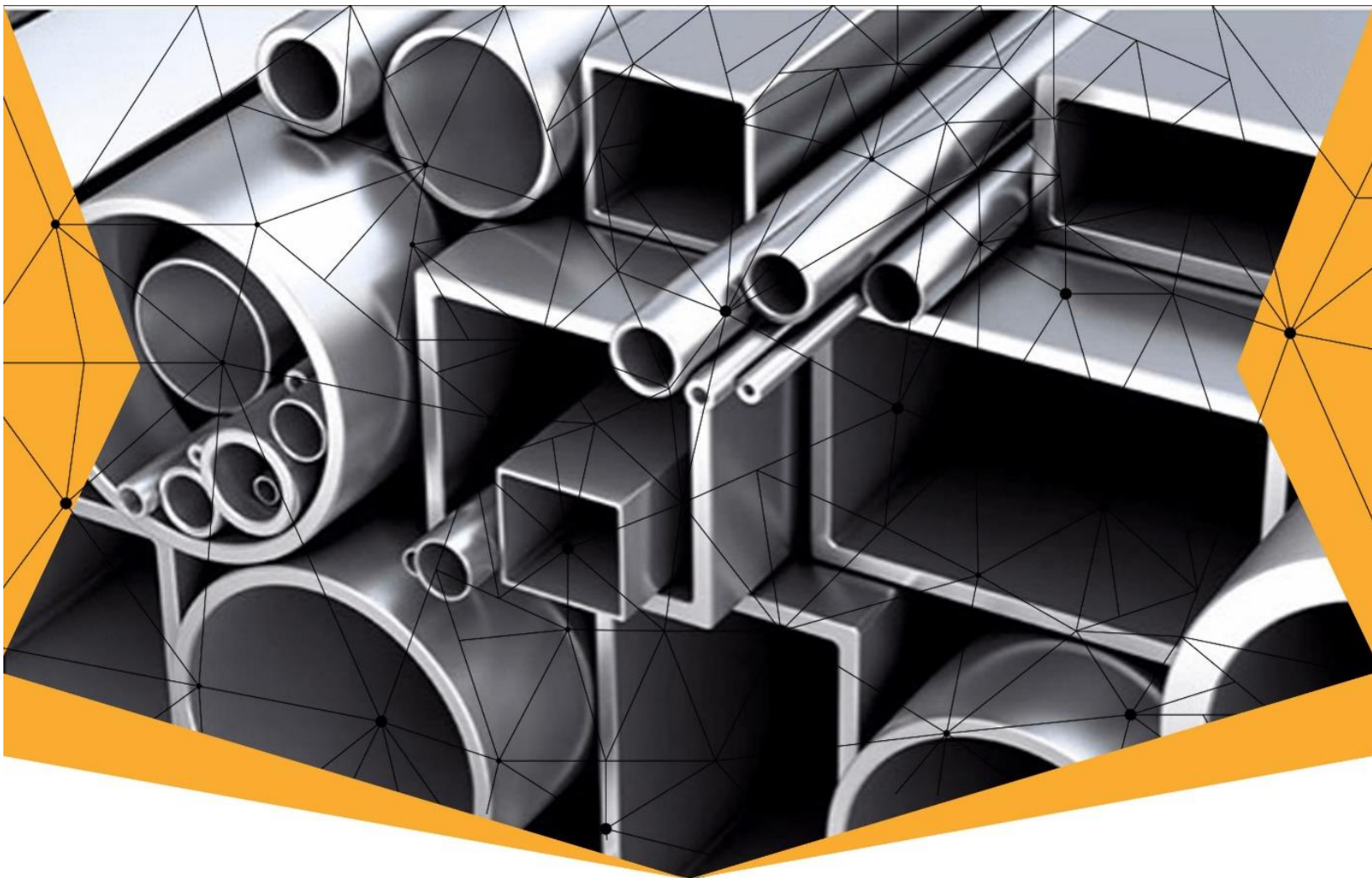


۱۰ روش مقاوم سازی ساختمان در برابر  
زلزله



**Ahan 3**  
فروشگاه اینترنتی آهن آلات

[www.ahan3.com](http://www.ahan3.com)

