

## ارائه یک طرح استاندارد در جهت ایجاد مکان‌های امن جهت کاهش خسارات ناشی از زلزله

رضا دری برنجگانی \*

امیر محمودزاده \*\*

منوچهر امامقلی بابادی \*\*\*

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۱/۱۸  
تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۴/۱۸

ایمن‌سازی و بهسازی سازه‌ها برای پیشگیری از خسارت‌های جانی و مالی در اثر وقوع زمین‌لرزه است. اهمیت سازه‌ها با توجه به خسارت‌های جانی و مالی ناشی از آسیب دیدگی در اثر زلزله یکسان نیست، اگر چه مسئولیت بهسازی و ایمن‌سازی آنها از نظر تامین اعتبارات مالی با توجه به نوع مالکیت آن، متفاوت است، تدوین ضوابط، مقررات و آیین‌نامه‌های لازم، نظارت بر حسن انجام مراحل مختلف ایمن‌سازی و برقراری تسهیلات مناسب و متناسب با توان مالی و اجرایی کشور، تعیین اولویت‌ها و تهیه برنامه کلان بهسازی و ایمن‌سازی از مسئولیت‌های حکومتی است. ساختمان‌های قدیمی موجود در بافت‌های فرسوده عموماً دارای سیستم دیوار بدون کلاف‌های قائم و افقی می‌باشند. تجربیات بدست آمده از زلزله‌های بوبین زهرا و طیس و رودبار و بم نشانگر این واقعیت است که تخریب این قبیل ساختمان‌های بنایی در زمان لرزه‌های ویرانگر قطعی است. اهمیت سازه‌ها با توجه به خسارت‌های جانی و مالی ناشی از آسیب دیدگی در اثر زلزله یکسان نیست، تخریب و بازسازی اصولی برای پیشگیری از خسارت‌های جانی و مالی در اثر وقوع زمین‌لرزه از نظر تامین اعتبارات مالی با توجه به نوع مالکیت آن متفاوت است و این امر نیاز به مدت زمان ساخت مجدد و هزینه‌های بالا برای کارفرما را به همراه داشته است. پس توصیه می‌شود با توجه به شرایط ساختمان‌های کشور تمهیدات و تصمیماتی چه از نظر تسهیلات مالی و غیره انجام گردد، تاهمگان بتوانند با توجه به استانداردهای سازه‌ای موجود خود مراحل اجرائی اطاق امن را انجام دهند.

### واژگان کلیدی:

بهسازی، ایمن‌سازی، اطاق امن، زلزله، روش شناسی HAZUS

### ۱. مقدمه

از زمانی که ما نسبت به ماهیت زلزله‌ها و مولد آن‌ها آگاهی یافتیم، فقط یک سده می‌گذرد. دریافتیم که زمین‌لرزه‌ها تصادفی نیستند، بلکه نیروهایی طبیعی هستند و در سیر تکامل کره زمین بوجود می‌آیند. امروزه می‌توان زلزله‌ها را نگاشت، اندازه‌گیری و تحلیل کرد؛ می‌دانیم احتمال وقوع آنها در کجا بیشتر است و روش‌های پیش‌بینی زلزله به زودی عدم اطمینان ما را درباره محل و زمان رویداد زلزله بعدی، کاهش خواهند داد. اما در بسیاری از مناطق جهان، به ویژه در بخش‌هایی که بیشتر در معرض خطر قرار دارند، نگرش‌ها و دیدگاه‌های قدیمی همچنان پابرجا هستند؛ نگرش‌هایی از قبیل اعتقاد به جبر و عدم علاقه نسبت به این واقعیت که می‌توانند و این قدرت را دارند که با این نیروی مخرب مبارزه کنند؛ بنابراین نسبت به هر گونه برنامه‌ریزی و صرف هزینه برای ایمن‌سازی در برابر زلزله، بی‌میل هستند.

