



دوازدهمین کنفرانس ملی شهرسازی، معماری، عمران و محیط زیست

## زوایای پنهان نظارت، ایمن سازی و مقاوم سازی در حوزه ساختمان و آثار حقوقی آن در زلزله سرپل ذهاب

آرمان سهرابی

کارشناس مهندسی عمران و کارشناس ارشد برنامه ریزی شهری

Armanpampam@gmail.com

### چکیده:

در زلزله آبان ماه سال ۱۳۹۶ که در شهرستان سرپل ذهاب اتفاق افتاد دلایل متعددی از جمله کمبود علم مهندسی لازم در سازه ها، عدم جانمایی و موقعیت شناسی مکان سازه ها، عدم نظارت دقیق و اصولی مراجع مرتبط و موارد دیگری مشهود می باشد که باعث تخریب و آسیب دیدن بیش از ۹۰ هزار واحد مسکونی گردید و در نوع خود از گسترده ترین تخریب ها بود

همین امر سبب طرح دعاوی مختلف در مراجع قضایی گردید که آثار و تبعات مختلفی برای ناظران و ذیصلاحان مربوطه داشت و باید از تجربیات پیش آمده در چنین مواردی بهره گیری لازم را برد و سعی بر روشنگری ابعاد و زوایای پنهان مسئولیت در امر نظارت و دقت بیشتر در این زمینه داشت که با ذکر چندین مثال سعی بر انجام پژوهشی مفید در این زمینه داشتم همچنین بعد از زلزله توجه به بازسازی و مقاوم سازی سازه ها و انواع روشهای آن و جزییات موجود در امر مقاوم سازی که از طریق تجربی بدست می آید نکته ی مهمی است که توجه به آن بسیار مهم و ضروری می باشد

تحقیق زیر از نوع پژوهشی - توصیفی می باشد که با استفاده از اطلاعات کتابخانه ای - میدانی در آن به گردآوری نکاتی علمی و تجربی مرتبط با بحث نظارت، کارشناسی و مقاوم سازی در امر ساختمان پرداخته شده است

واژه های کلیدی: زلزله، مقاوم سازی، نظارت، سرپل ذهاب



## دوازدهمین کنفرانس ملی شهرسازی، معماری، عمران و محیط زیست

### مقدمه:

به صورت تقریبی هر ده سال یک زلزله بزرگ در کشور رخ میدهد. زلزله ها آزمایشگاه بزرگی برای شناسایی نقاط ضعف و قوت بشر در رویارویی با این پدیده طبیعی است، درس گرفتن از هر زلزله میتواند مطمئن ترین و بهینه ترین روش پیشرفت در همزیستی با این رخداد طبیعی محسوب شود یکی از زلزله های اخیر پر خسارت ایران زلزله سرپل ذهاب میباشد که در ساعت ۲۱ و ۴۸ دقیقه (به وقت محلی) روز ۲۱ آبان ماه ۱۳۹۶ هجری شمسی، مطابق با ساعت ۱۸ و ۱۸ دقیقه (به وقت جهانی) روز ۱۲ نوامبر ۲۰۱۷ میلادی با بزرگی گشتاوری ۳/۷ در فاصله ۱۰ کیلومتری از گله و حدود ۳۷ کیلومتری شمال غرب شهرستان سرپل ذهاب از استان کرمانشاه، واقع در مرز ایران و عراق به وقوع پیوست. که بیشترین پاسخ شتاب زمین برای آن در ایستگاه سرپل ذهاب به ثبت رسیده است.

در اثر وقوع این زمین لرزه هفت شهر و ۱۹۳۰ روستا آسیب دیده اند. بیش از ۴۰۰ نفر کشته و ۹۰۰۰ نفر زخمی شدند و همچنین اماکن دولتی و عمومی زیادی تخریب و آسیب دیدند. زلزله های گیلان، بم، لرستان و هم اکنون کرمانشاه نه فقط یک حادثه تلخ بر تمام مردم بلکه آزمایشگاهی واقعی و کلاس درسی بسیار آندوهناک برای جامعه مهندسی ایران میباشد. هدف در این نگارش بر این است تا با نگاهی اجمالی به دلایل تخریب سازه ها در مناطق زلزله زده کرمانشاه نگاهی گذرا به اشکالات اجرایی حین ساخت در مناطق زلزله زده، پیشنهاداتی در بهبود صنعت ساخت و ساز و آرایه گردد تا تلنگری بر جلوگیری از تکرار اشتباهات باشد. تکرار اشتباهات و سهل انگاریها، بی مسیولیتی برخی مهندسان و دست اندرکاران جامعه ساخت و ساز و نا آگاهی مجریان نا ذی صلاح، عدم تعهد پیمانکاران و استفاده از مصالح غیر مرغوب، نظارت نا کافی و نواقص آیین نامه ای در منطقه زلزله زده کرمانشاه نیز از نتایج این تحقیق است.

