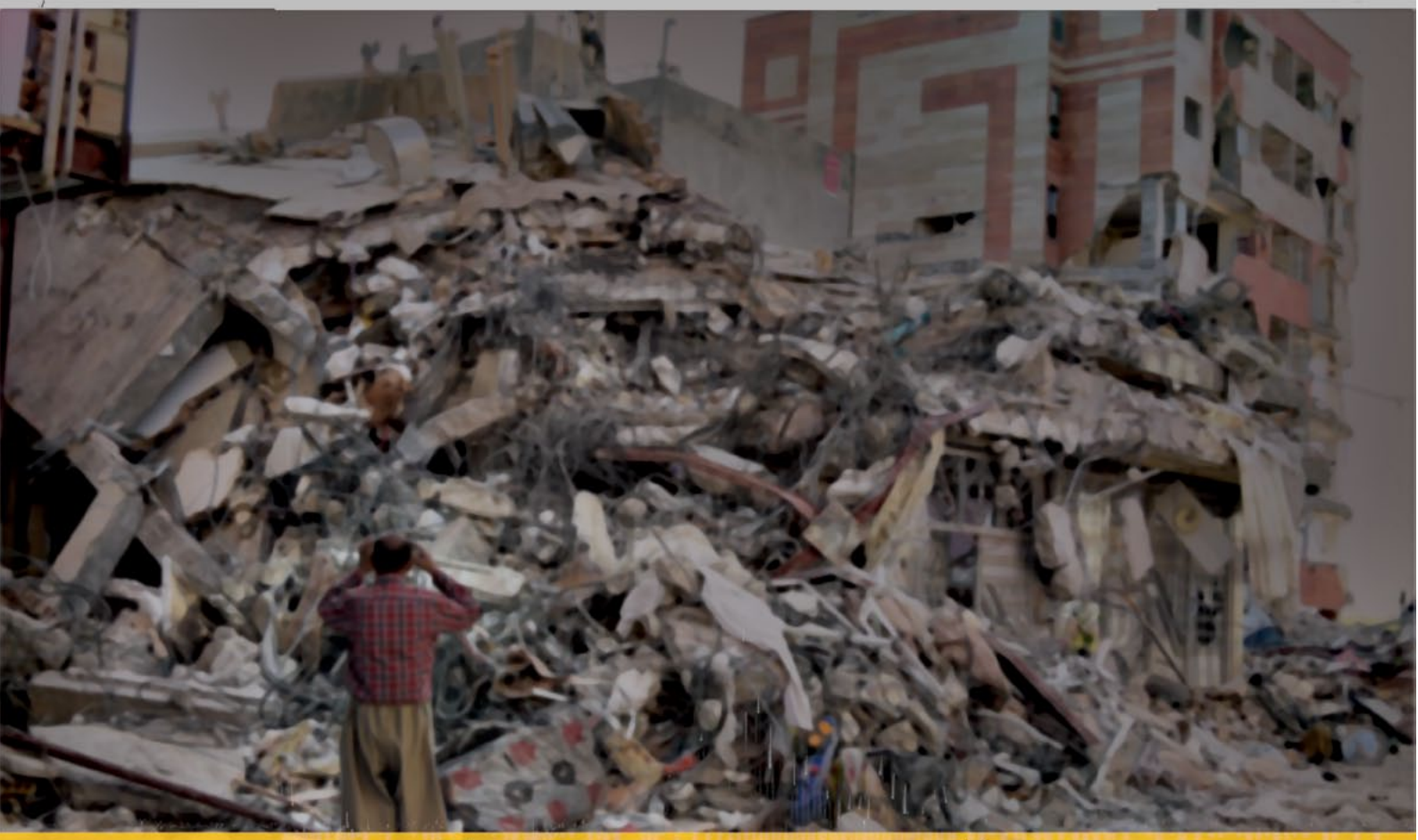
وزارت علوم تحقیقات و فناوری
اداره کل فرهنگی و اجتماعی

اتحادیه انجمن های علمی دانشجویی مهندسی عمران

شماره سوم / بهار ۱۳۹۷

نشریه علمی دانشجویی خبری

عمران نامه



مصاحبه با مدیر کل اداره نوسازی، توسعه و تجهیز مدارس استان کرمانشاه

مقالات علمی با محوریت زلزله

گزارش عملکرد هشت ماهه اتحادیه

نشریه علمی دانشجویی خبری
عمران نامه

صاحب امتیاز : اتحادیه انجمن‌های علمی دانشجویی مهندسی عمران

مدیر مسئول :مهندس امیر متقی

سردبیر : هانیه معیری منش

اساتید همکار :(به ترتیب الفبا)
پروفسور حسین بنکداری
دکتر جهانگیر خزایی
دکتر نیره مردی
پروفسور سید فرهاد موسوی
دکتر امیر رضا ممدوحی
دکتر سید محمد میرحسینی
دکتر امید یزدان‌پناه