در سده بیست و یکم، افزایش انفجاری و نامتقارن رشد جمعیت جهان و همچنین رشد نمایی اندازه و تعداد ده‌ها، روستاها و شهرها در سطح کره زمین، شرایط را پیچیده‌تر می‌کند. در دنیای امروز، بر خلاف سده‌های گذشته، کمتر جایی را می‌توان روی زمین یافت که وقوع زلزله در آن مکان، هیچ خسارتی را ببار نیاورد. با گسترده‌تر شدن شهرها، پتانسیل تخریب بیشتر افزایش می‌یابد. به این دلیل، اکنون بیش از هر زمان دیگری در تاریخ، احتمال رویداد سوانح فاجعه آمیز بر اثر زلزله بالا رفته و در حال افزایش است. تخریب شهرها و مناطق مختلف دنیا بر اثر سوانح طبیعی در چند دهه اخیر بسیار گسترده بوده، چنان که در مقایسه با سده پیش، بی سابقه است. با وجود تلاش‌های جدی در سطح دنیا برای بهبود ایمنی در برابر زلزله، باید انتظار سوانح مشابه و بزرگ تری را در سال‌های آینده داشته باشیم. اگرچه در سال‌های اخیر، علم و تجربیات ما نیز در مورد چگونگی محافظت از خویش، ساختمان‌ها و شهرها، در برابر

\* نویسنده مسئول - فارغ التحصیل رشته عمران پژوهشکده عمران پژوهشگاه شاخص پژوه اصفهان، ایران rezadori331@gmail.com

\*\* عضو هیئت علمی پژوهشگاه شاخص پژوه اصفهان، ایران

\*\*\* عضو هیئت علمی پژوهشگاه شاخص پژوه اصفهان، ایران

زلزله، با سرعت چشمگیری افزایش یافته است. هسته مرکزی گروه‌های پژوهشگر درباره نحوه غلبه بر این خطر بالقوه از مهندسان، طراحان شهری، متخصصان امور مالی، مدیران و کارمندان دولتی تشکیل شده اند. در روند ایمن‌سازی در برابر خطر زلزله، استفاده از تخصص‌های مختلف الزامی است، چون باید گستره وسیعی از اطلاعات و مقیاس‌ها در نظر گرفته شوند، مانند توجه ویژه به روش‌های ایمن‌سازی، طراحی ساختمان‌ها مقاوم تر و بهبود کیفیت ساخت و ساز در بخش‌هایی که احتمال وقوع زلزله بیشتر است.

ایمن‌سازی در برابر زلزله همه افراد را در بر می‌گیرد. عموم مردم باید از امنیت نوع ساختمانی که در آن زندگی می‌کنند و مقاومت ساختمان منزل و محل کارشان در برابر زلزله مطلع باشند. صنعت ساخت و ساز مسئول بهبود طراحی ساختمان‌ها و افزایش کیفیت است. سیاستمدارها و مدیران، ریسک را با تصمیم‌گیری در مورد میزان هزینه‌های ایمن‌سازی در برابر زلزله و چگونگی استفاده از منابع مالی، مدیریت می‌کنند. افراد بسیاری در این روند به طور مستقیم یا غیر مستقیم همکاری دارند، مانند طراحان شهری برای طراحی شهرهایی ایمن تر، انجمن‌های مردمی با پرورش نیروهایی آماده برای امداد رسانی در زلزله‌های آینده و تشویق اعضایشان به ایمن‌سازی، شرکت‌های خصوصی و سازمان‌ها با محافظت از خود، کارمندان و مشتریان‌شان، و شرکت‌های بیمه با ارزیابی ریسک و تهیه پوششی برای افراد تا از خود محافظت کنند.

پس از حملات تروریستی به برج‌های دو قلو مراکز جهانی در سال ۲۰۰۱ در نیویورک نگرش و تمایل مهندسان سازه بخصوص برج‌ها به بحث‌های پدافند غیر عامل و پایدارسازی سازه‌های بلند در برابر بارهای غیر قابل پیش‌بینی و مترقبه چون انفجار و آتش‌سوزی افزایش یافته است. در همین پی پس از زلزله دلخراش دی ماه سال ۸۲ در بم و ارایه خدمات شهرداری که به دستور شهردار تهران برای شهر بم ارایه شد، کمیته‌ای برای مقاوم‌سازی ایجاد و کار از بهمن ۱۳۸۲ توسط این کمیته بر روی ایده اتاق امن آغاز شد که پس از انجام فعالیت پژوهشی و آزمایش‌ها عملی در اواخر اسفند ۱۳۸۳ طرح اتاق امن نهایی شد.

