

اثربخشی و احترام به مباحث پدافند غیر عامل و تاثیر آن بر کاهش خسارات ناشی از زلزله در مدارس

رضا خوش قیافه^۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۰۲ تاریخ چاپ: ۱۴۰۱/۱۲/۲۵

چکیده

کودکان بعنوان سرمایه های آینده هر کشوری بیشترین زمان خود را در طی روز در مدارس می گذرانند و این از وظایف دولتها است که با استاندارد سازی مدارس دولتی و نظارت بر استاندارد بودن مدارس غیر دولتی، سلامت کودکان را در زمانی که در مدرسه هستند تأمین کنند. رعایت مبحث ۲۱ مقررات ملی ساختمان که به ضوابط فنی مربوط به پدافند غیر عامل می پردازد، می تواند به ایمن سازی ساختمان ها جهت کاهش تلفات در زمان حادثه (اعم از جنگ و حوادث غیر مترقبه مانند انفجار، نشست زمین و ... و یا حوادث طبیعی مانند زلزله، سیل طوفان و غیره) یاری رساند. در همین راستا، شهر تهران با توجه به موقعیت خاص جغرافیایی خود و قرار داشتن بر روی چند گسل فعال به شدت در خطر زلزله قرار دارد و در صورت ایمن سازی مدارس هم می توان به میزان زیادی از آسیب به کودکان (که بطور کلی در زمان حادثه بیشتر در معرض خطر هستند) کاست و هم می توان از مدارس بعنوان پایگاه هایی جهت امداد رسانی به آسیب دیدگان استفاده کرد. هدف این پژوهش بدست آوردن یک سنگ بنای مناسب جهت ساخت مدارس با هدف به حداقل رساندن خسارات ناشی از زلزله و یا سایر حوادث طبیعی غیر مترقبه می باشد. این پژوهش با روش توصیفی-تحلیلی و بر مبنای مبحث ۲۱ مقررات ملی ساختمان تهیه شده و به بررسی راهکارهایی که در این مبحث در ارتباط با ایمن سازی ساختمان ها ارائه شده می پردازد. در پایان به بررسی تأثیر رعایت مقررات ملی ساختمان و همچنین تأثیر استفاده از فناوریهای نوین ساختمانی در ایمن سازی، بر ایمن سازی مدارس پرداخته می شود.

واژگان کلیدی

پدافند غیر عامل، زلزله، ایمن سازی، مدارس، مدیریت بحران

۱. کارشناس فرماندهی حریق و آتش نشان سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی رشت.

مقدمه

پدافند غیر عامل عبارتست از مجموعه اقدامات غیر مسلحانه ای که به کارگیری آنها موجب افزایش بازدارندگی، کاهش آسیب پذیری، ارتقاء پایداری ملی، تداوم فعالیت های ضروری و تسهیل مدیریت بحران در برابر تهدیدات و اقدامات نظامی دشمن می گردد.^۱ از نظر مبحث ۲۱ مقررات ملی ساختمان، تهدید از نظر ماهیت به سه دسته تقسیم می شود: تهدیدات نظامی، تهدیدات طبیعی و تهدیدات صنعتی. تدابیر پدافند غیر عامل در معماری میتواند علاوه بر کاهش خسارات تهدیدات ناشی از جنگ، جهت کاهش خطرپذیری در برابر انواع سوانح طبیعی و صنعتی نیز مورد استفاده قرار گیرد.

پدافند غیر عامل در معماری داخلی شامل طراحی فضاهای چند عملکردی، طراحی ورودی ها و خروجی های معمولی و اضطراری، مرمت پذیری ساختمان و متریال هاس استفاده شده در نمای ساختمان می باشد. مهندس معماری باید با توجه به کاربری بنا و نیازهای آن، فضاها را به گونه ای طراحی نماید که علاوه بر کاربردهای شرایط عادی بتواند در شرایط اضطراری موجب حفظ جان مردم و کاهش آسیب پذیری و مدیریت بهینه در شرایط بحران گردد.^۲ همچنین هماهنگ کردن کارکردهای تخصصی در طراحی یک مجموعه در مراحل طراحی، اجرا و بهره برداری، در مقررات ملی ساختمان برعهده مهندس معمار گذاشته شده است. بطور کلی هدف اصلی در اجرای این ضوابط، کاهش شدت آسیب پذیری افراد، افزایش سرعت امداد رسانی و رسیدن به نقاط امن و با فرض بدترین شرایط بحران، توانمند سازی مجموعه به تأمین حیاتی ترین نیازهای آسیب دیدگان در شرایط اضطراری و بلافاصله پس از وقوع حادثه تا زمان رسیدن نیروهای امدادی می باشد.

