وزارت راه و شهرسازی

سازمان ملی زمین و مسکن

آسیب شناسی جداره‌های خارجی و جداگرهای داخلی در زلزله۲۳ اردیبهشت ۱۳۹۶ شمال غرب بجنورد

معاونت فنی و مهندسی

آذر ۱۳۹۶

بسم الله الرحمن الرحیم

پیشگفتار :

"سپاس بیکران خدا را که به ما توفیق خدمت گزاری به کشورمان ایران را اعطا فرمود"

زلزله ۲۳ اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۶ استان خراسان شمالی تکراری بر هشدارهای پیشین اتفاق افتاده بر پهنه جغرافیایی سرزمین ما می‌باشد. از آنجا که کشور ایران همواره در معرض بلایای طبیعی از قبیل (سیل، زلزله و ...) می‌باشد، عدم توجه به مبانی صحیح ساخت موجب صرف هزینه‌های بسیار قابل توجه از منابع ملی و بودجه به منظور بازسازی و جبران عواقب ناشی از حوادث می‌شود.

با توجه به مراتب مسئولیت حرفه‌ای، وظیفه متخصصین، پژوهشگران و دست اندرکاران صنعت ساختمان در راستای بهره گیری از آخرین یافته‌های علمی جهت ساخت ساختمان های ایمن دو چندان می‌شود.

در همین راستا پس از حادثه ناگوار زلزله ۹۶ خراسان شمالی که موجب تخریب بخشی از ساختمان‌های جدید الاحداث و همچنین ساختمان های قدیمی گردید. سازمان ملی زمین و مسکن بنابه وظایف محوله نسبت به اعزام تیمی از کارشناسان متشکل از آقایان مهندس رزمجو، مهندس کیوانلو، مهندس حاجی‌میرصادقی و دکتر محبی مقدم از حوزه معاونت فنی و مهندسی به مناطق زلزله زده به منظور آسیب شناسی در حوزه های اقتصادی، اجتماعی، معماری و فنی اعزام و گزارش پیش رو حاصل نتایج بازدید میدانی و بررسی به عمل آمده با استفاده از منابع و تجارب مرتبط و سایر موارد تاثیرگذار در تخریب واحدهای ساختمانی شهرستان بجنورد می‌باشد. هر چند که موارد مرتبط به بخش اقتصادی، فرهنگی، اجتماعی، و تاثیر گذاری آن درخسارت های ناشی از زلزله دردست بررسی می باشد که امید است در فرصت های آتی ارائه گردد. علیرغم تلاش، دقت و وقت زیادی که برای تهیه این مجموعه صرف گردید، این مجموعه مصون از وجود اشکال و ابهام در مطالب آن نیست لذا در راستای تکمیل و پر بار شدن این گزارش از کارشناسان محترم درخواست می‌شود موارد اصلاحی خود را به دفتر "طرح‌ها و الگوهای ساخت" سازمان ملی زمین و مسکن ارسال کنند.

در خاتمه از اداره کل راه و شهرسازی، بنیاد مسکن و سازمان نظام مهندسی استان خراسان شمالی، مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی، پژوهشگاه بین المللی زلزله و همچنین از جناب آقای دکتر خلیلی مرد عضو محترم هیأت مدیره و معاونت فنی و مهندسی سازمان متبوع که همواره مشوق ما در این کار بوده‌اند تشکر و قدردانی می‌گردد.

دفترطرح ها و الگوهای ساخت دفتر امور نظارات عالی فنی پروژه‌ها

آذر ماه ۹۶

عنوان	شماره صفحه
مقدمه	۱
فصل اول : زلزله و ایران، با مطالعه موردی زلزله ۲۳ اردیبهشت ۱۳۹٦ شمال غرب بجنورد	**۱۰**
۱-۱ مکانیزم وقوع زلزله و لرزه خیزی در ایران	۱۱
۱-۲ نواحی لرزه زمین‌ساختی ایران	۱۴
۱-۳ زمین شناسی استان خراسان شمالی	۱۵
۱-۴ زلزله ۲۳ اردیبهشت بجنورد	۱۹
فصل دوم : بررسی آسیب‌های وارده به پروژه‌های ساختمانی شهرستان بجنورد وحومه	**۲۷**
۲-۱ مقدمه	۲۸
۲-۲ تخریب دیوارها	۲۸
۲-۳ عوامل تخریب نماهای ساختمانی	۳۷
۲-۴ نتیجه گیری	۴۱
فصل سوم : معرفی مراجع برای ارائه جزئیات اجرایی در زمینه مهار جداره‌های داخلی، جداگرهای خارجی و نما	**٤٥**
۳-۱مقدمه	۴۶
۳-۲ معرفی ضابطه شماره ۷۱۴ سازمان برنامه و بودجه"دستورالعمل طراحی سازه‌ای و الزامات و ضوابط عملکردی و اجرایی نمای خارجی ساختمان‌ها"	۴۷
۳-۳ معرفی دستورالعمل شماره ۶۲۹۶-۹۲/۲-۱۰۲ سازمان توسعه و تجهیز مدارس کشور با عنوان " دستورالعمل طراحی و اجرای دیوارهای غیر سازه‌ای"	۵۲
پیوست اول : تصاویر خرابی جداره‌های داخلی (تیغه‌ها) و جداگرهای خارجی (میانقاب‌ها) در زلزله ۲۳ اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۶ شمال غرب بجنورد	۵۴
پیوست دوم : خلاصه‌ای ازدستورالعمل‌های مربوط به نمای سنگی در ضابطه شماره ۷۱۴	۶۴
پیوست سوم : چند نمونه از جزئیات اجرایی مهار و اتصال دیوارهای غیر سازه‌ای دستورالعمل شماره ۶۲۹۶-۹۲/۲-۱۰۲ سازمان توسعه و تجهیز مدارس کشور با عنوان"دستورالعمل طراحی و اجرای دیوارهای غیر سازه‌ای"	۶۹
پیوست چهارم : معرفی برخی مراجع مرتبط	۷۴

مقدمه :

خطرات زیادی که به‌صورت کلی در دو دسته خطرات طبیعی و خطرات ساخت بشر قابل بررسی می‌باشند جامعه امروز را تهدید می‌کند. زلزله یکی از بزرگترین این خطرات می‌باشد که طبیعت آن را به بشر تحمیل کرده‌است. از این رو شناخت کافی از پدیده زلزله و عدم قطعیت های آن برای ایجاد یک ساخت و ساز ایمن، در مناطق لرزه‌خیز لازم می‌باشد. از جمله این عدم قطعیت‌ها، عدم قطعیت در تعیین بزرگی زلزله، محل وقوع زلزله یا همان محل چشمه‌های لرزه‌زا، نرخ رویداد یا دوره بازگشت زلزله‌ها، روابط مورد استفاده برای انتقال جنبش‌های قوی زمین به محل سایت که به عنوان روابط کاهندگی شناخته می‌شوند و ... می‌باشد. برای مقابله با یک خطر طبیعی دو رویکرد مطرح است، اول اجتناب از رویارویی با آن خطر و دوم کمی کردن خطر به پارامترهایی شناخته‌شده برای مقابله با آن. باید توجه کرد که تا امروز راه قابل اطمینانی برای کاهش خطر زلزله وجود نداشته و تنها با دو رویکرد گفته شده می‌توان خطر پذیری[۱] یا ریسک ناشی از پدیده زلزله را کاهش داد. به بیان دیگر راهی وجود ندارد تا مانع از وقوع زلزله شد، یا باید ساختمان را از محل مستعد برای تحریکات لرزه‌ای دور کرد یا آن را برای رویارویی با زلزله مقاوم ساخت. شهرهای ایران اکثراً در پای کوه و در شروع دشت‌ها ساخته شده‌اند و با توجه به توپوگرافی و ژئومورفولوژی ایران، فاصله بین قلل کوه‌ها و مراکز شهرها تقریباً به طور متوسط بین ۱۵ الی ۲۰ کیلومتر می‌باشد. بنابراین به دلیل عبور بسیاری از گسل‌ها از بلندی‌ها، فاصله شهرها از مراکز زلزله درحدود ۱۵ الی ۲۰ کیلومتر خواهد بود. به عنوان مثال تحلیل آماری برروی زلزله هایی که بزرگی آنها بیش از ۶/۵ ریشتر بود نشانگر آن است که فاصله شهرهای خراب شده و مراکز زلزله در حدود ۱۱ کیلومتر بوده است همچنین با توجه به اینکه فلسفه ساخت دهات در ایران بیشتر وجود آب بوده است و محل خروج آب چشمه‌ها، اکثراً شکستگی‌ها وگسل‌ها بوده‌اند (غیر از مناطق آهکی) لذا بطور سنتی دهات‌ها در ایران یا در نزدیکی گسل‌ها بنا شده‌اند و یا فاصله آنها ازگسل بسیار کم بوده است از سال ۱۲۷۸ تا ۱۳۶۵ به طور کلی در حدود ۷۴ زلزله مهم در ایران روی داده است که از میان این زلزله ها ۴۵ بار زلزله با بزرگی بین ۵–۶ و ۱۸ بار به بزرگی بین ۶–۷ و ۹ بار به بزرگی بین ۷–۸ ریشتر به وقوع پیوسته است. در ادامه موقعیت شهرهای ایران نسبت به گسل‌ها و سابقه زلزله در آنها ارائه خواهد شد و البته نباید گمان برد که اگر شهری سابقه زلزله خیزی ندارد در آن زلزله مهمی روی نخواهد داد. نمونه شهر طبس می باشد که با سابقه هزار ساله، تنها سیصد سال قبل یک زلزله

[۱] Risk

خفیف به خود دیده بود با این حال با یک زلزله به بزرگی حدود ۷/۴ ریشتر روبرو شد. در ضمن شهرهایی مانند ساری – قزوین – بابل – شیراز فواصل زیادی ازگسل‌ها داشته‌اند ولی با این وجود زلزله‌های شدیدی در آن‌ها روی داده است. باید توجه کرد که این شهرها در داخل زاویه دو گسل و گاهاً روی نیمساز داخلی دو گسل دور از خود قرار دارند. شاید این عوامل در خرابی این شهرها موثر بوده اند.

به طور کلی اکثر شهرهایی که برروی گسل بنا شده‌اند در آن‌ها زلزله اتفاق افتاده است و نقاطی که در محل تلاقی دو گسل واقع شده‌اند اکثراً به شدت لرزیده‌اند . به عنوان مثال می‌توان در این مورد به زلزله سلماس– شیروان و دشت بیاض اشاره کرد. با توجه به اینکه حدود ۹۰ درصد زلزله‌ها اثر حرکات تکنوتیکی زمین روی می‌دهند و گسل‌ها در ایجاد زلزله نقش اساسی دارند، جهت اطلاع، موقعیت شهرها نسبت به گسل‌های اطراف خود به‌طور تقریبی و طول تقریبی گسل‌ها و نیز سابقه زلزله خیزی در آنها در جدول م–۱ ارائه می‌شود[۱]. با توجه به این مقدمه در ادامه برای تبیین اهمیت موضوع سوابق زلزله‌های با تلفات بالا در بازه زمانی حدود ۶۰ سال گذشته ایران در جدول م–۲ ارائه می‌شود. برای توضیح بیشتر چهار زلزله مخرب بوئین زهرا، رودبار و منجیل، طبس و بم که در مجموع بیش از ۱۰۰۰۰۰ نفر تلفات انسانی داشته است در جدول م–۳ با جزئیات بیشتر بررسی گردیده است. در انتها نیز شکل م–۱ سهم مالی ایران در خسارات ناشی از زلزله را نمایش می‌دهد که گواه اهمیت بالای این موضوع برای توجه می‌باشد. در زلزله‌های گذشته با توجه به ضعف‌های شدید موجود در ساخت و ساز، بیشتر تمرکز جامعه مهندسی بر روی بحث ایمنی جانی ساکنان متمرکز شده بود. منتها با بهبود نسبی ساخت و ساز موارد دیگری مانند اجزای غیر سازه‌ای و به‌طور خاص جداگرهای داخلی و جداره های خارجی اهمیت فوق‌العاده‌ای پیدا کرده است که زلزله اخیر بجنورد نیز نشان دهنده این اهمیت می‌باشد. نظر به این موضوع پس از بررسی لرزه‌خیزی کشور ایران با مطالعه موردی زلزله ۲۳ اردیبهشت ماه بجنورد در فصل اول این مجموعه، در فصل دوم با تمرکز بیشتر به آسیب وارده بر جداگرهای داخلی و جداره‌های خارجی پرداخته شده است.

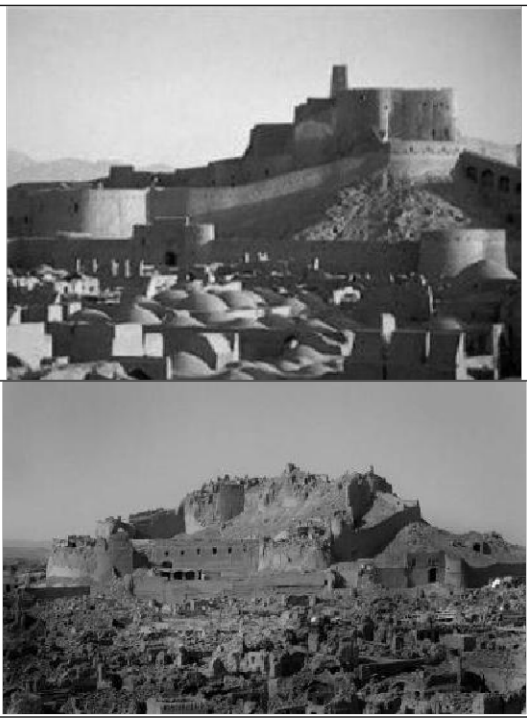
جدول م-۱ مشخصات و سابقه زلزله در مورد شهرهای ایران [۱]

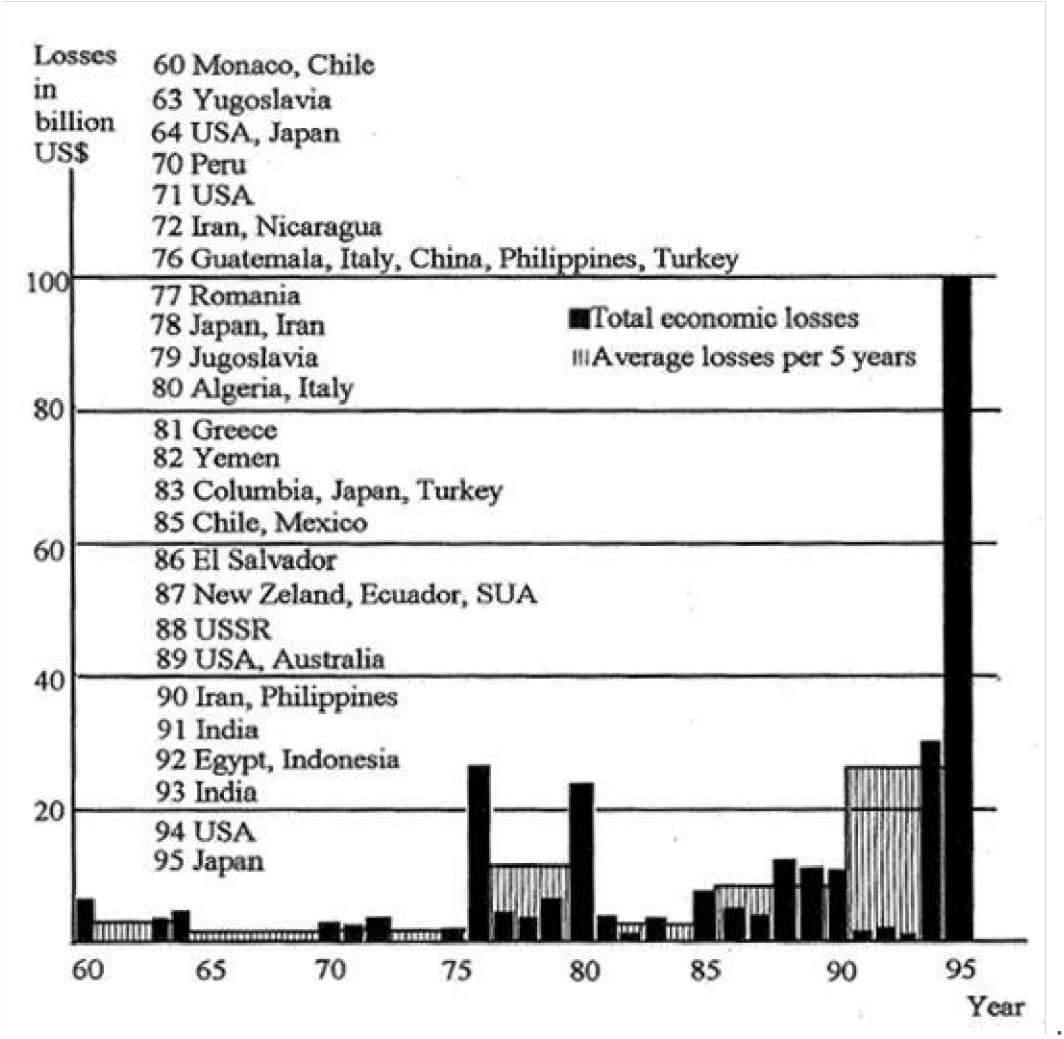
شماره	نام شهر	فاصله از گسل	طول تقریبی	سابقه زلزله	بزرگی زلزله به ریشتر
۱	آستارا	بر روی گسل	۳۰۰	دارد	
۲	اردبیل	۲۰	٦۵	دارد ۲ بار	
۳	اورمیه	۳۵	٤۰	دارد	
٤	آمل	۱۵	>۳۰	دارد	
۵	اهواز	درامتداد گسل	–	ندارد	
٦	اصفهان	٦۰	>۳۵۰	–	
۷	بابل	۳۵		دارد	درداخل دو گسل
۸	بهشهر	۳۵	>۳۰۰	دارد	–
۹	بجنورد	۵	۵۰	دارد	۷-٦
۱۰	بیرجند	۱۷	۱۰۰	دارد	
۱۱	مهاباد	روی گسل	–	دارد	۷-٦
۱۲	بم	روی گسل	–	ندارد	–
۱۳	بندرعباس	۳۰	–	دارد	–
۱٤	بندر انزلی	۱۵	–	دارد	–
۱۵	تبریز	۸	–	دارد	–
۱٦	تربت حیدریه	۸	گسل بزرگ کویر	دارد	٦-۵
۱۷	خوی	۱	گسل تبریز	دارد	٦-۵
۱۸	دامغان	< ۵	>۱۵۰	دارد	–
۱۹	دماوند	< ۱۰	>۳۰۰	دارد	–
۲۰	ده بید	درامتدادگسل	–	دارد	٦-۵
۲۱	رشت	۲۵	–	دارد	–
۲۲	زنجان	٦۵	۲۰۰	ندارد	–
۲۳	راور	روی گسل	–	دارد	۷-٦
۲٤	سبزوار	۱	۲۵	دارد	–
۲۵	سلماس	۵	٤۰	دارد	۷-۷/۵
۲٦	سقز	۸	۵۰	دارد	–
۲۷	ساری	۳۵	>۳۰۰	دارد	درداخل زاویه ۲ گسل
۲۸	شیروان	۱۵	>۸۰	دارد	–
۲۹	شاهرود	۵	>۳۰۰	دارد	–
۳۰	شیراز	۳۵		دارد	–
۳۱	طرود	روی گسل	۵۰	دارد	۷-٦
۳۲	طبس	نزدیکی گسل		–	۷/٤
۳۳	فردوس	روی گسل	۱۳۰	دارد	۷-٦

۳٤	قوچان	۱۵	>۱۵۰	دارد	–
۳۵	قم	۱۰	۵۰	دارد	–
۳٦	قزوین	٦۰	۳۰۰	دارد	–
۳۷	کاشمر	۸	گسل بزرگ کویر	دارد	٦-۵
۳۸	کازرون	۱۵	–	دارد	–
۳۹	گرگان	۲۰	>۳۰۰	دارد	–
٤۰	گنبدگاوس	۲۰	–	ندارد	–
٤۱	گلپایگان	۲۵	٤۰	ندارد	–
٤۲	مرند	۱۵	گسل تبریز	ندارد	–
٤۳	ماکو	۱۷	۱۰۰	ندارد	–
٤٤	مهاباد	۲۵	۳۵	ندارد	–
٤۵	میانه	۱۰	۲۵	دارد	–
٤٦	میاندوآب	۷۰	۳۵	ندارد	–
٤۷	مراغه	< ٤۵	–	ندارد	–
٤۸	مشهد	۱	۹۰	دارد	–
٤۹	نیشاپور	۱۲	۲۰	دارد	٦-۵
۵۰	همدان	۱۰	–	دارد	–
۵۱	یزد	در امتداد گسل	–	دارد	–
۵۲	تکاب	۲۵	۳۰	دارد	–
۵۳	زابل	< ٦۰	–	دارد	–
۵٤	دشت بیاص	روی گسل	۱۳۰	دارد	۸-۷
۵۵	زاهدان	۵	>۲۰۰	دارد	–
۵٦	اراک	۲۰	۵۰	ندارد	–
۵۷	بوئین زهرا	۸	۵۰	دارد	۷-۷/۵
۵۸	باغان	۱۲	٤۰	دارد	۷-۷/۵
۵۹	شرق دشت بیاض	٦	۱۲۰	دارد	۷-۷/۵
٦۰	کوهک	۱۰	۵۰	دارد	۷-۷/۵
٦۱	سراوان	۲۰	۲۳۰	دارد	۷-۷/۵
٦۲	کرمان	۱۰	۵۰	دارد	۷/۱
٦۳	قیر	۱	٦۰	دارد	۷-۷/۵
٦٤	دورود	۱	۱۰۰	دارد	۷-۷/۵
٦۵	باختران	۱۷	۱۷۰	دارد	۷-۷/۵
٦٦	شهر ری	–	–	دارد	–

جدول م-۲ سوابق زلزله‌های با تلفات بالات در ٦٠ سال اخیر کشور ایران [۲,۳]			
تاریخ	مرکز زمین لرزه	بزرگی	تلفات
۱۳۹۲، ۲۰ فروردین	شُنبه(دهستان طسوج)	٦/۳	حداقل ٦٠
۱۳۹۱، ۲۱ مرداد	اهر و ورزقان	٦/٤ و٦/۳	۳۰٦
۱۳۸۳، ٤ اسفند	زرند	٦/٤	حداقل ٦۰۲
۱۳۸۳، ۸ خرداد	مازندران	٦/۳	حداقل ۳٥
۱۳۸۲، ٥ دی	بم	٦/٦	حداقل ۳۰,۰۰۰
۱۳۸۱، ۱ تیر	بویین‌زهرا	٦/٦	۲٦۲
۱۳۷٦، ۲۰ اردیبهشت	قائنات	۷/۳	۱٥٦۷
۱۳٥۷، ۲٥ شهریور	طبس	۷/٤	۱٥۰۰۰
۱۳٤۷، ۹ شهریور	دشت‌بیاض، فردوس و کاخک	۷/۳	۱۲۰۰۰
۱۳۳٦، ۱۱ تیر	سنگچال، آمل، مازندران	٦/٦	۱۲۰۰
۱۳۰۲، ۳ خرداد	کاشمر	٥/۷	۲۰۰۰
۱۳٦۹، ۳۱ خرداد	رودبار و منجیل	۷/٤	حداقل ٤۰۰۰۰
۱۳٤۱، ۱۰ خرداد	بوئین زهرا	۷/۲	حدود ۲٥ هزار نفر

جدول م-۳ چهار زلزله مخرب ایران در ٦٠ سال اخیر[۳,۴,۵]		
نام زلزله	توضیحات	تصاویر
رودبار و منجیل	بامداد پنجشنبه ۳۱ خرداد ۱۳٦۹ شمسی (۲۰ ژوئن ۱۹۹۰ میلادی) زلزله‌ای به بزرگا M_W=۷/۳ در عمق ۱۹ کیلومتری از سطح زمین در ناحیه رودبار-منجیل در منطقه البرز به وقوع پیوست. این زلزله شهرهای منجیل، رودبار، لوشان و ۷۰۰ روستا را کاملاً ویران کرد و به ۳۰۰ روستای دیگر نیز آسیب رساند به‌طوری‌که شدت مهلرزه‌ای این رخداد ۱۰ در مقیاس مرکالی اصلاح شده برآورد شده است. این رخداد موجب کشته شدن حدود ۳۵۰۰۰ نفر و زخمی شدن ٦۰۰۰۰ نفر شد و حدود ۵۰۰۰۰۰ نفر را بی‌خانمان ساخت.	
بوئین زهرا	شامگاه ۱۰ شهریور ۱۳٤۱ (۱ سپتامبر ۱۹٦۲ میلادی)، زمین‌لرزه فاجعه‌باری با بزرگای M_W=۷/۲ در عمق ۱۰ کیلومتری زمین در منطقه پرجمعیت جنوب قزوین رخ داد. این زمین‌لرزه ۹۱ روستا را به‌کلی ویران کرد و۲۱۰۰۰ خانـه تخریب شد. در مجموع، بیش از ۳۰۰ روستا آسیب دید و یا ویران شد که در ۱۸۰ روستا از آن میان تلفاتی به بار آمد. از جمله جاهایی که سخت‌ترین آسیب را دیدند بوئین زهرا، دانسفهان، آراسنج، رودک و ایلدرچین بود. در این زمین‌لرزه بسیاری آثار و مکان‌های قدیمی و تاریخی شهرستان بویین زهرا از جمله قلعه باستانـی رودک ویران شد. این رخداد موجب کشته شدن حدود ۲۵۰۰۰ نفر گردید.	