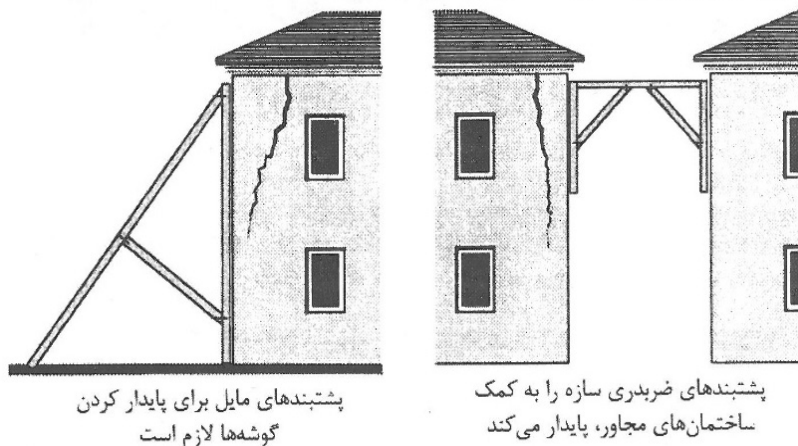
فعالیت‌های به انجام رسیده در جهت تحقق ایمنی جانی در حین زلزله و بحث نجات و امداد به افراد پس از زلزله انجام می‌گیرد. در جهت هر چه بهتر، انجام و تحقق یافتن موضوع

پیشهادی در بخش خصوصی می‌تواند ایمنی جانی را در حین زلزله در کل کشور پوشش دهد. تاکنون مقالاتی در این رابطه گردآوری شده است.

## ۲- برقراری امنیت بعد از زلزله

ساختمان‌های آسیب دیده‌ای که همچنان خطری برای عابران محسوب می‌شوند، باید ایمن شوند. این کار باید زیر نظر مهندسان باتجربه انجام شود و مسئولان مدیریت سوانح باید از مهندسان برای بازگرداندن امنیت به جامعه بهره بگیرند. اولویت برای شروع ایمن‌سازی‌ها با ساختمان‌هایی است که در کنار خیابان‌های اصلی و پر آمد و شد قرار دارند و نیمی از دیوارهای آنها فرو ریخته‌اند، اجزای ساختمانی آنها در حالت پرخطری قرار گرفته و یا نشانه‌هایی از ناپایداری دارند، مانند برآمدگی در ساختمان‌های بنایی. همه دیوارهای ترک خورده ناپایدار نیستند اما به بررسی‌های دقیق تری با نیاز دارند تا پایداری آنها تعیین شود، که برای این کار زمان کافی در دوره شرایط اضطراری در اختیار نیست. اگر در پایداری شک داشته باشند، بهترین راه نصب حایل برای عضو مشکوک است تا از حرکت آن در آینده جلوگیری شود (شکل ۱). میله‌های داربست‌ها را هم می‌توان استفاده کرد، که برای حایل‌های جانبی برای نماهای وسیع بسیار مناسب هستند. طراحی حایل‌ها به مهارت نیاز دارد و باید زیر نظر یک مهندسی حرفه‌ای انجام شود. حایل‌ها به منظور ایجاد نیروهای مقاوم در برابر حرکت‌های بعدی ناشی از تخریب اجزا طراحی می‌شوند. اگر دو سر تیرهای چوبی یا عضو حایل به درستی محکم شده باشند، آنگاه یک تکیه‌گاه فشاری به وجود خواهند آورد. نگه داشتن اجزای آسیب دیده، به‌ویژه در ساختمان‌های بنایی، باید به وسیله یک صفحه تقویتی انجام شود (یک تیر یا تیرهای چوبی که به دیوار چسبانده می‌شود تا بار نقطه‌ای را در یک سطح از بنا توزیع کند).

## مهاربندی برای پایدار ساختن ساختمان‌های آسیب‌دیده



پشتبندهای مایل برای پایدار کردن گوشه‌ها لازم است

پشتبندهای ضربدری سازه را به کمک ساختمان‌های مجاور، پایدار می‌کند

شکل ۱: ایمن‌سازی ساختمان‌های آسیب دیده در اماکن پرتردد

خطر زلزله (و خطرات دیگری که با آنها مواجه‌اند) توسط جامعه یا مسئولان محلی تهیه شده است.

### ۲-۳ سطوح خسارت

شیوه HAZUS برای ارزیابی خسارت‌ها ناشی از لرزش زمین، تعریف سطح خسارت ساختمان بر اساس نسبت تغییر مکان جانبی بین طبقاتی در سطح بیشترین میزان تغییر مکان ساختمان است. سطوح خسارت (با عناوین خفیف، متوسط، شدید و کامل) با شاخص‌های جزئی برای تعیین سطح خسارت مربوط به هر وضعیت برای هر گروه ساختمانی تعریف شده‌اند. شکل ۲ نمونه‌ای از سطوح خسارت مناسب برای ساختمان‌های دارای اسکلت بتن مسلح با ارتفاع متوسط را نشان می‌دهد. برای هر یک از گروه‌های ساختمانی، هر یک از این سطوح خسارت به یک میزان مشخص از نسبت تغییر مکان جانبی بین طبقاتی مربوط می‌شود، که به این سطح خرابی می‌انجامد.