### متن مقاله

هر زلزله درس بزرگی برای آموختن است و در این میان زلزله های بزرگ درس های بزرگ را فرا داده و میدهند. درس هایی که طبق سنت ما زود فراموش میشوند و لازم است به طور مرتب به زوایای مختلف آن پرداخته شود تا ملکه ذهن مردم، مهندسان، مدیران و مسئولان شود.

یکشنبه ۲۱ آبان ماه ۱۳۹۶ ساعت ۱۶:۴۸:۲۱ به وقت محلی زلزله ای به بزرگی ۷,۳ ریشتر رخ داد. طبق آمار رسمی، بر اثر این زلزله ۶۲۱ نفر جان باخته، نزدیک به ۳۸ هزار واحد مسکونی نیز تخریب و بیش از ۵۲ هزار واحد مسکونی نیاز به تعمیر و بازسازی پیدا کردند



## دوازدهمین کنفرانس ملی شهرسازی، معماری، عمران و محیط زیست

با توجه به شدت زلزله و اینکه شهر سرپل ذهاب از نظر پهنه لرزه خیزی جز مناطق با خطر نسبی زیاد میباشد و با توجه به افزایش تراکم جمعیت این شهر و نبود استانداردهای مناسب ساختمان سازی و نظارت دقیق قبل از وقوع زلزله، شاهد چنین خسارت و ویرانی گسترده ای در شهر سرپل ذهاب و شهرها و روستاهای اطراف آن بودیم.

در این زلزله تعداد زیادی از ساختمان ها دچار آسیب هایی از نوع تخریب کامل، نیاز به مقاوم سازی و از نوع تعمیراتی در درجات مختلف نام گذاری شدند به نحوی که ساختمان های تخریبی ساختمان هایی بودند که دیگر امکان بهسازی و مقاوم سازی در آنها به دلیل آسیب شدید سازه ای وجود نداشت و یا اگر مالکی قصد مقاوم سازی داشت از نظر هزینه به صرفه اقتصادی نبود و هزینه مقاوم سازی با هزینه تخریب و احداث ساختمان جدید تقریباً برابر بود.

با توجه به شدت زلزله آبان ماه اکثر ساختمان های تخریبی از نوع بنایی بدون کلاف قائم و افقی بوده و تعداد دیگری از از ساختمان های بیش از یک طبقه که از نوع فلزی و بتنی بودند به دلیل عدم مقاومت فشاری مناسب بتن و همچنین عدم اجرای صحیح آرماتور بندی بخصوص در ناحیه بحرانی محل اتصال تیر به ستون که توسط خاموت ها و سنجاکی ها به نحو صحیح اجرا نشده بودند و نوع اجرای سازه فلزی باعث تخریب ساختمان هایی با سازه فلزی و بتنی گردید.

یکی دیگر از عوامل مهم در تخریب سازه ها عدم توجه به ساختگاه و اثر خاک نرم و سست بود که در خسارت عمده شهر سرپل ذهاب محله فولادی اثر خاک نرم نقش برجسته ای داشت. درپشت محوطه ی ساختمانی مسکن مهر شهید شیروودی سرپل ذهاب و کوی فولادی، مسیر دره و رودخانه الوند که از آبشار پیران به سمت شهر سرپل ذهاب روانه است قرار دارد این مسیر در برگیرنده خاک نرم و اشباع در اثر آب جاری رودخانه الوند است در حالیکه در همین شهر و در فاصله حدود ۷۰۰ متری و در مسکن مهر شکوه اثر قابل ملاحظه ای از خرابی زلزله مشاهده نگردید.