هئیت تحریریه (به ترتیب الفبا) :
مهندس عیسی ابتهاج
امیررضا حدادی
مهندس محسن بیتی
مهندس آرشا رسا ایزدی
مهندس سمکو رشیدی
یونس رفیعی زاده
مهندس محمد زندی
علی زنگنه
مهندس امیر حسین سلیمی
فائزه سلیمی
مهندس یونس عباسی
مهندس عبدالحمید عدالتی
مهندس عبدالمجید عدالتی
مهندس معین عسگری
مهندس ایمان فرزین
فربد کاویان
مهندس کیوان کیافر
مهندس داریوش متقی
مهندس میلاد محمدیان
سینایاری
مهندس محمد یزدانی

ویراستار : حنانه سلحشور

طراح جلد و صفحه آرا : محمدرضا شکوهی

تیراژ :هزار نسخه

سخن مدیرمسئول

به نام خدا

خداوند علیم را سپاس گزاریم که توفیق انتشار سومین دوره‌ی نشریه‌ی "عمران نامه" را به ما عنایت فرمود. انتشار نشریه‌ای که در مسیر تحقّق اهداف اتّحادیه بتواند علاوه بر بسط مقالات پژوهشی، بستری برای جمع‌آوری مطالعات عمرانی در فضای دانشجویی باشد، که با همّت والا و عزم راسخ همراهان تلاشگرمان در انجمن‌های علمی عمران دانشگاه‌های کشور، همکاری نویسندگان محترم، ترغیب داوران فرهیخته، جلب توجّه مخاطبان گرامی و نیز انجام امور اجرایی آن، همه و همه را میسّر ساخت. فضای دانشگاهی بستری برای ظهور و بروز علم است و خروجی این پشتوانه‌ی علمی در صنعت به نتیجه می‌رسد؛ علم باید به صنعت برسد و کاربردی شود و صنعت نیز بدون پشتوانه‌ی علمی فاقد اعتبار است. امید داریم با ایجاد ساختاری در تشکّل اتحادیه‌ی عمران قدمی، هر چند کوچک، در این راه برداریم. این نشریه بدون نقد منصفانه و دریافت نظرات، پیشنهادات و انتقادات سازنده‌ی شما مخاطبان ارجمند، نمی‌تواند راه کمال را به سلامت بپیماید. پس منتظر ارتباط متقابل شما می‌مانیم و به این ارتباط افتخار می‌کنیم. در کلام آخر بر خود واجب می‌دانم از لطف هیئت محترم تحریریه، زحمات ارزشمند داوران و تلاش بی‌وقفه‌ی سردبیر محترم، که بدون همّت صبورانه‌ی ایشان شاید این همه توفیقات میسّر نبود، مخلصانه قدردانی کنم و امیدوارم هم‌چنان در این راه ثابت قدم باشند.

یا حق

امیر متقی
مدیر مسئول نشریه

در شماره سوم می‌خوانیم

۳ بررسی ماهواره ای تغییرات کوتاه مدت آب‌های سطحی منطقه پس از زلزله کرمانشاه

۵ مکان یابی و مسیریابی در مدیریت بحران ضرورت مدیریت پیش از بحران

۱۹ بررسی طیف‌های طراحی سازه‌ها در برابر زلزله و عوامل موثر بر آن

۲۳ تعیین محل مناسب میراگر ویسکوز در سازه‌های فولادی

۳۲ استفاده از بتن الیافی در سقف‌های عرشه‌های فولادی

۳۵ درسوگ سازه

۳۹ اهمیت بررسی عمل‌کرد و عوامل آسیب به ساختمان‌های آموزشی در هنگام وقوع زلزله

۴۲ مصاحبه
مصاحبه با مدیر کل اداره نوسازی، توسعه و تجهیز مدارس استان کرمانشاه

۴۴ فن بیان و نفوذ کلام در زندگی

۴۶ خلاصه‌ای بر عملکرد هشت ماهه‌ی اتحادیه انجمن های علمی دانشجویی مهندسی عمران کشور

سخن سردبیر

او شما را از زمین آفرید و شما را به آبادانی آن امر کرد
(سوره هود آیه ۶۱)

به نام حضرت حق
در راستای هر چه بیشتر سمت و سوی تخصصی گرفتن مطالب تلاش بر این بود که، مطالب نشریه در این شماره به صورت تخصصی در گرایش های مختلف پیرامون یک موضوع محوری باشد.
با توجه به وقوع زلزله‌های اخیر در سراسر کشور موضوع محوری شماره سوم "زلزله" انتخاب گردید وسعی شد در حد توان از جهات مختلف این موضوع مورد بررسی قرار گیرد.
بر خود لازم می‌دانم که از مجموعه انجمن های علمی دانشجویی مهندسی عمران کشور نهایت تشکر را بابت اطلاع‌رسانی مناسب فراخوان همکاری شماره سوم نشریه داشته‌باشم.
همین‌طور مراتب تشکر و قدردانی خود را از زحمات جناب آقای مهندس محمد یزدانی به جا می آورم.