در صورت امکان، اجزای تهدید کننده مانند دال‌های معلق بنایی، تیرهای سقفی جدا شده یا تزیینات معماری تخریب شده را باید جدا کرد. اجرای کوچک تر را می‌توان با دست از تکیه گاه شل شده آن جدا کرد. قطعات معلق بزرگ یا دال‌های سقفی بنایی یا دیوارهای در حال ریزش را اگر تهدید کننده‌اند، باید ویران کرد. این کار به ماشین آلات سنگین نیاز دارد، به ویژه برای کشیدن یا کندن اجزای خطرناک با حفظ فاصله از بنا.

### ۳ روش شناسی

#### ۱-۳ روش شناسی برآورد خسارت HAZUS

روش شناسی HAZUS شیوه ای پیش گوینه از برآورد خسارت‌ها بر مبنای روش‌های جدید بر اساس عملکرد برای طراحی ساختمان‌های جدید و بهسازی ساختمان‌های موجود است. با بهره‌گیری از این روش‌ها برای هر ساختمان، تعریف سطوح حرکت زمین‌لرزه مربوط به گستره سطوح خسارت پس از زمین‌لرزه از بدون خسارت تا ویرانی کامل، ممکن می‌شود. اینگونه روش‌ها هم برای ارزیابی و هم برای طراحی قابل استفاده هستند؛ یعنی، می‌توان از آنها برای ارزیابی وضعیت احتمالی یک ساختمان موجود پس از وقوع یک زمین‌لرزه مشخص و همچنین، برای طراحی ساختمان‌های جدید (یا مقاوم‌سازی ساختمان‌های موجود) بهره گرفت. روش‌شناسی HAZUS در ایالات متحده آمریکا به عنوان بخشی از برنامه ملی تحت حمایت FEMA برای ایجاد امکان ارزیابی و کاهش

شرح	سطح خسارت	
تُرک‌های نازک مورب (گاهی اوقات افقی) روی بیشتر دیوارهای داخلی؛ تُرک در محل تقاطع قاب با دیوار پرکننده	خسارت سازه‌ای خفیف	
سطح اغلب دیوارهای پرکننده دارای تُرک‌های مورب یا افقی بزرگ هستند؛ آجرهای برخی از دیوارها در محل تقاطع تیر-ستون، خردشده‌اند. تُرک‌های برشی مورب در تیرها یا ستون‌های بتنی مشاهده می‌شوند.	خسارت سازه‌ای متوسط	
اغلب دیوارهای پرکننده دارای تُرک‌های بزرگی هستند؛ برخی از آجرها فرومی‌افتند؛ برخی از دیوارهای پرکننده از صفحه خارج می‌شوند؛ چند دیوار به طور جزئی یا کامل واژگون می‌شوند؛ چند تیر یا ستون بتنی در برش با خسارت جزئی همراه می‌شوند. سازه تغییرشکل جانبی دائم دارد	خسارت سازه‌ای شدید	
سازه فروریخته یا به دلیل تخریب جزئی یا کامل دیوارهای پرکننده و شکست ترد تیرها و ستون‌های بتنی، در معرض خطر شدید ویرانی قرار می‌گیرد	خسارت سازه‌ای کامل	

شکل ۲: سطوح خسارت برای ساختمان‌های بتن مسلح با ارتفاع کم و متوسط: روش‌شناسی برآورد خسارت HAZUS

### ۳-۲-۲ منحنی تقاضا

منحنی تقاضا بر اساس منحنی پاسخ طیفی ارتجاعی میرا، که بر مبنای شاخص‌های طیفی حرکت زمین تهیه می‌شوند و تطبیق آن با شرایط خاک محل به دست می‌آید. این عمل با بهره‌گیری از عوامل کاهش طیفی به ازای میزایی پیشماند فزاینده، هنگام انتقال ساختمان از حالت ارتجاعی به حالت پاسخ غیر ارتجاعی، صورت می‌گیرد. قانون‌های ساخت این عوامل کاهش طیفی مجزا همراه هستند؛ این امر به شکل منحنی ظرفیت تا آن میزان از تغییر مکان و همچنین به عامل کاهش کیفیت، برای در نظر گرفتن کاهش میرایی پسماند در ساختمان‌های ضعیف که خود به مدت دوان لرزش‌ها و وضعیت ساختمان وابسته است، بستگی دارد.