در همین رابطه این مقاله به بررسی راهکارهای معماری داخلی جهت افزایش ایمنی مدارس بعنوان پایگاه های بالقوه امداد رسانی در زمان حادثه می پردازد. ابتدا به بررسی برخی از مکانهای پرخطر در ساختمانها و راهکارهایی که در مبحث ۲۱ مقررات ملی ساختمان جهت مقاوم سازی ابنیه آورده شده و همچنین تحقیقاتی که سایر پژوهشگران در زمینه مقاوم سازی ساختمان در برابر زلزله انجام داده اند پرداخته می شود.

زلزله چیست؟

لرزش ناگهانی پوسته های جامد زمین، زلزله یا زمین لرزه نامیده می شود. دلیل اصلی وقوع زلزله را می توان افزایش فشار بیش از حد داخل سنگها و طبقات درونی زمین بیان نمود. این فشار به حدی است که در سنگ گسستگی بوجود می آید و دو قطعه سنگ در امتداد سطح شکستگی نسبت به یکدیگر حرکت می کنند. به سطح شکستگی که توأم با جابجایی است، گسل گفته می شود.^۳

در تعریفی دیگر از زلزله بعنوان آزاد شدن حجم زیادی از انرژی داخلی پوسته زمین و یا بالای گوشته در مدت زمان کوتاه که موجب ایجاد امواج مکانیکی بصورت امواج حجمی، طولی و عرضی و امواج سطحی می شوند نام می برند.^۴

۱ دفتر مقررات ملی ساختمان، مبحث ۲۱، ۱۳۹۱

۲ دفتر مقررات ملی ساختمان، مبحث ۲۱، ۱۳۹۱

۳ تهرانی، خسرو، زمین شناسی ایران، ۱۳۷۷

۴ عسگری، محمد و محمدرضا بنی هاشمی، ۱۳۹۰

محلی که منشأ زمین لرزه است و انرژی از آنجا خارج می‌شود را کانون ژرفی و نقطه بالای کانون در سطح زمین را مرکز سطحی زمین لرزه گویند. پیش از وقوع زمین لرزه اصلی معمولاً زلزله‌های نسبتاً خفیف تری در منطقه روی می‌دهد که به پیش لرزه معروفند. به لرزه‌های بعدی زمین لرزه نیز پس لرزه می‌گویند که با شدت کمتر و با فاصله زمانی گوناگون میان چند دقیقه تا چند ماه رخ می‌دهند.^۵

نگاهی به خسارت‌های ناشی از زلزله‌های گذشته نشان می‌دهد که درصد بالایی از ساختمان‌های موجود به دلایل مختلف از مقاومت کافی و قابل قبولی در برابر زلزله برخوردار نیستند و غالباً الزامات آیین نامه‌های جدید را رعایت نمی‌کنند. از این رو ضرورت تقویت این ساختمان‌ها بخصوص برای مقابله با نیروهای جانبی و با روش‌های مقاوم سازی قابل اعتماد، سریع و آسان احساس می‌شود.^۶

با توجه به اینکه پیشینی زلزله و پیشگیری از وقوع آن غیر ممکن است لازم است با مقاوم سازی سازه‌های آسیب پذیر موجود، آسیب‌ها را به حداقل رساند.

پدافند غیر عامل

ایجاد محیطی امن یکی از ضروری‌ترین نیازهای آموزش و یادگیری می‌باشد. عوامل تهدید کننده امنیت افراد میتواند ناشی از حوادث طبیعی مانند سیل، زلزله، طوفان و ... بوده و یا ناشی از حوادث حاصل عملکرد انسان مانند شورش، جنگ، انفجار لوله‌های گاز، انفجار شیمیایی در کارخانجات و ... گردد. اگرچه حوادث طبیعی و یا تراژدیهای انسانی قابل جلوگیری نیستند ولی قوانینی برای معماران، مدیران موسسات و تیمهای امداد رسان وجود دارد که می‌تواند به کاهش صدمات منجر گردد.