ادامه جدول م-۳		
نام زلزله	توضیحات	تصاویر
طبس	این زلزله با بزرگای ۷/٤ =Mw در ساعت ۱۹:۰٦، ۲۵ شهریور سال ۱۳۵۷ (١٦ سپتامبر ۱۹۷۸) در هنگام غروب آفتاب اتفاق افتاد و با کشته شدن حدود ٤٠ درصد از ساکنان (١٤٨٠٠ نفر از جمعیت حدود ٣٦٠٠٠ نفری) شهرستان طبس همراه بود. البته در خود شهر طبس در هنگام حادثه حدود ۱۳۰۰۰ نفر ساکن بودند که در زلزله حدود ۹۰۰۰ نفر (۷۰ درصد) کشته شدند. خسارت‌های عمده این زمین‌لرزه در شعاع ۳۰ کیلومتری طبس بود در این زلزله شهری باستانی با قدمت ٤ هزار ساله با خاک یکسان شد؛ زلزله طبس از نظر نگاشت شتابنگاری نیز همچنان و پس از ۳۸ سال مهمترین و شدیدترین نگاشت ثبت شده شتابنگاری ایران را از سال ۱۳۵۳ تاکنون در سال ۱۳۹۵ (در میان حدود ۱۱ هزار **نگاشت** ثبت شده) برجای گذاشته است.	
بم	این زلزله روز جمعه ۸۲/۱۰/۵ بم با بزرگای ٦/٥=Mw رخ داد و موجب کشته شدن بیش از ٤١٠٠٠ نفر و مجروح گردیدن بیش از ۳۰۰۰۰ نفر گردید این زمین‌لرزه در امتداد گسل شناخته شده بم و با عمق کانونی حدود ۸km بوقوع پیوست. براساس شتابنگاشت‌های تصحیح نشده ارائه شده توسط سازمانهای مختلف ذیربط، بیشینه شتابی مؤلفه افقی زلزله برابر با ۰/۸g بوده است. مؤلفه قائم بیشینه شتابی تقریباً برابر با شتاب ثقل داشته که مقداری قابل توجه می‌باشد. شدت این زمین‌لرزه در شهر بم ۹ در مقیاس EMS تخمین زده شد.(تصویر سمت چپ ارگ بم قبل و پس از زلزله را نمایش می‌دهد.)	



شکل م-۱ سهم مالی ایران در خسارات ناشی از زلزله [٦]

مراجع مقدمه :

[۱] خسرو برگی، اصول مهندسی زلزله، انتشارات دانشگاه تهران،۱۳۸.

[۲] https://fa.wikipedia.org/wiki

[۳] اسماعیل فرزانگان، محمد پور محمد شاهوار، حسین میرزایی علویجه، چهاردهه شتابنگاری در ایران، مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهر سازی، ۱۳۹٦.

[٤] http://www.iiees.ac.ir/fa

[٥] http://sedayeqazvin.ir/

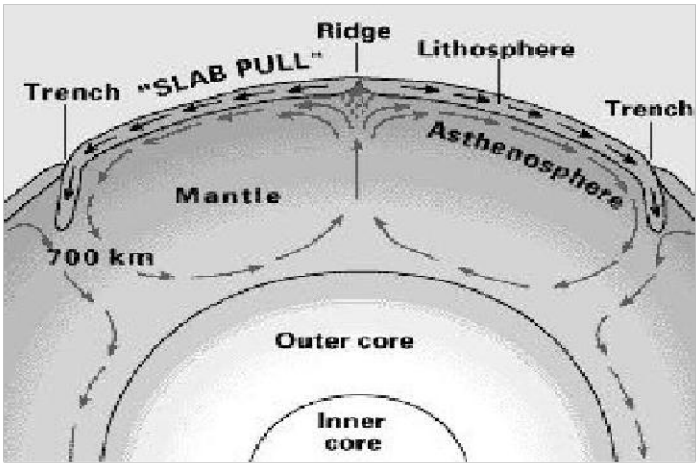
[٦] Victor Gioncu, Federico Mazzolani, Ductility of seismic resistant steel structure, First published ۲۰۰۲ by Spon Press.

فصل اول

زلزله و ایران، با مطالعه موردی زلزله ۲۳ اردیبهشت ۱۳۹۶ شمال غرب بجنورد

۱-۱ مکانیزم وقوع زلزله و لرزه خیزی در ایران :

عواملی نظیر آتشفشان‌ها، احداث سدهای جدید، استخراج نفت و ... می‌تواند عامل تولید زلزله‌هایی باشد که در ادبیات فنی با نام زلزله‌های القایی[۱] شناخته می‌شود. ولی با این وجود غالب زلزله‌ها، ناشی از زمین ساخت[۲] یا تکتونیک منطقه بوده و به عنوان زلزله‌های تکتونیک شناخته می‌شوند. در بررسی علل وقوع زلزله‌های تکتونیک می‌توان گفت جریان همرفتی در گوشته زمین که به دلیل اختلاف دمای بسیار بالا در لایه زیرین گوشته یعنی هسته و لایه فوقانی گوشته یعنی پوسته می‌باشد مطابق شکل ۱-۱ باعث حرکت صفحات سازنده پوسته زمین شده و نتیجه این حرکات ذخیره نسبی تغییر مکان (کرنش) در صفحات زمین ساخت و خطوط شکستگی پوسته زمین که به عنوان گسل شناخته می‌شود، می‌باشد. با اتمام ظرفیت پذیرش تغییر مکان نسبی در نقاط دارای تمرکز تنش در محل درگیر دو صفحه مجاور با یکدیگر، با یک شکست انرژی کرنشی ذخیره شده به صورت امواج لرزه‌ای آزاد می‌شود. بدیهی است که هرچه طول (مساحت) شکست بیشتر باشد انرژی کرنشی آزاد شده، زمان زلزله و در نتیجه آن بزرگی زلزله اتفاق افتاده افزایش می‌یابد. از این رو منابع لرزه‌زا، نواحی از مرزهای پوسته (و تا حدی سطح پوسته‌ها[۳]) هستند که دارای پتانسیل بالای ذخیره کرنش ناشی از حرکت صفحات زمین ساخت می‌باشند.

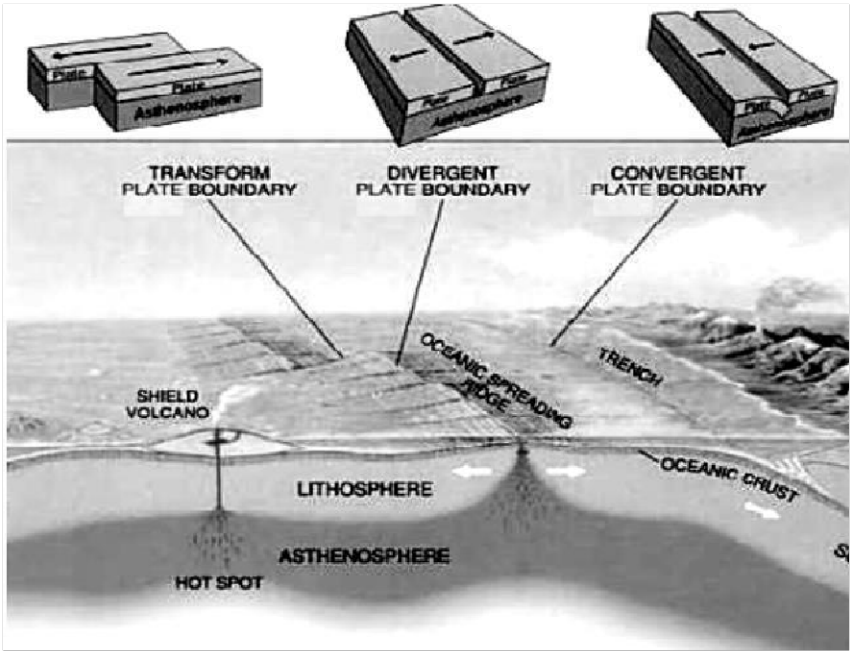


شکل ۱-۱ حرکات صفحات تشکیل دهنده پوسته ناشی از جریان همرفتی در گوشته [۱]

[۱] Induced Earthquakes
[۲] Tectonic
[۳] زلزله‌ها ندرتاً در درون صفحات زمین ساخت اتفاق افتاده و غالباً در مرز صفحات می‌باشد.

با توجه به وضعیت حرکت نسبی مرزهای دو صفحه زمین ساخت مجاور یکدیگر مطابق شکل ۱-۲، سه نوع کلی از گسل‌ها شناخته شده است. این دو صفحه می‌توانند نسبت به یکدیگر همگرا، واگرا یا لغزنده در کنار هم باشند که به‌ترتیب به آن‌ها معکوس[۱] یا فشاری، نرمال[۲] یا کششی و امتداد لغز[۳] گفته می‌شود، البته در واقعیت مکانیزم‌ها معمولاً به صورت ترکیبی می‌باشند.

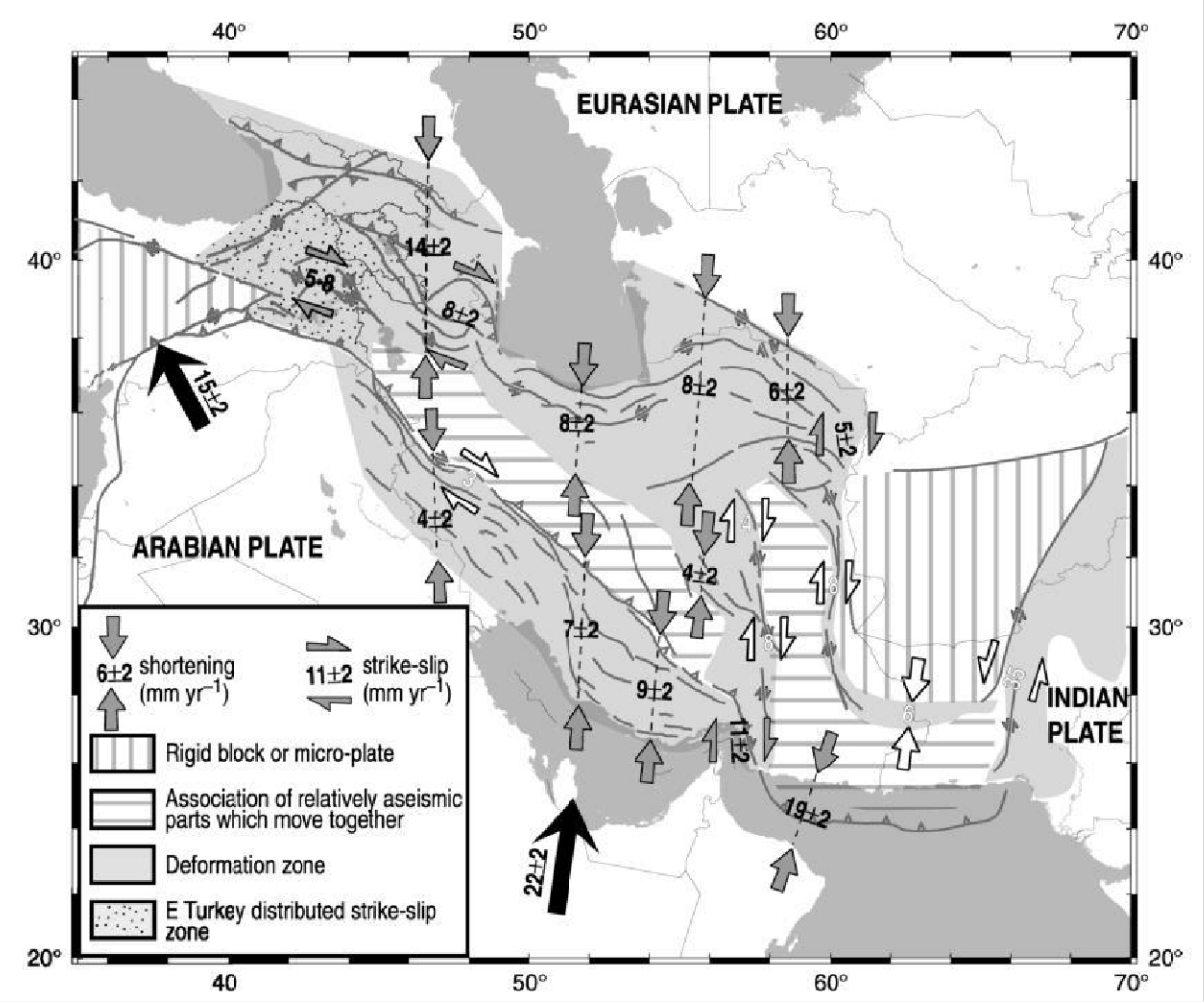
تغییر شکل پوسته زمین و همچنین زلزله‌های ایران، بطور کلی ناشی از همگرایی دو صفحه تکتونیکی اوراسیا و عربی می‌باشد. آثار ناشی از این همگرایی، در ایران به‌صورت جابجایی بر روی گسل‌ها و پدیده کوه زایی خود را نشان می‌دهد و زلزله‌هایی که اتفاق می‌افتد نیز معلول این همگرایی می‌باشد. البته مناطقی نیز وجود دارند که به‌صورت صلب رفتار می‌کنند و تغییر شکل زیادی در آنها صورت نمی‌گیرد. زلزله‌های ثبت شده و بردارهای سرعت بدست آمده از مشاهدات GPS گواهی بر صلب بودن این مناطق است. از این مناطق می‌توان بلوک‌های سنندج-سیرجان، ایران مرکزی، حوزه جنوبی دریای خزر و بلوک لوت را نام برد[۲].



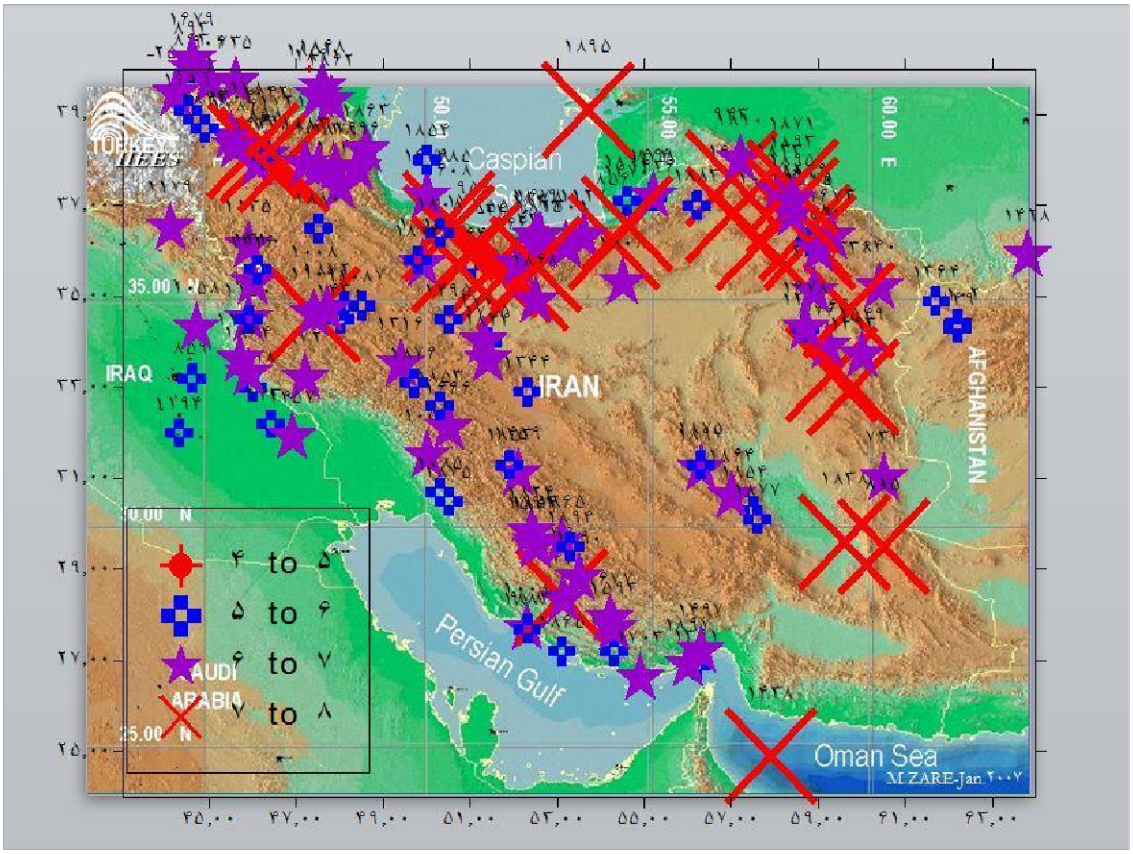
شکل ۱-۲ وضعیت حرکت نسبی مرزهای دو صفحه زمین ساخت مجاور یکدیگر [۱]

[۱] Thrust
[۲] Normal
[۳] Strike-slip

شکل ۱-۳ نرخ تغییر مکان جذب شده در نواحی مختلف صفحه ایران که ناشی از حرکت صفحه عربستان به سمت صفحه اوراسیا می‌باشد را بر اساس مطالعه ورنانت و همکاران نمایش می‌دهد. همانطور که در شکل ۱-۴ نمایش داده می‌شود سوابق زلزله‌های تاریخی انطباق زیادی با نواحی جاذب تغییر مکان ناشی از همگرایی دو صفحه تکتونیکی اوراسیا و عربی دارد.



شکل ۱-۳: بردارهای نمایش دهنده میزان کوتاه شدگی در ایران ناشی از جذب حرکت نسبی شمال شرقی صفحهٔ عربستان[۴]

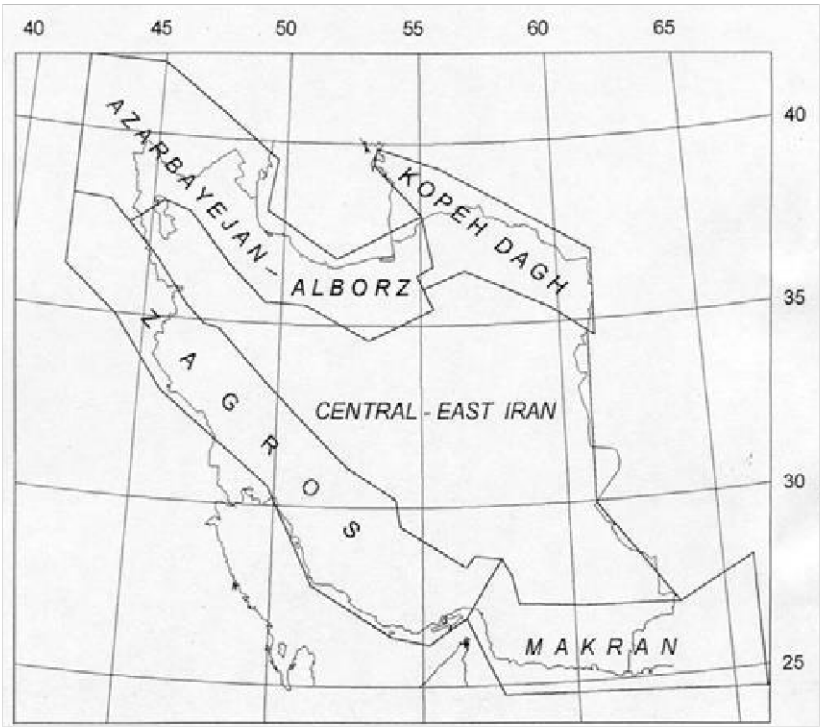


شکل ۱-۴: زلزله های تاریخی صورت گرفته در ایران[۵]

۱-۲ نواحی لرزه زمین‌ساختی ایران

ناحیه لرزه زمین‌ساختی، پهنه‌ای است که تحت رژیم‌های ژئودینامیکی[۱] کنونی، دارای جایگاه تکتونیکی همانند و الگوی لرزه‌خیزی یکسان باشد. با توجه به این مفهوم، (میرزایی و همکاران ۱۹۹۸) ایران را به پنج ناحیه لرزه زمین‌ساختی عمدهٔ البرز، آذربایجان، کپه‌داغ، زاگرس، ایران مرکزی و شرق ایران مطابق شکل ۱-۵ تقسیم کرده‌اند[۳]. از این رو که زلزله ۲۳ اردیبهشت بجنورد در ناحیه لرزه زمینساختی کپه داغ اتفاق افتاده در ادامه تنها این ناحیه مورد بررسی قرار می‌گیرد.