### ۳-۳ توزیع خسارت

برآورد عملکرد گروهی از ساختمان‌های متعلق به یک گروه ساختمانی ویژه، هنگام وقوع یک زمین‌لرزه مشخص، با استفاده از پاسخ طیفی ساختمان در نقطه عملکرد یک ساختمان استاندارد در آن گروه، همانند آنچه که در بالا شرح داده شد،

نقطه عملکرد برای یک ساختمان و برای هر حرکت مشخص زمین‌لرزه، تغییر مکان بین طبقاتی بر مبنای تغییر مکان طیفی کل ساختمان در برابر حرکت وارده محاسبه می‌شود. این تغییر مکان طیفی در نقطه‌ای که با عنوان "نقطه عملکرد" نامیده شده، از تقاطع "تقاضای" حرکت زمین از ساختمان و "ظرفیت" ساختمان به صورت منحنی پاسخ با ظرفیت، که از پاسخ ارتجاعی یک سیستم دارای یک درجه آزادی، با در نظر گرفتن کاهش کیفیت ساختمان در طی لرزش‌ها به دست آمده است، محاسبه خواهد شد. تقاضا و ظرفیت، هر دو با منحنی‌های شتاب طیفی  $S_a$  در برابر تغییر مکان طیفی  $S_d$  تعریف می‌شوند و نقطه عملکرد  $(S_a, S_d)$  محل تقاطع این دو منحنی است.

### ۳-۲-۱ منحنی ظرفیت

قانون‌های دقیق ساخت منحنی‌های ظرفیت استاندارد برای هر گروه ساختمانی در راهنمای HAZUS ارائه شده‌اند. منحنی ظرفیت بر اساس منحنی‌های غیرخطی استاتیکی (Static pushover curve) و با استفاده از مفاهیم شرح داده شده در FEMA273 و ATC-40 به دست می‌آید.

در کنار چهار منحنی شکنندگی برای آن گروه، که بیانگر احتمال قرارگیری ساختمان در یکی از چهار سطح خسارت پس از وقوع لرزش‌ها در هر سطح پاسخ طیفی است، امکان پذیر می‌شود. قالب کلی هر یک از این منحنی‌ها به صورت لوگ نرمال فرض شده و با دو شاخص تعریف می‌شوند: یک مقدار میانه و یک ضریب تغییرات. این منحنی‌ها برای تعیین توزیع گروه یاز ساختمان‌ها در بین چهار سطح خسارت استفاده می‌شوند. در راهنمای HAZUS پارامترهای لازم برای ساخت این منحنی‌های شکنندگی، برای تمام ۳۶ گروه ساختمانی اصلی که در طبقه‌بندی ساختمان‌های آمریکا تعیین شده‌اند و برای پهنه‌های دارای مقررات طراحی لرزه‌ای متفاوت، بیان شده‌اند.

پاسخ طیفی مورد استفاده برای بیشتر گونه‌های ساختمانی، همان گونه که در بالا عنوان شد، تغییر مکان طیفی است (این گونه‌های ساختمانی، با عنوان "حساس در برابر جابه جایی" یا "حساس در برابر تغییر مکان جانبی" شناخته می‌شوند)، اما برخی از تاسیسات و اجزای ساختمانی و تجهیزات بر اثر یکی از کاربردهای مهم برآورد خسارت به این ترتیب، کاربرد آنها برای ارزیابی تاثیر یک برنامه بهسازی ساختمان برای بهبود شرایط خانه های سنتی و مقایسه کارایی سطوح مختلف فناوری بهسازی است، البته در صورتی که آسیب‌پذیری‌های نسبی مشخص باشند یا بتوان آنها را محاسبه کرد. تاثیر سطوح مختلف مقاوم‌سازی مطابق با آنچه که در شکل نشان داده شده است، بر تعداد کشته شدگان و خانه‌های تخریب شده در شرق ترکیه، برای طول مدت ۲۵ سال، در شکل نمایش داده شده است. اینگونه داده‌ها را می‌توان در ارزیابی هزینه - سود یا هزینه - بهره‌وری برنامه‌های احتمالی مداخله جویانه دولت به کار برد.