هانیه معیری منش
سردبیر نشریه

بررسی ماهواره‌ای تغییرات کوتاه‌مدّت آب‌های سطحی منطقه پس از زلزله‌ی کرمانشاه

عیسی ابتهاج[1]، حسین بنکداری[2]
۱- دانشجوی دکتری عمران مهندسی آب و سازه های هیدرولیکی، دانشگاه رازی، کرمانشاه
۲- استاد گروه مهندسی عمران، دانشگاه رازی، کرمانشاه

وقوع زلزله علاوه بر این که منجر به ایجاد آسیب‌های جانی و مالی فراوانی در بخش‌های مختلف مانند بناهای تاریخی، منازل مسکونی، تأسیات شهری و غیره می‌شود، تأثیر بسیاری نیز بر منابع آب موجود در منطقه و مناطق مجاور دارد. از این رو در این مقاله، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای ارائه شده توسّط ماهواره‌ی AMSR، منابع آب سطحی مناطق زلزله‌زده، مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. نتیجه‌ی کلّی به دست آمده از این مطالعه نشان دهنده‌ی افزایش قابل توجّه میزان آب‌های سطحی در روز زلزله است که اهمّیت بررسی‌های بلند مدّت مربوط به تغییر رفتار آب‌های سطحی منطقه را نشان می‌دهد.

کلمات کلیدی: آب سطحی، ماهواره، زلزله‌ی ازگله-سرپل‌ذهاب استان کرمانشاه

مقدّمه

حوادث طبیعی یکی از مشکلات اساسی در بیش‌تر شهرهای جهان به حساب می‌آید. بحران، رویداد یا واقعه‌ای ناگهانی است که با آسیب‌های جانی و مادّی گسترده همراه است و نیازمند انجام اقدامات فوری است. این قبیل حوادث طبیعی که منجر به بروز وضعیت بحرانی در جامعه می‌شوند، حدّاقل به طور بالقوّه و اغلب خطرناک، ویرانگر و کشنده است [۱].

یکی از مهم‌ترین سوانح طبیعی، زمین‌لرزه است که بیش‌ترین آسیب‌پذیری ساختمانی و تلفات انسانی را به بار می‌آورد. طیّ هر دهه در سراسر جهان حدود ۲۰۰ زلزله با شدّت زیاد رخ می‌دهد. از آن جا که جمعیت جهان روندی رو به رشد دارد، مناطق خالی از سکنه به سرعت به کاربری‌های مسکونی تبدیل شده‌اند و در نتیجه دامنه‌ی پدیده‌ی خطرات ناشی از زلزله را بر حسب احتمال افزایش داده است [۲].

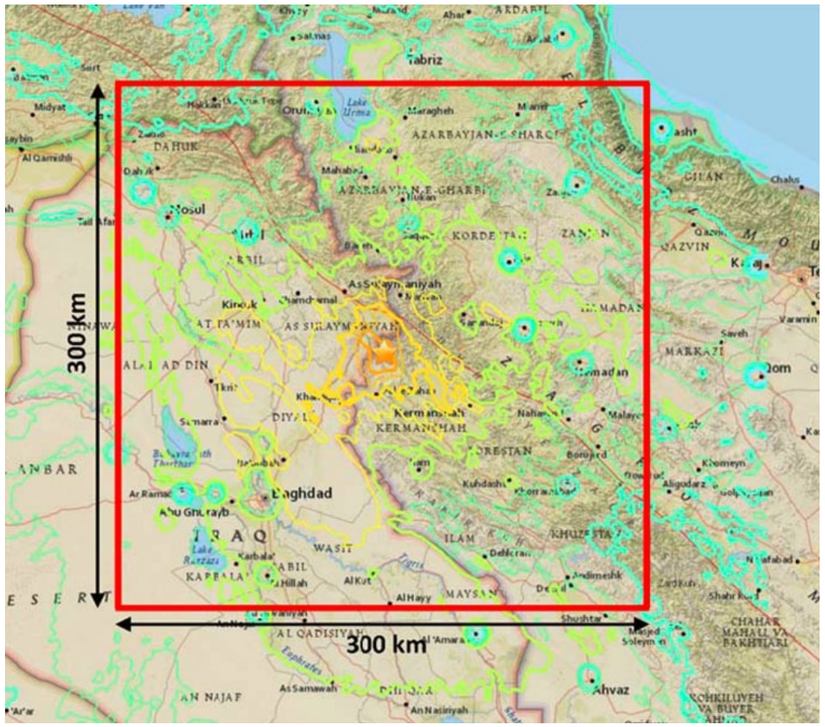
مناطق زلزله‌خیز کره‌ی زمین به صورت زنجیره‌ای در امتداد کوه‌های آلپ تا هیمالیا کشیده شده‌است [۳] که ایران بخشی از کمربند کوه‌زایی آلپ-هیمالیا-قفقاز به عنوان آخرین و جوان‌ترین نواحی کوه‌زایی جهان شناخته می‌شود. فلات ایران از نظر وقوع زلزله یکی از فعّال‌ترین مناطق جهان می‌باشد و از هر ۱۵۳ زلزله‌ی مخرّبی که در دنیا اتّفاق افتاده است، ۱۷/۶٪ آن مربوط به ایران بوده‌است [٤].