## دوازدهمین کنفرانس ملی شهرسازی، معماری، عمران و محیط زیست



شکل ۱. نمونه‌ای از ترک‌های ناشی از استرس جانبی در مجتمع مسکونی شهید شیرودی. ترک‌های متعدد دیگری در زیر بستر مجتمع و دورتر از لبه ترانشه دیده می‌شود

همانطور که در بالا اشاره شد یکی از ویژگی‌های زلزله سرپل ذهاب نقش برجسته کیفیت بتن در استحکام بنا بود. در این زلزله مشخص گردید که مقاومت بتن ساختمان‌های مهم تخریب شده از حد استاندارد بمراتب پایین‌تر بود در برخی موارد قطعات بتن جدا شده از ساختمان با فشار دست نیز می‌شکستند آزمایشات بتن نشان داد که حد مقاومت آنها حدود یک سوم و حداکثر نصف حد استاندارد است. بررسی شیت‌های آزمایش بتن نشان داد که متاسفانه در برخی موارد اعداد غیر واقعی در برگه‌ها درج شده بوده است و کنترل نظارت استاندارد بر کیفیت بتن نبوده است. در زلزله سرپل ذهاب بطور متواتر مشاهده کردیم که آسیب دیدگی ساختمان‌ها اغلب شامل تخریب، ترک خوردگی و آسیب دیدگی دیوارهای حائل جانبی بوده است. اتصال این دیوارها به تیرها، ستون‌ها، سقف و کف به خوبی صورت نگرفته بود و در اغلب ساخت و سازهای کشور نیز روال به همین گونه است. این امر موجب وحشت ساکنان و نالایمی ساختمان‌ها به ویژه در پس لرزه‌ها می‌شود که لازم است بطور جدی تمهیدات مهندسی در مورد نحوه استحکام این دیوارها و اجزا غیر سازه‌ای بکار برده



## دوازدهمین کنفرانس ملی شهرسازی، معماری، عمران و محیط زیست

شود این امر بطور واضح در ساختمان مسکن مهر شهید شيرودی خود را نشان داد و چهره رعب آوری برای مردم بوجود آورد ناظران باید به این نکته توجه کنند که دیوار های جانبی و حائل با رعایت تمهیدات مهندسی مستحکم شود چونکه در ایران در این زمینه اجزای غیر سازه ای ضعیف عمل کرده و ساختمان را از درجه ارتفاع خارج میکنند

یکی دیگر از نکات مهمی که باید به آن توجه ویژه داشت توجه به اتصال مناسب سنگ های نما و کاشی و سرامیک های درون ساختمانی دیوار ها میباشد . سنگ نماها باید به شیوه درستی به ملات پشت خود متصل شوند تا در موقع لرزش ریزش نکنند در بیمارستان های سرپل ذهاب و قصرشیرین ریزش کاشی های دیوار ها مشاهده شد که این امر موجب وحشت کارکنان و مردم شد علاوه بر خطرات جانی که در حین وقوع زلزله ریزش سنگ نماها دارد ، چهره نامطلوب و ترسناک حادثه موجب احساس ناامنی و روانی ساکنان نیز میشود . در نتیجه : اتصال سنگ نماها به دیوار ها باید طبق شیوه های صحیح صورت گیرد و برای حصول اطمینان از این امر نظارت جدی در این زمینه ضرورت دارد. همچنین :

\*توجه و احساس مسئولیت در نظارت بر اجرای ساختمان ها باید مستمر و بادقت انجام شود\*



شکل ۲. اتصال نامناسب سنگ ها به دیوار و ریزش آنها



## دوازدهمین کنفرانس ملی شهرسازی، معماری، عمران و محیط زیست

در خرابی های حاصل از زلزله در بازدید میدانی مشاهده گردید که داخل ملات بتن گونی و خرده های سفال، نخاله های ساختمانی و مواد زائد دیگر وجود دارد، در ریزش سنگ نماها دیده شد سنگ های نما به دیوارها متصل نشده بودند، در خرابی کوی فولادی دیده شد در مسیر رودخانه الوند خاک دستی وجود داشت که تا ساختگاه این ساختمانها ادامه داشت. مواردی از این قبیل که جملگی خلاف الزامات آیین نامه و مقررات ساختمان است نشان میدهد در اغلب ساخت وسازهای منطقه نظارت جدی و پیوسته و میدانی حاکم نبوده است. مشکلات ریشه ای نظارت بر اجرای ساختمانها باید بطور اساسی حل شود وگرنه کیفیت ساخت ارتقای محسوسی نخواهد نمود.