[۱] در اینجا منظور از رژیم ژئودینامیکی روند جذب انرژی کرنشی توسط پوسته زمین (گسل‌ها) می‌باشد.



شکل ۱-۵ : ایالات لرزه زمینساختی ایران[۳]

۱-۲-۱ ناحیه لرزه زمین‌ساختی کُپه داغ

نوار چین خوردهٔ کپه داغ بخشی از کمربند کوهزایی آلپ- هیمالیا در غرب آسیا می باشد که مرز شمال شرقی فلات ایران را تشکیل می دهد. کپه داغ بر روی حاشیهٔ جنوب غربی پوستهٔ قاره‌ای توران (ترکمنستان) قرار دارد. ویژگی فعالیت لرزه‌ای کپه داغ، فراوانی نسبی زمین‌لرزه‌های بزرگ با عمق کم می‌باشد. در کپه داغ زمین‌لرزه‌ای با عمق متوسط قابل اعتماد، به ثبت نرسیده است. نصب یک شبکهٔ محلی در منطقهٔ رو مرکز زمین لرزه عشق آباد که در سال‌های ۱۹۴۹ و ۱۹۵۳ صورت پذیرفت، عمده فعالیت لرزه‌ای را در اعماق ۱۰ تا ۱۲ کیلومتر نشان داد[۳].

۱-۳ زمین شناسی استان خراسان شمالی

رسوبات دریایی کم عمق دریای کپه داغ در اواخر کرتاسه ضمن چین خوردن از آب خارج شده‌اند. راستای عمومی محور چین‌های کپه داغ عمدتاً شرقی-غربی است که به‌سوی غرب با تغییر روند جزئی شمال غرب-جنوب شرق تبدیل می‌شود.

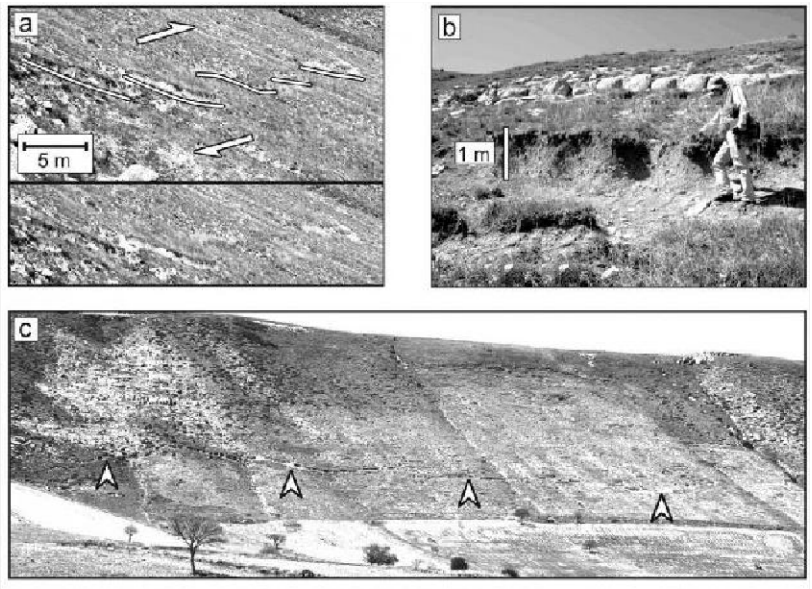
کوه‌های کپه‌داغ از سمت شمال شرق توسط گسل کپه‌داغ اصلی محدود می‌شود. ساز و کار این گسل ترکیبی از حرکات امتداد لغز راست‌گرد و حرکات معکوس بزرگ زاویه می‌باشد. بر اساس شواهد مربوط به جابجایی در امتداد گسل‌های کواترنر، گسیختگی‌های زمین همراه با زمین‌لرزه های بزرگ و الگوی لرزه‌خیزی، تعدادی از ساختمان‌های زمین شناسی در کپه داغ هم اکنون فعال هستند. این ساختمان‌های زمین شناسی عمدتاً تشکیل گسل‌های مزدوج با راستای شمال غرب- جنوب شرق و شمال شرق- جنوب غرب را می‌دهند. به‌طوری که گسل‌های با راستای شمال غرب-جنوب شرق از نوع امتداد لغز راست‌گرد و معکوس در حالی که گسل‌های با راستای شمال شرق- جنوب غرب از نوع امتداد لغز چپ گرد و همراه با مکانیسم گسلش عادی می‌باشند. همین اعمال تنش با راستای شمال شرقی موجب ایجاد حرکات امتداد لغز راست گرد در طول گسل کپه داغ اصلی گردیده است[۶].

تشکیلات زمین شناختی شهرستان بجنورد به دوران دوم و دوره نئوژن دوران سوم و دوران چهارم زمین شناختی مربوط است. بخش مرکزی شهرستان بجنورد شامل آبرفت‌های جوان دوران چهارم و ماسه سنگ قرمز و مارن نئوژن است. بخش سملقان شامل مارن و آهک‌های نازک لایه قیری و پیریتی آمونیت دار است و بخش قره میدان به صورت چاله‌ای است که به علت دو گسل در حاشیه شمالی و جنوبی دشت، شکل گرابن (فرو زمین) درآمده است. در شهرستان بجنورد خاک مخروطه افکنه‌ها از رسوبات بادبزنی شکل و رسوبات واریزه سنگ‌ریزه‌دار و خاک‌های سنگلاخی تشکیل شده و خاک فلات‌ها از خاک واریزه‌ای، خاک‌های قهوه‌ای و خاک رسوبی تشکیل شده است [۷].

خراسان شمالی از استان های زلزله خیز کشور می‌باشد که در ناحیه لرزه زمین‌ساختی کپه داغ قرار دارد. به علت فراوانی و طول زیاد گسل‌ها و جوان بودن چین خوردگی‌ها در استان، تاکنون زلزله های بسیاری در این استان به وقوع پیوسته است. آخرین زلزله مهم استان، قبل از زلزله اخیر، زلزله روز سه‌شنبه ۱۶ بهمن ۱۳۷۵ خورشیدی (۴ فوریه ۱۹۹۷ میلادی)، با بزرگای Mw=۶/۶ و مختصات رومرکزی ۳۷/۷۱N و ۵۷/۴۹ E در منطقه کوهستانی گرمخان واقع در ۳۰ کیلومتری شمال شهرستان بجنورد می‌باشد. در اثر رخداد این زمین‌لرزه، ۸۴ نفر کشته شدند. این زلزله با یک پیش‌لرزه نسبتاً قوی همراه بود که باعث شد تا تلفات جانی ناشی از این زمین‌لرزه به مراتب کم باشد. طبق مطالعات هالینگورف[۱] و همکاران

[۱] Hollingsworth

(۲۰۰۷)، گسلش مسبب این زلزله دارای ساز و کار امتداد لغز راست گرد (شکل ۱-۶) با جابه‌جایی به اندازه ۰/۵ تا ۱ متر بوده که موجب گسیختگی قطعه‌ای به‌طول حدود ۱۵ کیلومتر از گسل در امتداد NNW-SSE[۱] شد. براساس اطلاعات شبکه ملی شتاب نگاری کشور، امواج حاصل از زلزله گرمخان توسط ۱۴ ایستگاه شتابنگاری شامل آشخانه، کلاله، مراوه تپه، راز، رضوان، امام قلی، نیشابور، سد بارزو ۱، گنبد کاووس، مشهد ۱، رباط، فاروج، گیفان و بجنورد ثبت شد و بیشینه شتاب ثبت شده مربوط به ایستگاه بجنورد به میزان ۱۹۲ cm/s[۲] بوده است. در اثر رخداد زمین‌لرزه ۱۳۷۵ گرمخان، بیش از ۱۷۰ روستا آسیب دید و سه روستای ناوه، قزل قان و شیخ ۱۰۰ درصد تخریب شدند. روستای شیخ که در فاصله ۱۰-۱۵ کیلومتری جنوب شرقی گسیختگی گسل قرار دارد، بیش‌ترین ویرانی را در پی داشت. پردازش و تحلیل داده‌های شتابنگاری این زلزله نشان داد که وجود دوام لرزش طولانی، قطبش مولفه عمود بر گسل و وجود پالس سرعت در شتابنگاشت‌های موجود، حاکی از یک اثر جهت‌پذیری[۲] احتمالی است و جهت انتشار گسیختگی از سمت شمال به طرف جنوب و به سمت روستای شیخ بوده است[۸]. شکل ۱-۷ دبستان ناوه در زلزله مذکور را نمایش می‌دهد. جدول ۱-۱ زلزله‌های مهم به ثبت رسیده در محدوده استان و جدول ۱-۲ گسل‌های فعال استان را به همراه شواهد فعالیت آنها نمایش می‌دهد.



شکل ۱-٦ : ساز و کار زلزله ۱۳۷۵ گرمخان [۸]

[۱] NNW (north-northwest),SSE(south- southeast)
[۲] Directivity

جدول ۱-۱ سایر زلزله‌های مهم به ثبت رسیده در محدوده استان[۷,۹]

زلزله‌های مهم به ثبت رسیده در محدوده استان	تلفات (کشته)	بزرگی (MW)
زمین لرزه مرداد ۳۲۲ هجری شمسی اترک-نسا	۵۰۰۰	۷/۵
زمین لرزه ۲۱ اردیبهشت ۱۰۷۴ هجری شمسی اسفراین	۳۶۰	۷
زمین لرزه ۲۵ شهریور ۱۳۰۲ هجری شمسی	۱۵۷	۶/۳
زمین لرزه ۱۱ اردیبهشت ۱۳۰۸ هجری شمسی	۳۲۰۰	۷/۲
زمین لرزه ۱۶ بهمن ۱۳۷۵ هجری شمسی گرمخان	۸۴	۶/۴

جدول ۱-۲ گسل‌های فعال استان [۱۰]

نام گسل	طول گسل (کیلومتر)	جهت گسل	موقعیت نسبی	شواهد و نشانه‌های فعالیت
دهنود	۲	NW_SE	شرق اسفراین	زمین لرزهٔ سال ۱۳۶۵، پدیده انحراف رودخانه‌ای
گُلبین	۱	NW_SE	ـ	زمین لرزهٔ سال ۱۳۱۲
زُنقت	۱	NW_SE	شرق اسفراین و جنوب فاروج	زمین لرزهٔ سال ۱۳۴۸
کپه داغ	۵	NW_SE	شمال شهرهای فاروج و شیروان	زلزلهٔ سال ۱۳۵۶ شهر قوچان
خوراب	۱۵	NW_SE	بخش بام و صفی آباد	انحراف رودخانه، جابجایی در رسوبات جدید
جهان	۲۵	NW_SE	کوه شاه جهان	زمین لرزهٔ سال ۱۳۶و۱۳۴۵
سالوک	۱۵	E_W	خط تغییر شیب کوه سالوک و درهٔ گریوان	زمین لرزهٔ سال ۱۳۶۳وجود پرتگاه‌های متعدد
قرجه رباط	۱۷	NE_SW	روستای قرجه رباط در شرق سنخواست	زمین لرزه‌های سال ۱۳۳۲و ۱۳۳۱
سارمران	۱۵	E_W	بالاتر از روستای سارمران در جنوب کوه سالوک	زمین لرزهٔ سال۱۳۳۲
شوقان	۴	E_W	خط تغییر شیب رشته کوه آلاداغ و دشت شوقان	زمین لرزهٔ ۱۳۳۵
باغان	۳	NW_SE	شمال و شمال غرب شهر شیروان	زمین لرزهٔ ۱۳۹ شهر لوجلی
چمن بید	۷۵	E_W	شمال روستاهای چمن بید، باش کلاته و اسپاخو	پرتگاه ساختمانی و مخروط افکنه‌های جدید
کی کی	۱۵	NE_SW	غرب و جنوب غرب روستای کی کی	زمین لرزهٔ سال ۱۳۶۱
شیرویه	۵	NW_SE	روستای شیرویه	زمین لرزهٔ ۱۳۲انحراف رودخانه روئین
قلعه کور	۲۵	NE_SW	جنوب شهرهای گرمه و جاجرم	اختلاف ارتفاع و پرتگاه‌های گسلی
امین آباد اسفراین	۴	W_E	شمال غرب شهر اسفراین	زمین لرزهٔ سال ۱۳۹
ناوه	۸	NW_SE	روستای ناوه در شمال بجنورد	زمین لرزهٔ ۱۳۷۵

شکل ۱-۷ ساختمان دبستان روستای ناوه پس از زلزله سال ۱۳۷۵ از معدود بناهای باقیمانده در روستا[۱۰]

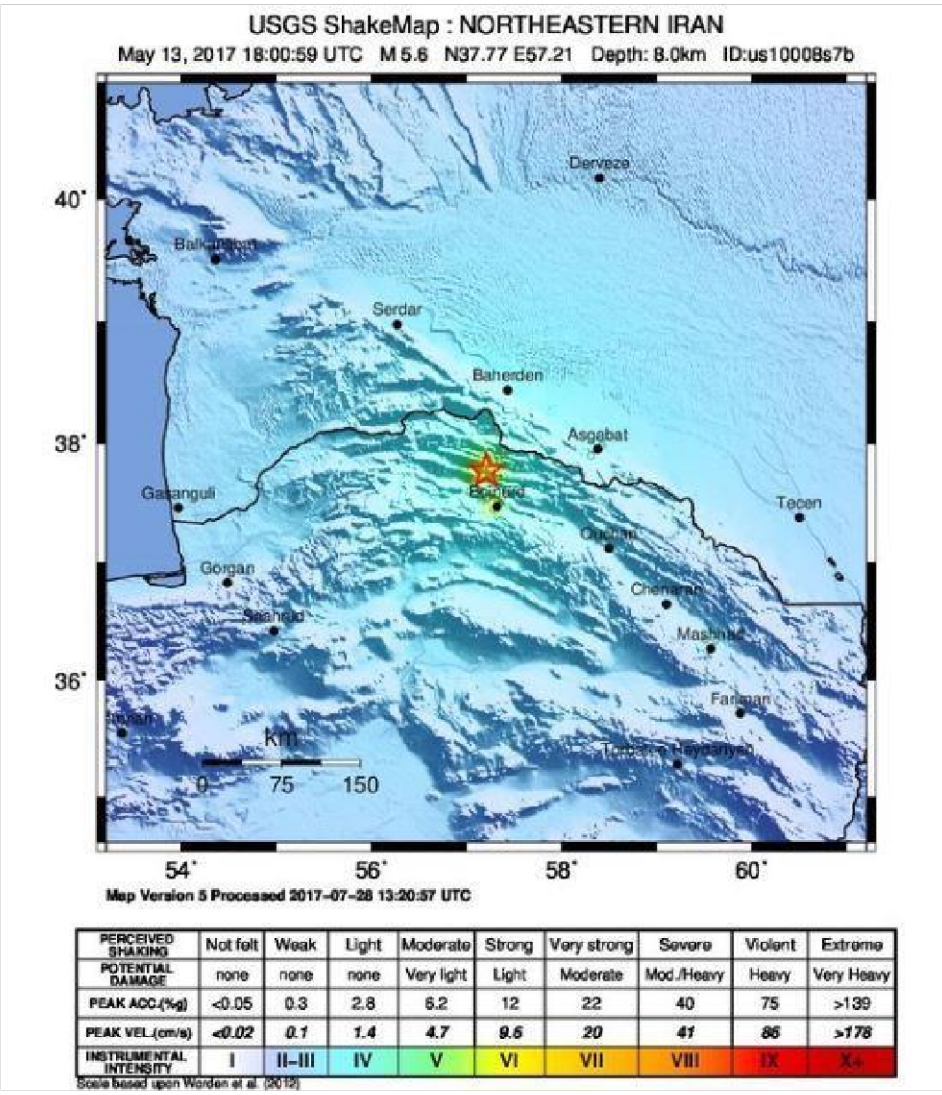
۱-٤ زلزله ۲۳ اردیبهشت بجنورد

در ساعت ۲۲:۳۰ روز شنبه مورخ ۱۳۹۶/۲/۲۳ زمین لرزه‌ای با بزرگی ۵/۷ حوالی ۱۹ کیلومتری شهر پیش‌قله (۲۲ کیلومتری، بجنورد) در شمال غربی استان خراسان شمالی به‌وقوع پیوست که مشخصات آن با توجه به اطلاعات مؤسسات لرزه‌نگاری در جدول ۳ ارائه گردیده است. این زلزله تا ساعت ۱۲ روز چهارشنبه مورخ بیست و هفتم همان ماه با ۵۷ پس لرزه همراه بوده است.

جدول ۱-۳ مشخصات زلزله ۲۳ اردیبهشت بجنورد[۱۱,۱۲]

بزرگی	عمق(کیلومتر)	طول جغرافیای	عرض جغرافیایی	مرجع
۵/۷	۸	۵۷/۲۲	۳۷/۶۵	مرکز لرزه‌نگاری کشوری (IRSC)
۵/۶	۸	۵۷/۲۰۶	۳۷/۷۶۹	سازمان زمین شناسی آمریکا (USGS)

شکل ۱–۸ نقشه میزان خسارت بر اساس شدت زلزله ۲۳ اردیبهشت بجنورد را نمایش می‌دهد.



شکل ۱–۸ نقشه شدت زلزله ۲۳ اردیبهشت بجنورد [۱۲]

۱–٤–۱ شتاب نگاشت های ثبت شده

در حال حاضر، ثبت زمین لرزه‌ها، بیشتر توسط لرزه نگارها و شتاب‌نگارها انجام می‌شود. لرزه‌نگارها دستگاه های بسیار حساسی هستند که قادرند حرکات فوق‌العاده ضعیف زمین، ناشی از رویداد زمین لرزه‌ها را با دقت زیاد ثبت کنند. به‌طور کلی، داده‌های حاصل از دستگاه‌های لرزه‌نگاری را نمی‌توان به طور مستقیم در مهندسی زلزله استفاده کرد، چون در فاصله‌های نزدیک به مرکز زمین لرزه، قادر به ثبت حرکات قوی زمین نمی‌باشند زیرا در فواصل نزدیک به مرکز زمین لرزه، غالباً این

دستگاه‌ها به حالت اشباع در آمده و قادر به ثبت مطلوب حرکات قوی زمین نمی‌باشند. پارامترهایی که توسط پایگاه‌های لرزه نگاری گزارش می‌شود، معمولاً شامل مختصات زمانی و مکانی، بزرگی و عمق می‌باشد .در گزارش زمین لرزه‌ها توسط سازمان‌های مختلف تفاوت‌هایی وجود دارد، این تفاوت‌ها به سبب پیچیدگی در سازوکار زمین لرزه‌ها و نیز فاصله و پراکندگی دستگاههای لرزه‌نگار می‌باشد. برخلاف لرزه نگارها، دستگاه‌های شتاب‌نگار برای نصب در نزدیکی مرکز زمین لرزه‌ها و گسل‌های فعال و همچنین در سازه‌های مهم (سدها، نیروگاه‌ها، پل‌ها، ساختمان‌های بلند، پالایشگاه‌ها و ...) بسیار مناسب بوده و می‌توانند نگاشت‌هایی را ثبت کنند که در مهندسی زلزله، از اهمیت خاصی برخوردارند. دستگاه‌های شتابنگار دارای فرکانس طبیعی بسیار بالاتری نسبت به فرکانس حرکات زمین هستند و می‌توانند شتاب حاصل از حرکات قوی زمین را ثبت کنند. شتاب‌نگاشت‌های حاصل از جنبش نیرومند زمین دارای شکل‌های بسیار متفاوتی هستند که به مدت دوام، دامنه‌های اوج و محتوای فر انس آنها بستگی دارد. شتابنگاشت‌ها در زلزله شناسی مهندسی برای تحلیل طبیعت جنبش نیرومند زمین (فاصله، عمق، شتاب، ساز و کار گسل مسبب و ...) استفاده می‌شود. هم اکنون می‌توان ادعا نمود که هر زمین لرزه با بزرگی حدود ۲ و بالاتر در هر نقطه از کشور روی دهد، توسط شبکه های لرزه نگاری ثبت می‌شود و هر زمین‌لرزه با بزرگی در حدود ۴ در هر نقطه از کشور روی دهد، یک یا تعدادی از دستگاه‌های شتاب‌نگار آن را ثبت می‌کنند .در موارد متعددی حتی از زمین لرزه‌هایی با بزرگی ۲ تا ۴ نیز شتاب‌نگاشت‌هایی به دست آمده است. شتاب نگار همانطور که از اسم آن پیداست، دستگاهی است که شتاب حاصل از جنبش پوسته زمین را به ثبت می‌رساند و از اجزای اصلی سنسورها، دیجیتایزر، حافظه و باطری تشکیل شده است. اگرچه این دستگاه‌ها به منظور ثبت جنبش‌های ناشی از زمین لرزه‌ها ساخته شده‌اند، ولی طراحی آنها به گونه‌ای است که فقط در محدوده معینی که ارزش مهندسی دارد می توانند شتابهای حاصل از زمین لرزه را ثبت کنند. معمولاً این دستگاه‌ها در اثر حرکات قوی زمین شروع به کار نموده و حساسیت چندانی برای ثبت امواج بسیار خفیف از خود نشان نمی‌دهند. دستگاه‌های شتاب‌نگار جهت نصب در نزدیکی مراکز زمین‌لرزه‌ها و گسل‌های فعال و همچنین در سازه‌های مهم بسیار مناسب‌اند و اطلاعات حاصل از آنها در هنگام رویداد زمینلرزه که شتاب‌نگاشت نامیده می‌شود، در مهندسی زلزله از اهمیت زیادی برخوردار است. از شتاب‌نگاشت‌ها همچنین برای تحلیل طبیعت جنبش نیرومند زمین (فاصله، عمق، شتاب، جابجایی، ساز و کار گسل، بزرگی و ...) استفاده می شود[۱۳].