زمین لرزه‌ی سال ۱۳۹٦ ایران-عراق به بزرگی ۷/۳ در مقیاس بزرگای گشتاوری شامگاه یک‌شنبه ۲۱ آبان ۱۳۹٦ در نزدیکی ازگله، استان کرمانشاه، در نزدیکی مرز ایران و عراق رخ داد. کانون زمین‌لرزه ۵ کیلومتری شهر ازگله‌ی کرمانشاه بود و زلزله‌نگاری آمریکا کانون این زلزله را ۳۲ کیلومتری حومه‌ی شهر عراقی حلبچه اعلام کرد. بر طبق گفته‌ی رییس مرکز لرزه‌نگاری ایران، چندین پیش‌لرزه قبل از زلزله‌ی ۷/۳ ریشتری حوالی ساعت ۲۱ تا ۲۱:٤۸ اتّفاق افتاده است که موجب هوشیاری مردم شد و بزرگ‌ترین این پیش‌لرزه‌ها به قدرت ۵/٤ ریشتر ثبت شد. طبق گزارش سازمان پزشکی قانونی کشور، تعداد کشته‌ها در ایران به ٦۲۰ نفر رسید و هم‌چنین ۹۳۸۸ نفر زخمی و حدود ۷۰۰۰۰ نفر نیز بی‌خانمان شدند. شهر ازگله نزدیک‌ترین شهر به کانون زلزله (۵ کیلومتر) بود. عمق زمین‌لرزه ۱۱ کیلومتر بود که به علّت عمق کم و مدّت زیاد در کلّ منطقه‌ی شمال‌غرب کشور احساس شد. این زلزله در جنوب‌شرق ترکیه و حتّی کویت و شمال عربستان سعودی هم احساس شد. برخی رسانه‌های اسراییلی خبر از حس شدن این زمین‌لرزه در بخش‌های وسیعی از اسراییل دادند. تا روز ۱ آذر ماه سال ۱۳۹٦ حدود ۷۰۰ پس‌لرزه استان کرمانشاه را لرزاند.

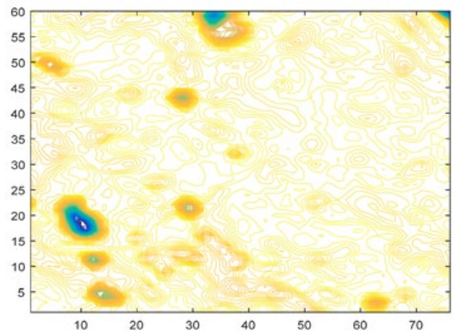
با توجّه به شدّت بالای زلزله، که خسارات جانی و مالی فراوانی را بر کشور ایران و مخصوصاً مردم مناطق زلزله‌زده وارد کرد، رخداد زلزله در کوتاه مدّت و بلند مدّت، تأثیرات قابل توجّهی بر منابع آب دارد به طوری که در زلزله‌ی دی ماه سال ۱۳۸۲ در بم، گرادیان هیدرولیکی در خیلی از مناطق، تغییر کرده بود. بنا بر این، بررسی اثر زلزله‌ی کرمانشاه بر منابع آب از اهمّیت قابل توجّهی برخوردار است. در این مطالعه، اثر زلزله‌ی کرمانشاه بر منابع آب سطحی منطقه در کوتاه مدّت، مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. قابل ذکر است که مقاله‌ی حاضر، براساس گزارش ارائه شده‌ی دکتر حسین بنکداری در سایت وزارت نیرو، ارائه می‌شود.

بحث و نتایج

براساس نتایج زلزله‌نگاری در محدوده‌ای به مساحت تقریبی ۳۰۰×۳۰۰ کیلومتر، بیش‌ترین اثر زلزله توسّط دستگاه‌های لرزه‌نگار ثبت شده‌است که این محدوده در شکل ۱ نشان داده شده‌است. این محدوده بخش جنوبی دریاچه‌ی ارومیه را نیز شامل می‌شود.