در ساخت و سازهای روستایی نیز در روستاهایی که عملیات نوسازی پس از جنگ تحمیلی صورت گرفته بود و خانه ها دارای شناژ قائم و افقی بودند رفتار مناسبی در برابر زلزله از آنها مشاهده شد، ولی ساختمان های روستایی خشتی و گلی و باسقف سنگین به شدت خسارت دیدند.

درس مهم دیگر زلزله توجه جدی و مسئولانه به امر نظارت پیوسته و میدانی بر ساخت و سازها بود. فلذا موارد زیر از نکات اصلی در زلزله سرپل ذهاب به لحاظ سازه ای می باشند که طراحان ناظران و مجریان باید توجه ویژه به آنها داشته باشند

۱. تشکیل طبقه نرم به دلیل کاهش سختی طبقه نسبت به طبقات بالاتر
۲. ضعف در اتصال تیر به ستون در سازه های بتنی (عمدتا به دلیل عدم اجرای خاموت و کاهش مقاومت بتنی)
۳. عدم اجرای شناژهای افقی و قائم در ساختمان های با مصالح بنایی
۴. اجرای سقف غیر صلب توسط سرامیک
۵. عدم اتصال دیوارهای پیرامونی به سازه ی اصلی (عمدتا در ساختمان های بتنی)
۶. تلفیق نامناسب اسکلت آجری و ستون های فلزی
۷. انهدام سازه در اثر محاسبات نادرست سازه ای (ضعیف بودن سازه)
۸. عدم رعایت ضوابط شکل پذیری در ساختمان بتنی

کم توجهی به هریک از موارد بالا باعث بروز حادثه و خسارت میگردد به نحوی که بعد از زلزله پرونده های فراوانی از شکایت مالکین و کارفرماها به جهت مطالبه خسارت از مهندسين ناظر نظام مهندسی، پیمانکاران و حتی سازندگان محلی در مراجع قضایی تشکیل گردید که اهم خواسته ها از نوع تعیین برآورد خسارت جهت مقاوم سازی و یا تعمیر ساختمان های نوساز و تعیین مقصر این امر به کارشناسان دادگستری از طریق قضات محترم ارجاع میشود.



## دوازدهمین کنفرانس ملی شهرسازی، معماری، عمران و محیط زیست

از آنجایی که اینجانب کارشناس دادگستری میباشم و پروانه اشتغال بکار نظام مهندسی در صلاحیت های نظارت و اجرا را دارم و هم اکنون در واحد نظارت شهرداری قصرشیرین مشغول کار میباشم و در زمان زلزله هم به صورت مشاور و پیمانکار در امر مقاوم سازی ساختمان فعالیت داشتم تجربیاتی را از چند نمونه پرونده قضایی و شرح وظایف کارشناس و ناظر ساختمان عرض مینمایم

در ابتدا باید بدانیم که تعداد زیادی از ساختمان هایی که در زلزله آبان ماه ۹۶ دچار خسارت و حتی تخریب شدند ساختمان هایی بودند که طبق نقشه مصوب نظام مهندسی اجرا نشده بودند ، بلکه طبق روال غلط اکثریت بر اساس نقشه های اجرایی طراحی شده توسط افراد غیر متخصص دارای اضافه زیر بنا و حتی در مواردی با هماهنگی مهندس ناظر با افزایش تراکم، سازه نیز سبک تر اجرا شده که البته طبق قانون ماده ۱۰۰ شهرداری ها میبایست توسط عوامل اجرایی خود از احداث چنین ساختمان هایی خودداری بعمل آورد ، اما چون آرا کمیسیون ماده ۱۰۰ یک منبع درآمد غیر پایدار برای شهرداری ها شده است چنین امر مهمی صورت نمیگیرد . و این موضوع باعث احداث سازه هایی ضعیف و مغایر با آیین نامه های مربوطه میشود که در زمان بروز بلایای طبیعی دچار خسارت میشوند و تنها کسی که در این میان باید پاسخگو باشد شخص مهندس ناظر است نه شهرداری .