قابلیت‌های دفاع غیر عامل عبارتند از: تأمین امنیت روانی و امنیت جانی با پیش بینی اقدامات ایمنی، امنیتی، احتیاطی در برابر تهدیدات و ایجاد بستر مناسب در جهت تلفیق سیاست‌های دفاعی در برنامه پیشرفت پایدار هم راستا با سیاست‌های توسعه و پیشرفت همه جانبه کشور با تأکید بر توسعه پدافند غیر عامل.^۷

در مقررات ملی ساختمان، ساختمان‌ها به درجه‌های اهمیت ویژه، بسیار زیاد، زیاد، متوسط و کم درجه بندی شده‌اند و مدارس در کنار دانشگاه‌ها، مساجد، بیمارستان‌های تا ظرفیت ۵۰ تخت و ... در درجه متوسط اهمیت قرار گرفته‌اند؛ و پدافند غیر عامل به عنوان مجموعه اقدامات غیر مسلحانه‌ای که به کارگیری آنها موجب افزایش بازدارندگی، کاهش آسیب پذیری، ارتقاء پایداری ملی، تداوم فعالیت‌های ضروری و تسهیل مدیریت بحران در برابر تهدیدات و اقدامات نظامی دشمن می‌گردد، تعریف شده است.

ملاحظاتاتی که جهت افزایش امنیت شهرها و ساختمان‌ها در نظر گرفته شده است شامل موارد ذیل می‌گردد:

- طراحی محوطه، جانمایی ساختمان و فضاهای باز
- ورودی‌ها و خروجی‌های اضطراری و مسیرهای دسترسی و پلکان‌ها و رمپ‌ها
- جان پناه‌ها و دیوارهای محافظ
- عناصر الحاقی به ساختمان و جداره خارجی ساختمان

۵ ویکی پدیا، <https://goo.gl/E6cigK>

۶ تسنیمی، عباسعلی و معصومی، علی، ۱۳۸۴

۷ دفتر مقررات ملی ساختمان، مبحث ۲۱، ۱۳۹۱

طراحی معماری

برخی نکات در مقررات ملی ساختمان آورده شده که به طور کلی باید هنگام طراحی معماری ساختمان رعایت گردند. طراحی حجم ساختمان، باید به گونه ای باشد که در صورت آسیب دیدگی و تخریب باعث مسدود شدن راه های دسترسی به ساختمان نگردد؛ و همچنین نباید باعث مسدود شدن معابر اصلی گردد. بطور کلی ساختمان های بزرگی که به معابر عمومی باز می شوند باید تمهیداتی مانند عقب نشینی در نظر گرفته شود تا در صورت تخریب معبر اصلی مسدود نگردد. عناصر الحاقی سست و شکننده در نمای ساختمان مجاز نیست. بکارگیری عناصر سست و شکننده وسیع و نیز پنجره ها در محیط بیرونی و نماس ساختمان و بام ممنوع بوده و شیشه های باز شو باید مقاوم باشند. قطعات بزرگ و یکپارچه شیشه ای باید توسط قاب های پنجره به اجزای کوچکتر تقسیم شوند. ورودی ساختمان باید دارای سقف و یا حائلی مقاوم در برابر ریزش آوار باشد تا در برابر ریزش آوار ایمن سازی شود.

در هر طبقه باید فضای امنی در محدوده مرکزی پلان طراحی گردد. همچنین اجزای غیر برابر جداکننده اعم از دیوار، سقف و کف کاذب باید بگونه ای طراحی گردد که در موجب افزایش تلفات نگردد. عدم استفاده از مصالح برنده مانند شیشه، عدم کاربرد وسایل سنگین در سقف مانند وسایل تهویه مطبوع و اتصال و مهار دیوارهای کاذب و پارتیشن ها به سازه ساختمان از این دست موارد است.

از طراحی راهرو های طولانی و مستقیم و نیز درب های متوالی داخلی و خارجی که روبروی هم نباشند باید اجتناب کرد و آسانسور ها و پلکانها باید بگونه ای طراحی شود که در صورت بروز انفجار از انتقال آتش به سایر طبقات و یا عمل کردن مانند دودکش و تشدید آتش سوزی ممانعت به عمل آورد.

