

## عنوان مقاله

ضرورت بکارگیری ساختارهای داخلی ایمن در مقابل خطرات ناشی از زمین لرزه

نویسنده

حمید نبوی نژاد

کارشناس ارشد مهندسی معماری  
از دانشگاه اشتوتگارت آلمان غربی  
مدیریت سیستم شرکت کناف ایران

## بسمه تعالی

### ضرورت بکارگیری ساختارهای داخلی ایمن در مقابل خطرات ناشی از زمین لرزه و حریق

زلزله های بزرگ و ویرانگر هر چند از گاهی بخشی از کره زمین را به لرزه در آورده و موجب تلفات و خسارات جانی فراوان می گردد. وقوع هر زلزله در سهایی را می آموزد که فراگیری و بکار گرفتن هر یک از آنها می تواند انسان را در رویارویی با خطرات جدی و یا احتمالی آینده آماده تر سازد. بدیهی است که در کشورهای پیشرفته جهان از جمله ژاپن و آمریکا، تحقیقات بسیار زیادی در این زمینه صورت پذیرفته، بطوریکه در نیم قرن اخیر پیشرفت تکنولوژیک ساختمان حداقل باعث جلوگیری از بسیاری از خسارات جانی ناشی از زمین لرزه در این گونه کشورها گردیده است. در حالیکه در کشور زلزله خیز ایران تنها به مقاوم سازی سازه بنا در مقابل زمین لرزه بسیار توجه می شود، لیکن پرکننده های داخلی، دیواره های جداکننده داخلی و ساختارهای سقفی فعلی همواره خطر جدی بشمار می آیند.

یکی از شاخص های توسعه در هر کشوری کم شدن میزان تلفات جانی و مالی در برابر بلایای طبیعی از جمله زلزله است.

زلزله مرگبارترین حادثه سال ۲۰۰۱ گزارش شده است. در این سال ۱۷۰ میلیون نفر بر اثر سوانح و حوادث آسیب دیدند که ۱۹ میلیون نفر آنها بر اثر زلزله دچار آسیب شدند. همچنین تنها طی یک قرن اخیر حدود ۱۰۰۰ بار زلزله به صورت مخرب در جهان روی داده و بیش از یک میلیون نفر را به کام مرگ کشانده است. نگران کننده آن است که ۱۷/۶ درصد زمین لرزه هائی که طی این مدت در دنیا رخ داده به ایران مربوط میشود و ۸۰ درصد تلفات ناشی از زلزله نیز مربوط به ۶ کشور از جمله ایران است.

متأسفانه زلزله های بسیاری از جمله در کشورها و همچنین زلزله های اخیر در کشور ما باعث کشته شدن عده کثیری از ساکنان و هموطنان ما، بی خانمانی شماری دیگر و وارد آمدن خسارات قابل توجهی گردیدند. آمارها همچنین نشان میدهند که تنها در سالهای ۱۳۵۱ تا ۱۳۶۹ در چهار زلزله مهم افزون بر ۶۴ هزار نفر از هموطنانمان کشته شدند و نیز حداقل به همین میزان از ۱۳۶۹ تا اواخر ۱۳۸۲ که شهر بم لرزید و فرو ریخت و هزاران انسان زیر آوار ماندند و مردند.

از سال ۱۲۸۸ با قدرت ۷/۴ ریشتر در درود لرستان تا اردیبهشت ۱۳۷۶ که زلزله ۷/۱ ریشتری قائن و بیرجند را لرزاند، بیش از ۹۰ زلزله مهم در ایران روی داده که از این تعداد، حداقل پانزده زلزله با قدرت بالای ۷ ریشتر ایران را تکان داده است، یعنی بطور متوسط وقوع زلزله ای با قدرت بالای ۷ ریشتر در هر دهه. افزون بر این، در همین مدت ۳۴ زلزله به بزرگای ۶/۵ ریشتر نیز کشور را به لرزه درآورده است.

دقیقا دوازده سال قبل نیز همزمان با پایان یافتن آخرین روز فصل بهار غرش سهمگین طبیعت ، شهرهای رودبار و منجیل و روستاهای اطراف را به شدت لرزاند و ظرف چند دقیقه هزاران خانه و ساختمان ویران شد ۹۰ درصد ساختمانها آسیب دیدند و بیش از هزاران نفر زن و مرد و کودک در میان آواری از آهن و خشت و گل بی صدا و دسته جمعی جان باختند.