شبکه شتابنگاری زلزله ایران در سال ۱۳۵۲ تأسیس و تا سال ۱۳۷۱ حدود ۲۷۶ دستگاه شتابنگار آنالوگ (SMA۱) را در سراسر کشور نصب کرد. این دستگاه‌ها توانسته‌اند زمین لرزه‌های مهمی مانند زمین لرزه های طبس (۱۳۵۷) و گلباف (۱۳۶۰) را ثبت کنند. ایستگاه جهرم در استان فارس در تاریخ ۱۳۵۲/۰۹/۲۵ خورشیدی اولین شتابنگاشت را با بیشینه شتابی برابر با ۰.۰۲ شتاب ثقل زمین به ثبت رسانید. بعد از زمین لرزه رودبار- منجیل (۱۳۶۹) طرح توسعه شبکه شتابنگاری در دستور کار مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن قرار گرفت و از سال ۱۳۷۲ نصب دستگاههای دیجیتال شروع شد. اولین دستگاههای شتابنگار دیجیتال در روستای سفیدآبه (بعد از زمین لرزه چهارم اسفند ۱۳۷۲)، زنجیران و ذرات (بعد از زمین لرزه دهم اسفند ۱۳۷۲ موک) نصب گردیدند. ایستگاه زنجیران (استان فارس) توانست در سی ام خرداد ۱۳۷۳ زمین لرزه زنجیران را با بیشینه شتاب تقریبی ۱شتاب ثقل زمین به ثبت برساند. این دستگاهها زمین‌لرزه‌های مهمی مانند زنجیران، گرمخان بجنورد، اردکول، سرعین، گلباف، کره بس و زمین لرزه بم را ثبت کرده‌اند. بیشینه شتاب ثبت شده در زمینلرزه بم، بر روی مؤلفه قائم ۰.۹۸۹ شتاب ثقل زمین است. بیشینه شتاب ثبت شده بر روی مولفه قائم و نزدیک بودن به کانون و گسل مسبب، این شتابنگاشت را به یکی از بارزترین شتابنگاشتهای دنیا در آورده است[۱۴].

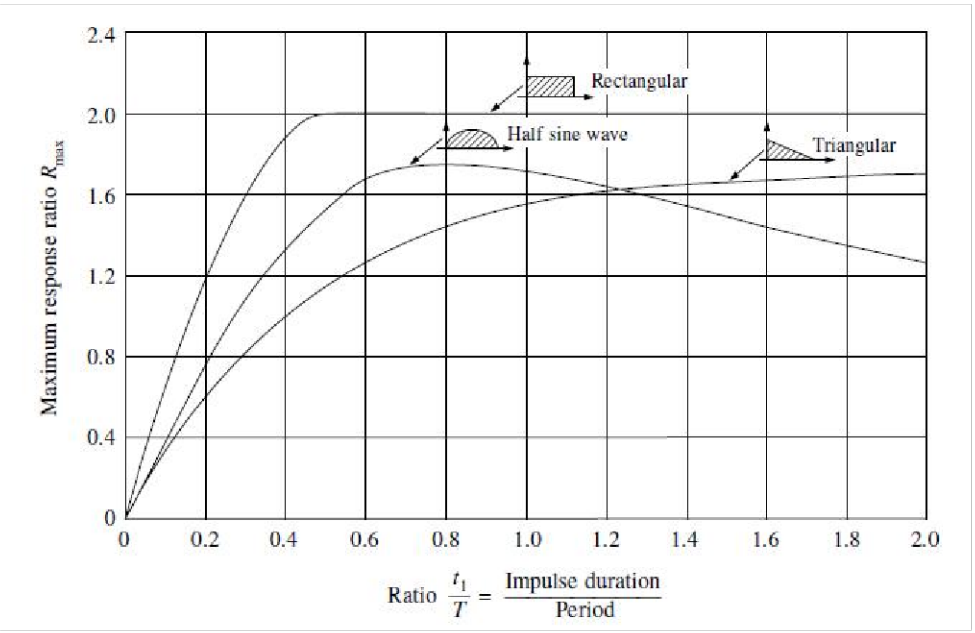
در ادامه به شتابنگاشت‌های زلزله ۲۳ اردیبهشت ماه بجنورد پرداخته می‌شود جدول ۱-۴ ایستگاه‌های ثبت کننده رکورد شتاب زلزله ۲۳ اردیبهشت ماه بجنورد را نمایش می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود حداکثر شتاب ثبت شده در ایستگاه ناوه به مقدار ۶۲۴ سانتی‌متر بر مجذور ثانیه بوده، که مقدار قابل توجهی می‌باشد. البته این شتاب به تنهایی نمی‌تواند به عنوان معیار مناسبی برای معرفی این جنبش زمین باشد. زیرا هم بازه حضور این مقدار شتاب (۶۲۴ سانتی‌متر بر مجذور ثانیه) در طول رکورد ناچیز می‌باشد و همچنین معمولاً این نوع شتاب حداکثرها، تک پالس‌هایی دارای فرکانس بسیار بالا و زمان حضور بسیار پایین بوده و اثر قابل توجهی بر روی سازه‌ها ندارند و همچنین سازه‌ها معمولاً از حداقل شکل‌پذیری برای رد کردن این پالس‌ها برخوردار هستند. در همین مورد شکل ۹ طیف شوک (طیف پاسخ به ضربه) برای بارگذاری نیم موج سینوسی، مستطیلی و مثلثی را نمایش می‌دهد همانطور که مشاهده می‌شود اگر طول مدت زمان ضربه (در اینجا معادل با پالس با فرکانس خیلی بالا در زلزله) نسبت به دوره تناوب سازه بسیار کوچک باشد پاسخ اتفاق افتاده در سازه بسیار ناچیز می‌باشد.

جدول ۱-٤ ایستگاه‌های ثبت کننده زلزله ۲۳ اردیبهشت ماه بجنورد[۱۴]

شماره رکورد	تاریخ	بیشینه شتاب	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	فاصله رومرکزی	M_W	مرجع	نام ایستگاه	نام لاتین	کد ایستگاه
۷۰۷۰	۲۰۱۷/۰۵/۱۳ ۱۸:۰۰:۵۸	۱۲۱	۳۷.۵۸	۵۷.۱۹	۲۷	۵.۸	BHRC	گرمخان	Garmkhan	GRK
۷۰۷۱	۲۰۱۷/۰۵/۱۳ ۱۸:۰۰:۵۸	۳۹	۳۷.۵۸	۵۷.۱۹	۵۷	۵.۸	BHRC	رباط	Robat	RBT
۷۰۷۲	۲۰۱۷/۰۵/۱۳ ۱۸:۰۰:۵۸	۷۷	۳۷.۵۸	۵۷.۱۹	٤٤	۵.۸	BHRC	گیفان	Gifan	GYF
۷۰۷٤/۰۱	۲۰۱۷/۰۵/۱۳ ۱۸:۰۰:۵۸	٦۲٤	۳۷.۵۸	۵۷.۱۹	۲۳	۵.۸	BHRC	ناوه	Naveh	NAV
۷۰۷۳	۲۰۱۷/۰۵/۱۳ ۱۸:۰۰:۵۸	٤٤	۳۷.۵۸	۵۷.۱۹	٤۱	۵.۸	BHRC	راز	Raz	RAZ
۷۰۷۵	۲۰۱۷/۰۵/۱۳ ۱۸:۰۰:۵۸	۲۳	۳۷.۵۸	۵۷.۱۹	۳۸	۵.۸	BHRC	شوقان	Showgan	SHQ
۷۰۹٤/۰۱	۲۰۱۷/۰۵/۱۳ ۱۸:۰۰:۵۸	٤۹٤	۳۷.۵۸	۵۷.۱۹	۱٦	۵.۸	BHRC	سد شیرین دره۱	Shirindareh Dam۱	SID۱
۷۰۹۲	۲۰۱۷/۰۵/۱۳ ۱۸:۰۰:۵۸	۱۸	۳۷.۵۸	۵۷.۱۹	۱۰۰	۵.۸	BHRC	فاروج	Farooj	FRJ
۷۰۹۱	۲۰۱۷/۰۵/۱۳ ۱۸:۰۰:۵۸	۱۱	۳۷.۵۸	۵۷.۱۹	٦۷	۵.۸	BHRC	سد بارزو۱	Barezoo Dam۱	BRE۱

البته با این وجود، تصاویر دریافتی از روستای ناوه که ایستگاه ناوه در آن قرار دارد (شکل ۱-۱۰) آسیب ناچیزی در این روستا را نمایش می‌دهد که با توجه به رکورد شتاب مذکور و آسیب‌های شدیدتر در نواحی دیگر (شکل ۱-۱۱)، ثبت این رکورد شتاب لزوماً منطقی نمی‌باشد و انجام بررسی های بعدی را لازم می‌دارد. لازم به ذکر است مقدار حداکثر سرعت ثبت شده در ایستگاه ناوه برابر ۲۰ سانتی‌متر بر ثانیه و طول مدت دوام جنبش زمین حدود ۵ ثانیه بوده می‌باشد. البته با توجه به

اینکه تمرکز این گزارش در بحث آسیب‌های وارده بر جداره‌های خارجی و جداگرهای داخلی می‌باشد بررسی بیشتر موضوع در مورد محتوی رکورد شتاب صورت گرفته به سایر محققین واگذار می‌گردد.



شکل ۱-۹ طیف پاسخ سازه یک درجه آزادی به بارگذاری ضربه‌ای[۱۵]

شکل ۱-۱۰خرابی ناچیز در روستای ناوه (تهیه شده توسط همکاران در استان خراسان شمالی)

شکل ۱-۱۱ خرابی اتفاق افتاده در گلستان شهر بجنورد (شدت خرابی بیشتر از روستای ناوه می‌باشد.)

مراجع فصل اول :

[۱] Victor Gioncu, Federico Mazzolani, Earthquake Engineering for Structural Design, First published ۲۰۱۱ by Spon Press.

[۲] آزاده آقا محمدی و همکاران و همکاران، خبرنامه ژئو دینامیک، نشریه نقشه برداری، شماره ۱۰۹، اردیبهشت ماه ۹۰.

[۳] نوربخش میرزائی، ایالت‌های لرزه زمینساختی ایران، سمینار آموزشی مبانی لرزه زمینساخت و تحلیل خطر نسبی زمین لرزه، ۱۲ مرداد ۸۳، مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی.

[٤] Ph. Vernant & etal, Present-day crustal deformation and plate kinematics in the Middle East constrained by GPS measurements in Iran and northern Oman, Geophysics. J. Int. (۲۰۰٤).

[٥] مهدی زارع، بررسی تحلیل خطر و زلزله مبنای طراحی به منظور مقاصد مقاوم سازی، ارائه PPT در نوزدهمین سخنرانی تخصصی سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، ۱۳۸۵/۱۰/۱۲.

[٦] محمد تاتار، فرزاد یمینی، گزارش مقدماتی زمین لرزه ۱۳۷۵/۱۱/۱٦ شمال بجنور، گزارش چاپ شده توسط پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، ۱۳۷٦.

[۷] اسماعیل فرزانگان وهمکاران، گزارش شبکه شتابنگاری کشور از زمین‌لرزه ۲۳ اردیبهشت ۱۳۹٦ شنال غرب بجنورد استان خراسان شمال، مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی اردیبهشت ۱۳۹٦.

[۸] http://www.iiees.ac.ir/fa.

[۹] حسن فرحدل، رمضان رمضانی اومالی، تعیین قابلیت لرزه‌خیزی و تحلیل خطر زلزله شهر بجنورد،

[۱۰] استان شناسی خراسان شمالی، وزارت آموزش و پرورش سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی، چاپ دوم ۱۳۹۲.

[۱۱] گزارش زلزله ۵/۷ پیش قلعه خراسان شمالی، مؤسسه ژئو فیزیک منرکز لرزه‌نگاری کشوری، ۲۷ اردیبهشت ۱۳۹٦

[۱۲] https://www.usgs.gov/

[۱۳] محمد حسین یزدانی، حبیب الله عشقی، شتابنگار و شبکه شتابنگاری، سازمان مدیریت بحران کشور.

[۱٤] http://ismn.bhrc.ac.ir/

[۱٥] RayW. Clough, Joseph Penzien, DYNAMICS OF STRUCTURES, Copyright (c) ۲۰۰۳ by Computers & Structures.

فصل دوم

بررسی آسیب‌های وارده به پروژه‌های ساختمانی شهرستان بجنورد وحومه

۲-۱ مقدمه

بر اساس بازدیدهای میدانی انجام گرفته توسط تیم اعزامی سازمان ملی زمین و مسکن، از ساختمان‌های مسکن مهر گلستان‌شهر و روستاهای آسیب دیده در زلزله بجنورد، غالب خسارات‌های وارد شده در زلزله از نوع غیرسازه‌ای بوده و آسیب در عناصر اصلی سازه به ندرت اتفاق افتاده است. مشکل عمده ساختمان‌ها خرابی نازک کاری، تیغه‌ها، دیوارهای پیرامونی، بازشوها و نمای ساختمان است که غالباً به‌دلیل ضعف در جزئیات اجرایی اتفاق افتاده است و باعث ایجاد ترک و حتی شکاف در جداگرهای داخلی و جداره‌های خارجی ساختمان شده است که در صورت وقوع پس لرزه و یا زلزله‌های آتی احتمال فروریزی این دیوارها و آوار شدن آن‌ها وجود دارد. آسیب غیرسازه‌ای در زلزله بجنورد به دو دسته عمده تخریب نما و تخریب دیوار (شامل دیوار خارجی و تیغه‌ها) تقسیم بندی می‌شوند که عواملی گوناگونی موجب وقوع آن شده‌اند که در ادامه بررسی می‌شوند.

۲-۲ تخریب دیوارها

تخریب دیوارهای غیر سازه‌ای در زلزله بجنورد عوامل متعددی دارد که به طور کلی به صورت زیر دسته بندی می‌شود.

۲-۲-۱ عدم مهار دیوارهای غیر سازه‌ای به سازه اصلی

بر اساس "ویرایش چهارم آیین نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله استاندارد ۲۸۰۰ "ساختمان ایران[۱] اجزای غیر سازه‌ای و تکیه‌گاه‌های آن‌ها باید به گونه‌ای به سازه مهار شوند که بتواند نیروهای جزء غیر سازه‌ای را به سازه منتقل کنند و تغییر شکل‌های ایجاد شده در آن‌ها را (تغییرمکان‌های نسبی ایجاد شده در طبقات هنگام زلزله و تغییر شکل‌های ناشی از دمای محیط) پذیرا باشند. مسیر انتقال با در این اجزا باید دارای مقاومت و سختی کافی بوده و محل اتصال به سازه توانایی تحمل اثر موضعی بارها را داشته باشد. استفاده از اتصالات جوشی یا پیچی و نظایر آن‌ها مجاز است ولی نباید از مقاومت اصطکاکی ناشی از بارهای ثقلی استفاده شود.

همچنین براساس مبحث ششم مقررات ملی ساختمانی ایران [۲] توصیه می‌شود اعضای غیر سازه‌ای، مانند دیوارهای داخلی و نماها طوری اجرا شوند که مزاحمتی برای حرکت اعضای سازه‌ای در زمان وقوع زلزله ایجاد نکنند در غیر این صورت، اثر اندرکنش این اعضا با سیستم سازه باید در تحلیل سازه در نظر گرفته شود.

در بند ۴-۲ استاندارد ۲۸۰۰ نیروی طراحی اجزاء غیر سازه‌ای و در بند ۴-۳ این استاندارد ملاحظات طراحی برای تغییر مکان اجزای غیر سازه‌ای ارائه شده است. همچنین در بند ۴-۵-۲ این استاندارد داریم :

کلیه اجزای معماری، نگهدارنده‌ها و اتصالات آنها باید برای نیروی عنوان‌شده در بند (۴-۲) طراحی شوند. طراحی برای تغییر مکان‌های بند (۴-۳) برای همه اجزا الزامی نیست، مگر آنکه احتمال خطر جانی در آنها وجود داشته باشد. اجزایی که در زیر قطعات سازه‌ای طره‌ای قرار دارند باید قادر به تحمل تغییر مکان‌های قائم ناشی از چرخش تکیه‌گاهشان باشند.

در استاندارد ۲۸۰۰ به‌تفکیک ملاحظاتی در مورد دیوارهای خارجی، دیوارهای داخلی و دیوارهای شیشه‌ای نما به ترتیب در بندهای ۴-۵-۳، ۴-۵-۴ و ۴-۵-۶ ارائه شده است. علی رغم ارائه توضیحات کلی در این بندها، عدم ارائه جزئیات اجرایی مناسب موجب ابهامات فراوان و ضعف‌های اجرایی گردیده است. به طور کلی دیوارهای با ارتفاع و یا طول زیاد باید به طریقی کنترل شوند تا در هنگام ضربه‌ی شدید و یا زلزله به واسطه‌ی وزن خود تخریب نشوند، از این رو آیین نامه برای دیوارهای این الزام رو قرار داده است که اگر ارتفاع و یا طول دیوار از یک حد بیشتر شد بایستی حتما وادار (وال پست شکل ۲-۱) اجرا گردد. وظیفه وال پست‌ها انتقال نیروهای حاصل از باد و زلزله از دیوار به قاب سازه‌ای می‌باشد که موجب عدم تخریب دیوار می‌گردد. وال پست می‌تواند فلزی یا بتن آرمه باشد. وال پست های فلزی معمولا به صورت پروفیل نبشی، ناودانی و یا قوطی می‌باشد. دو سر این اجزای قائم باید به گونه‌ای مناسب در کف و سقف مهار گردند.

شکل ۲-۱ :استفاده از وال پست در اطراف بازشو

علاوه بر موارد مذکور مطابق ویرایش چهارم استاندارد ۲۸۰۰ دیوار غیرسازه‌ای باید شرایط زیر را داشته باشد :

۱- حداکثر طول مجاز هر دیوار غیرسازه‌ای بین دو کلاف قائم، نباید از ۶ متر یا ۴۰ برابر ضخامت آن دیوار بیشتر باشد.

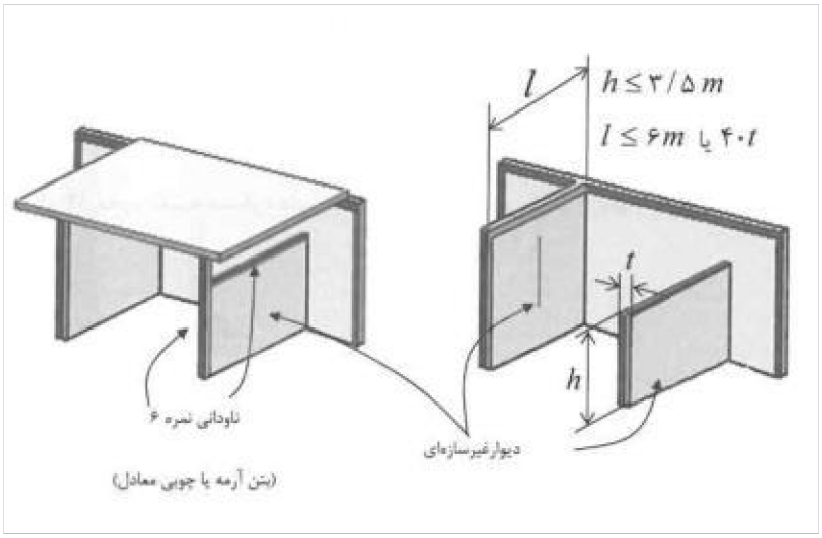
۲- حداقل نسبت ضخامت به ارتفاع دیوار غیرسازه‌ای نباید از ۱ به ۳۰ کمتر باشد. در صورت استفاده از آجر، حداقل ضخامت دیوار غیرسازه‌ای باید برابر عرض آجر باشد.

۳- حداکثر ارتفاع دیوار غیرسازه‌ای از تراز کف ۳/۵ متر است. در صورت تجاوز از این مقدار باید دیوار غیرسازه‌ای با تعبیه عناصر افقی و قائم مانند جزئیاتی که در بند ۵ ارائه شده به‌طور مناسبی مقید و محدود شود.

۴- دیوار غیرسازه‌ای که در تمام ارتفاع طبقه ادامه دارد، باید کاملا به زیر پوشش سقف مهار شود، یعنی رگ آخر تیغه با فشار و ملات کافی در زیر سقف جای داده شود.

۵- لبه فوقانی دیوار غیرسازه‌ای که در تمام ارتفاع ادامه ندارد باید به کلاف فولادی یا ناودانی نمره ۶ یا معادل مقطع

بتن مسلح یا چوبی که به دیوار غیرسازه‌ای یا کلاف‌های احاطه کننده دیوار غیرسازه‌ای متصل باشد، مقید شود (شکل ۲-۲).



شکل ۲-۲جزئیات دیوارهای غیر سازه‌ای [۱]

۶- در صورتی که لبه قائم دیوار غیرسازه‌ای (تیغه) آزاد باشد، این لبه باید به یک تیغه دیگر، یا یک دیوار عمود بر آن، یا کلاف قائم و یا ستونک معادل یک ناودانی فولادی نمره ۶ یا مطع بتن آرمه یا چوبی، با اتصال کافی تکیه داشته باشد.

۷- دیوار غیرسازه‌ای متکی به دیوار سازه‌ای باید به طور هم زمان یا به صورت لاریز یا به صورت هشتگیر چیده شود. چنانچه دیوار غیرسازه‌ای بعد از احداث دیوار سازه‌ای و بدون اتصال به آن ساخته شود، باید در محل تقاطع به نحو مناسبی به دیوار سازه‌ای متصل و محکم شود. در این حالت دیوار سازه‌ای در صورت دارا بودن شرایط فوق می‌تواند به عنوان نگهدارنده برای دیوار غیرسازه‌ای محسوب شود. در صورتی که اتصال کافی بین دیوار غیرسازه‌ای و دیوار سازه‌ای وجود نداشته باشد لبه کناری دیوار غیرسازه‌ای آزاد تلقی شده و باید عنصر قائم در لبه آن تعبیه شود. دو دیوار غیرسازه‌ای عمود بر هم نیز باید بایکدیگر قفل و بست شوند.

۸- هشت‌گیر را می‌توان منحصرا برای اتصال دیوارهای غیرسازه‌ای به کار گرفت، مشروط به آنکه درزهای بالا و

پایین آجرچینی بعدی در محل هشت‌گیر کاملا با ملات پر شود. برای درگیر کردن دیوار غیرسازه‌ای به دیوار سازه‌ای می‌توان از میل‌های مهاری استفاده کرد.

همچنین بر اساس نشریه شماره ۵۵ (مشخصات فنی و عمومی کارهای ساختمانی)[۳] در مواردی که دیوارچینی در مجاورت ستون‌های فلزی یا بتنی قرار می‌گیرد و در این نقاط درز پیش‌بینی نشده باشد، باید نحوه اتصال ستون به دیوار بر اساس نقشه های اجرایی باشد، در صورتی که این جزییات در نقشه‌ها نیامده باشد به صورت زیر عمل می‌شود.