فضاهای امن

فضای امن بخشی از فضای داخلی یک ساختمان با عملکرد های مختلف در زمان صلح است که با رعایت تمهیداتی ایمنی و حفاظت جانی افراد را در مقابل تهدیدات تأمین می کند و باید دارای شرایطی مانند ایمنی در برابر ریزش آوار، مقاوم در برابر موج انفجار و آسیب های ناشی از آن، مقاوم در برابر پس لرزه ها، دارای حداقل نفوذ دود و غبار ناشی از ریزش آوار به داخل آن باشد.^۸

در کلی پلان معماری لازم است که فضاهای نا امن و با خطرپذیری زیاد از فضاهای امن و فضاهای تمرکز افراد مجزا شوند. در حالت ایده آل؛ فضاهای نا امن در خارج از ساختمان اصلی یا محیط پیرامونی ساختمان قرار گیرند. هنگام تعیین مجاورت فضاهای امن و نا امن، طرح کلی هر طبقه و ارتباط بین طبقات باید مد نظر قرار گیرد و فضاهای امن نباید بالا یا پایین فضاهای نا امن قرار گیرند. بطور کلی فضاهای درونی در حجم ساختمان از میزان حفاظت بیشتری در برابر خطر انفجار برخوردار است و طرح کلی ساختمان باید به نحوی باشد که بخشهای پیرامونی و محدوده حریمی برای فضاهای امن داخلی ایجاد کند.^۹

در مکانهایی مانند مدارس فضای امن می تواند قسمت هایی مانند کتابخانه، تالار اجتماعات یا نمازخانه باشد که اشراف مستقیم به پنجره های خارجی نداشته باشد. همچنین این فضا باید دسترسی آسان و مستقیم به راه خروج داشته باشد.

راه های فرار و خروجی های اضطراری

۸ دفتر مقررات ملی ساختمان، مبحث ۲۱، ۱۳۹۱

۹ اعظمی، ارم؛ میر باقر زمزمی؛ حامد الیاسی و عباس صفر علیزاده، ۱۳۹۲

در هر ساختمانی به ازاء هر ۵۰ نفر باید یک خروجی اضطراری تعبیه شود و در ساختمان هایی که خروجی های اضطراری متعدد دارند، این خروجی های باید در جهات مختلف ساختمان و حتی الامکان دور از یکدیگر قرار گیرد. همچنین انتشار موج انفجار در داخل فضاهای دارای طرح خطی و کوریدورها و مانند آن به دلیل عدم کاهش قابل توجه جبهه فشار در چنین محیط هایی بسیار مخرب بوده و حتی مکش ایجاد شده در محیط موجب پرتاب افراد و اشیاء به اطراف می گردد. قرار دادن موانع یا پیچ هایی در طول این گونه مسیرها باعث کاهش اثر نامطلوب کریدور در تشدید آثار ناشی از نیروی انفجار می شود. درهای پشت سر هم در راهروهای داخلی باید به صورت زیگزآگی قرار گیرند تا اثرات انفجار در ساختمان را محدود کنند. پلکانهای لازم جهت خروج اضطراری هم باید تا حد ممکن از فضاهای ناامن دور بوده و به آنها منتهی نگردد.^{۱۰}

طراحی پناهگاه در مدارس و ساختمان های آموزشی

به منظور حفظ جان افراد ضروری است که در کلیه مراکز حیاتی و حساس، وزارتخانه ها، دانشگاه ها، مدارس و دیگر مکانهای عمومی پناهگاه های چند منظوره احداث گردد. ورودی و خروجی پناهگاه های از اهمیت ویژه ای برخوردار است و باید طوری طراحی گردد تا از آوار ناشی از خرابی ساختمان های مجاور آنها در امان باشد. موقعیت پناهگاه همچنین باید در نزدیکترین فاصله ممکن به بخشهای مختلف ساختمان آموزشگاه و مدرسه بوده و دارای کوتاهترین مسیر دسترسی ایمن به پناهگاه نیز باشد.

عدم رعایت اصول فنی در ساخت پناهگاه میتواند نه تنها منجر به افزایش جان افراد نگردیده بلکه موجب افزایش تلفات گردد. ظرفیت پناهگاه از موارد مهمی است که حتما باید براساس کاربرد ساختمان و تعداد افراد استفاده کننده از آن تعیین شود و برای ساختمانهای آموزشی به تعداد کارکنان و دانش آموزان باید باشد. عدم رعایت ظرفیت مناسب پناهگاه از مواردی است که خود می تواند منجر به افزایش تلفات بدلیل ازدحام جمعیت باشد.