اخیرا نیز باز خشم طبیعت قسمتی از غرب کشور ما را ( در چنگوره و آبدره ) لرزاند و همزمان با این لرزش چند لحظه ای خانه های هزاران روستائی ویران گشت، صدها نفر کشته و مجروح شده و هزاران نفر داغ دیده و بی خانمان و میلیون ها تومان خسارت بر بیکره اقتصاد مملکت وارد گردید .

و همینک در ماتم کشتگان و آوارگان شهر بم نشسته ایم ، و ما !!!... باز هم منتظر زلزله های بعدی میمانیم . این هشداري تازه بود که بهره گیری از تجارب آن می تواند موجب آمادگی بیشتر و کاهش خسارات آتی بویژه به کلان شهر تهران در برابر حوادث آتی باشد .

این رویدادها را بایدزنگ خطري جدي براي مسئولان ذيربط تلقي کرد ، چرا که در بررسی رفتار سازه ها تحت تاثیر زلزله اعلام گردید که ۹۰ درصد از خاک ایران بر روی کمر بند زلزله واقع شده است .

از طرفي با وجود پیشرفت چشمگیر در علم مهندسي ساختمان ، با عدم امکان تخمین دقیق مکان و قدرت زلزله و آگاهی از وضعیت ساخت و ساز مناطق مسکوني ، باید در کشور شاهد این حوادث ویرانگر و تلخ باشیم .

آیا نامرغوبی مصالح ساختمان و بی دقتی کارگران در ساخت و سازها می تواند توجیه کننده این وقایع دلخراش باشد ، آیا علت این فجایع بزرگ نمی تواند بیانگر چیزی جز ناهماهنگی بین سازمانها ذیربط در کار ساخت و ساز یا کمبود مدیریت های مقتدر توانا در راس این امور باشد ؟ یا اینکه عدم آگاهی از روش ها و تجارب ساده و عملی موجود و عدم استفاده از تکنولوژی های جدیدتر باعث این فجایع می گردد .

با وجود اینکه هر ساله بودجه زیادی به کارهای عمرانی اختصاص داده می شود ، چرا تنها کمتر از یک هزارم کل این مبلغ به ارتقا ساخت و ساز ، کیفیت و مسائل تحقیقاتی مرتبط با آن اختصاص می یابد ؟ در صورتی که با اختصاص درصد کمی از کل بودجه عمرانی به ارتقا کیفیت ، می توان از صدمات جانبی و تلفات فراوان کاسته و از هزینه هنگفت بازسازی مناطق ویران شده که بر دوش اقتصاد کشور سنگینی خواهد کرد کاست . می توان با رعایت اصول فنی و استفاده از امکانات و ابزار های ساده و جدید عمر مفید ساختمانها ی خود را از ۲۰ به ۱۰۰ سال افزایش داده و از این رهگذر سرمایه ای حدود پنج برابر کل هزینه ساخت را صرفه جویی کرد .

برای احداث يك بنا توجه به سه عامل طرح ، کیفیت مصالح و اجرا حیاتی می باشد و این سه ، بعنوان عوامل شکل دهنده ساختمان ضامن دوام، امنیت و زیبایی آن نیز می باشد. حال چه پیش آمده که مصالح ، کیفیت لازم را نداشته و در مواردی، محصول کار از سطح کشورهای در حال توسعه ، نیز نازل تر است . براستی چاره کار چیست ؟ چگونه می توان دوباره به شکوه و درخشش گذشته حتی در دو محور کیفیت و اجرا رسید ؟

واقعیت این است که در کشور ما از بعد علمی هیچ کمبودی وجود نداشته و در مواردی با پیشرفته ترین کشورهای دنیا نیز در این زمینه رقابت می کنیم ، اما متأسفانه مصالح مصرفی از کیفیت استاندارد برخوردار نبوده و فضای ساخت و ساز نیز ناسالم است . مضاف بر آنکه بر کار ساخت و ساز فضای سوداگری حاکم بوده و هر سه عامل طراحی ، انتخاب مصالح و اجرا را تحت سیطره خود گرفته است .