- اتصال دیوار به ستون بتنی :

در هر متر ارتفاع، ۲ عدد شاخک U به ابعاد ۸۰×۲۵۰×۲۵۰ از میلگرد به قطر ۱۰ میلی‌متر که به صفحه‌های به ابعاد ۶×۱۰۰×۱۰۰ میلی‌متر جوش داده می‌شود، این صفحات با شاخک‌های مناسب هنگام بتن‌ریزی در داخل ستون بتنی کارگذاری شده اند. شاخک‌های U شکل در داخل دیوار آجری و درون ملات بین آجرها قرار داده خواهند شد.

- اتصال دیوار به ستون فلزی :

در هر متر ارتفاع یک قطعه اتصال جوش شده به ستون فلزی باید در داخل ملات دیوارچینی قرار گیرد. قطعه اتصال به صورت T با میلگردی به قطر ۸ میلیمتر به اندازه ۳۵۰×۱۵۰میلیمتر که بعد ۱۵۰ میلیمتری آن به ستون جوش داده می‌شود.

به طور کلی دلیل عمده خسارات وارد شده به ساختمان‌ها به دلیل عدم مهار دیوار به ستون و همچنین عدم استفاده از وال پست در طول و ارتفاع دیوار می‌باشد(شکل ۲-۳) . در نقشه‌های سازه‌ای اشاره‌ای به جزییات وال پست و اجرای آن نشده بود که البته بعد از وقوع این زمین لرزه، نظام مهندسی استان، مهندسین محاسب را ملزم به ارایه وال پست متناسب با سازه در نقشه‌ها کرده است. نکته دیگر اینکه امکان حرکت جانبی نسبی بین دیوار و سازه در هیچکدام از ساختمان‌ها فراهم نشده بود.

شکل ۲-۳ ریزش دیوار به علت عدم مهار به سازه اصلی

۲-۲-۲ دیوارچینی نامناسب و ملات نامناسب

توصیه‌ها در برخی مراجع برای دیوارچینی به این نکته تاکید دارد که هر آجر باید حداقل ۱/۴ تا ۱/۲ از طول خود را با آجر زیرین هم‌پوشانی کند در غیر این صورت موجب شکل‌گیری یک مسیر محتمل خرابی در هنگام زلزله می‌شود. همچنین تقاطع‌های دو دیوار اصطلاحاً باید هشت‌گیر شوند، یعنی نصف طول آجر، یک رج در میان در داخل ضخامت دیوار دیگر قرار گیرد. بر اساس نشریه ۵۵ ضخامت بندهای اجرایی نباید کمتر از ۱۰ و یا بیشتر از ۱۲ میلی متر باشد. در برخی پروژه های از ملات کافی و مناسب برای اتصال رج‌های دیوار استفاده نشده بود(شکل ۲-۴). در تعدادی از پروژه‌ها که از بلوک‌های هبلکس برای اجرای دیوار استفاده شده بود، از چسب مخصوص هبلکس استفاده نشده و در برخی بلوک‌ها از مصالح گوناگون به صورت ترکیبی استفاده شده بود (شکل ۲-۵) که ناهمگن بودن این نوع مصالح موجب تخریب دیوار می‌شود. غیر اصولی بودن نحوه دیوارچینی در کنار ضعف ملات موجب ایجاد ترک‌هایی در محل اتصال آجرها و بلوک ها شده است.

شکل ۲-۴ دیوارچینی نامناسب و استفاده از ملات ناکافی (کمبود ضخامت بند)

شکل ۲-۵ استفاده همزمان از هبلکس و بلوک سفالی

۲-۲-۳ عدم استفاده از نعل درگاه در بازشوها

از جمله موارد ضعف که در ساختمان‌های ساخته شده دیده می‌شود، عدم وجود نعل درگاه (شکل ۲-۶) یا امتداد نیافتن نعل درگاه بر روی دیوارهای طرفین بازشو می‌باشد که در نهایت باعث تخریب دیوار شده‌اند. بر اساس نشریه ۵۵ نعل درگاه‌ها (بالای پنجره و درب‌ها) باید بر اساس جزئیات مندرج در نقشه‌های اجرایی و با طول گیرداری کامل ساخته شوند[۳]. چنانچه نعل درگاه با یک تیر آهن ساخته می‌شود طول گیرداری نباید از ۲۵ سانتی‌متر کمتر باشد. برای نصب این قبیل نعل درگاه‌ها توصیه می‌شود از زیر سری بتنی یا صفحه‌های فولادی استفاده شود. در صورتی که عرض دیوار از نیم آجر بیشتر باشد، نعل درگاه از دو تیر آهن موازی ساخته می‌شود که در هر ۵۰ سانتی‌متر به وسیله دو عدد میل مهار در بالا و پایین به یکدیگر بسته می‌شود. عدم وجود نعل درگاه در برخی بازشوها که دارای وزن بالای ناشی از دیوارچینی هستند موجب ایجاد ترک شده است.

شکل ۲-۶ عدم استفاده از نعل درگاه

۲-۲-٤ رعایت نکردن ابعاد بازشوها

در برخی ساختمان‌های شهرک گلستان‌شهر وجود بازشوهایی با ابعاد بزرگ و یا متعدد موجب (شکل ۲-۷) ایجاد ترک شده بود و اکثر این ترک‌ها بین بازشوها ایجاد شده بود و علاوه بر آن عدم استفاده از وال پست، آسیب‌ها را تشدید کرده بود. بر

اساس آیین نامه ۲۸۰۰ رعایت موارد زیر در مورد اندازه و محل بازشوها ساختمان های با مصالح بنایی الزامی است[۱].

۱- مجموع سطح بازشوها در هر دیوار بار بر از یک سوم سطح آن دیوار بیشتر نباشد.

۲- مجموع طول بازشوها در هر دیوار باربر از یک دوم طول دیوار بیشتر نباشد.

۳- فاصله اولین بازشوها در هر دیوار باربر از بر خارجی ساختمان (از انتهای دیوار) نباید کمتر از دو سوم ارتفاع دیوار یا ۷۵ سانتی‌متر باشد، مگر آنکه در طرفین بازشو کلاف قائم (از کف تا سقف) قرار داده شود.

۴-فاصله دو بازشو نباید از دو سوم ارتفاع کوچکترین بازشوی طرفین خود و همچنین از مجموع طول آن دو باز شو کمتر باشد. در غیر این صورت جرز بین دو بازشو، جزئی از بازشو منظور می‌شود و نباید آن را به عنوان دیوار برابر به حساب آورد.
۵-نعل در گاه روی بازشوهای مجاور باید به صورت یکسره با دهانه‌ای برابر مجموع طول بازشوها به اضافه جرز بین آنها باشد.

شکل ۲-۷ وجود بازشوهای متعدد و عدم تقویت بازشوها با وال پست

۲-۳ عوامل تخریب نماهای ساختمانی

گسترش روز افزون استفاده از انواع مختلف نماهای ساختمانی و خطرات قابل‌توجه ناشی از عدم طراحی و اجرای مناسب این نماها باعث شده است تا تدوین ضوابط مرتبط، بیش از پیش اهمیت یابد. با توجه به تنوع اقلیمی و قرار گیری بخش قابل توجهی از کشور در مناطق دارای خطر لرزه‌ای بالا و باد، طراحی نماهای ساختمانی برای انواع ترکیب‌های بارگذاری شامل باد و زلزله الزامی است.

در پروژه‌هایی که از سنگ به عنوان نمای ساختمان استفاده شده است، نقص‌های فنی زیادی در اجرای نما وجود دارد که بیانگر ضعف اساسی دستگاه‌های اجرایی و نظارتی بر انجام صحیح نماسازی است. استفاده از سنگ‌های بی‌کیفیت، ملات ناکافی، عدم مهار صحیح نما به دیوارها در ساختمان‌ها مشهود است، به طوری که در برخی از این پروژه‌ها نخاله ساختمانی، کیسه گونی (شکل ۲-۸ و ۲-۹) و حتی پارچه در ملات دیده می‌شود. در پروژه معروف به ۱۰۰۰ واحدی در سایت مسکن مهر گلستان شهر سنگ‌های نما اسکوپ نشده بود (شکل۲-۱۰) و سنگ‌ها بدون ایجاد شیار بر سطح آن و حداقل درگیری با ملات اجرا شده است. در برخی پروژه ها از ملات کافی برای مهار سنگ نما به دیوار پیرامونی استفاده نشده بود که عدم اتصال کافی بین نما و دیوار موجب ریزش و ایجاد خسارت در نمای پروژه شده بود(شکل ۲-۱۱). همچنین ساکنین این پروژه‌ها از ریزش سنگ‌های نما حتی پیش از وقوع زلزله خبر می‌دادند که با توجه به کیفیت نامطلوب اجرای نما قابل پیش بینی بوده است. در تعداد زیادی از ساختمان‌های بتنی گلستان‌شهر که دارای قاب خمشی بتنی بودند از نمای سنگین سنگی استفاده شده بود که برخلاف توصیه ضابطه شماره ۷۱۴ سازمان برنامه و بودجه کشور("دستورالعمل طراحی سازه‌ای و الزامات ضوابط عملکردی و اجرایی نمای خارجی ساختمان‌ها" که در فصل بعد معرفی می‌گردد) در خصوص نماهای ساختمانی می باشد. بر اساس توصیه ضابطه ۷۱۴ استفاده از نمای سنگین مانند نمای چسبانده شده سنگی یا آجری، فقط در سازه‌هایی با سیستم باربر جانبی صلب نظیر دیوار برشی یا مهاربند مجاز است و استفاده از آن‌ها در نمای سازه‌های با سیستم انعطاف پذیر مانند قاب خمشی توصیه نمی‌شود و در صورت استفاده باید کفایت آن با محاسبات دقیق اثبات شود [۴]. در صورتی که با توجه به تغییر شکل‌های جانبی بیشتر سازه‌های قاب خمشی نیاز به بررسی بیشتر در خصوص امکان نماهای سنگین می‌باشد که احتمالا طراحان به آن توجه کافی نداشته اند.

چنانچه تغییرشکل جانبی نما معیارهای پذیرش را برآورده نسازد، باید تغییرمکان جانبی نسبی طبقات سازه را محدود کرد یا با ارائه جزئیات ویژه، اتصال سیستم نما به سازه را جدا نمود. در نماهای مهار شده، قطعات نما توسط اتصالات مکانیکی به سازه متصل شده اند. قطعات و اتصالات مزبور باید طوری طراحی شوند که قادر به تحمل تغییرشکل‌های ناشی از زلزله باشند. در غیر این‌صورت خطر سقوط قطعات نما وجود خواهد داشت که این اتفاق در خصوص برخی پروژه‌ها مشهود است.

بر اساس نشریه ۷۱۴ پنجره‌های بزرگ به خصوص پنجره‌های نمای مشرف به پیاده رو، باید دارای شیشه‌های ایمن باشند. شیشه ایمن شامل شیشه‌های آب دیده، شیشه‌های لایه‌ای، شیشه‌های دارای سیم یا الیاف، شیشه‌های دارای لایه پوشش مقاوم در برابر ضربه یا پانل‌های پلاستیکی است[۴]. این شیشه‌ها در برابر خرد شدن ایمنی بالایی دارند یا پس از خردشدن در قاب خود باقی می‌مانند. در موارد متعددی در ساختمانهای سایت گلستان‌شهر از شیشه های معمولی در اجرا استفاده شده بود که با توجه به خرد شدن این شیشه ها و سقوط آن موجب جراحت چندین نفر از ساکنان گلستان‌شهر شده بود که خوشبختانه با توجه به عدم تردد زیاد در لحظه وقوع زلزله خسارت جانی در پی نداشت اما تجربه این زلزله هشداری است برای جدی گرفتن بحث پنجره و نوع شیشه درطراحی و اجرای ساختمان.

شکل۲-۸ استفاده از ملات نامناسب پشت نما

شکل ۲-۹ استفاده از نخاله ساختمانی در ملات

شکل ۲-۱۰ اسکوپ نکردن سنگ نما

شکل۲-۱۱ استفاده از ملات ناکافی پشت سنگ نما

در پیوست اول این گزارش تصاویر خرابی زلزله ۲۳ اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۶ شمال غرب بجنورد ارائه شده است.

۲-٤ نتیجه گیری

وقوع زلزله ۵/۷ ریشتری بجنورد در کنار خسارت‌های مالی که به بار آورد، می‌تواند دستاوردها و تجربیاتی ارزشمند را به همراه داشت باشد، که در صورت استفاده از آن و اصلاح عملکرد دستگاه‌های اجرا و نظارت عمرانی شاهد بهبود کیفیت خدمات مهندسی در آینده خواهیم بود. با توجه به عملکرد مناسب نسبی اجزای سازه‌ای و عملکرد ضعیف اجزای غیرسازه‌ای در زلزله بجنورد ضرورت تمرکز بیشتر زنجیره عمرانی شامل مراجع تدوین آیین‌نامه‌ها و تفاسیر و دستگاه‌های مجری و ناظر بر اجزای غیرسازه‌ای احساس می‌شود.

به طور کلی ساختمان متشکل از دو قسمت اصلی اجزای سازه‌ای و غیرسازه‌ای می‌باشد که جهت ارزیابی لرزه‌ای کامل ساختمان بایستی هریک از اجزا به صورت کامل مورد تحلیل و ارزیابی قرار گیرند. گاهی مشاهده گردیده علی رغم اینکه اجزای سازه ای ساختمان‌ها توانسته‌اند در هنگام وقوع زلزله مقاومت لازم وکافی بر اساس عملکرد مد نظر از خود نشان دهند ولی عدم وجود ایمنی در اجزای غیرسازه‌ای موجب رساندن خسارت جانی ومالی جبران ناپذیری شده است.

رفتار اجزای غیرسازه‌ای و نقش آن‌ها به هنگام زلزله اهمیت داشته و ضرورت ایمن سازی و پیش گیری خطر حاصل از آن‌ها کمتر از ایمنی سازه‌ای ساختمان نیست. ایران کشوری زلزله خیز است، از این رو ایمن سازی سازه واجزای غیر سازه‌ای باید در یک عملکرد مشترک و دو سویه نگریسته شود، ولی نه تنها در فرهنگ عمومی بلکه در فرهنگ متخصصان و مهندسان نیز به ایمن سازی اجزای غیر سازه‌ای توجه لازم نشده است اجزای غیر سازه‌ای در ساختمان شامل متعلقات الحاقی به سازه ساختمان است. این اجزا برای کاربری معین و بهره برداری از فضاهای ساختمان به صورتی جدایی ناپذیر در محلی مشخص نصب ومستقر می شوند.

در بیشتر ساختمان‌ها، اجزای غیر سازه‌ای همیشه یک سهم قابل توجهی از هزینه کل را شامل می‌شوند ، لذا زیان اقتصادی ناشی از خسارات وارده به اجزای غیر سازه‌ای، کاملاً می تواند قابل توجه باشد. در تحقیقی به منظور تعیین خسارت های ناشی از زلزله ۱۹۹۵کوبه در ژاپن برای ۲۱۰ ساختمان بتنی، مشخص شده است که ۴۰ در صد خسارات مربوط به عناصر غیر سازه‌ای می‌باشد [۵]. در زمین لرزه‌های اخیر، خسارات مالی قابل استناد به اجزای غیر سازه‌ای، معمولاً بیشتر از

خسارات وارده به اجزای سازه ای گزارش می‌شود. علاوه بر بحث مالی، اجزای غیرسازه‌ای در قابلیت سرویس‌دهی، بهره‌برداری و خدمت‌رسانی تعیین‌کننده می‌باشند. بنابراین عدم توجه به طرح لرزه‌ای اجزای غیرسازه‌ای حتی با وجود طراحی و اجرای بدون نقص سازه باعث خسارات متعدد و تحمیل هزینه های گزاف پس از زلزله خواهد شد. اهمیت میزان آسیب دیدگی اجزای غیر سازه‌ای در زلزله بستگی به پیامدهای مستقیم وغیر مستقیم آسیب ها دارد که در قالب سه دسته "آسیب جانی" و "خسارت مالی" و "کاهش کارایی یا از بین رفتن امکان بهره برداری از ساختمان" بررسی می شود. آسیب‌دیدگی هر جزء غیرسازه‌ای خاص درجات مختلفی از هریک از سه نوع ریسک فوق را در پی دارد:

- **آسیب جانی**

اولین نوع خطر جراحت یا کشته شدن افراد در اثر آسیب‌دیدگی و یا سقوط اجزای غیرسازه‌ای است حتی اجسام به ظاهر بی خطر نیز در صورت سقوط ناگهانی می توانند خطرناک وکشنده باشند. شکستن شیشه واژگونی قفسه‌ها، کمدهای سنگین، گسیختگی لوله‌های گاز یادیگر لوله های حاوی مواد خطرناک، سقوط سقف کاذب وچراغ های سقفی ولوسترهای سنگین نمونه‌هایی از آسیب های غیرسازهای بالقوه خطرناکی هستند که در زلزله های گذشته مشاهده شده است.

- **خسارت مالی**

در اکثر ساختمان‌های تجاری احداث پی وسازه تقریبا۲۰تا ۳۰ درصد هزینه کل ساختمان رابه خود اختصاص می دهد و بقیه هزینه‌ها صرف اجزای مکانیکی الکتریکی و معماری می شود. اثاثیه ساکنین شامل تیغه‌های متحرک، مبلمان، کمد و تجهیزات اداری نیز هزینه سنگین دیگری را تشکیل می دهند، بنابراین خسارت وارده به اجزای غیرسازه ای و محتویات ساختمان هزینه زیادی در پی خواهد داشت زیرا این اقلام بخش عمده ارزش ساختمان را تشکیل می دهند. قسمتی از زیانهای مالی نتیجه اسیب های مستقیم وارد شده به اعضای غیر سازه ای وبقیه آن به دلیل پیامدهای این گونه آسیب‌ها است.

- **از بین رفتن کارایی ساختمان**

علاوه بر آسیب‌های جانی وخسارات مالی احتمال دیگری که وجود دارد این است که وقوع خسارات اجزای غیرسازه‌ای انجام کارهای معمول در ساختمان را مشکل یا غیر ممکن کند بعد از تهدیدهای جدی ایمنی جانی احتمال از میان رفتن قابلیت بهره برداری یا کاهش کارایی ساختمان پس از زلزله اغلب مهم ترین ریسک است.

زلزله ۲۳ اردیبهشت ماه شمال غرب بجنورد به خوبی بیانگر این نکته است که در صورت غفلت از مهار دیوارهای غیرسازه‌ای و نماهای ساختمانی شاهد خسارات مالی و جانی، نه به علت ضعف عملکرد سازه که به دلیل ضعف عملکرد اجزای غیر سازه‌ای خواهیم بود و در نهایت هدف نهایی که از بین بردن و یا کمتر کردن خسارت مالی و جانی پس از زلزله است حاصل نخواهد شد.

آنچه تاکنون مشخص است ضعف اطلاعات و نبود جزییات اجرایی در خصوص مهار اجزای غیرسازه‌ای موجب سردرگمی و انفعال زنجیره ساخت و ساز در این مورد شده است به طوری که در اکثر موارد به مهار دیوارها وتیغه ها اهمیتی داده نمی‌شود و یا از روش‌هایی برای مهار استفاده می‌شود که عملکرد و کارایی آنها در هنگام زلزله در مراجع علمی اثبات نشده است. از این رو در فصل سوم این گزارش برای آشنایی مهندسین با جزئیات مناسب اجرایی ضابطه شماره ۷۱۴ سازمان برنامه و بودجه کشور با عنوان "دستورالعمل طراحی سازه‌ای و الزامات ضوابط عملکردی و اجرایی نمای خارجی ساختمان‌ها" و همچنین دستورالعمل شماره ۶۲۹۶-۹۲/۲ ۱۰۲ سازمان توسعه و تجهیز مدارس کشور با عنوان " دستورالعمل طراحی و اجرای دیوارهای غیر سازه‌ای" معرفی می‌گردد.

مراجع فصل دوم :

[۱] استاندارد ۲۸۰۰ (آیین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله) ، ویرایش چهارم.

[۲]مبحث ششم مقررات ملی ساختمان، دفتر امور مقررات ملی ساختمان، ۱۳۹۲.

[۳] نشریه شماره ۵۵ (مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی)، چاپ هفتم، ۱۳۸۸.

[٤] نشریه شماره ۷۱٤ (دستورالعمل طراحی سازه‌ای و الزامات و ضوابط عملکردی و اجرایی نمای خارجی ساختمان‌ها)، مرکز تحقیقات راه، مسکن وشهرسازی، ۱۳۹۵.

[٥] Takahashi, N., Shiohara, H., “Life Cycle Economic Loss to Seismic Damage of Nonstructural Elements”, Proceeding of ۱۳th conference on earthquake engineering, Vancouver, ۲۰۰٤.

فصل سوم

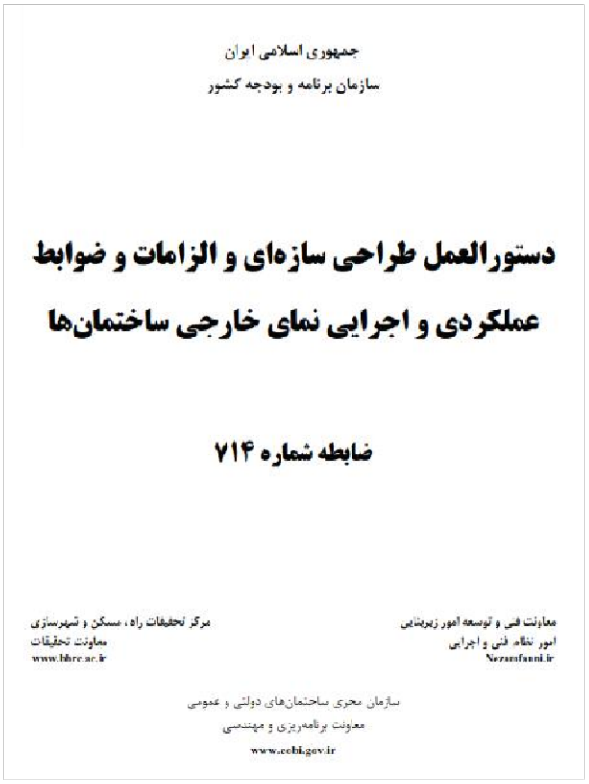
معرفی مراجع برای ارائه جزئیات اجرایی در زمینه مهار جداره‌های داخلی،

جداگرهای خارجی و نما

۳-۱ مقدمه :

همانطور که در فصل گذشته ملاحظه گردید ضعف اطلاعات فنی و نبود جزییات اجرایی در خصوص مهار اجزای غیرسازه‌ای موجب سردرگمی و انفعال زنجیره ساخت و ساز در این مورد شده است به طوری که در اکثر موارد به مهار دیوارها وتیغه ها اهمیتی داده نمی‌شود و یا از روش‌هایی برای مهار استفاده می‌شود که عملکرد و کارایی آنها در هنگام زلزله در مراجع علمی اثبات نشده است. از این رو در این فصل برای آشنایی مهندسین با جزئیات مناسب اجرایی مراجع زیر برای آشنایی مهندسان معرفی می‌گردد.