انواع پناهگاه در مبحث ۲۱ مقررات ملی ساختمان به این گونه طبقه بندی گردیده است:

- گروهبندی از نظر درجه اهمیت:
 - پناهگاه درجه یک: مقاوم در برابر اثرات انواع مختلف سلاح ها، ترکش ها، موج انفجار، حرارت و تشعشع سلاح های هسته ای، مقاوم در برابر نفوذ گازهای سمی و شیمیایی.
 - پناهگاه درجه دو: مقاوم در برابر اثرات انواع مختلف سلاح ها و ترکش ها.
 - پناهگاه درجه سه: فقط مقاومت در برابر موج و ترکش سلاح های معمولی دارند.
- گروهبندی از نظر نوع عملکرد:
 - انواع پناهگاه با توجه به نوع عملکرد در زمان صلح می تواند به صورت فضاهای تک منظوره با عملکرد خاص پناهگاه یا فضاهای چند منظوره با عملکرد های مختلف در زمان صلح طراحی گردند. توصیه می شود حتی الامکان فضاهای پناهگاهی به صورت چند منظوره در نظر گرفته شوند.
- گروهبندی از نظر مدت زمان اقامت:

- مدت زمان اقامت طول مدتی است که افراد داخل پناهگاه با درب های بسته و در محیط حفاظت شده می توانند اقامت داشته باشند که بین چند ساعت تا چند روز متفاوت است. در مدت حوادث غیر مترقبه و اتفاقات صنعتی این مدت کمتر از ۲۴ ساعت و در زمان جنگ معمولا بیش از ۲۴ ساعت توصیه می گردد. در پناهگاه های بلند مدت الزامات سطوح و فضاها باید لوازم راحتی بیشتری را داشته باشد.
- پناهگاه های اختصاصی و عمومی
- پناهگاه های اختصاصی به ساکنان و افراد حاضر در ساختمان مشخص و کاربری خاص آن اختصاص دارد و ظرفیت آن با توجه به جمعیت آن ساختمان و کاربری آن در نظر گرفته می شود.
- پناهگاه های عمومی در سطح شهر جهت حفاظت و استفاده عموم مردم ساخته شده و از ظرفیت بیشتر و درجه حفاظت بالاتری برخوردار است.
- جانمایی پناهگاه:
- در نزدیکترین فاصله ممکن به ساختمان بنا گردد.
- مسیر دسترسی به آن کوتاه بوده و امن باشد.
- در تحتانی ترین طبقه و مستقیما بر روی خاک ساخته شود، مجاز نیست که طبقه یا فضای خالی زیر آن وجود داشته باشد.
- به دور از بخشهای آسیب پذیر ساختمان مانند تأسیسات قرار گرفته باشد.

فناوریهای نوین ساختمان در مقاوم سازی سازه در برابر زلزله

استفاده از میراگرها: میراگرها اجزایی هستند که به منظور مستهلک کردن انرژی زلزله مورد استفاده قرار می گیرند، میراگرها می توانند به طور موثری تغییر مکانهای ناشی از زلزله را کاهش دهند. به کارگیری میراگرها می تواند عامل کاهش خسارت از هر دو جنبه سازه ای و غیر سازه ای باشد و این مسأله در کاهش هزینه مقاوم سازی سازه های آسیب دیده از زلزله تأثیر بسزایی دارد.^{۱۱}

• میراگر (Damper)^{۱۲}



عامل اتلاف انرژی لرزه ای وارد به ساختمان بوده و به کار بستن آن در ساختمانها میتواند به بهینه سازی ساختمان کمک کند تا در مقابل انواع بارهای دینامیکی ناشی از زلزله رفتاری مناسب و مطلوب از خود ارائه میدهد. ممانعت از لرزش ساختمان ها در هنگام زلزله و جلوگیری از انتقال مستقیم نیروی زلزله از پی به سازه هدف اصلی پژوهشگران در جهت مقاوم سازی لرزه ای زلزله بود.^{۱۳}

۱۱ عسگری، محمد و محمدرضا بنی هاشمی، ۱۳۹۰

۱۲ شکل ۱ <http://www.tisfoon.blogfa.com/cat-22.aspx>

۱۳ رضایی فر، علی، بی تا

• جداگرها: ۱۴



نوعی خاص از تکیه گاه های آلاستیک هستند که پس از وضع و ایجاد آیین نامه های بهسازی و مقاوم سازی لرزه ای مورد استفاده قرار گرفته و به عنوان یکی از راهکارهای بهسازی و مقاوم سازی بکار گرفته می شوند. اکثر سیستم ها در جداگرهای لرزه ای عبارتند از یک نشیمن استوانه ای شکل با ارتفاع کم که دارای یک یا تعدادی سوراخ روی آن بوده و از مقادیر کتغیری لایه های فولادی پلاستیک فشرده تشکیل شده است. این

نشیمن های لایه لایه که عامل ارتباط بین کف سازه و فونداسیون هستند در برابر بارهای قائم بسیار سخت و محکم بوده ولی در مقابل بارهای جانبی بسیار انعطاف پذیر می باشند.