در فضای سوداگری ، سود : تعیین کننده کیفیت و نحوه اجرا در کار محسوب می شود و بطور مسلم هر چه کیفیت اجرا بالاتر باشد هزینه بالاتر است . رسیدن به این هدف با سوداگری مغایرت دارد . فضای سوداگری ایجاب می کند

که ساختمان با ارزانه‌ترین قیمت و در نتیجه با مصالح غیر استاندارد و ارزان و در کمترین زمان ممکن ساخته شود و جالب اینکه این موارد در میان بساز و بفروش‌ها به رقابت گذاشته می‌شود. در مرحله اجرا که حساسترین بخشی کار می‌باشد، بی‌دقتی و ناآگاهی به کار، و رعایت نکردن اصول مهندسی به فراوانی دیده می‌شود. از طرفی روش‌های ساخت و ساز و سنگینی مصالح مصرفی موجود باعث سنگین‌تر شدن ساختمانها جدید شده و در مواقع بروز حوادث طبیعی خطر تخریب و تلفات نیز بیشتر می‌شود.

مطالعات دقیق کارشناسان ایرانی و ژاپنی نیز تعداد گسل‌های فعال تهران و شدت تقریبی فعالیت آنان را بررسی نموده و اطلاعات جدید نشان دهنده وجود گسل‌های موازی و متعدد فعال در شمال و جنوب شهر تهران می‌باشد. از گسل مشافشم تا گسل شمال تهران و نیاوران، گسل باغ فیض و عباس‌آباد و همچنین گسل شمالی و جنوبی شهرری، تمام اینها حاکی از این است که تهران لرزه‌خیز می‌باشد و تمام گسل‌ها نیز فعال می‌باشند، مطالعات بعدی که در مورد زلزله‌های کوچک که با همت مرکز تحقیقات زلزله تهران و از طریق موسسه ژئوفیزیک ثبت شده، نشان می‌دهد که در بعضی از نقاط و در اطراف بعضی از این گسلها تراکم جمعیت بسیار زیاد می‌باشد. سناریوی زلزله تهران برای گسل‌های مشافشم، اگر فعال شود حدود ۷ الی ۷/۵ MS (حدود ریشتر)، برای گسل شمالی تهران حدود ۷ الی ۷/۲ MS، و گسل‌های شمالی و جنوبی تهران که نزدیک بهم هستند حدود ۶/۲ الی ۶/۸ MS می‌باشد و نیز یک زلزله شناور با بزرگای حدود یک مگنتود پائین‌تر نیز انتظار می‌رود ولی معلوم نیست که در کجای تهران اتفاق می‌افتد.

اگر چنین فعالیتی در تهران به وجود آید می‌توان گفت که فاجعه‌ای بزرگ اتفاق می‌افتد. ارقام بزرگ است و خصوصاً به بعضی از نقاط تهران آسیب‌های جدی می‌رسد، به خصوص جنوب تهران که گاه تراکم نسبی جمعیت ۶۰۰ نفر بر هکتار را بالغ می‌گردد و این بیانگر آنست که بخش عمده‌ای از نیروهای مولد کشور زیر سر پناه‌هایی کار می‌کنند که بشدت ناامن می‌باشند. در خصوص زلزله اخیر ترکیه در از میر نیز می‌باید گفت که ترکیه دارای آئین نامه زلزله می‌باشد! ولی متأسفانه همانند تهران و در برخی از ساخت و سازها با عدم رعایت ضوابط و مقررات صحیح ساخت و ساز به فاجعه بزرگی تبدیل گردید. بم با ابعادی دیگر ولی فاجعه انسانی همانند...؟

#### چاره چیست ؟

با آگاهی از اینکه تقریباً همه مناطق مسکونی کشورمان در نواحی زلزله‌خیز بنا شده است برای بالا بردن مقاومت و امنیت ساختمان در مواقع بروز حادثه چه راه‌حلهائی وجود دارد ؟  
معروف است که شرکت‌های ساختمانی ژاپن برای توجه ویژه به کیفیت می‌گویند، اگر بخواهیم استاندارد لازم را در ساخت و ساز رعایت نکنیم، در واقع متحمل چند زیان می‌شویم :  
نخست اینکه باید هزینه تعمیرات را بپذیریم، دوم اینکه باید زمان زیادی را صرف تعمیرات کنیم و سوم اینکه اعتبارمان را از دست داده ایم. پس همان بهتر که کار را با کیفیت مطلوب ارائه داده، خاطر خود را از هر جهت آسوده سازیم.