شکل ۱ - تغییرات سرعت شعاعی نسبت به زمان



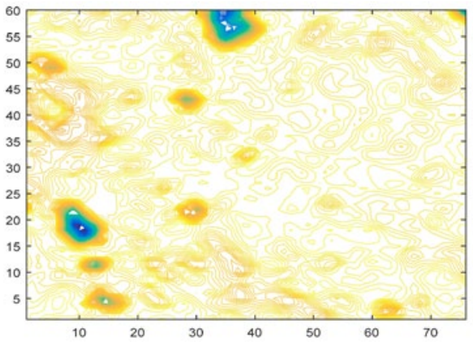
شکل ۲ - میزان آب‌های سطحی در منطقه‌ی مورد بررسی:
(الف) ۱۰ روز قبل از زلزله

تحلیل تصاویر ماهواره‌ی AMSR نشان می‌دهد پس از زلزله‌ی اخیر، منابع آب سطحی کوتاه مدّت منطقه، دست‌خوش تغییراتی شده‌است. در تحلیل تصاویر ماهواره‌ای، وضعیت آب‌های سطحی بر حسب میزان بازتابش گرمایشی زمین محاسبه می‌شود. با توجّه به پایین‌تر بودن میزان بازتابش گرمایی آب نسبت به خاک، سنگ و پوشش گیاهی، با استفاده از سنسورهای این ماهواره، می‌توان به تغییر رفتار آب‌های سطحی این منطقه، پی برد. با توجّه به سطح پوشش ماهواره‌ی مورد مطالعه، ٤٥٦۰ پیکسل ماهواره‌ای (در ارتفاع ٦۰ پیکسل و در طول ۷٦ پیکسل) مورد تحلیل قرار گرفته است.

به جهت بررسی تغییرات آب‌های سطحی، نتایج پیکسل‌های ماهواره‌ای در شکل ۲ نشان داده شده‌است. قسمت (الف) از این شکل، نشان دهنده‌ی آب‌های سطحی ۱۰ روز قبل از زلزله و قسمت (ب) نشان دهنده‌ی آب‌های سطحی ۱۰ روز بعد از زلزله است. نتایج، نشان دهنده‌ی تغییرات در میزان آب‌های سطحی در قسمت‌های مختلف منطقه‌ی مورد بررسی است. بر طبق این شکل، به نظر می‌رسد که در برخی نقاط ناحیه‌ی مورد بررسی، میزان آب‌های سطحی افزایش و در برخی نقاط کاهش داشته است. این موضوع بیانگر تغییرات احتمالی در گرادیان هیدرولیکی آب در منطقه به دلیل اثرات ناشی از زلزله است.

شده‌است.

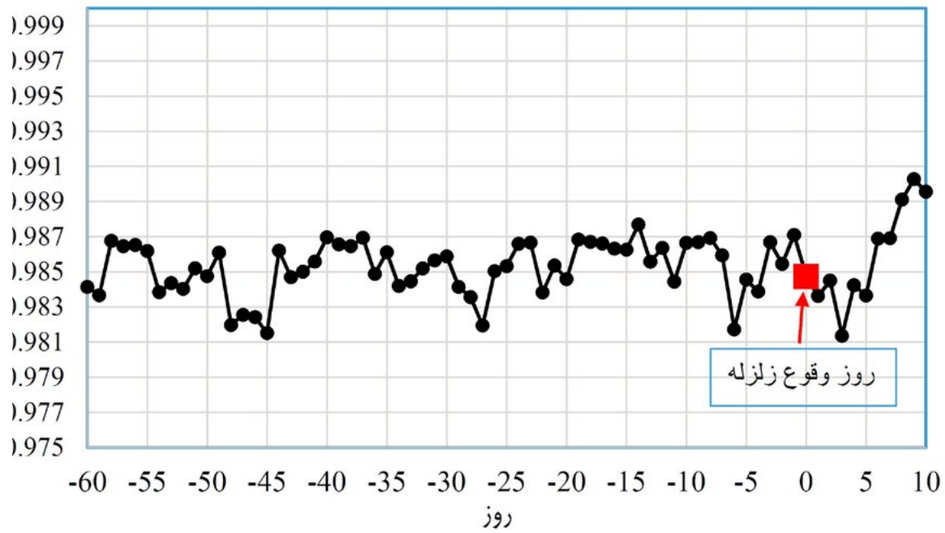
در مدّت ۷۰ روز مورد بررسی، که شامل ٦۰ روز قبل از وقوع زلزله و ۱۰ روز پس از وقوع زلزله است، میزان تغییرات تابش ماهواره‌ای در محلّ سراب آب‌گرم سرپل‌ذهاب در شکل ٤، رسم شده‌است. در این شکل، محور افقی نشان دهنده‌ی روزها و محور قائم، میزان بازتابش حرارتی آن پیکسل‌ها می‌باشد که دقیقاً عملکردی برعکس میزان آب سطحی را دارند؛ به این معنا که با افزایش میزان بازتابش حرارتی، میزان آب‌های سطحی کاهش می‌یابد. در این شکل، روز وقوع زلزله، به صورت مربّع قرمز رنگ نشان داده شده‌است. همان طور که مشاهده می‌شود، پس از وقوع زلزله، افتی ناگهانی در بازتابش حرارتی و به تبع آن افزایش در میزان آب‌های سطحی را شاهد بودیم امّا پس از آن، میزان بازتابش حرارتی پیکسل‌های مورد بررسی در حال افزایش است و این امر می‌تواند بیانگر تغییرات احتمالی در میزان آب‌دهی سراب باشد که به ویژه می‌تواند در فصول گرم، تأمین آب شرب را با بحران مواجه کند. کاهش میزان تابش در روز ۱۰، که به معنی افزایش آب‌های سطحی است، به واسطه‌ی بارندگی منطقه می‌باشد که نشان می‌دهد تصاویر ماهواره‌ای به خوبی رفتار آب‌های سطحی را مدل نموده است. هر چند که این تغییرات در حال حاضر کوتاه مدّت است اما بیانگر اهمّیت مطالعه‌ی جدّی و سیستمی بلند مدّت وضعیت آب‌های سطحی و زیرزمینی در منطقه‌ی متأثّر از زلزله می‌باشد.