- ضابطه شماره ۷۱۴ سازمان برنامه و بودجه کشور با عنوان "دستورالعمل طراحی سازه‌ای و الزامات ضوابط عملکردی و اجرایی نمای خارجی ساختمان‌ها"
- دستورالعمل شماره ۶۲۹۶-۹۲/۲ ۱۰۲ سازمان توسعه و تجهیز مدارس کشور با عنوان " دستورالعمل طراحی و اجرای دیوارهای غیر سازه‌ای"


جمهوری اسلامی ایران
سازمان برنامه و بودجه کشور

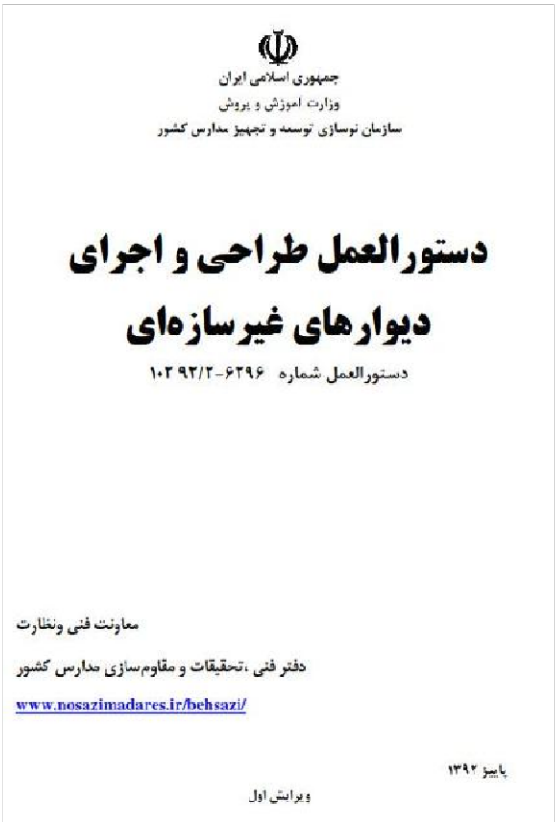
دستورالعمل طراحی سازه‌ای و الزامات و ضوابط عملکردی و اجرایی نمای خارجی ساختمان‌ها

ضابطه شماره ۷۱۴

معاونت فنی و توسعه امور زیربنایی
امور نظام فنی و اجرایی
Nezamfanni.ir

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
معاونت تحقیقات
www.bhrc.ac.ir

سازمان محری ساختمان‌های دولتی و عمومی
معاونت برنامه‌ریزی و مهندسی
www.ecbi.gov.ir


جمهوری اسلامی ایران
وزارت آموزش و پرورش
سازمان نوسازی توسعه و تجهیز مدارس کشور

دستورالعمل طراحی و اجرای دیوارهای غیرسازه‌ای

دستورالعمل شماره ۶۲۹۶-۹۲/۲ ۱۰۲

معاونت فنی ونظارت
دفتر فنی ،تحقیقات و مقاوم‌سازی مدارس کشور
www.nosazimadares.ir/behsazi/

پاییز ۱۳۹۲
ویرایش اول

وزارت راه و شهرسازی
سازمان ملی زمین و مسکن

شماره : ۹۴/۹۶/۲۰۲۴۶
تاریخ : ۱۳۹۶/۰۵/۰۱
پیوست : دارد

بسمه تعالی

مدیران کل محترم راه و شهرسازی استانها
مدیرکل محترم مسکن و شهرسازی سمنان

با سلام

با توجه به بررسی های صورت گرفته در خصوص آسیب های ناشی از زلزله اخیر در شهر بجنورد و مخاطرات جدی جانی و مالی ناشی از فروریزش مصالح بکار رفته در نماها و جداره‌های خارجی ساختمان ها و احتمال تکرار این رخداد و این نوع از آسیب‌ها، ضابطه شماره ۷۱۴ سازمان برنامه و بودجه کشور با عنوان " **دستور العمل طراحی سازه ای و الزامات و ضوابط عملکردی و اجرایی نمای خارجی ساختمان‌ها** " که از تاریخ ۱۳۹۵/۱۰/۱ ؛ به استناد نامه شماره ۹۵/۷۵۸۳۹۶ مورخ ۹۵/۷/۱۰ سازمان برنامه و بودجه لازم الاجرا می باشد؛ به پیوست در قالب فایل pdf فشرده ارسال و موکدا برای رعایت مفاد آن ابلاغ می گردد.

ضروری است مدیران محترم مسکن در ادارات کل نسبت به بررسی وضعیت پروژه ها با اولویت پروژه های مسکن مهر اقدام نمایند و ضمن تذکر و مطالبه اقدام مناسب از سوی پیمانکاران ، تمهیدات لازم را در این خصوص بکار گیرند تا از تکرار احتمالی موارد مشابه خودداری گردد.

رونوشت:
جناب آقای مهندس عظیمیان معاون محترم وزیر راه وشهرسازی جهت استحضار.
جناب آقای مهندس شاکری مدیر کل محترم دفتر امور نظارت عالی فنی پروژه ها جهت آگاهی .
جناب آقای مهندس سیداشرفی سرپرست محترم دفتر طرحها و الگو های ساخت جهت آگاهی .
جناب آقای مهندس نیکزاد مدیر کل محترم دفتر فناوریهای نوین ساخت مسکن جهت آگاهی .
دفتر طرحها و الگوهای ساخت

جمهوری اسلامی ایران

سازمان برنامه و بودجه کشور

دستورالعمل طراحی سازه‌ای و الزامات و ضوابط عملکردی و اجرایی نمای خارجی ساختمان‌ها

ضابطه شماره ۷۱۴

معاونت فنی و توسعه امور زیربنایی
امور نظام فنی و اجرایی
Nezamfanni.ir

مرکز تحقیقات راه ، مسکن و شهرسازی
معاونت تحقیقات
www.bhrc.ac.ir

سازمان مجری ساختمان‌های دولتی و عمومی
معاونت برنامه‌ریزی و مهندسی
www.cobi.gov.ir

باسمه تعالی

ریاست جمهوری
سازمان برنامه و بودجه کشور
رییس سازمان

بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران	**شماره:**	**۹۵/۷۵۸۳۹۶**
	تاریخ:	**۱۳۹۵/۰۷/۱۰**

موضوع: دستورالعمل طراحی سازه‌ای و الزامات و ضوابط عملکردی و اجرایی نمای خارجی ساختمان‌ها

به استناد ماده (۲۳) قانون برنامه و بودجه و مواد (۶) و (۷) آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی- مصوب سال ۱۳۵۲ و در چارچوب نظام فنی و اجرایی کشور (موضوع تصویب‌نامه شماره ۴۲۳۳۹/ت۳۳۴۹۷هـ مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیأت محترم وزیران)، به پیوست ضابطه شماره ۷۱۴ امور نظام فنی و اجرایی، با عنوان «دستورالعمل طراحی سازه‌ای و الزامات و ضوابط عملکردی و اجرایی نمای خارجی ساختمان‌ها» از نوع گروه سوم ابلاغ می‌شود.

رعایت مفاد این ضابطه در صورت نداشتن ضوابط بهتر، از تاریخ ۱۳۹۵/۱۰/۰۱ الزامی است.

امور نظام فنی و اجرایی این سازمان دریافت‌کننده نظرات و پیشنهادهای اصلاحی در مورد مفاد این ضابطه بوده و اصلاحات لازم را اعلام خواهد کرد.

۳-۲ معرفی ضابطه شماره ۷۱٤ سازمان برنامه و بودجه"دستورالعمل طراحی سازه‌ای و الزامات و ضوابط عملکردی و اجرایی نمای خارجی ساختمان‌ها"

در ضابطه ۷۱۴ جزئیات اجرای نمای ساختمان‌های متعارف و مسایل فنی مرتبط ارائه شده است. با توجه به جدید بودن ابلاغ (۱۳۹۵/۱۰/۱) ضابطه شماره ۷۱۴ عملی بودن و نحوه عملکرد مشخصات فنی ارائه شده در این ضابطه نیاز به مرور زمان و مشاهدات تجربیات دارد. ولی آنچه مسلم است اجرای جزئیات ارائه شده در این مجموعه باعث کاهش آسیب‌های وارد به نما در ساختمان‌ها می‌گردد. در صورت اجرای ملاحظات فنی ارائه شده در این مجموعه از اظهار نظرهای مغرضانه و غیر کارشناسی و ناشی از منافع شخصی و یا گروهی خاص، در خصوص استفاده از مصالح نوین در زمینه نمای بناها جلوگیری به عمل خواهد آمد از این رو حمایت همه جانبه از این نوع دستورالعمل های اجرایی ضروری می‌باشد.

۳-۲-۱ اهداف نشریه شماره ۷۱٤

هدف نشریه شماره ۷۱۴ طراحی و ارائه ضوابط اجرایی نماها تحت اثر بارهای لرزه‌ای، باد، ضربه و سایر عوامل محیطی و ارائه راهکارهای مناسب برای مهار آنها می‌باشد. ساختمان مورد بحث این نشریه نماهای ساختمانی بوده و الزامات تهیه شده براساس آن ارائه شده است[۱].

۳-۲-۲ محدوده کاربرد نشریه شماره ۷۱٤

محدوده کاربرد نشریه شماره ۷۱۴ نماهای ساختمانی است. این ضوابط در صورتی باعث پایداری نما می‌شود که سازه ساختمان و دیوارهای پشتیبان نما در صورت وجود، ضوابط سازه‌ای استاندارد ۲۸۰۰ با توجه به اهمیت ساختمان را تامین نمایند. در غیر این صورت، آسیب‌های وارده به قاب سازه‌ای و دیوارهای نگهدارنده نما باعث آسیب دیدن و خرابی نما می‌شود. همچنین تغییر مکان‌ها و جابجایی‌های نسبی سازه نیز باید در محدوده تامین ضوابط سازه‌ای استاندارد ۲۸۰۰ باشد. در غیر این صورت رعایت ضوابط این دستورالعمل به تنهایی از وقوع آسیب به نما جلوگیری نمی‌کند [۱].

۳-۲-۳ ملاحظات کلی نشریه شماره ۷۱٤

با توجه به ضوابط ارائه شده در این دستورالعمل، لازم است اجزای نما بسته به نیاز، در مقابل بارهای وارده ناشی از فشار و مکش باد و نیروها و جابجایی‌های زلزله و بارهای ناشی از ضربه مهار شوند. در طراحی نمای ساختمان‌ها در برابر بارهای وارده سه عامل به شرح زیر باید مورد بررسی و کنترل قرار گیرد.

- اتصال نمای ساختمان‌ها به تکیه گاه باید قادر به تحمل نیروهای وارده به نما ناشی از بار باد، زلزله و اثرات ضربه باشد.
- تکیه گاه نما و اتصال آن به سازه باید توانایی انتقال بار به سازه را داشته باشد.
- نمای ساختمان‌ها باید قادر به تحمل جابه جایی نسبی و تغییرشکل‌های تعریف شده در این دستورالعمل باشد.

۳-۲-۳-۱ الزامات کلی سازه‌ای

۱- استفاده از نمای صلب سنگین مانند نمای چسبانده شده سنگی یا آجری، فقط در سازه‌هایی با سیستم باربر جانبی صلب نظیر دیوار برشی یا مهاربند مجاز است و استفاده از آن‌ها در نمای سازه‌های با سیستم انعطاف‌پذیر مانند قاب خمشی توصیه نمی‌شود و در صورت استفاده باید کفایت آن با محاسبات دقیق اثبات شود.

۲- چنانچه تغییرشکل جانبی نما معیارهای پذیرش را برآورده نسازد، باید تغییرمکان جانبی نسبی طبقات سازه را محدود کرد یا با ارائه جزئیات ویژه، اتصال سیستم نما به سازه را جدا نمود.

۳- به طور کلی در هر نوع نما، اجزای پوششی که وزن واحد سطح آنها بیش از $۵۰\ kg/m^2$ می‌باشد، باید در فواصل کمتر یا مساوی ۱٫۲ متر دارای مهار مکانیکی به قاب دیوار خارجی باشند. کفایت مهار در مقابل بارهای لرزه‌ای باید بر اساس معیارهای پذیرش ارائه شده در این دستورالعمل ارزیابی گردد. همچنین کفایت اجزای پوشش در مقابل مقادیر مورد انتظار تغییرمکان تعیین شده در این دستورالعمل باید بر اساس معیارهای پذیرش ارائه شده ارزیابی گردد.

۴- برای ساختمان‌های با قاب خمشی فولادی یا بتنی، اتصالات پانل‌های مهار شده باید قابلیت تحمل تغییر مکان نسبی ۰٫۰۲ را داشته باشند. همچنین در پانل‌های چندطبقه متصل در تراز طبقات، باید پانل‌ها و اتصالات قابلیت تحمل تغییر مکان نسبی ۰٫۰۲ را داشته باشند.

۵- در نماهای مهار شده، قطعات نما توسط اتصالات مکانیکی به سازه متصل شده‌اند. قطعات و اتصالات مزبور باید طوری طراحی شوند که قادر به تحمل تغییرشکل‌های ناشی از زلزله باشند. در غیر اینصورت خطر سقوط قطعات نما وجود خواهد داشت.

۶- پنجره‌های بزرگ به خصوص پنجره‌های نمای مشرف به پیاده‌رو، باید دارای شیشه‌های ایمن باشند. شیشه ایمن شامل شیشه‌های آبدیده، شیشه‌های لایه‌ای، شیشه‌های دارای سیم یا الیاف، شیشه‌های دارای لایه پوشش مقاوم در برابر ضربه یا پانل‌های پلاستیکی می‌باشد. این شیشه‌ها در برابر خردشدن ایمنی بالایی دارند یا پس از خردشدن در قاب خود باقی می‌مانند.

۷- در جاهایی که از مهار نگهدارنده در بتن استفاده شده است، این مهار باید به میلگردهای اصلی سازه بتن مسلح متصل و مهار شوند و کفایت مهار نگهدارنده مورد استفاده در اتصالات بتنی باید برای بارهای وارده ارزیابی گردد.

۸- در نمای بالای خروجی‌ها یا مسیرهای پیاده‌رو، نصب قطعات بزرگ در ارتفاع بیش از ۳ متر از سطح زمین ممنوع است.
۹- مهارهای نما باید به صورت دوره‌ای کنترل شده و در هیچ‌کدام از اعضای اتصالات نباید نشانه‌هایی از خرابی یا زنگ‌زدگی و پوسیدگی دیده شود و مهارهای زنگ زده باید تعویض شوند. شایان ذکر است افزایش تعداد مهارهای هر قطعه نما خطر سقوط آن را کمتر می‌کند.

۱۰- در صورت عدم امکان مهار لرزه‌ای نما در موقعیت خاص باید از دسترسی عابران به مکان‌هایی که احتمال افتادن اجزای نمای فاقد مهار وجود دارد با ایجاد موانع یا منظرهای عریض جلوگیری شود.
۱۱- پوشش‌های محافظ در برابر شرایط جوی باید توسط اتصال‌دهنده‌های مناسب از جنس آلومینیوم، مس، یا فولاد با پوشش روی یا سایر مصالح مقاوم در برابر خوردگی به پشت‌بندها متصل شوند.

۳-۲-۳-۲ سطوح عملکرد نمای خارجی ساختمان

سطوح عملکرد نمای خارجی ساختمان شامل دو سطح عملکرد به شرح زیر است.

- **سطح عملکرد قابلیت استفاده بی وقفه**

در این سطح عملکرد نمای خارجی در اثر بارهای خارجی دچار آسیب جزیی شود، به گونه‌ای که در حین زلزله و پس از آن راه‌های دسترسی و فرار مانند درها، راهروها، پله‌ها و آسانسورها مختل نشده و استفاده بی وقفه از ساختمان میسر باشد. در این سطح عملکرد، خسارات ناشی از خرابی نمای خارجی باید بسیار کم باشد.

- **سطح عملکرد ایمنی جانی**

در این سطح خرابی نمای خارجی در اثر بار های خارجی نباید خطر جدی برای جان ساکنین به وجود آورد. در این سطح عملکرد، علیرغم خرابی‌های قابل توجه و هزینه بر نمای خارجی، احتمال جداشدگی و سقوط این اجزاء به داخل یا خارج ساختمان وجود ندارد. سطح عملکرد نما در سازه‌های با سطح کاربری متنوع، سطح عملکرد ایمنی جانی است. نمای ساختمان‌های واقع در سطح کاربری I با با توجه نوع کاربرد آنها نیاز به طرح لرزه ای ندارد.

۳-۳ فهرست مطالب نشریه شماره ۷۱٤

نمای ساختمان یکی از اجزای بسیار مهم ساختمان است. چراکه از یک سو، نما صورت ظاهر و منظره خارجی هر ساختمان است و لذا زیبایی جزء جدایی ناپذیر هر نما است. اما از سوی دیگر و مهم‌تر از آن، نمای هر ساختمان بسته به شرایط

حیطی از جمله آب و هوا و بارهای مختلف وارد بر آن از جمله باد، طوفان، زلزله، سیل و ضربه شرایط ویژه‌ای را تجربه کرده و لازم است در برابر این شرایط پایدار بماند. دستورالعمل حاضر نحوه طراحی نما برای مقاومت در برابر این عوامل و نیز شیوه اجرای نماهای متداول ساختمان در کشور را هم راستا با ضوابط بین المللی ارائه کرده است. این دستورالعمل مشتمل بر ۸ فصل است. در فصل اول انواع نماهای متداول از نظر نوع مصالح به کار رفته و نیز نحوه اجرا و اتصال بررسی شده است. در فصل دوم الزامات اجزای نما و در فصل سوم بارهای وارد بر نما و معیارهای پذیرش آن ارائه شده است. از فصل چهارم تا فصل هشتم به ترتیب الزامات طراحی و اجرای نماهای متداول مشتمل بر نمای سنگی، آجری، سیمانی، سرامیک، کامپوزیت و شیشه به تفضیل ارائه شده است. فهرست کلی ۸ فصل این ضابطه به شرح زیر می‌باشد.

❖ فصل اول : کلیات

- معرفی انواع نما از نظر نحوه اجرا و اتصال و از نظر مصالح

❖ فصل دوم : الزامات اجزای نما

- الزامات عملکردی و اجرایی دیوارهای خارجی و نما
- الزامات مصالح نما
- دیوار پشتیبان نما
- نماهای ترکیبی

❖ فصل سوم : بارهای وارده بر اجزای نما و معیارهای پذیرش

- بار ثقلی
- بارها و اثرات ناشی از زلزله
- بار باد وارد بر اجزای نما
- ارزیابی نمای ساختمان در مقابل بارهای ضربه‌ای
- بار انفجار
- نحوه اعمال بارها و ترکیبات بارگذاری

❖ فصل چهارم : الزامات طراحی و اجرای نمای سنگی

- بخش‌های مختلف سیستم نمای سنگی
- قطعات یا پانل‌های سنگی (پوشش نما)
- انواع مهارهای نمای سنگی

- نمای پرده‌ای سنگی نازک

❖ **فصل پنجم : الزامات طراحی و اجرای نمای آجری**

- انواع نمای آجری
- انواع آجر نما
- الزامات کلی طراحی
- الزامات کلی اجرایی

❖ **فصل ششم : الزامات طراحی و اجرای نمای سیمانی**

- اندود سیمان پرتلند (استاکو)
- نمای EIFS
- نمای بتنی پیش ساخته
- نمای بتنی مسلح به الیاف شیشه (GFRC)
- نمای تخته سیمانی و تخته سیمان الیافی

❖ **فصل هفتم : الزامات طراحی و اجرای نمای سرامیکی**

- نصب سرامیک به روش تر
- نصب خشک سرامیک

❖ فصل هشتم : **الزامات طراحی و اجرای نمای کامپوزیت**

- انواع پانل کامپوزیت
- رواداری‌ها و مشخصات
- انواع سیستم‌های نصب پانل‌های کامپوزیت آلومینیوم
- دیوار پرده‌ای شیشه آلومینیوم

در پیوست دوم این مجموعه با توجه به استفاده فراوان از نمای سنگی در کشور، خلاصه‌ای ازدستورالعمل‌های مربوط به نمای سنگی در ضابطه شماره ۷۱۴ به عنوان نمونه ارایه می‌گردد.

جمهوری اسلامی ایران

وزارت آموزش و پروش

سازمان نوسازی توسعه و تجهیز مدارس کشور

دستورالعمل طراحی و اجرای دیوارهای غیرسازه‌ای

دستورالعمل شماره ۶۲۹۶-۹۲/۲ ۱۰۲

معاونت فنی ونظارت

دفتر فنی ،تحقیقات و مقاوم‌سازی مدارس کشور

www.nosazimadares.ir/behsazi/

پاییز ۱۳۹۲

ویرایش اول

جمهوری اسلامی ایران
وزارت آموزش و پرورش

سازمان نوسازی، توسعه و تجهیز مدارس کشور

شماره: ۶۲۹۶/ ۲/ ۹۲/ ۱۰۲
تاریخ: ۹۲/۰۷/۲۰
پیوست: ندارد

بسمه تعالی

جناب آقای مهندس . . .
مدیر کل محترم نوسازی مدارس استان . . .

با سلام و احترام

با توجه به لزوم تدوین دستورالعملی جهت طراحی و جزئیات اجرائی دیوارهای جداکننده ، دفتر فنی و تحقیقات اقدام به تهیه دستورالعملی با عنوان "دستورالعمل طراحی و اجرای دیوارهای غیرسازه‌ای" نموده است که به پیوست تقدیم حضور می‌گردد. بدینوسیله دستورالعمل مذکور جهت استفاده در پروژه‌های جاری و آتی ابلاغ می‌گردد. بدیهی است رعایت مفاد این دستورالعمل در کلیه طرحهای تخریب و نوسازی در دست مطالعه و اجرا الزامی می‌باشد. لازم به ذکر است فایل جزئیات اجرائی در پرتال سازمان به آدرس ذیل جهت بهره برداری موجود است.