توجه به کیفیت سه عنصر طرح، مصالح و اجرا می‌تواند مشکلات امروزی ساختمان‌های غیر استاندارد و ناامنی‌شان را در مقابل زلزله و بلاهای طبیعی حل کند. برای توجه به این سه عنصر مهم، چند عامل جدی لازم است، نخست خواست و اراده ملی برای ایجاد شرایط مناسب و مطلوب در امر ساخت و ساز است و دوم توجه مسئولین و

دست اندرکاران و مهندسين به صنعت ساخت و ساز ، و باز بيني و توجه به روش هاي مطلوب و مصالح جديدتر و موثر در اين زمينه که در دنياي امروزي و بيش از نيم قرن به آن توجه گرديده و سوم ، تربيت تکنيسين هاي اجرائي و نظارت دقيق تر بر روش هاي اجرائي ، مثلا اگر خريدار بجاي اينکه به ظاهر توجه کند ملاک را ، امنيت و سلامت فني ساختمان بداند و با مهندسين مشورت داشته باشد ، از اين طريق فرهنگ توجه به كيفيت ساختمان جالفتاده ، و فضاي سوداگري ناجارا به سمت رعايت اصول فني حرکت خواهد کرد .

مردم صرفا به ظاهر توجه دارند بساز و بفروشها ، ظاهر را مي آرايند و عيبها را با آن مي پوشانند . چنانچه بسياري از ساختمانها زيبا و مهندسي ساز که در شهر هاي ما وجود دارند ، اصول مهندسي را رعايت نکرده اند ، و اگر خدای ناکرده زلزله ای بوقوع بپيوندد بالای ۷۰٪ ساختمانهاي جديد تخريب مي گردند . در اين زمينه كيفيت و نوع مصالح ساختماني از عناصر اين مهم مي باشند . در کشورهاي توسعه یافته مانند آمريکا و ژاپن پس از زمين لرزه و آتش سوزيها شديد مانند زلزله ۱۹۰۲ و ۱۹۰۶ در سانفرانسیسکو و شيكاگو و يا زلزله شديد سال ۱۹۲۳ در توكيو و وقوع آتش سوزيهاي گسترده پس از آن ، بازنگري هائي را در صنعت ساختمان باعث گرديد که از جمله مهمترين موارد آن استفاده از مصالح سبك ، انعطاف پذير و مقاوم در برابر حريق در جهت تقليل جرم ساختمانها و جلوگیری از خطرات ناشي از فرو ريختن تيغه ها و سقف هاي پوششي داخل بناها در مواقع بروز حادثه مي باشد . چنانچه بر کليه مهندسين سازه نیز آشکار است تقليل جرم ساختمانها ، تاثير مهمي بر کاهش شديد ارتعاشات طبقاتی و حرکت هاو نیروهای غير قابل پيش بيني زمين لرزه بر ساختمانها دارد . بر اين اساس جدا از انتخاب و روش هاي صحيح اجرائي سازه ( اعم از فلزي يا بتوني ) ، حاشيه ايمنی سازه وسعت یافته خطر کشتار ساکنين اينگونه ساختمانها در اثر تخريب ساختارها غير سازه ای داخلي تقليل یافته ، و همچنين هزينه هاي بازسازي و مرمت ساختمانها بشدت کاهش می يابد .

بعد از اجرا سازه ، اجزا غير سازه اي در ساختمان ، اجزا معماری و تاسيساتي نیز که در سازه ها استفاده مي کنيم متاسفانه حساب و کتابي ندارد . با اشاره به اينکه ترکيه داراي آئين نامه جامعي در خصوص زلزله مي باشد ، همانند تهران اکثر ساختمانهاي بساز بفروش در آنجا نیز مشکل ساز بوده است و اجزا غير سازه اي بزرگترين درصد ضايعات را ببار آورده است زیرا از ابتدا اجزا غير سازه اي پيش بيني نمي شوند و هر گونه مصالحي که به دستمان مي آيد بکار مي بريم که نتيجه اش خرابي مي باشد . بعضا در ساختمانهاي گلجوك ترکيه مشاهده شد که خرابي سازه ها سنگين نبوده ولي خرابي اجزا غير سازه اي - ديوارها و پارتیشن بندي ها و ... در حدي است که کل ساختمان بايد جمع آوري گردد چراکه در حين زلزله اجزا غير سازه اي مي توانند رل بسيار مخربي ايفا نمايند . اين در حالی است که طی ساليان گذشته و با توجه به زلزله خيز بودن جزيره " ژاپن " و وقوع زلزله های متعدد مرگبار در اين کشور و مناطق اطرافش ساختمان های احداث شده در شهرهای مختلف اين کشور به گونه ای ساخته شده که به هنگام وقوع زلزله های مهيب نیز انسان ها با کمترین خطر سالم بمانند .