شکل ۲ - میزان آب‌های سطحی در منطقه‌ی مورد بررسی: (ب) ۱۰ روز بعد از زلزله

از آن جا که تنها منابع تأمین نیاز آب شرب شهرهای سرپل‌ذهاب، قصر شیرین و برخی دیگر از شهرهای استان، سراب آب‌گرم است، به بررسی پیکسل‌های ماهواره که بر روی سراب آب‌گرم واقع شده‌است، با جزئیات بیش‌تری پرداخته شده‌است. پیکسل ماهواره‌ای در محدوده‌ی مورد بررسی در شکل ۳ نشان داده

شکل ۳ - محل قرارگیری پیکسل ماهواره‌ای مورد بررسی در محل سراب آب‌گرم سرپل‌ذهاب



شکل ٤ - تغییرات میزان تابش ماهواره‌ای در محلّ سراب، ٦۰ روز قبل از زلزله و ۱۰ روز بعد از زلزله

نتیجه‌گیری

با توجّه به رخداد زلزله‌ی ازگله-سرپل‌ذهاب در استان کرمانشاه، که شدت قابل توجّهی داشت و منجر به هزینه‌های جانی و مادّی فراوانی شد، با علم بر اثر آن بر منابع آب، در این مطالعه اثر زلزله بر آب‌های سطحی در منطقه‌ی مورد نظر با استفاده از ماهواره‌ی AMSR مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بررسی‌های اوّلیه نشان دهنده‌ی تغییرات میزان آب‌های سطحی در کلّ منطقه است به طوری که افزایش و کاهش در برخی از مناطق به صورت قابل توجّهی مشاهده می‌شود. با توجّه به این که سراب آب‌گرم، آب شرب مناطق سرپل‌ذهاب و قصر شیرین را تأمین می‌کند، کاهش مقدار آب‌های سطحی در دراز مدّت می‌تواند تأثیر منفی بر زندگی ساکنین این شهرها داشته باشد به ویژه می‌تواند در فصول گرم، تأمین آب شرب را با بحران مواجه کند. هر چند که تغییرات مشاهده شده در مطالعه‌ی حاضر برای کوتاه مدّت می‌باشد امّا بیانگر اهمّیت مطالعه‌ی سیستماتیک آب‌های سطحی در دراز مدّت است. با توجّه به این که در کوتاه مدّت تغییرات قابل توجّهی در آب‌های سطحی مشاهده شده‌است، پیشنهاد می‌شود که مطالعات کوتاه مدّت و دراز مدّت بر روی آب‌های زیرزمینی، که از اهمّیت قابل توجّهی برخوردارند، نیز انجام شود.

مراجع

[۱] Alexander, D. E. (۲۰۰۲). Principles of emergency planning and management. Oxford University Press on Demand.

[۲] شجاعی، س. ح. (۱۳۷۵)، "رخداد سوانح طبیعی طی سال ۱۹۹۵" خلاصه‌ای از نشریه‌ی اداره‌ی امور بشر دولتی سازمان ملل متّحد (ترجمه)، مسکن و انقلاب، شماره ۷۱ و ۷۲.

[۳] Kirpes, M. P. (۱۹۹۸). Bringing environmental justice to natural hazards : An earthquake vulnerability and reconstruction case comparison from India (Doctoral dissertation).