یکی از نمونه های واقعی که دارای پرونده قضایی در سرپل ذهاب بود مربوط به ساختمان ۳طبقه مسکونی میباشد که در سال ۹۴ مالک با هماهنگی مهندس ناظر سازه اقدام به ساخت واحد مسکونی نموده بود و در اثر زلزله در همان ثانیه های اولیه زلزله اصلی دچار شکست و در نهایت کاملا تخریب می شود و به لطف الهی ساکنین دچار آسیب جانی نشدند. بعد از تخریب ساختمان مالک از ناظر ساختمان شکایت میکند و پرونده به کارشناس دادگستری ارجاع داده میشود ، کارشناس منتخب پس از بررسی های لازم متوجه میشود که ناظر پایانکار ساختمان را با درصد نسبی ۸۵ درصد آیین نامه ۲۸۰۰ تایید کرده است ، کارشناس درخواست آزمایش نمونه بتن از آثار بجا مانده از سازه را به روش کر گیری میدهد که بعد از اخذ ۳ نمونه جواب آزمایش مقاومت فشاری بتن در قسمت فونداسیون و ستون ها ۱۷۰ کیلوگرم بر سانتی متر مکعب میباشد . و علاوه بر آن بر اساس شواهد موجود مشخص گردید که نحوه بستن خاموت ها در نقاط بحرانی از قبیل محل اتصال تیرها به ستون ها که میبایست طبق نقشه برابر ۸ یا ۷ سانتی متر از هم باشند، فاصله آنها از هم همانند فاصله خاموت ها در سایر نقاط تیر و ستون با فاصله تقریبی ۲۰ تا ۲۵ سانتی متر بوده که این امر دلیلی بر جداسازی آرماتورهای طولی و در نهایت شکستگی ستون ها و تخریب کامل ساختمان شده بود . با توجه با ایرادات گفته شده کارشناس ، ناظر را به دلیل عدم کنترل آرماتور بندی سازه و همچنین عدم کنترل کیفیت بتن مورد استفاده در سازه به مقدار ۵۰ درصد کل خسارات ساختمان مقصر نمود.



## دوازدهمین کنفرانس ملی شهرسازی، معماری، عمران و محیط زیست

البته در گزارش کارشناس محترم دادگستری به نظر اینجانب مواردی مغفول مانده و میبایست در تخریب ساختمان جز دلایل اصلی آورده میشد که به شرح ذیل میباشد:

۱. عدم توجه به مساحت و تراکم ساختمان که مالک بنا به درخواست خود نسبت به اضافه نمودن آن اقدام نموده است و متأسفانه طبق روال تمام شهرداری ها فقط با جریمه نمودن مالک بابت اضافه زیر بنا بدون توجه به تبعات بعدی آن برای تمامی ساختمان های این گونه پایانکار صادر میکند به نحویکه طول و عرض ساختمان و همچنین ارتفاع مصوب پیلوت ها بدلیل کم بودن اعضا میانقابی سازه تاثیر بسزایی در برابر زلزله دارد که مطلوب بود در گزارش کارشناسی به این موضوع اشاره میشد.

۲. عدم توجه به این موضوع که قبل از وقوع زلزله هیچ آزمایشگاه ذیصلاحی به جهت تعیین مقاومت فشاری بتن و همچنین انجام آزمایشات تست جوش در شهرستان سرپل ذهاب وجود نداشت ، لذا مهندس ناظر چگونه از مقاومت فشاری و کیفیت بتن مطلع میشد.

۳. عدم وجود نیروی کار ماهر و همچنین عدم وجود کارت مهارت فنی برای عوامل اجرایی در ساخت واحد مسکونی که اکثریت استاد کاران موجود در شهرستان فاقد چنین کارت مهارتی میباشدند و مالکین به دلیل آنکه هزینه های ساخت واحد های مسکونی کمتر باشد از مجری ذیصلاح یا پیمانکاران دارای صلاحیت استفاده نمیکنند و خود نقش مجری ذیصلاح را بر عهده میگیرند.

۴. عدم توجه به این موضوع که مهندس ناظر که متعهد به نظارت بر امر احداث ساختمان میباشد بعنوان ناظر دوره ای متعهد به امر نظارت میباشد نه ناظر مقیم. به نحویکه در احداث یک سازه علی الخصوص سازه بتنی اگر در یک مرحله از کار کوتاهی صورت گیرد باعث ایجاد ضرر و حادثه های جبران ناپذیر میشود و میبایست ناظر ساختمان طبق دستور العمل و فرم الف و ب سازمان نظام مهندسی ساختمان فقط در مراحل اصلی ساختمان نظارت و گزارش های لازم را ارائه نماید.