### ۳-۴ برآورد خسارت در مناطق شهری

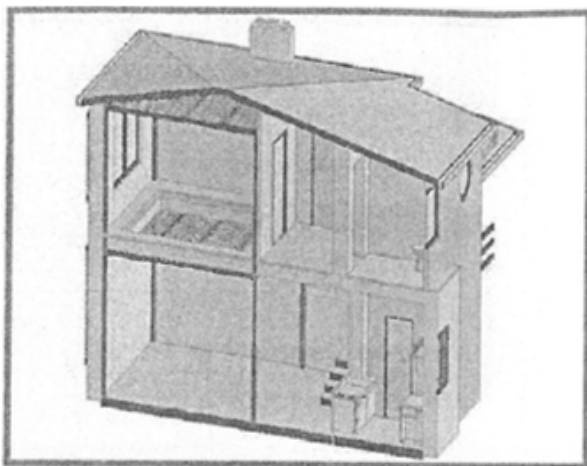
برای برآورد خسارت در مناطق شهری، می‌توان فرض کرد که پس از وقوع یک زمین‌لرزه در فاصله کمی از شهر، کاهش‌دهنده لرزش‌های زمین در طول شهر ناچیز است. بنابراین روش‌های استاندارد ارزیابی خطر، با مناسب‌ترین شاخص حرکت زمین قابل استفاده هستند. ارزیابی آسیب‌پذیری برای این مناطق بسیار پیچیده‌تر از مناطق روستایی است، زیرا اغلب سکونت‌گاه‌های شهری، گستره وسیعی از گونه‌های ساختمانی

با آسیب‌پذیری‌های گوناگون در برابر زلزله را در بر می‌گیرند که شرایط ساختگاه آنها نیز متفاوت هستند.

یک روش برای ارزیابی خسارت، تقسیم‌بندی مناطق شهری به چند پهنه آسیب‌پذیری مجزاست و گونه‌های ساختمانی درون هر یک از این پهنه‌ها، یکسان فرض می‌شوند، همچنین شرایط خاک محل نیز یکنواخت فرض شده و میزان جمعیت کل (یا تعداد سکونت‌گاه‌ها) هر پهنه مشخص است. تقسیم‌بندی مناطق شهری توسط نقشه‌های دارای مقیاس بزرگ یا نقشه برداری هوایی موجود از شهر و با استفاده از نقشه‌های خاک زیرین و بررسی‌های محلی انجام می‌شود. پهنه‌هایی که به طور مداوم تحت نظارت مدیریتی قرار دارند، مانند مناطق یا بخش‌های شهری، مناسب ترند، زیرا در این واحدهای داده‌های مربوط به ساختمان‌ها یا جمعیت ثبت شده‌اند.

### ۴ طرح اتاق امن

طرح اتاق مربوط به ساختمان‌های قدیمی موجود در بافت‌های فرسوده می‌باشد. این ساختمان‌ها عموماً دارای سیستم دیوار بابر بدون کلاف‌های قائم و افقی می‌باشند که تخریب آنها در زمان وقوع زمین‌لرزه‌های ویرانگر، قطعی است. مطابق شکل ۳ در این طرح یک قالب فلزی در داخل هر طبق از این نوع ساختمان‌ها پیش‌بینی شده است تا پس از وقوع زلزله و تخریب ساختمان، آوار بر سر افراد فرو نریزد.



شکل ۳: نحوه قرار گرفتن سازه اتاق امن در داخل ساختمان

## ۵ بررسی عملیاتی اتاق امن

### ۵-۱ نحوه نصب سازه اتاق امن

در سیستم پیش‌ساخته انتخاب شده برای این طرح از پروفیل‌های قوطی استفاده شده است. این پروفیل‌ها می‌توانند بصورت کشویی در داخل یکدیگر حرکت کنند. بنابراین ابعاد قاب فلزی اتاق امن در جهت‌های طولی، عرضی و ارتفاعی قابل تغییر است و به راحتی در اتاق‌های دارای ابعاد متفاوت قرار می‌گیرد. لازم به ذکر است که مطالعات فراوانی در خصوص رفتار مقاطع قوطی در بارگذاری‌های دینامیکی انجام شده است و عملکرد آنها در این شرایط تا حد زیادی مشخص می‌باشد. شکل ۴ نحوه قرار گرفتن ستون در گوشه اتاق را نشان می‌دهد.



شکل ۴: نحوه قرار گرفتن ستون در گوشه اتاق

### ۵-۲ جاگذاری تیرها

در این مرحله ابتدا تیرهای بین ستون‌ها جاگذاری می‌شوند (شکل ۵ الف) و سپس تیرهای میانی در محل خود قرار می‌گیرند (شکل ۵ ب)). لازم به توضیح است که کلیه این قطعات را نیز می‌توان به صورت کشویی در داخل یکدیگر فرو برد و به سازه اجازه تغییر ابعاد در پلان را داد.