در نشریه گلوبال تايمز طی گزارشي اعلام شده بود که از سال ۱۹۹۱ ميلادي بيش از ۹۵۰ زمين لرزه در ايران رخ داده است که حداقل ۷۰ هزار کشته ، مجروح و بي خانمان بر جاي گذاشته همچنين در قسمت ديگري از اين گزارش نیز آمده است که پايتخت پهناور کشور ايران در زمينه مقابله با زمين لرزه مشکلات عديده اي دارد که استفاده از مصالح ساختماني غير استاندارد با كيفيت پايين و فقدان فن آوري مناسب در زمينه معماری و وجود ساختمانهاي قديمي و بلند مرتبه در کنار هم ، بطور قطع معضلات زيادي براي اين شهر به ارمغان خواهد آورد .

در ایران معمولاً قیمت اسکلت یا سازه اصلی در پروژه های مختلف بین ۱۵ تا ۳۰ درصد قیمت کل ساختمان است. این نسبت در بیمارستان سازی حدود ۱۵ درصد و در ساختمان عادی و مسکونی به حدود ۳۰ درصد می رسد در نتیجه پولی که ما برای اجزا غیر سازه ای می پردازیم ۷۰ الی ۸۵ درصد، می باشد. بنابراین در صورت خرابی یک ساختمان علاوه بر اسکلت، هزینه سنگینی به اجزا غیر سازه ای تعلق می گیرد و لذا به لحاظ مسائل اقتصادی شاید صلاح باشد که در صورت خراب شدن اجزا غیر سازه ای ساختمان، سازه آن نیز خراب و به روز ساخته شود. در کشورهای پیشرفته زلزله خیز با این اجزا بسیار جدی برخورد می شود، به خصوص از نظر درصد هزینه ای که در بر می گیرند. یکی از مشکلات امروز ما این است که به سمت صحیح برخورد کردن با این اجزا در داخل سازه حرکت کنیم که البته خود سازه و اجرا صحیح آن در اولویت یک است، ولی در خصوص اجزا غیر سازه ای باید دو مسئله مهم را رعایت نمود:

۱- اول اینکه در یک زلزله شدید ایستایی لازم را دارا باشند و تخریب نگردند که از این جهت سبک سازی از اصول اولیه کار است. بسیاری از پارتهای ما در ساختمان های مسکونی استفاده می کنیم، حداقل بین ۲۰۰ الی ۳۰۰ کیلوگرم بر متر مربع وزن دارند در صورتی که می توانیم همان بهره را از اجزای جدا کننده هائی با حدود ۵۰ کیلوگرم بر متر مربع بگیریم چراکه ۲۰۰ الی ۲۵۰ کیلوگرم اختلاف در وزن واحد متر مربع جداکننده ها رقم بسیار بزرگی است، بنابراین سبک سازی این اجزا باعث جذب نیروی کمتر و در نتیجه ایمن سازی بیشتر در مقابل زلزله با هزینه کمتر می گردد.

۲- مسئله مهمتر این است که این اجزا غیر سازه ای مزاحم سازه نباشند به طور مثال در ساختمان های چند طبقه که به صورت پیلوتی ساخته شده و دیوار ندارند در طبقات بالا اجزا پر کننده که مهندس محاسب هیچ گاه آن ها را حساب نمی کند مانند باد بندهای سنگین در داخل قسمت های فوقانی سازه عمل نموده و بخش فوقانی سازه را سخت می نماید که در نتیجه در هنگام زلزله طبقه نرم پایین جا به جا می شود.

در زلزله ترکیه در موارد بسیاری بخش فوقانی سازه کاملاً دست نخورده مانده و تخریب در پایه های ساختمان و طبقات نرم اتفاق افتاده بود. از این رو نمی توان گفت اگر دیوار را قوی تر کردیم سازه امن تر خواهد ماند. دیوار داخلی، دیوار خارجی و نما های ما خصوصاً در سیستم های سنتی، متأسفانه بسیار سنگین هستند و باید به خصوص در مورد اجزا غیر سازه ای به سمت ساخت صنعتی و روش های سبک سازی، چه برای جداکننده ها و چه برای نما ها رفت. پس از آن مسائل تاسیساتی که معمولاً اهمیت آن در حوزه مسکونی کمتر از اماکن عمومی مانند بیمارستان ها می باشد، مطرح است. چرا که یک بیمارستان پس از زلزله نیز حتماً می بایستی کار کند و سرویس بدهد. با توجه به وضعیت فعلی بیمارستان ها لوله کشی ها، دستگاهها و تجهیزات در اثر زلزله مسلماً از کار خواهد افتاد.