[٤] حبیب، ف. (۱۳۷٤)، "نقش فرم شهر در کاهش خطرات ناشی از زلزله"، مجموعه مقالات دومین کنفرانس بین المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، جلد دوم، تهران.

مکانیابی و مسیریابی در مدیریت بحران، ضرورت مدیریت پیش از بحران

آرش رساایزدی[1]، معین عسکری[2]، ایمان فرزین[1]
۱. دانشجوی دکتری برنامه‌ریزی حمل‌ونقل، دانشگاه تربیت مدرس، تهران
۲. دانشجوی دکتری برنامه‌ریزی حمل‌ونقل، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران

بلایای طبیعی هر ساله تأثیرات مخرّب زیادی بر اقتصاد و منابع انسانی در سراسر دنیا می‌گذارد که این موضوع لزوم توجّه هر چه بیش‌تر به این مبحث را آشکار می‌کند. در اکثر کشورها مدیریت بحران یکی از وظایف اوّلیه و اساسی دستگاه‌های اجرایی به شمار می‌رود. مدیریت بحران یک فعّالیت کوتاه مدّت نیست و باید همواره در حال انجام باشد. کشور ایران، به دلیل موقعیت جغرافیایی، با بحران‌های زیادی روبه‌رو است، ولی به رغم این مسأله همواره به مدیریت بحران در حالت قبل از بحران کم‌توجّهی شده‌است و این مدیریت در حالت پس از بحران آغاز می‌شود. در مرحله‌ی پس از بحران، حمل و نقل و به طور خاص امدادرسانی نقش اساسی دارد. امدادرسانی شامل مکانیابی ایستگاه‌های امدادی و توزیع کالاهای امدادی و پزشکی در مناطق حادثه دیده می‌شود. به این دلیل در این مطالعه سعی‌شده‌است که این نقش و چگونگی ارائه‌ی عملکرد بهتر بررسی گردد.
کلمات کلیدی: مدیریت بحران، لجستیک، مکانیابی و مسیریابی، شبیه‌سازی عامل، الگوریتم کلونی مورچه

شکل ۱: ارگ بم پس از زلزله‌ی سال ۸۲

مقدّمه

هر ساله در بسیاری از شهرها در سراسر دنیا بحران‌های طبیعی و عمدی زیادی رخ می‌دهد. کشور ایران نیز از این قاعده مستثنا نبوده و با بحران‌های زیادی روبه‌رو شده‌است. یکی از پرتکرارترین و مرگ‌بارترین این بحران‌ها زلزله بوده که در طیّ سالیان اخیر باعث مرگ بیش از ۱۰۰ هزار نفر و بی‌خانمان شدن نزدیک به نیم میلیون نفر در ایران شده‌است. از جمله مهم‌ترین این زلزله‌ها می‌توان به زلزله‌های رودبار و منجیل در سال ٦٩، بم در سال ۸۲ و کرمانشاه در سال ۹٦ اشاره کرد. متأسّفانه به رغم فاصله‌ی زمانی قابل توجّه بین این زلزله‌ها، که هر کدام به فاجعه‌ی ملّی تبدیل شدند، مدیریت بحران حلقه‌ی مفقوده‌ی قابل مشاهده در همه‌ی این فجایع بوده‌است.

مدیریت بحران به طور کلّی شامل چهار مرحله می‌باشد و از قبل از بحران آغاز می‌شود و تا پس از بحران ادامه دارد. این مراحل عبارت‌اند از ۱) پیشگیری، ۲) آمادگی، ۳) پاسخ و ٤) بازیابی .

مرحله‌ی اوّل شامل فعّالیت‌هایی می‌شود که یا از وقوع بحران جلوگیری کرده یا اثرات آن را کاهش می‌دهد. مرحله‌ی دوم، یا آمادگی، به معنای آماده‌کردن جامعه برای مواجهه با بحران می‌باشد. مرحله‌ی پاسخ مربوط به شرایط بلافاصله پس از بحران است و هدف از آن کاهش اثرات زلزله تا حدّ ممکن، بر جان انسان‌ها و محیط پیرامون آن‌ها می‌باشد. در مرحله‌ی چهارم، یا آخر، به کارهایی که برای برگرداندن جامعه به شرایط عادی قبل از وقوع بحران است پرداخته می‌شود.

مدیریت بحران گستره‌ی وسیعی از فعّالیت‌ها را در برمی‌گیرد که از مقاوم‌سازی جادّه‌ها و پل‌ها و مکانیابی ایستگاه‌های امداد و نجات و پناهگاه‌ها، در حالت قبل از بحران، تا امدادرسانی و ساخت زیرساخت‌های حیاتی تخریب شده، ناشی از بحران، را شامل می‌شود. سازمان‌های بسیاری در مدیریت بحران نقش دارند که از این جمله می‌توان به شهرداری‌ها، وزارت راه و شهرسازی، وزارت بهداشت و ... اشاره کرد؛ بعضی از سازمان‌ها تنها در یک مرحله و بعضی دیگر در چند مرحله از مدیریت بحران ایفای نقش می‌کنند.