(الف)

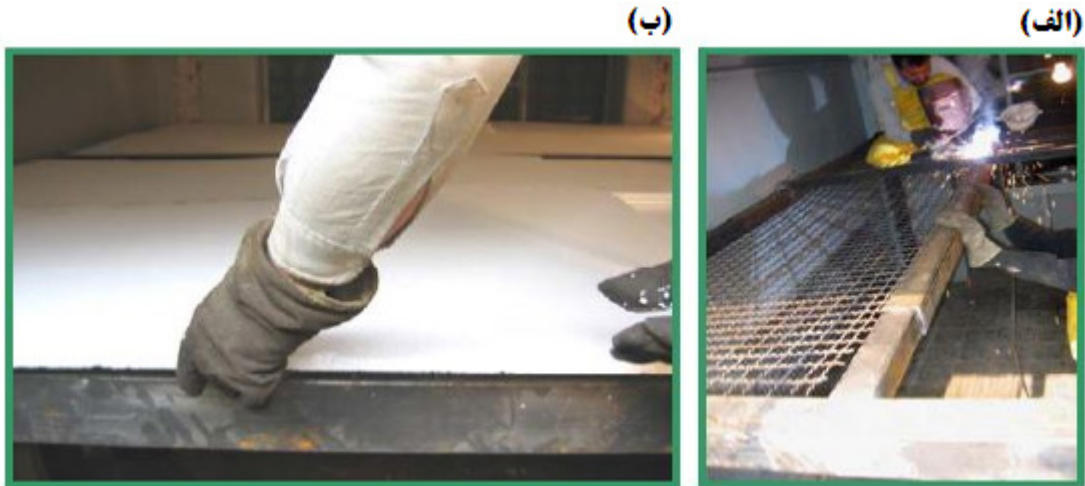


(ب)



شکل ۵: (الف) جاگذاری تیرها بین ستون‌ها، (ب) جاگذاری تیرهای میانی در محل خود.

پس از نصب کامل سازه در ارتفاع ۱/۵ متری مطابق شکل ۶ (الف)، توری فلزی توسط خال جوش‌هایی به فواصل ۲۰ سانتیمتر به تیرهای سقف وصل می‌شود و فوم ضربه گیر بر روی آن قرار می‌گیرد (شکل ۶ ب)). اجرای ای سقف سبک بدان علت است که جان اشخاص را در برابر ریزش آوار حفظ نماید.



شکل ۶: (الف) اتصال توری فلزی سقف به تیرها و (ب) جاگذاری فوم ضربه گیر سقف در ارتفاع ۱/۵ متری

مطابق شکل ۷ سازه به وسیله جک بالا برده می‌شود و به زیر سقف اتاق می‌چسبند. پس از این مرحله قسمت میانی ستون مطابق شکل ۸ (الف) جوش می‌شود و سپس جک‌های بالابر همانطور که در شکل ۸ (ب) نشان داده شده است، آزاد می‌گردند.

بالا بردن سازه به وسیله جک تا زیر سقف اتاق: بعد از اینکه سازه در ارتفاع ۱/۵ متری بر پا گردید، فردی که توری فلزی و فوم ضربه‌گیر را نصب کرده است، از قسمت فوقانی درب اتاق که ارتفاع آن غالباً حدود ۲ متر می‌باشد، خارج می‌شود. سپس



شکل ۷: بالا بردن سقف سازه به وسیله جک



شکل ۸: (الف) جوش قسمت میانی ستون، (ب) طرح نهایی سازه پس از آزاد شدن جک‌ها

### ۳-۵ اتصال صفحه ستون‌ها به کف اتاق

صفحه ستون‌ها پس از بالا بردن سازه و اتمام عملیات جوشکاری در تمام محل‌های اتصال، مطابق شکل ۹ به موزائیک کف پیچ می‌شوند. سپس قسمت‌های فوقانی پیچ‌ها به صفحه ستون‌ها

جوش می‌گردند (شکل ۱۰ الف)) و قسمت‌هایی از پیچ‌ها که بالاتر از صفحه ستون قرار می‌گیرند مطابق شکل ۱۰ ب) بریده می‌شوند تا قسمت فوقانی آنها با صفحه ستون هم سطح گردد (شکل ۱۱).