## مرگبارترین زلزله های تاریخ ایران

با نگاهی به تاریخچه ۶۰ ساله اخیر ایران و با توجه به بررسی های آماری که در این سال ها انجام شده است می توان به این نتیجه رسید که کشور ایران نیز بر روی کمربندهای زلزله ای قرار گرفته و در صورت عدم رعایت اصول ساختمان سازی و استفاده از مصالح استاندارد مثل میلگرد ... شاهد اتفاقات مرگباری خواهیم بود. در ادامه به سه زمین لرزه ی پرتلفات در ۶۰ سال گذشته اشاره ای می کنیم.

بزرگترین زمین لرزه ای که ایران به خود دید مربوط به سال ۱۳۸۲ در بم می باشد که در طی این واقعه ی ناگوار حدود ۴۰ هزار نفر از هم وطنانمان جان خود را از دست دادند بعد از آن زمین لرزه سال ۱۳۵۷ در طبس می باشد، که در آن واقعه ی سهمگین ۱۹ هزار و ۶۰۰ نفر جانشان را از دست دادند. زمین لرزه پرتلفات بعدی مربوط به سال ۱۳۴۱ در قزوین در شهر بویین میان دشت می باشد که جان ۱۲ هزار و ۲۵۵ نفر از هم وطنان جان از میان رفتند. دیدیم که در این اتفاقات ناگوار چندین هزار خانواده بدون سرپرست شدند، چند هزار مادر فرزندان و همسران خود را از دست دادند و برای همیشه داغی بر دلشان نشست.



پس بهتر است برای جلوگیری از وقوع این دست اتفاقات تمامی فعالان و مدیران در عرصه ساخت و ساز کمی بیشتر مساله مقاوم سازی ساختمان ها را در ایران جدی بگیرند تا دیگر شاهد این دست حادثه های تلخ نباشیم. در این مطلب که برای شما همراهان گرامی تهیه شده است ما کارآمدترین راههای مقاوم سازی ساختمان را به شما شرح می دهیم. به امید اینکه در ایران دیگر شاهد چنین وقایع تلخ نباشیم.

شاید این سوال را پرسید که اصلا چرا مقاوم سازی؟ بهتر است ما این سوال را از شما همراهان گرامی بپرسیم که آیا می دانید باید هر سازه ای متناسب با کاربردی که دارد ساخته شود و تغییر کاربری برخی ساختمان ها بدون رعایت این اصل خطرآمیز می باشد. دلیل این امر این است که در صورت تغییر کاربری ساختمان تمامی بارهای

ثقلی و جانبی که به یک ساختمان وارد می شود تغییر می کند. چنانچه این تغییر نیرو با افزایش همراه باشد کارفرمای پروژه باید قبل از هر اقدامی نسبت به مقاوم سازی آن اقدام کند.

سوال بعد این است که چند درصد از اصولی بودن اجرای پروژه، رعایت نکات و کیفیت خوب مصالح بکار برده شده اطمینان دارید؟ همواره وجود احتمال پایین بودن کیفیت و دقت در مصالح به کار برده شده همچنین ضعف در رعایت اصول و استانداردها وجود داشته است. برای مثال در برخی موارد مشاهده جوشکاری غیر اصولی میلگرد ها توسط افراد غیر حرفه ای، عدم کاربرد مقاطع متناسب با پروژه، شیوه های نامناسب بتن ریزی، اجرای غیر اصولی کاشت میلگرد و... بوده ایم. بنابراین با توجه به قرار گیری ایران بر روی کمربند زلزله و اتفاقاتی از این دست موضوع مقاوم سازی اهمیت پیدا می کند.