۵. در اکثریت گزارشات کارشناسی ها طرف خواننده و اصلی پرونده ناظر سازه میباشد و کمترین موردی مشاهده شده است که مهندس طراح سازه یا طراح معمار سازه مورد نقد و عملکرد آن مورد بررسی قرار گیرد و مقصر شناخته شود به نحویکه اکثریت ساختمان های بتنی بیش از یک طبقه که قبل از زلزله احداث گردیده بودند میبایست حداقل در دو دهانه از قاب ها دیوار برشی بتنی اجرا میگردد و یا در سازه های فلزی بدلیل عدم جوابگویی سازه بصورت قاب خمشی تمامی سازه های فلزی در هر دو جهت بصورت مفصلی و مهاربند اجرا و طراحی شدند.

به عنوان مثال در مسکن مهر شهید شیرودی که به صورت بتنی اجرا گردیده بودند هیچ گونه دیوار برشی قبل از زلزله در طراحی نیامده و اجرا نشده بود که به دلیل عدم خاصیت ارتجاعی





## دوازدهمین کنفرانس ملی شهرسازی، معماری، عمران و محیط زیست

بتن و همچنین نبود دیوار برشی آسیب های جدی به سازه های بتنی وارد گردید که بعد از زلزله یکی از روش های اصلی مقاوم سازی احداث و جانمایی دیوار برشی در مسکن مهر بود که میبایست طراحان سازه نسبت به این موضوع دقت فراوان داشته و در طراحی های خود از دیوار برشی استفاده می کردند.

۶. عدم وجود مدارک مستند و قابل ارایه آزمایش ژئوتکنیک خاک زیر پی که میبایست توسط طراح بر اساس آزمایشات مربوطه نوع خاک، طراحی فونداسیون را انجام میداد نه بر اساس مشاهدات عینی و چشمی. در صورتیکه در محل احداث ساختمان خواهان بعد از زلزله مشخص گردید تا عمق ۲ متر خاک های نباتی وجود دارد.

در تعدادی از منازل مسکونی آسیب دیده در سرپل ذهاب که بصورت سازه های فلزی، بتنی و بنایی دچار خسارت شده بودند و براساس تشخیص مهندسین مشاور مقاوم ساز به چهار نوع نیاز به مقاوم سازی، تعمیراتی درجه ۱، تعمیراتی درجه ۲ و تعمیراتی درجه ۳ مشخص شدند. در تعدادی از ساختمان ها که تازه ساز بودند و در اثر زلزله نیاز به مقاوم سازی داشتند توسط خیلی از مالکین در مراجع قضایی جهت تامین دلیل و تعیین میزان خسارت بر علیه جوشکاران و یا پیمانکاران محلی در امر مقاوم سازی به دلیل اختلافی از قبیل عدم کیفیت کار و یا اختلاف در تعیین برآورد دستمزد تشکیل پرونده داده که در این میان کارشناسانی از سوی مراجع محترم قضایی برای این امر مشخص می شدند که این کارشناسان باید تسلط کامل به روش ها و چگونگی مقاوم سازی داشته باشند. چون امر مقاوم سازی علمی نیست که تمامی مهندسین متخصصین رشته عمران حتی در طول سابقه و تجربه چندین ساله خود بآن برخورد کرده باشند. در خیلی از ساختمان ها یکی از مهم ترین روش های مقاوم سازی تخریب دیوار های فاقد وال پست و یا به اصطلاح نبشی کشی شده بود که مالک باید نسبت به تخریب دیوارهای پیرامونی و داخلی ساختمان اقدام و سپس اگر سازه به صورت فلزی بود با تهیه نبشی مناسب که اغلب از نوع نمره ۴ با بال های مساوی میباشد با جوشکاری مناسب به سازه متصل گردد که در اکثریت این روش ها جوشکاران و پیمانکاران محلی به این مهم که باید وال پست های نصب شده در جهت مفصل و بادبند حداقل ۵ سانتی متر با ستون ها فاصله داشته باشد دقت ننموده، و این امر موجب اختلاف میگردد. حال کارشناس منتخب میبایست با بررسی این موضوع که دلیل تکان خوردن سازه و ارتجاعی بودن آن در جهت بادبند ها میبایست جهت جلوگیری از حرکت ساختمان، وال پست ها با فاصله نصب گردد بسیار مهم بوده و در امر کارشناسی آوردن استدلال و دلیل به جهت آنکه کدام روش صحیح میباشد بسیار مهم و سرنوشت ساز است. در صورتیکه بسیاری از جوشکاران به ظاهر وال پست های نصب شده را با فاصله از ستون نصب میکنند اما به جهت راحتی کار و بالا بردن سرعت اجرا در حد وسط، ستونها را با تعدادی ورق به وال پست ها وصل میکنند که این امر خاصیت ارتجاعی ستون را از بین میبرد بنحویکه در زلزله های خفیف تا ۵ ریشتر این امر