(الف)



(ب)



شکل ۹: سوراخ کردن موزائیک کف و پیچ کردن صفحه ستون‌ها به آن

(الف)



(ب)



شکل ۱۰: الف) جوش دادن پیچ‌ها به صفحه ستون و ب) سنگ زدن سطح فوقانی پیچ‌ها



شکل ۱۱: سطح فوقانی صفحه ستون پس از اتمام کار



## ۶ نتیجه‌گیری

روند رو به رشد پیشرفت‌های علمی جوامع مختلف و اثرات مثبت آن در ایمن‌سازی زندگی بشر، همواره خلاف این امر را که بشر موجودی متهم به نابودی در برابر آسیب‌ها و بلاهای تحمیل شده از محیط است، ثابت کرده است. تجهیز شهرها به وسیله روش‌ها و مدل‌های برنامه‌ریزی شهری در جهت کاهش خطر زلزله مهم‌ترین رهیافت نجات شهرهاست. شناخت آسیب‌پذیری جمعیت و گروه‌های انسانی به عنوان اقدامی ایزاری در راستای پیشگیری از زایش فاجعه مبتنی بر زیستن در نواحی پرخطر مطرح است. بی تردید کاهش تلفات و افزایش ضریب امنیت اجتماعی و مهم‌تر از آن حفظ سرمایه‌های انسانی و غیر انسانی مجتمعات زیستی جزو وظایف اصلی هر حکومت محسوب می‌شود.

قاعداً نوع نگاره‌ها و نحوه مدیریت و برنامه‌ریزی‌ها و مهم‌تر از آن، اجرای کامل قوانین موجود در زمینه ساخت و سازها، اصولی است که می‌تواند مشخص‌کننده میزان آسیب و خسارات پس از وقوع این گونه حوادث باشد و عدم توجه به این موارد، می‌تواند میزان آسیب‌ها را تا چندین برابر افزایش دهد. تحلیل آسیب‌پذیری کانون‌های جمعیتی واقع در عرصه‌های خطر اقدامی علمی برای فراهم‌سازی زیرساخت اطلاعاتی مناسب از درجه و میزان خطرپذیری از رخداد مخاطره است. بر اساس چنین دیدگاهی مسئله تحلیل آسیب‌پذیری ناشی از نقشه پیشنهادی می‌تواند ابزار مهمی جهت مواجهه با بحرآنهای ناشی از زلزله‌های احتمالی آینده محسوب گردد.

نخستین و برآورد میزان ریسک و بحران نیاز به رهیافت جامع‌نگر دارد تا در آن از رویکردهای مختلف از جمله برنامه‌ریزی شهری استفاده شود. برقراری این ارتباط به عنوان ایزاری در کاهش آسیب‌پذیری شهرها و تهیه برنامه‌ها و سیاست‌های تقلیل خسارت عمل می‌نماید. در چنین حالتی و بر اساس رهیافتی عقل‌گرا و از طریق استفاده از معیارهای مختلف در مقیاس‌های کلان و خرده این مکان فراهم می‌آید تا متغیرهای پیچیده، چند بعدی و معیارهایی که به صورت کمی و کیفی هستند، با یکدیگر ترکیب و نتیجه منطقی حاصل گردد. این روند برآورد از طریق استفاده از روابط ارزیابی آسیب‌پذیری و تعیین ضرایب اهمیت هر معیار نسبت به سایر معیارها عمل می‌کند.

## ۷ مراجع

- Bommer, J., Spence, R., Tabuchi, S., Aydinoglu, N., Booth, E., del Re, D., Erdik, M., and Peterken, O., 2002. 'Development of an earthquake loss model for Turkish catastrophe insurance', Special Issue of the Journal of Seismology on the Turkish Earthquakes of 1999, Vol.6, No. 2.
- UNDRO, 1979. Natural Disasters and Vulnerability Analysis. Report of Expert Group Meeting, Office of United Nations Disaster Relief Co-ordinator (UNDRO), Palais des Nations, CH-1211 Geneva 10, Switzerland.
- Stephens, L.H. and Green, S.J., 1979. Disaster Assistance: Appraisal, Reform and New Approaches, New York University Press, New York.
- FEMA, 1999, HAZUS Earthquakes Loss Estimation Methodology, US Federal Emergency Management Agency, Washington.
- Spence, R., 2000. Recent earthquake damage in Europe and its implications for loss estimation methodologies, Chapter 7, pp. 77-90, in Implications of Recent Earthquakes for Seismic Risk, Imperial College Press, London.