## راههای مقاوم سازی ساختمان در برابر زلزله

در بحث مقاوم سازی ساختمان باید بدانیم که مقاوم سازی چقدر هزینه بر می دارد؟ یا اصلا مقاوم سازی وظیفه چه کسی می باشد؟

به طور کلی در مبحث مقاوم سازی ساختمان این کار با درخواست کارفرما صورت می پذیرد. به این صورت که بعد از درخواست کارفرما کارشناس مقاوم سازی، کار خود را با بررسی سازه با استفاده از یک سری آزمایش هایی شروع می کند و بعد از بررسی های صورت گرفته بهترین طرح چه از لحاظ حداکثر تاثیر و چه از لحاظ برآورد هزینه ها به کارفرما پیشنهاد می دهد. در ایران دو راهکار مقاوم سازی با روش های متداول و با روش های نوین وجود دارد. که همانگونه که گفتیم کارشناس با توجه به آخرین تغییرات آیین نامه، با توجه به خطاهای اجرایی و محاسباتی، نوع تغییر در کاربری سازه، میزان افت کیفیت و یا خرابی مصالح و بدنه سازه یکی از این روش ها را انتخاب می کنند.

### • روش های متداول مقاوم سازی ساختمان

به روش هایی اطلاق می شود که از گذشته تاکنون مرسوم بوده است. در این روش با اضافه کردن برخی موارد به سازه ظرفیت سازه را بالا برده و آن را مقاوم می نماید. همچنین این شیوه باعث افزایش سختی و کاهش تغییر مکان جانبی سازه می شود. افزایش وزن سازه، زمان بر بودن و ایجاد محدودیت های معماری از معایب این روش به حساب می آید. این روش ها شامل موارد زیر می شود:



۱. استفاده از ورق های کامپوزیتی
۲. ترمیم ترک های بتن با تزریق رزین اپوکسی
۳. مقاوم سازی سازه های بتنی با بکاربردن دیوار برشی
۴. استفاده از ژاکت بتنی و فولادی در مقاوم سازی
۵. ساخت ستون دوبر بست دار
۶. اجرای شبکه فولادی و بتنی بر روی سقف

## • روش های نوین مقاوم سازی ساختمان

روش نوین در مقاوم سازی استفاده از فناوری FRP می باشد که از نظر کارشناسان سهم زیادی در مقاوم سازی ساختمان ها داشته است. این فناوری استفاده از مصالحی کامپوزیتی مانند میلگرد می باشد که با الیاف تقویت شده است. مقاومت بسیار زیاد و وزن کم آن به گونه ای از مزایای این روش به حساب می آید. روش نوین شامل موارد زیر است:

۱. الیاف کربن تک جهته
۲. الیاف کربن دو جهته
۳. الیاف شیشه تک جهته
۴. الیاف شیشه دو جهته

## مقاوم سازی ساختمان در برابر زلزله در ژاپن

کشور ژاپن با بیشترین آمار وقوع زمین لرزه های شدید، از کشورهای می باشد که کمترین درصد تلفات را در این بلای طبیعی مهلک دارد. ولی چگونه در چنین کشوری درصد تلفات حاصل از زمین لرزه تا این حد پایین است؟ شاید یکی از دلایل اصلی آن درک اهمیت موضوع توسط فعالان در عرصه ساخت ساز باشد. به گونه ای که روش های متنوعی برای مقاوم سازی ساختمان هایشان دارند. عامل بعدی را می توان به آمادگی و دانش خود مردم ژاپن در برابر این بلای طبیعی دانست که در اکثر موارد باعث حفظ جانسان در برابر مرگ شده است. اکنون بیایید به بررسی ۵ روشی که توسط کشور ژاپن برای مقابله با زمین لرزه معرفی شده است بپردازیم:

## ۱. سازه های مقاوم در برابر زلزله

در معماری مدرن ساختمان ها به دو دسته سازه های سخت و مستحکم و سازه های منعطف تقسیم می شوند. به این صورت که سازه های مستحکم سازه هایی بسیار سخت در برابر ریزش می باشند در صورتیکه سازه های منعطف وظیفه توزیع تنش حاصل از زمین لرزه را دارد. در سازه ها اغلب برای مهار فشار های رانشی چپ و راستی اقدام به استفاده از میلگرد در فونداسیون و تیرآهن در ساخت طبقات، سقف و دیوار می کنند. راهی دیگر برای مقاوم سازی ساختمان ایزوله کردن پایه می باشد. به این معنا که مجموعه ای از مواد و تشکیلات سازه ای را طوری بکار ببریم که ارتباط بین اجزای سازه را با فونداسیون قطع کند. برای مثال استفاده از کیسه های هوا روشی است که از این ایده گرفته شده که در ادامه به بررسی آن خواهیم پرداخت.