## دوازدهمین کنفرانس ملی شهرسازی، معماری، عمران و محیط زیست

باعث ضربه زدن ستون به دیوار ها شده و در نهایت ترک های فراوانی در دیوار و نازک کاری دیوار جدید میشود و در زلزله شدیدتر بدلیل آنکه اتصالات سازه در قسمت اتصال پل به ستون از نوع ساده و مفصلی میباشد ، باعث شکستن جوش و در نهایت تخریب ساختمان میشود.

از دیگر نمونه های اختلاف بین کارفرما و پیمانکار در امر مقاوم سازی میتوان به مواردی از قبیل برآورد و ارزیابی اجرای دیوارهای برشی در سازه های بتن آرمه، کاشت آرماتور و تقویت فونداسیون، تخریب دیوار ها و احداث مجدد آن با نصب وال پست، تقویت سازه های بتنی از قبیل تیر و ستون توسط الیاف، نصب ژاکت فلزی در سازه های فلزی و سازه های بتنی، تقویت سقف سازه های بنایی و ... که هر کدام از این موارد عوامل بسیار گسترده و پیچیده ای در ارزیابی و برآورد اجرا و دستمزد کار است و در صورتی که کارشناس دادگستری اطلاعات کامل و تجربه های قبلی نداشته باشد بصورت صحیح نخواهد توانست گزارشی مبسوط و قابل دفاع ارائه دهد که در این مقاله سعی بر آن است ارائه نکات مفیدی در زمینه مقاوم سازی بهسازی سازه ها به شرح زیر ارائه نمایم

به عنوان مثال در امر کاشت آرماتور به جهت افزایش ابعاد فونداسیون تعدادی از پیمانکاران با توجه به تنوع بسیار زیاد در نوع چسب مخصوص کاشت آرماتور در بازار ایران از قبیل چسب های مربوط به شرکت های آبادگران، هیلتی ، ممو و چسب دوجزعی شیمی ساختمان که موجود می باشد . بیشتر پیمانکاران از چسب ارزانتر از نوع دو جزعی شیمی ساختمان استفاده میکنند به نحویکه هر چسب دو نوعی به جهت کاشت ۳۰ آرماتور نمره ۱۶ به عمق کاشت ۲۵ سانتیمتر کفایت میکند و قیمت چسب مذکور در بازار حدود ۳۰۰ هزار تومان میباشد در صورتیکه اگر از نوع چسب هیلتی ۷۳ یا ممو استفاده شود ، هر عدد چسب به جهت کاشت مشابه آرماتور ۱۶ برای ۱۰ عدد کفایت میکند و قیمت هر عدد چسب مذکور برابر ۸۰۰ هزار تومان می باشد . حال اگر در هر فونداسیون حداقل ۱۰۰ عدد کاشت آرماتور مورد نیاز باشد اختلاف قیمت در ارزیابی کارشناس دادگستری فقط در استفاده از نوع چسب برابر ۷ میلیون تومان میباشد . که در بهسازی و مقاوم سازی پروژه سازه های بتنی که بطور متوسط بیش از ۱۰۰۰ عدد کاشت آرماتور مورد نیاز است اختلاف بسیار زیادی میتواند داشته باشد که از دید کارشناس ارزیاب پنهان بماند.