Http://www.nosazimadares.ir/behsazi/DocLib1/Forms
Http://www.nosazimadares.ir/sazeh/DocLib1/ Forms

محمدحسین ترابی زاده
معاون فنی و نظارت

خیابان دکتر علی شریعتی، خیابان قیطریه (بلوار صبا)، کوچه شهید سید عباس حسینی (نجم سابق) سازمان نوسازی، توسعه و تجهیز مدارس کشور
صندوق‌پستی: ۱۹۳۹۵/۳۶۴۱ کد پستی : ۱۹۳۳۸۸۴۸۸۳ تلفن : ۲۲۲۴۷۹۷۹ نمابر : ۲۲۲۱۱۸۳۵
وب سایت : www.nosazimadares.ir پست الکترونیکی: info@nosazimadares.ir

۳-۳ معرفی دستورالعمل شماره ۶۲۹۶-۹۲/۲-۱۰۲ سازمان توسعه و تجهیز مدارس کشور با عنوان " دستورالعمل طراحی و اجرای دیوارهای غیر سازه‌ای"

المان‌های سازه‌ای به صورت متعارف برای انواع ترکیبات بارگذاری طراحی می‌شوند ولی نکته‌ای که در بسیاری از موارد مغفول باقی می‌ماند این‌است که عناصر غیر سازه‌ای نیز باید نیروهای اعمالی به‌خودشان را تحمل و ظرفیت سازگاری با تغییر شکل‌های ایجاد شده در هنگام زلزله را داشته باشند. از جمله‌ای این عناصر غیرسازه‌ای دیوارهای جداکننده می‌باشند. که بسته به جزئیات اجرایی می‌توانند نقش سازه‌ای ایفا کرده و در مقابله با بارهای جانبی وارد بر ساختمان نیز سهیم شوند. اغلب مشاهده شده است که در هنگام زلزله دیوارها ترک خورده و یا دچار ریزش گردیده‌اند لازم به ذکر است ترک خوردگی و یا شکست در دیوارهای جداکننده با توجه به سطح عملکرد سازه طبیعی است لیکن فروریزش این دیوارها غیر قابل قبول می‌باشد تخریب دیوارها در هنگام وقوع زلزله به‌دلیل اجرای نامناسب دیوارها می‌باشد. با توجه به نبود جزئیات اجرایی برای مهار و اتصال دیوارها، در این قسمت دستورالعمل شماره ۶۲۹۶-۹۲/۲-۱۰۲ تهیه شده توسط سازمان نوسازی توسعه و تجهیز مدارس کشور با عنوان "دستورالعمل طراحی و اجرای دیوارهای غیر سازه‌ای" معرفی می‌گردد. هدف ازتدوین این دستورالعمل کاهش حداکثری اندرکنش میانقاب و قاب و در عین حال حفظ ایستایی دیوارها در برابر نیروهای داخل صفحه و خارج از صفحه است که هنگام وقوع زلزله به دیوار اعمال می‌گردد[۱].

طبق تعریف این دستورالعمل دیوارهای جداکننده بسته به محل قرارگیری، ممکن است در درون قاب ساختمان و یا خارج از قاب اجرا گردند. مطابق با تعریف صورت گرفته در **"دستور العمل طراحی و اجرای دیوارهای غیرسازه‌ای"** تهیه شده توسط سازمان نوسازی توسعه و تجهیز مدارس کشور در صورتیکه دیوار جداکننده در درون قاب اجرا گردد میانقاب و در صورتیکه خارج از قاب اجرا گردد تیغه نامیده می‌شود. المانی که در داخل قاب قرار گیرد میانقاب نامیده می‌شود. میانقاب‌ها با توجه به نحوه اجرا (اتصال یا عدم اتصال به قاب) عملکرد متفاوتی با یکدیگر دارند همچنین اثراتی که روی سازه و توزیع نیروی بین قاب‌های ساختمانی می‌گذارند، مختلف است. در صورتیکه میانقاب به نحوی از قاب جدا شده

باشد و در باربری جانبی مشارکت ننماید، میانقاب غیر سازه‌ای تلقی می‌گردد. صرف نظر از عملکرد سازه‌ای و یا غیر سازه‌ای میانقاب تجربیات زلزله‌های گذشته به صورت مکرر حاکی از ضعف در جزئیات مهار این عناصر به سازه اصلی بوده که منجر به ریزش این دیوارها گردیده است. برای این دیوارها حرکت در دو جهت داخل و خارج از صفحه قابل انتظار می‌باشد در صورتی که میانقاب عنصری سازه‌ای باشد در حرکت داخل صفحه با المان‌های سازه‌ای درگیر می‌شود و در صورت غیر سازه‌ای بودن باید فاصله‌ای با مصالح پر کننده نرم (نظیر پلی‌استایرن)یا سایر جزئیات مناسب در میان دیوار و المان‌های قاب تهیه کرد تا از درگیر شدن قاب و دیوار جلوگیری نماید. اما خرابی اصلی در این دیوارها ناشی از ریزش میانقاب‌ها به بیرون قاب می‌باشد که از این رو میانقاب‌ها باید توسط جزئیات مناسب به سازه مهار گردند.

این دستورالعمل در چهار فصل با عناوین زیر تنظیم شده است :

- **فصل اول : کلیات**
- **فصل دوم : میانقاب‌ها**
  - میانقاب‌های سازه‌ای
  - میان‌قاب‌های غیر سازه‌ای
  - **ضوابط طراحی میانقاب‌های غیرسازه‌ای**
- **فصل سوم : تیغه‌ها**
- **فصل چهارم : نما و نماسازی**

در پیوست سوم این مجموعه چند نمونه از جزئیات اجرایی مهار و اتصال دیوارهای غیر سازه‌ای ارائه گردیده است.

پیوست اول

تصاویر خرابی جداره‌های داخلی (تیغه‌ها) و جداگرهای خارجی (میانقاب‌ها)

در زلزله ۲۳ اردیبهشت ماه سال ۱۳۹٦ شمال غرب بجنورد

قبوض
بلوک
B1 شرقی

پیوست دوم

خلاصه‌ای ازدستورالعمل‌های مربوط به نمای سنگی در ضابطه شماره ۷۱٤

پ۲-۱ ویژگی‌ها و مشخصات فنی کلی و حدود قابل پذیرش سنگ نما

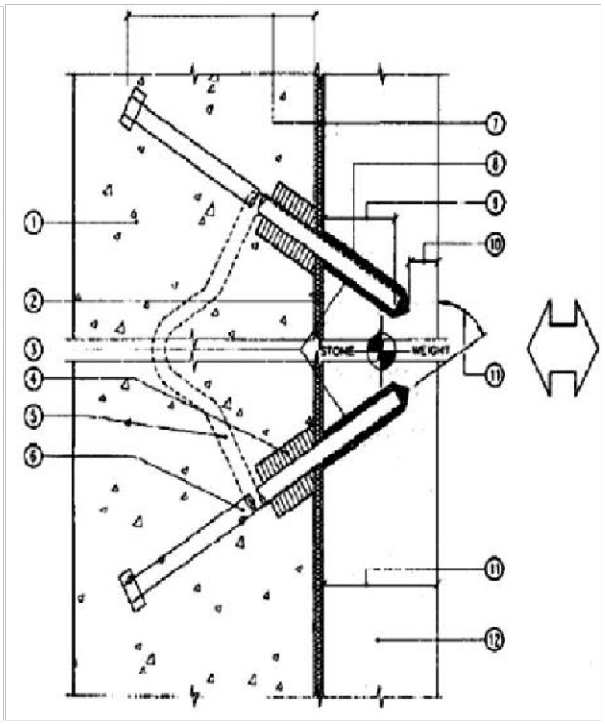
برای نماسازی ساختمان‌ها باید از سنگ‌هایی استفاده کرد که مشخصات زیر را داشته باشند.

- از نظر بافت و ظاهر سالم بوده و پوسیدگی نداشته باشد. همچنین با دوام و عاری از هوازدگی و رگه‌های سست باشد.
- سنگ نما باید فاقد شیار، ترک، درزهای باز، حفره باشد. همچنین سطوح و خطوط مرئی سنگ نباید لب پریدگی داشته باشد.
- در مقابل عوامل جوی نظیر باران، تابش خورشید، گازهای موجود در هوا، بخار آب و وزش باد مقاوم باشد.
- سنگ لوح مورد استفاده برای بخش‌های بیرونی در محیط با جو اسیدی یا در نواحی صنعتی که در آن آلودگی شدید هوا وجود دارد باید عاری از نوارهای کربن دار باشد.
- سطوح نمای سنگی باید یکنواخت بوده و به بهترین وجه کلنگی، تیشه‌ای، چکشی یا صیقلی شود به نحوی که رگه‌ها و نقش طبیعی آن به خوبی مشخص باشد.

پ۲-۲ انواع مهارهای نمای سنگی

الف-نماهای چسبانده شده

نماهایی چسبانده شده، نماهایی هستند که در آن از چسب یا ملات به همراه وسایل اتصال برای اتصال سنگ نما به دیوار پشتیبان استفاده می‌شود. وسایل اتصال به عنوان مهار نگهدارنده بوده و نقش باربری ندارند. در این حالت نقش ماده چسباننده، تنها مهار بار ثقلی است. به منظور تحمل بار جانبی باید مهار مناسب مکانیکی به کار برده شود.



۱ تکیه‌گاه مهارهای درجا در ملات تزریق شده در پشت سنگ. جایجایی بین مهارها برای جلوگیری از ایجاد تنش در سنگ باید کنترل شود

۲ جداکننده، لایه پوششی پلی‌اتیلن برای جداسازی، از نوع منبسط شونده در هنگامی که امکان ایجاد رطوبت بین دیوار پشتی و نما وجود دارد استفاده شود تا فضای تراکم‌پذیری برای زه‌کشی ایجاد کند.

۳ یا استفاده از وسایل غیرپنوماتیک، سنگ باید سوراخ شود. قطر سوراخ حداکثر ۱/۵ میلی‌متر بزرگتر از قطر مهار باشد. حفره‌ها در دو جهت مخالف در راستای افقی در سنگ ایجاد شوند تا بتوانند به صورت مکانیکی سنگ را بر دیوار پشتیبان قفل کنند. زاویه سوراخ‌ها بین ۳۵ تا۶۰ درجه با سطح سنگ باشد.

۴ در اطراف مهار نئوپرن به قطر دو برابر مهار و طول ۵ برابر قطر مهار به منظور تامین آزادی حرکت مهار اجرا شود.

۵ متصل‌کننده انتهای مهارها به هم در صفحه افقی، حداکثر قطر ۵ میلی‌متر

۶ پین با قطر حداکثر ۷ میلی‌متر که در صفحه افق برای مهار استفاده شده است

۷ حداکثر عمق مهار در دیوار پشتیبان ۶۰ میلی‌متر (دو برابر عمق مهار در سنگ)

۸ حفره به وسیله چسب پلی‌استر یا اپوکسی به منظور جلوگیری از اثر رطوبت پر شود.

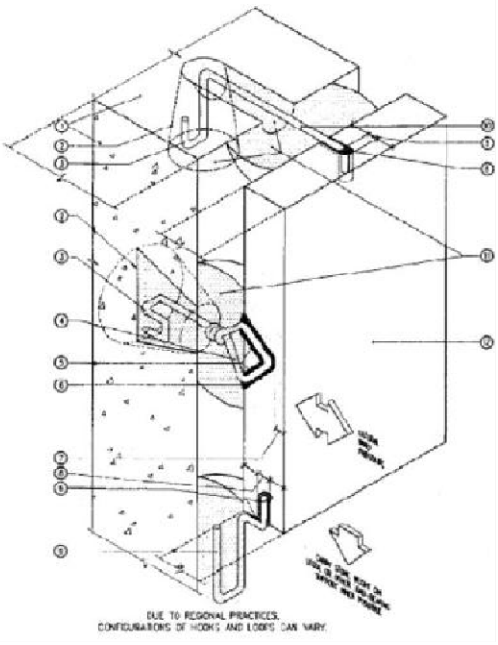
۹ میزان نفوذ مهار در سنگ حداقل باید به اندازه دوسوم ضخامت سنگ نما و حداکثر ۷۵ میلی‌متر باشد

۱۰ حداکثر ضخامت سوراخ شده سنگ توسط سوراخ‌کاری باید ۱۰ میلی‌متر باشد

۱۱ حداقل ضخامت سنگ نما ۳۰ میلی‌متر می‌باشد

۱۲ قطعه یا پانل سنگی

شکل پ- ۱: مهارهای پیش ساخته



۱-تکیه گاه مهار سیمی در دیوار پشتیبان بتن درجا یا دیوار بنایی

۲- تعبیه سوراخ توپی و عریض کردن انتهای آن که پس از پر شدن به صورت گوه درآید.

۳- قلاب کردن انتهای مهار سیمی برای جاگذاری در ملات سیمان پرتلند

۴- مهار میانی: سیم فولادی ضدزنگ نرم که به شکل حلقه در وجه پشتی نما در آمده است. از سیم شماره ۸ در پانلهای تا ۳۵ میلی‌متر و از سیم شماره ۶ در پانلهای ضخیم تر (به علت سختی و مقاومت بیشتر آن) استفاده شود. در صورتی که امکان ایجاد مهار لبه یا زانویی وجود داشته باشد نباید از این نوع مهار سیمی استفاده شود.

۵- تعبیه سوراخ‌های متقاطع در پشت نما برای حلقه سیمی. هنگام جاگذاری مهار سیمی باید مراقب ترک خوردن سنگ بود.

۶- وقتی که مهارهای سیمی در سوراخ به صورت سفت قرار می گیرد سوراخ با مواد تراکم پذیر یا چسب اپوکسی مناسب پر شود و هنگامی که سیم ها در خطر تماس با رطوبت باشند سوراخ عایق بندی شود.

۷- حداقل پوشش ۱۰ میلیمتر برای جلوگیری از ترک خوردن هنگام سوراخ‌کاری یا ایجاد لکه ناشی از جذب رطوبت در نظر گرفته شود.

۸- محل سوراخ در وسط یک سوم ضخامت پانل در نظر گرفته شود. سوراخ ۵ میلیمتری برای سیم شماره ۸ و سوراخ ۷ میلیمتری برای سیم شماره ۶ به عمق ۲۵ میلیمتر تعبیه شود.

۹- مهار زانویی: سیم فولادی ضد زنگ که به شکل قلاب در لبه نما در آمده است. از سیم شماره ۸ در پانلهای تا ۳۵ میلی‌متر و از سیم شماره ۶ در پانل‌های ضخیم‌تر استفاده شود.

۱۰-مهار لبه: سیم فولادی ضد زنگ که به شکل قلاب در لبه نما در آمده و به دیوار پشتیبان متصل می شود.

۱۱ - ملات سیمان پرتلند در حفره یا سوراخ

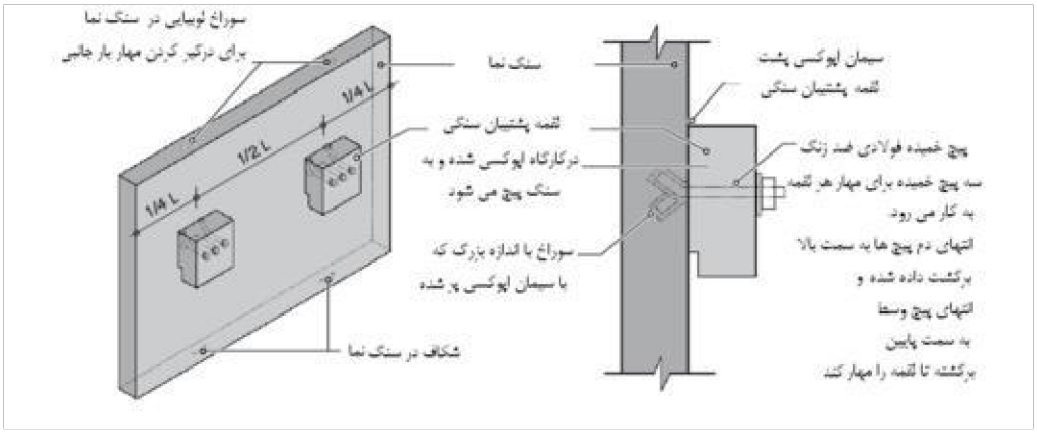
۱۲ - سنگ نما

شکل پ- ۲: بست‌های سیمی

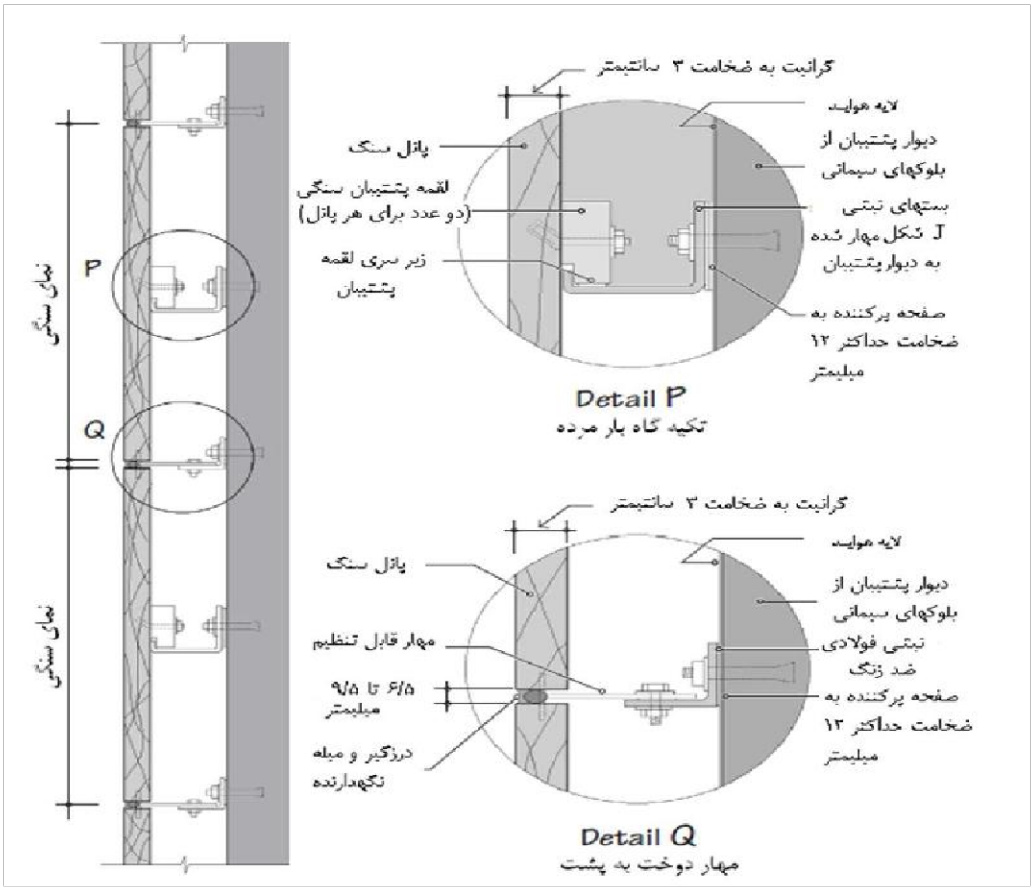
ب-نماهای مهارشده

نماهای مهار شده، نماهایی هستند که در آن از اجزای باربر یا سازه پشت بند برای اتصال سنگ نما به دیوار پشتیبان استفاده می‌شود. بار ثقلی و جانبی توسط مهار تحمل می‌شود. نوع مهار، شکل قرارگیری و تعداد آنها بستگی به عوامل زیر دارد.

۱. سنگ مورد استفاده
۲. ضخامت و سطح رویهٔ قطعات سنگ
۳. جنس دیوار پشتیبان مانند بتن درجا، آجرکاری، بلوک کاری
٤. بارهای وارد شده به هر مهار مانند بار مرده، بار سیکلی یا ترکیبی از هر دو



شکل پ- ۳: قطعه سنگ نما همراه با قطعات لقمه سنگی نصب شده در فاصله ۰/۲۵ طول قطعه



شکل پ-۴: مقطعی از نمای سنگی متصل به دیوار بنایی با بلوک سیمانی به کمک لقمه‌های پشتیبان

پیوست سوم

چند نمونه از جزئیات اجرایی مهار و اتصال دیوارهای غیر سازه‌ای دستورالعمل شماره ۶۲۹۶-۹۲/۲ ۱۰۲ سازمان توسعه و تجهیز مدارس کشور با عنوان "دستورالعمل طراحی و اجرای دیوارهای غیر سازه‌ای"

۱- در صورت عدم تطابق شرایط پروژه با دستورالعمل پیمانکار موظف است مراتب را به ناظر پروژه اعلام نماید.

۲-روی تمامی اجزای فولادی مصرفی در پروژه باید توری گالوانیزه یا رابیتس اجرا گردد.

۳- تسمه ها و ناودانی های مصرفی در پروژه از نوع سرد نورد شده $Fy=2400kg/cm^2$ می باشد.

۴-ورقها نبشی ها و مقاطع مرکب ساخته شده از نوع گرم نورد شده با $Fy=2400kg/cm^2$ می باشد.

۵- میلگردهای مصرفی از نوع AIII می باشد.

٦- قوطی های مصرفی در پروژه از نوع پروفیلهای مصرفی در ساخت در وپنجره می باشد.

۷- ملات مصرفی در پروژه ها باید به نسبت یک به چهار (سیمان وماسه) باشد.

۸- آجرها و بلوکهای مصرفی در پروژه الزاما باید قبل از استفاده زنجاب گردند.

۹- جزئیات اجرائی 3D پانلها مطابق نشریه 385 سازمان مدیریت می باشد.

۱۰-کلیه پیچهای خودکار و میخهای هیلتی باید استاندارد باشند.

۱۱- قابهای هیلتی مصرفی در قابهای بتنی 50mm و در قابهای فولادی 25mm و با حداقل قطر 3mm است.

۱۲- اجرای میانقابهای غیر سازه ای الزاما باید قبل از کفسازی باشد به گونه ای که لبه ی تحتانی دیوار توسط کفسازی مهار گردد.

۱۳- حداکثر بعد جوش در ورقها باید کمتر از ضخامت ورق نازکتر اتصال باشد.