• استفاده از سیستم پانلهای 3D



استفاده از پنلهای پیش ساخته یکی از روشهای نوین احداث بنا می باشد که اخیرا در ساخت دیوارهای داخلی و خارجی و باربر و جداکننده و نیز بعنوان کف طبقات در ساخت و ساز کاربرد دارند. این سیستم شامل دو لایه شبکه مفتول جوش داده شده می باشد که در دو سوی آن یک لایه پلی استایرن قرار داده شده است و توسط برش گیرها به یکدیگر متصل شده اند. در مرحله بعدی روی این مفتولها بتن پاشیده می شود و سپس سطح آن پرداخت می شود. ۱۶

• استفاده از الیاف FRP و مقاوم سازی تیرهای بتن آرمه: ۱۷

FRP ها دسته ای از مصالح جدید ساختمانی به نام کامپوزیت هستند که به منظور تقویت، تسطیح و جایگزینی در سازه های بتن آرمه به کار می روند. این مواد از دو قسمت فیبر و ماتریس که نوعی رزین است و برای چسباندن دسته های الیاف به کار میرود تهیه می گردند. امروزه به طور عمده از سه نوع فیبر کربن، شیشه و آرامید برای تولید FRP ها



شکل ۵



شکل ۱۴ - <http://civil-archi.blogfa.com/cat-13.aspx>

شکل ۱۵ - <https://goo.gl/DltYpc>

۱۶ رضایی فر، علی، بی تا

شکل ۱۷ - <http://www.structuremag.org/?p=8643>

استفاده می گردد.^{۱۸}

مراحل نصب یک ورق FRP عبارتست از:

- مالیدن لایه اولیه و آستری
- پرکردن ناپوستگی ها و خلل و فرج با بتونه
- مالیدن رزین یا چسب
- قراردادن ورقهای FRP در محل مورد نظر
- مالیدن لایه فوقانی با چسب
- به کار بردن پوشش محافظ

نتیجه گیری

طراحی یک ساختمان ایمن در مقابل زلزله امکان پذیر بوده و حاصل ارتباط مناسب بین معمار و مهندس سازه می باشد. طراحی ایمن سازه ای یک ساختمان اولین گام برای داشتن بنایی ایمن در مقابل زلزله می باشد. پس از آن وظیفه معمار است که با طراحی مناسب، امنیت سایر قسمت های بنا را تأمین کند. معمار است که باید نکات ایمنی ذکر شده در مبحث ۲۱ مقررات ملی ساختمان را بخوبی بشناسد و متناسب با عملکرد بنایی که طراحی می کند آنها را بکار بندد. روشهایی که در پایان این مقاله بیان شد و همچنین بسیاری از روشهای دیگری که در محققان سراسر جهان در حال مطالعه و اجرای آزمایشی آن هستند برای دستیابی به افزایش مقاومت ساختمان است؛ اما هدف پدافند غیر عامل کاهش تلفات و خسارات ناشی از بروز حادثه و همچنین تداوم تأمین نیازهای حیاتی بازماندگان و تداوم خدمات رسانی عمومی است و دستیابی به این اهداف تنها از عهده معمار ساختمان بر می آید.

منابع و مأخذ

- [۱] دفتر مقررات ملی ساختمان، (۱۳۹۱) پدافند غیر عامل، تهران، نشر توسعه ایران
- [۲] عسگری، محمد و محمد رضا بنی هاشمی، ۱۳۹۰، بررسی موردی استفاده از مصالح نوین ساختمانی در امر مقاوم سازی در برابر نیروی زلزله - مقاوم سازی لرزه ای، اولین همایش منطقه ای مهندسی عمران، جویبار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد جویبار
- [۳] ویکی پدیا، <https://goo.gl/E6cigK>
- [۴] تسنیمی، عباسعلی و معصومی، علی (۱۳۸۴) مقاوم سازی قابهای بتن مسلح به کمک بادبند های فولادی، تهران، نشر وزارت مسکن و شهرسازی، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن
- [۵] (رضایی فر، علی (بی تا) معرفی انواع میراگرها و کاربرد آنها در مهاربندی لرزه ای سازه ها، بازیابی شده در تاریخ ۱۳۹۵/۰۳/۰۲ از سایت <http://civiltech.ir>)

[6] <http://civil-archi.blogfa.com/cat-13.aspx>

[7] <https://goo.gl/DltYpc>