در نتیجه سبک کردن اجزا غیر سازه ای گذشته از کمکی که به خود می کند، کمک موثری نیز به سازه می دهد. هنگامی که وزن اجزا غیر سازه ای سبک باشد، ابعاد سازه کوچک تر می شود و ایستایی آنها به سهولت تأمین می گردد و نیز به دلیل کاهش جرم کلی نیروی زلزله ای که خود سازه جذب می کند، نیروی بسیار جزئی تری است. امروزه در دنیا پدیده یا فلسفه طراحی براساس عملکرد (Performance Base Design) مطرح است و در آئین نامه های ما هم کم کم وارد می شود. یعنی مجموعه معماری و تاسیسات و سازه ساختمان را باید با هم دید و همه را باید طراحی کرد. صرفه جویی در هزینه اجزای غیر سازه ای از بعد زلزله مسئله ای است که در ایران می

تواند حتی از خیلی کشورهای غربی بیشتر مطرح باشد. آوردن تکنولوژی جدید چه در رابطه با معماری و چه نما خوشبختانه آغاز شده است و می تواند کمک موثری در ساخت بهتر و در نتیجه آسیب کمتر در زلزله نماید.

در حال حاضر یکسری از واقعیت ها مثبت و یکسری منفی می باشند، در ایران نیروی انسانی فنی از رشد قابل توجهی برخوردار شده است. بدین معنی که تعداد مهندسين و نیروی فنی در هرم تخصصی، عدد نسبتاً بالایی دارد و تقاضای کار هم زیاد است. در سطح کارگر و تکنیسین نیز تقاضای قابل توجهی بر کار وجود دارد.

بخش اعظم از کارهای عمرانی در کشور بیش از (۷۰ الی ۸۰ درصد) مربوط به ساخت و سازهایی است که در اختیار بخش خصوصی است و بخش دولتی نقش چندان موثری در آن ندارد. اگر چه از لحاظ قوانین و مقررات نیز بهبود نسبی ایجاد شده است و دستور العمل های فنی، آئین نامه ها و مقررات نسبت به گذشته وضعیت مطلوب تری دارد. انجمن های حرفه ای و سندیکاهای تخصصی و نظام های مهندسی توسعه پیدا کرده اند و تبدیل به مجموعه هایی برای تبادل اطلاعات بین نیروهای متخصص در بخش ساختمان شده اند، تولید مصالح ساختمانی نیز افزایش قابل توجهی داشته است، در کنار همه این واقعیت ها متخصصین رضایت خاطر از نحوه اجرا در بخش خصوصی که حجم انبوهی از کار را شامل می شود ندارند به عبارت دیگر علی رغم محدودیت های اعمال شده در آئین نامه ها و مصرف بالای مصالح هنوز از نظر اجرا در بخش اعظم ساخت و ساز در شهرها و روستا های کشور در سطح پایینی هستیم، به عبارتی در اعمال قوانین و مقررات کار زیادی از پیش نرفته که بار آن نیز بردوش مردم است.

در حال حاضر هزینه کنترل و نظارت سهم کمی از هزینه های ساخت و ساز را تشکیل می دهد، مصالح نیز که بوفور مصرف می گردد و ساختمان ها را بیش از آنچه هست سنگین می سازیم و باز هم همه دل نگرانی و دغدغه خاطر داریم که اگر زلزله بیاید همین ساختمانها ئی هم که با کنترل ساخته شده چندان امیدی به سر پا و سالم ماندن آنها نیست!

جا دارد که مسئولین نظام، سازمانها و موسسات ذیربط با همیاری شهرداری ها یک فکر جدی برای تهیه یک طرح ارتقا کیفیت ساخت و ساز و انتخاب بهینه و اصولی مصالح بخصوص در مناطق پر خطر کشور بنمایند و بحث صلاحیت نیروی اجرائی کار نیز در اولویت قرار دهند.