در مثال دیگر به مقاوم سازی سازه های بتنی و بنایی توسط الیاف FRP می پردازم که به دلیل راحتی اجرای کار و تنوع محصولات و سرعت بالا و عدم نیاز به تخریب وضع موجود ستونها و سایر اعضا سازه ها استفاده این نوع مصالح انکار ناپذیر می باشد به نحویکه در تصاویر ارائه شده در صفحات قبلی تعدادی اندک از انواع سازه های مورد نیاز به مقاوم سازی در شهرستان سرپل ذهاب به پیشنهاد مهندسین مشاور استفاده بهینه از نوع الیاف شد. یک



## دوازدهمین کنفرانس ملی شهرسازی، معماری، عمران و محیط زیست

کارشناس ارزیاب باید بداند که الیاف FRP بطور معمول در بازار ایران بیشتر به دو صورت وجود دارد و مصالح بکار رفته در هر کدام نیز متفاوت می باشد. نمونه های الیاف FRP بیشتر از دو جنس کربنی و شیشه ای می باشد. که این نوع اجرای کار هم مانند نوع کاشت آرماتور به دلیل تنوع چسب ها دارای قیمت های متفاوت و از همه مهم تر دارای اختلاف قیمت زیادی میباشند. بطور مثال الیاف کربنی که بصورت رولی و یا مترمربعی فروخته می شوند همانند چتایی یا گونی به جهت عایق کاری دارای وزن مخصوص متفاوتی بوده، بصورتیکه هرچه وزن واحد مترمربع در الیاف کربنی کمتر باشد فشردگی و کیفیت آن پایین تر است و به طبع قیمت تمام شده کار نیز کم میشود. حال تشخیص اینکه پیمانکار از کدام نوع الیاف با وزن مخصوص مشخص کار نموده است محقق نمی شود مگر آنکه تجربه کاری خوبی در این موضوع داشته باشد. لازم به توضیح است اختلاف قیمت الیاف کربن با حداقل وزن مخصوص ۱۵۰ گرم با الیاف دیگر همان نوع با وزن مخصوص ۳۵۰ گرم به ازای هر مترمربع آخرین قیمت ها حدود ۷۰ هزار تومان می باشد.

نوع دیگر الیاف FRP از نوع شیشه ای بوده که خاصیت و مقاومت بسیار کمتری نسبت به نوع کربنی دیگر دارد که فقط از طریق مشاهده عینی و بررسی در محل آن هم با تجربیات کافی میتوان اختلاف هر کدام را مشخص نمود. زیرا به جهت چسباندن هر دو الیاف می بایست از نوعی چسب به نام متعارف رزین استفاده کرد که جهت نصب هر متر مربع الیاف حداقل یک کیلوگرم رزین مورد نیاز است و بدلیل آنکه رزین ها میبایست از بین الیاف بیرون زده و سطح بیرونی کار را کاملا پوشش دهد تشخیص این دو نوع الیاف بسیار سخت میباشد و اختلاف قیمت تمام شده اجرای کار الیاف کربنی با الیاف شیشه ای به ازای هر متر مربع حداقل ۲۰۰ هزار تومان میباشد که در مترهای بالا دارای اختلاف قیمت زیادی بوده که میتواند کارشناسان را دچار مشکل نماید.

### نتیجه گیری

وجود گسل ها و زلزله های متعدد در ایران نشان میدهد:

که ضمن توجه به تمام نکات بالا، به صورت کلی تغییر در فناوری ساختمان و فرآیند ساخت و ساز در مناطق شهری امری ضروری است و این زلزله گواهی بر الزام تنظیم طرح های امن برای ساخت و ساز آینده در مناطق آسیب دیده و شهرهای رو به رشد و پر جمعیت میباشد و مهندسين ناظر و دست اندرکاران حوزه ساخت مسکن باید علاوه بر آشنایی کامل با فرایند علمی ساخت مسکن به تبعات و آثار حقوقی عملکرد خود در این حوزه اطلاعات کافی داشته باشند و تمام تلاش خود را در جهت اجرای تمام و کمال قوانین مربوطه بکار گیرند.

## دوازدهمین کنفرانس ملی شهرسازی، معماری، عمران و محیط زیست

### "منابع"

آمار رسمی بنیاد مسکن انقلاب اسلامی

آمبرسیز، نومل ویل، چ. پ.، ۱۳۷۰، تاریخ زمین لرزه های ایران، ترجمه ابوالحسن رده، نشر آگاه، تهران  
خسرو تهرانی، خسرو و علی درویش زاده (۱۳۶۳) زمین شناسی ایران برای دانشجویان مراکز تربیت  
معلم، وزارت آموزش و پرورش

زمردیان، محمد جعفر (۱۳۸۱) ژئومورفولوژی ایران، جلد اول، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد

گزارش رسمی سازمان نظام مهندسی ساختمان استان کرمانشاه، سایت نظام مهندسی

مرکز لرزه نگاری کشوری، <http://irsc.ut.ac.ir/>،