## ۲. سازه های میرا

در ساخت سازه های میرا مفتول هایی ضربداری برای کاهش تنش های حاصل از زمین لرزه بکار برده می شود. این سازه ای است که تا ۷۰ - ۸۰ درصد در برابر زمین لرزه مقاوم هستند. این ساختمان ها دو نوع فعال و غیر فعال داشته به این معنا که در سازه های فعال انرژی برق بکار رفته در صورتیکه در نوع غیر فعال آن از نیروهای فیزیکی مورد استفاده قرار گرفته شده است. این روش اغلب در ساخت سازه های مرتفع مرسوم می باشد.



### ۳. فریم های گهواره ای

این روش با استحکام بالایی که به ساختمان می دهد از ریزش آن در زمین لرزه جلوگیری کرده مزیت دیگر آن سرعت بالای نصب آن می باشد. فریم های گهواره ای متشکل از ۳ قسمت قاب، کابل و فیوزهای فلزی می باشد. این کابل ها با حرکت پروانه ای خود جوری عمل می کنند که در هنگام وقوع زمین لرزه ساختمان حرکتی به سمت بالا و پایین دارد که باعث ایجاد کمترین آسیب به سازه می شود.



### ۴. کیسه های هوا

در این روش فونداسیون ساختمان را بر روی کیسه های هوای بسیار بزرگی می سازند که در صورت وقوع زمین لرزه سازه حالت ارتجاعی لازم را پیدا کند و از تخریب آن جلوگیری شود. نحوه قرار گیری این کیسه ها در پی ساختمان به گونه ایست که باعث جداسازی بنا از فونداسیون نمی شود بلکه معماران با در نظر گرفتن فضای بیشتر در حدود ۳ سانتی متر ساختمان را در شرایط ایستایی قرار می دهند. برای شرح نحوه عملکرد آن باید بگوییم که در این کیسه ها سنسورهایی تعبیه شده که اولین زمان های وقوع زلزله را ثبت می کند سپس کمپرسور کیسه فعال می شود. با فعال شدن این کمپرسورها در کمتر از ۱ ثانیه کیسه های هوا پر شده و ساختمان را در حالت ایستایی قرار می دهد.



## ۵. پرده های ضد زلزله

اخیرا شرکت ژاپنی کوماتسو از ریسمان برای مقاوم کردن ساختمان استفاده می کند. به این نحو که به دور سازه طناب هایی چندلایه ی کامپوزیت فیبری کربنی تعبیه می کند و باعث مقاومت آن در برابر زمین لرزه های شدید می شود. این طناب ها با طول های بسیار زیاد و وزن سبک تولید می گردند و نقش مثبتی در مقاوم سازی ساختمان دارند. این ریسمان ها بر روی سقف ساختمان نصب شده سپس تا روی زمین کشیده و در آسفالت میخکوب می شوند. عملکرد این طناب ها به گونه ایست که در هنگام وقوع زمین لرزه هنگامی که ساختمان مثلا به سمت چپ خم می شود طناب های سمت راستی نیروی وارده را مهار کرده و ساختمان را از شکستگی محفوظ می دارد.



در پایان امیدواریم توانسته باشیم قدمی در بالا بردن دانش شما عزیزان در این راستا داشته باشیم تا دیگر شاهد هیچگونه اتفاق ناگوار برای هیچ یک از هموطنان عزیزمان نباشیم. لطفا نظرات و پیشنهادات خود را از ما در میان بگذارید.