متأسفانه در بخش عمومی و خصوصی که اکثر ساخت و سازها صورت می پذیرد، می توان گفت که کمترین افراد آموزش دیده مشغول هستند و برای این همه نیروی انسانی متقاضی کار هم که داریم نتوانسته ایم برنامه ای منظم ایجاد نمائیم و مسئله آموزش حرفه ای را حداقل در صنعت ساختمان سرو سامان دهیم و امید داشته باشیم که لااقل در چند سال آتی بهره مناسبی از مصالحی که مصرفی می کنیم داشته باشیم. بخش عمده نگرانی در بالا بردن ایمنی و کاهش آسیب پذیری در ساخت و ساز، مربوط به مسائل اجرا و استفاده از روش های صحیح تر، و هر چند پیشرفته تر در سبک سازی ساختمانها ست، که باید تبدیل به یک برنامه جدی در نظام مهندسی و اجرای ساختمان، همچنین تدوین آئین نامه ها و مقررات کامل تر از سوی وزارت مسکن و شهر سازی با همیاری راهبردی کامل از سوی شهرداری های مناطق مختلف بشود تا تکنولوژی های مورد نیاز زلزله در مناطق ویژه یا پر خطر بصورت کار ساز و موثر بکار گرفته شده و از هدر رفتن بیشتر سرمایه های ملی، انرژی انسانی و مادی و فجایع فلج کننده اقتصاد مملکت و جان مردم بدون ریسک خطر جلوگیری بعمل آید، چرا که زلزله همیشه هست و این وظیفه ماست، بدانیم با این تکنولوژی های جدید چه می توان کرد؟ نیاز به فرهنگسازی و آموزش صحیح، حتی در سطح کارشناسی کشور می باشد.

فراهم آوردن شرایطی در ساختمان که در حین زمین لرزه استهلاک انرژی را از طریق جذب نیرو امکان پذیر نموده تا نیروهای کمتری به سازه وارد گردد ، و عدم تخریب غیر سازه ای ها را تحت تاثیر عواملی از قبیل کاهش جرم کلی ابنیه ، و در نتیجه کاهش نیروهای وارده غیر قابل پیش بینی در گره های سازه ای ساختمان با استفاده از ساختارهای داخلی سبک و پایدار که سبب افزایش مقاومت در زلزله و جلوگیری از کشتارهای جمعی در ساختمان ها می گردد الزامی است .

از اوائل قرن بیستم و پس از زلزله و آتش سوزی های بزرگ پس از آن در آمریکا و ژاپن ساختارهایی ابداع و سپس تکمیل گردید که به دلیل سبکی وزن و عملکرد مستقل از استراکچر اصلی، به عنوان جداکننده ها و ساختارهای سبک غیر قابل ریزش و تخریب ساختمانی در کشور های توسعه یافته مورد استفاده قرار گرفت . اینگونه ساختارها در خصوص ایمن سازی ساختمان ها در مقابل خطرات جانی و مالی ناشی از زمین لرزه و با در نظر گرفتن روش های صحیح و اجرایی مناسب سازه ، در زمینه سبک سازی ( وزن  $25 \text{ kg/m}^2$  )، کاهش تشدید ارتعاشات و لغزش طبقاتی ، عدم جلوگیری از جذب انرژی وارد از زمین لرزه توسط سازه اصلی ساختمان، و همچنین سایر مزایا، از جمله حفاظت حریق تا ۳ ساعت حتی در پوشش سازه های اصلی ساختمان و همچنین توانایی در بر گیری کلیه نیازات فنی ،و ایجاد هر گونه کد ایمنی ، صوتی، حرارتی و یا تاسیساتی را دارا می باشند .

زمین لرزه سال ۱۹۹۴ در شهر لوس آنجلس آمریکا باعث ویرانی های زیادی شد قدرت این زمین لرزه برابر  $6/6$  در مقیاس ریشتر اندازه گیری شد . زمین لرزه شدید دیگری بالای  $7 \text{ Ms}$  نیز قبل از لرزیدن بم واقع گردید که چند نفر کشته بیش نداشت . در این شهر با توجه به سابقه زلزله خیزی ، خانه ها و جاده ها را طوری می سازند که در زمین لرزه مقاوم باشند با این وجود باز هم خرابی ها به بار می آید ، ولیکن کشتار چندانی در پی ندارد .