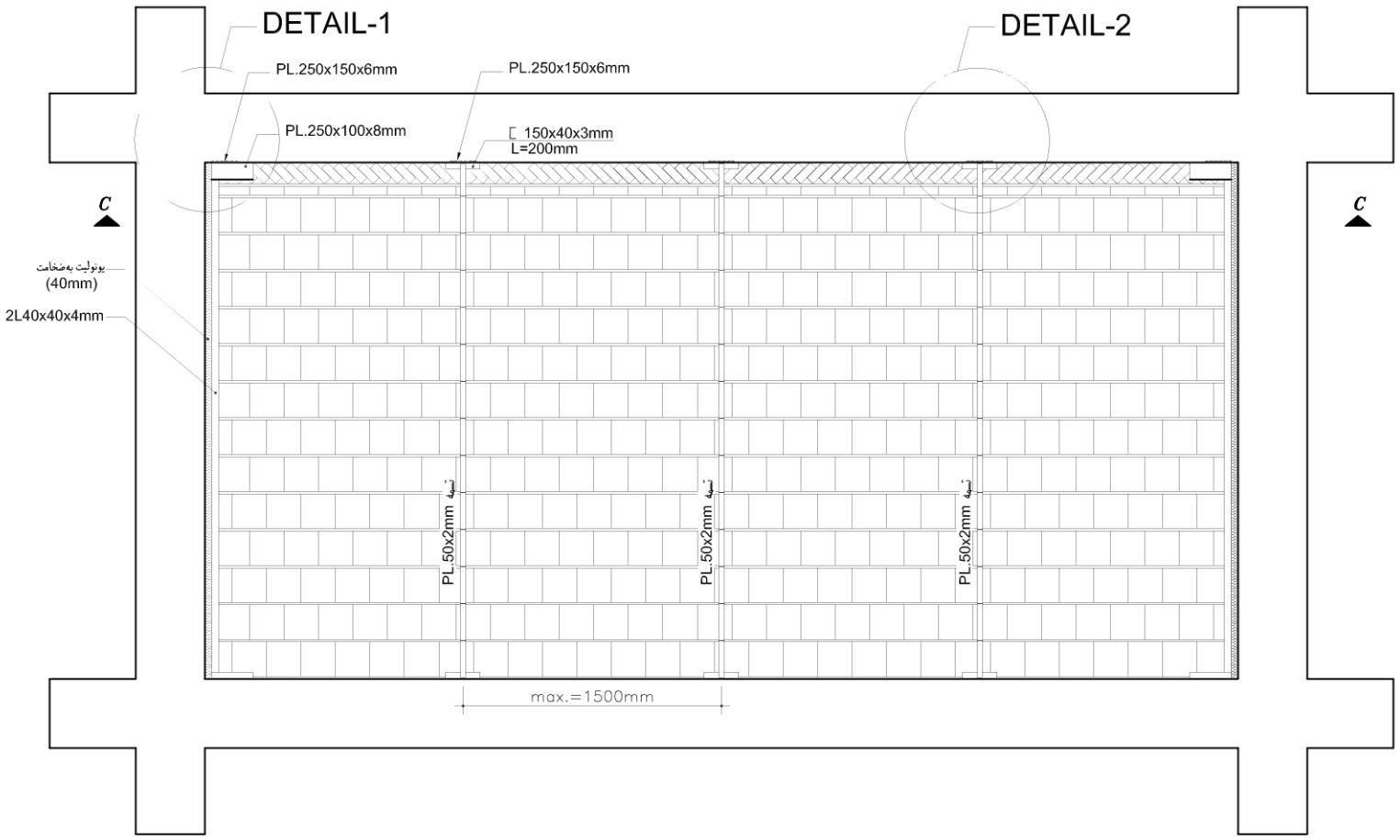
۱۴- در اتصال میلگرد به ورقها باید برابر کمترین مقدار ضخامت ورق و 0.3R میلگرد باشد.

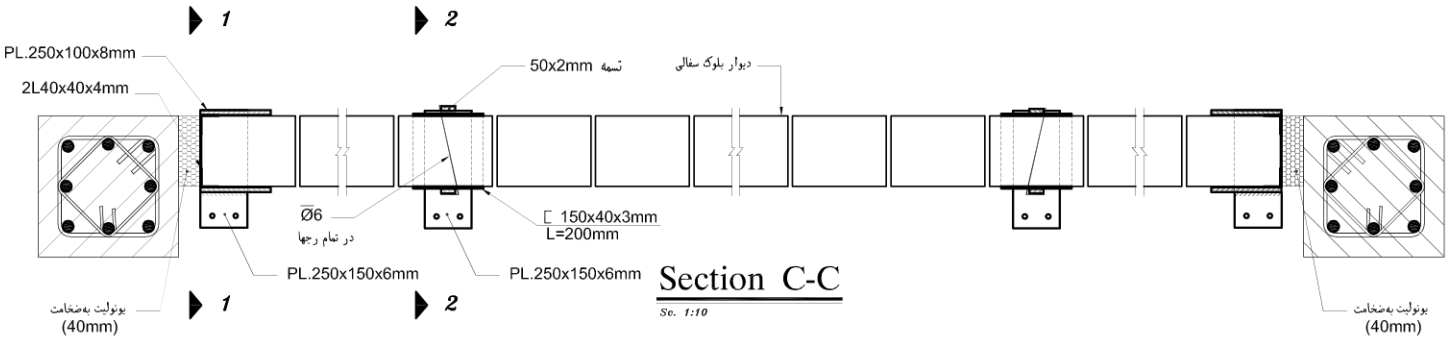
این اثر به پیوست دستورالعمل شماره ۶۲۹۶-۲/۱۰۲۹۲ سازمان نوسازی مدارس کشور به ثبت رسیده است و کلیه حقوق مادی و معنوی آن متعلق به سازمان مذکور است. هرگونه استفاده تجاری از این اثر ممنوع است. تکثیر این اثر با حفظ شناسنامه آن و بدون استفاده مادی و معنوی از آن بلامانع می باشد.

Designed by A.Mardani	**Checked by** A.Ebrahimi
Approved by - date A.Mahdizade 92/07/20	**Draw by** M.Tehrani
Date 92/07/07	**Edition** 1Th
Scale N.Scale	**Sheet** 101

سازمان نوسازی، توسعه و تجهیز مدارس کشور

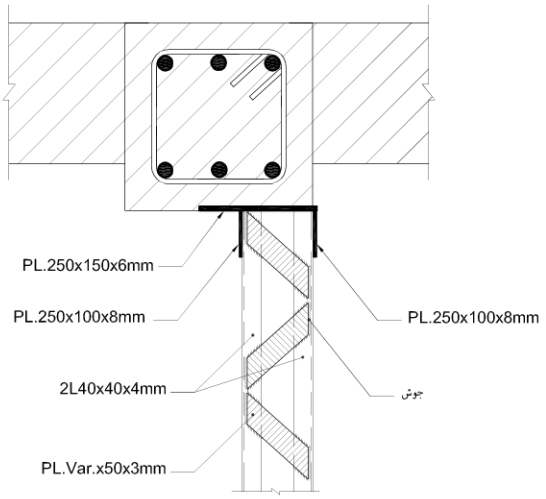
Title جزئیات اجرائی میانقاب غیرسازه ای





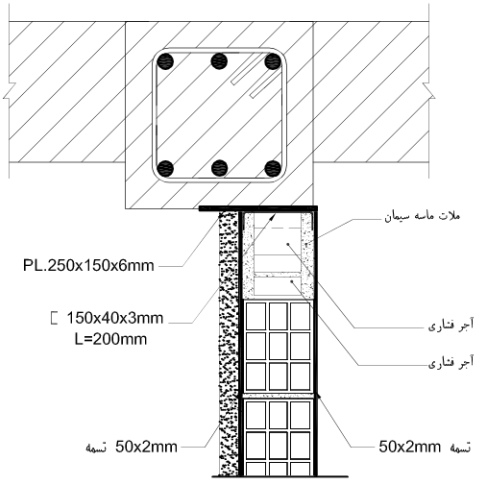
Section C-C

Sc. 1:10



Section 1-1

Sc. 1:10



Section 2-2

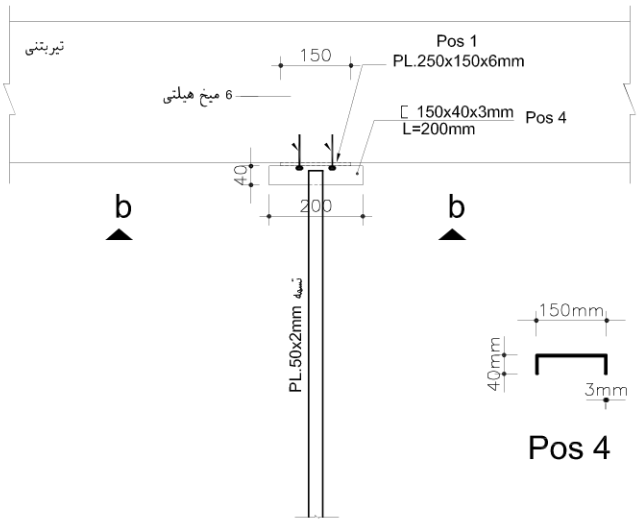
Sc. 1:10

این اثر به پیوست دستورالعمل شماره ۶۲۹۶-۱۰۲۹۲/۲ سازمان نوسازی مدارس کشور به ثبت رسیده است و کلیه حقوق مادی و معنوی آن متعلق به سازمان مذکور است. هرگونه استفاده تجاری از این اثر ممنوع است. تکثیر این اثر با حفظ شناسنامه آن و بدون استفاده مادی و معنوی از آن بلامانع می باشد.

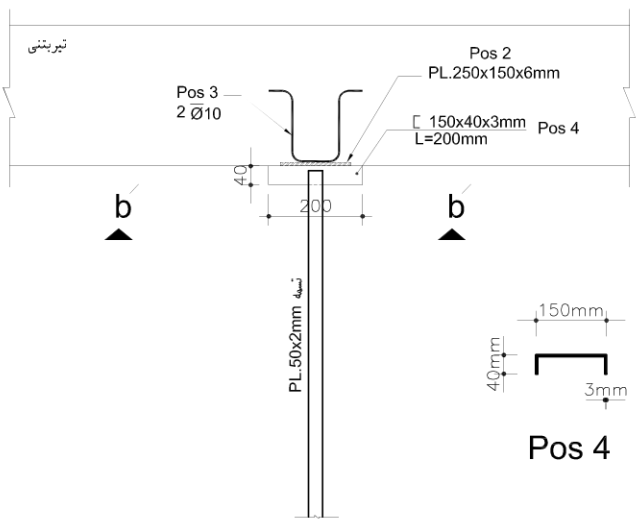
Designed by A.Mardani	**Checked by** A.Ebrahimi
Approved by - date A.Mahdizade 92/07/20	**Draw by** M.Tehrani
Date 92/07/07	**Edition** 1Th
Scale N.Scale	**Sheet** 102

سازمان نوسازی، توسعه و تجهیز مدارس کشور

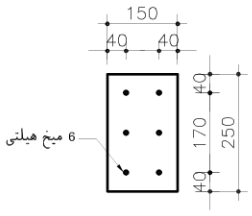
Title جزئیات اجرائی میانقاب غیرسازه ای گسسته



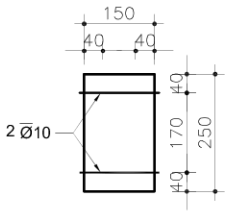
DETAIL-2



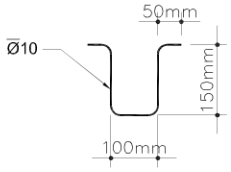
DETAIL-2



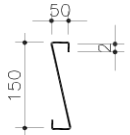
Pos 1



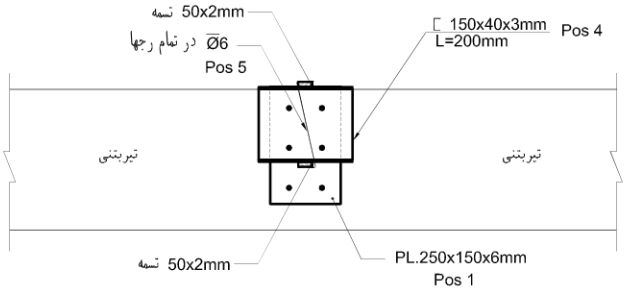
Pos 2



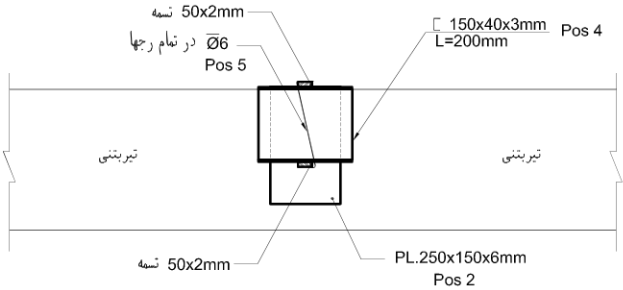
Pos 3



Pos 5



Section b-b



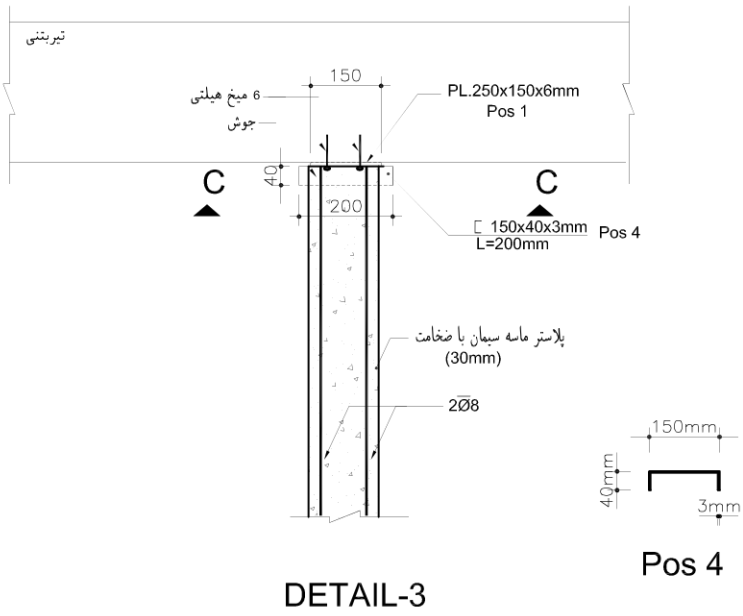
Section b-b

این اثر به پیوست دستورالعمل شماره ۶۲۹۶-۱۰۲۹۲/۲ سازمان نوسازی مدارس کشور به ثبت رسیده است و کلیه حقوق مادی و معنوی آن متعلق به سازمان مذکور است. هرگونه استفاده تجاری از این اثر ممنوع است. تکثیر این اثر با حفظ شناسنامه آن و بدون استفاده مادی و معنوی از آن بلامانع می باشد.

Designed by A.Mardani	**Checked by** A.Ebrahimi
Approved by - date A.Mahdizade 92/07/20	**Draw by** M.Tehrani
Date 92/07/07	**Edition** 1Th
Scale N.Scale	**Sheet** 110

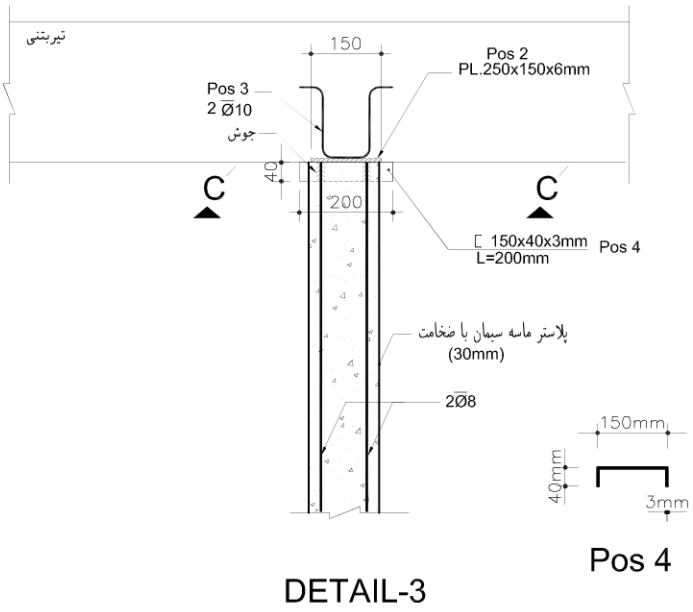
سازمان نوسازی، توسعه و تجهیز مدارس کشور

Title جزئیات اتصالات میانقاب غیر سازه ای گسسته در قاب بتنی



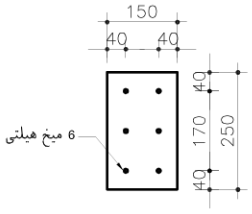
DETAIL-3

Pos 4

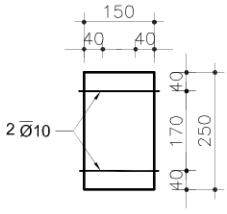


DETAIL-3

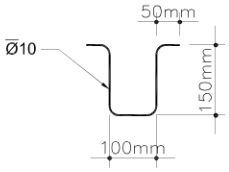
Pos 4



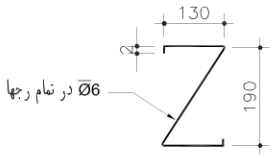
Pos 1



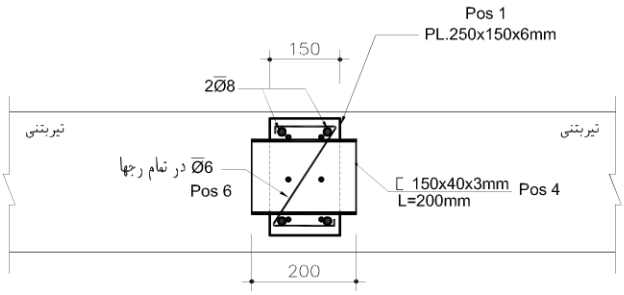
Pos 2



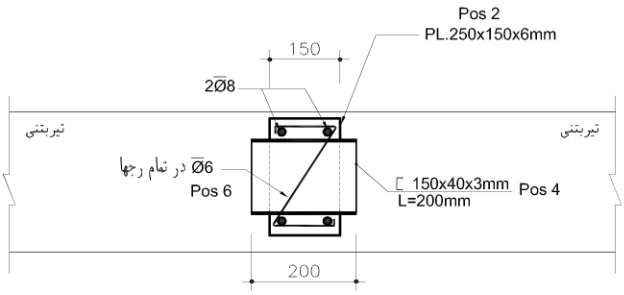
Pos 3



Pos 6



Section C-C



Section C-C

این اثر به پیوست دستورالعمل شماره ۶۲۹۶-۱۰۲۹۲/۲ سازمان نوسازی مدارس کشور به ثبت رسیده است و کلیه حقوق مادی و معنوی آن متعلق به سازمان مذکور است. هرگونه استفاده تجاری از این اثر ممنوع است. تکثیر این اثر با حفظ شناسنامه آن و بدون استفاده مادی و معنوی از آن بلامانع می باشد.

Designed by A.Mardani	**Checked by** A.Ebrahimi
Approved by - date A.Mahdizade 92/07/20	**Draw by** M.Tehrani
Date 92/07/07	**Edition** 1Th
Scale N.Scale	**Sheet** 111

سازمان نوسازی، توسعه و تجهیز مدارس کشور

Title جزئیات اتصالات میانقاب غیر سازه ای گسسته در قاب بتنی

پیوست چهارم

معرفی برخی مراجع مرتبط

جمهوری اسلامی ایران

سازمان برنامه و بودجه کشور

راهنمای طراحی لرزه‌ای دیوارهای بنایی غیرسازه‌ای مسلح به میلگرد بستر

ضابطه شماره ۷۲۹

معاونت فنی و توسعه امور زیربنایی

امور نظام فنی و اجرایی

nezamfanni.ir

۱۳۹۵

بسمه تعالی

پیوست به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران	شماره: ۹۵/۱۰۰۳۸۰
	تاریخ: ۱۳۹۵/۱۳/۴۶

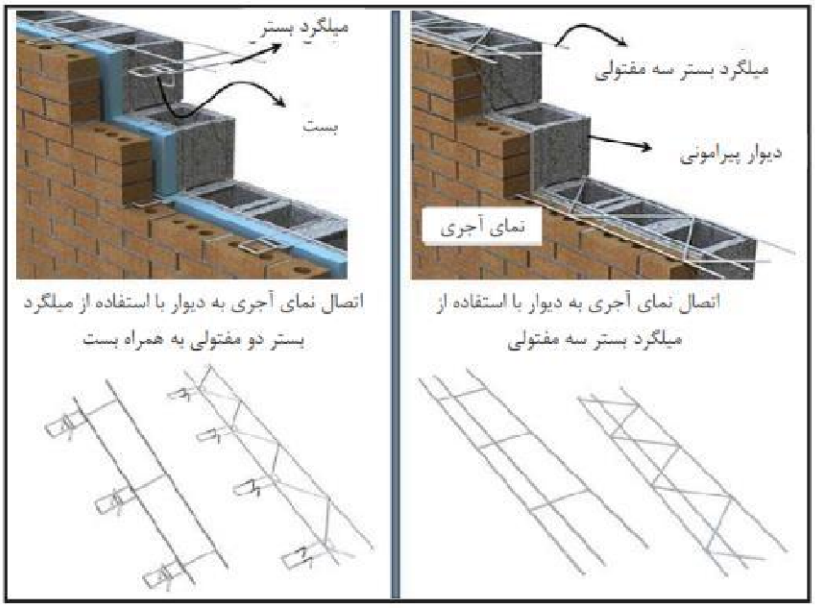
موضوع: راهنمای طراحی لرزه‌ای دیوارهای بنایی غیرسازه‌ای مسلح به میلگرد بستر

به استناد ماده (۳۳) قانون برنامه و بودجه و مواد (۶) و (۷) آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی- مصوب سال ۱۳۵۳ و در چارچوب نظام فنی و اجرایی کشور (موضوع تصویب‌نامه شماره ۲۲۲۳۹/ت۳۲۴۹۷هـ مورخ ۱۳۸۵/۲/۲۰ هـ‌ات محترم وزیران)، به پیوست ضابطه شماره ۷۲۹ امور نظام فنی و اجرایی، با عنوان «**راهنمای طراحی لرزه‌ای دیوارهای بنایی غیرسازه‌ای مسلح به میلگرد بستر**» از نوع گروه سوم ابلاغ می‌شود.

رعایت مفاد این ضابطه در صورت نداشتن ضوابط بهتر، از تاریخ ۱۳۹۶/۰۹/۰۱ لازامی است.

امور نظام فنی و اجرایی این سازمان دریافت‌کننده نظرات و پیشنهادهای اصلاحی در مورد مفاد این ضابطه، بوده و اصلاحات لازم را اعلام خواهد کرد.

محمد باقر توبخت



اتصال نمای بنایی به دیوارهای پیرامونی با استفاده از میلگردهای بستر

دستورالعمل مقاوم‌سازی اجزای غیرسازه‌ای ساختمان‌ها

– نشریه ض-۶۲۸، ۱۳۹۱

مجموعه
استانداردها و آیین‌نامه‌های
ساختمانی ایران
مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
دستورالعمل مقاوم‌سازی
اجزای غیرسازه‌ای ساختمان‌ها
زیر نظر
شورای راهبردی مقاوم‌سازی