مقیاس ریشتر بیانگر مقدار انرژیست که به صورت امواج لرزه ای در درون زمین حرکت می کند اما انرژی زمین لرزه در مسیر های دیگری نیز مصرف می شوند که اندازه گیری آن چندان ساده نیست . در مقیاس عددی اعداد هر اندازه که به آنها افزوده می شود بزرگ می شوند ( مثلا ۲، ۴، ۶، ۸ و ... ) اما در مقیاس لگاریتمی اعداد هر بار به صورت مضربی از همان عدد افزایش می یابند مثلا ( ۱۰، ۱۰۰، ۱۰۰۰ و ... ) در مقیاس ریشتر مانند مقیاس لگاریتمی هر شماره که به عدد زمین لرزه افزوده می شود قدرت زمین لرزه ۳۲ برابر می شود بنابراین زمین لرزه ای که مقیاس آن ۶ اندازه گیری شده ۳۲ برابر قویتر از زمین لرزه ای با مقیاس ۵ ریشتر است .

در سافرنسیسکو با طراحی سازه های ویژه ساختمانهای بلندی ایجاد می گردیده که بتواند گاه تا چندین متر نوسان کند و حتی در زمین لرزه های شدید نیز مقاومت داشته باشد . در این موارد سیستم های پر کننده داخلی از اهمیت ویژه ای برخوردار هستند ؟ این عناصر باید تحمل نوسانات شدید را بدون ریزش و یا تاثیرات تخریبی بر روی سازه های اصلی ساختمان دارا باشد . البته مسائل اقتصادی نیز باعث گردیده تا از بکار گیری ساده ترین و ارزانترین روشها حداکثر کارایی و ایمنی ایجاد گردد از جمله ساختارهای داخلی سبک و ساده درای وال .

## زندگی با زمین لرزه:

خطر فاجعه آفرینی زمین لرزه هر سال با افزایش جمعیت زمین افزایش می یابد با ادامه روند کنونی در ۵۰ سال آینده جمعیت زمین ۲ برابر خواهد شد و افراد بیشتری در شهرهای بزرگ سکونت خواهند کرد.



در سال ۲۰۰۰ جمعیت شهر مکزیکوسیتی به مرز ۲۵ میلیون نفر رسید. این شهر بارها زمین لرزه های شدید را تجربه کرده است و انتظار می رود که این زمین لرزه ها در آینده نیز تکرار شود. در سایر شهرهای واقع در کمربند زمین لرزه همین افزایش جمعیت وجود داشته و در مناطق حومه شهرها و روستاها نیز مردم بیشتری ساکن خواهند شد. در حالی که خانه هایشان برای مقاومت در برابر زمین لرزه ساخته نشده است، ناگوارتر از همه آن است که بیشترین میزان افزایش جمعیت مربوط به کشورهای فقیری خواهند بود که برایشان حمایت از مردم در مقابل بلایای طبیعی دشوارتر است. اکنون به طور مداوم بر روی مواد و طراحی های جدید آزمایش می شود تا راههایی برای احداث ساختمانهای محکم تر یا ایمن تر پیدا شود، این راهها باید برای مردم کشورهای فقیر و غنی مناسب و قابل استفاده باشند، با آموزش بهتر نیز مردم خطرات زندگی در نواحی زلزله خیز را بیشتر درک می کنند و برای رویارویی با چنین حوادثی آماده می شوند.

بالا تر از همه باید در مورد زمان وقوع زمین لرزه نیز پیش بینی دقیق تری انجام گیرد تا مردم آمادگی لازم را بمنظور مقابله با آن کسب نمایند. طراحی بهتر و انتخاب مناسب مصالح سازه ای و غیر سازه ای (پرکننده های داخلی)، در مقاومت ساختمانها در مقابل زمین لرزه بسیار موثر می باشد، اینگونه ساختارها باید برای ساختمانهای بلندمرتبه در کشورهای غنی، و هم راه حل هایی ساده و کم هزینه برای میلیون ها نفر از مردم ساکن در کشورهای فقیر تر و خانه های ارزان تر ارائه کنند.

آخرین تجارب از این دست زلزله های واقع در دهه اخیر می باشد. که موجب تلفات صدها هزار نفر و خسارات جانبی و مالی فراوان گردید.

بر اساس داده های اخیر وزیر مسکن از حدود ۱۲ میلیون واحد مسکونی در مناطق شهری و روستای کشور تعداد ۷ میلیون و ۲۰۰ هزار واحد مسکونی در مقابل زلزله ناپایدار است که نیاز مبرم به مقاوم سازی دارد.

به امید تامل و اندیشه بیشتر در فرارویی با این مهم ؟

حمید نبوی نژاد

کارشناس ارشد مهندسی معماری

از دانشگاه اشتوتگارت المان غربی