کشورهایی که در مراحل قبل از بحران فعّالیت‌های قابل قبولی در جهت کاهش اثرات بحران انجام نمی‌دهند، نیازمند فعّالیت‌های گسترده در مراحل پس از بحران، به طور خاص مرحله‌ی پاسخ، در جهت کاهش حدّاکثری تلفات ناشی از بحران هستند. در این کشورها خرابی ساختمان‌ها پس از بحران باعث زیر آوار ماندن درصد زیادی از جمعیت هر منطقه شده که به امدادرسانی و کمک نیازمندند. هم‌چنین به سبب خرابی و مسدود شدن جادّه‌ها، این مرحله را با مشکلات بیش‌تری روبه‌رو می‌کند. از طرفی هر چه زمان بیش‌تری بگذرد، امید به زنده ماندن افراد زیر آوار کاهش می‌یابد.

با توجّه به لرزه‌خیز بودن ایران و وجود بافت فرسوده در اکثر شهرهای کشور، یکی از اوّلین و مهم‌ترین کارها تمرکز بر روی مرحله‌ی پاسخ و به طور خاص امدادرسانی پس از بحران، می‌باشد که در ادامه به طور ویژه تأثیر حمل و نقل بر آن بررسی می‌شود. از جمله موارد تأثیر حمل و نقل بر امدادرسانی می‌توان به مکانیابی ایستگاه‌ها در حالت قبل از بحران و مسیریابی نیروهای امدادی در حالت پس از بحران با توجّه به شرایط شبکه‌ی حمل و نقل، شرایط جمعیتی و نوع بافت شهری اشاره کرد. شرایط تأثیرگذار شبکه‌ی حمل و نقل نیز شامل زمان سفر و وضعیت عملکردی جادّه‌ها در شرایط بحران می‌باشد.

شکل ۲: بافت فرسوده با معابر غیر ایمن، امداد و نجات را عملاً غیرممکن می‌کند.

اتحادیه انجمن های علمی دانشجویی مهندسی عمران

حمل و نقل و مدیریت بحران

اندازه‌گیری عملکرد سیستم حمل و نقل پس از وقوع بحران به دلیل ماهیت پیچیده‌ی شبکه‌ی حمل و نقل و تعدّد و گوناگونی استفاده‌کنندگان از آن، دارای پیچیدگی‌های زیادی است. علاوه بر بررسی عملکرد زیرساخت‌های حمل و نقلی پس از وقوع چنین حوادثی، بررسی رفتار سفر نیز لازم و ضروری است. برخی از محقّقان به بررسی قابلیت اطمینان شبکه‌ی حمل و نقل در شرایط پس از وقوع بحران پرداخته‌اند ولی در این مطالعات شاخصی به منظور اندازه‌گیری عملکرد کلّی سیستم پس از رخداد بحران ارائه نشده‌است. در مطالعه‌ای که در مؤسّسه‌ی تکنولوژی هیروشیمای ژاپن صورت گرفته است، به معرّفی شاخصی به منظور بررسی عملکرد شبکه‌ی حمل و نقل پس از وقوع بحران پرداخته شده‌است. در این مطالعه پس از معرّفی این شاخص، ارتباط میان آن و شرایط ترافیکی پس از سه زلزله در آمریکا و ژاپن بررسی شده‌است. نتایج این قیاس حاکی از عملکرد خوب این شاخص است. در پژوهش‌های پیش از این مطالعه، عملکرد سیستم بر حسب اختلاف زمان سفر کلّ شبکه، قبل و بعد از وقوع بحران (برحسب وسیله-ساعت) اندازه‌گیری شده‌است. به دلیل دسترسی محدود به اطّلاعات زمان سفر، این شاخص‌ها کارایی چندانی نداشته‌اند. شاخص معرّفی شده در این مطالعه به صورت عددی بین صفر (سیستمی غیرکاربردی) تا یک (سیستمی کاملاً کاربردی) اندازه‌گیری شده‌است. چهار معیار مورد استفاده شامل: ۱) تعداد کلّ مقاطع بزرگ‌راه که پس از وقوع بحران مسدود نشده‌اند (N)، ۲) طول این مقاطع (L)، ۳) مجموع طول مقاطع غیر مسدود و متوالی (C) و ٤) میانگین وزنی طول مقاطع غیر مسدود و متوالی (با وزن بار ترافیکی پس از وقوع زلزله که مقطع مورد بررسی تحمّل می‌کند) می‌شود.

به منظور نجات جان انسان‌ها بلافاصله پس از وقوع بحران طبیعی، لازم است سیستم حمل و نقل برای انتقال مجروحان به مکان‌های مورد نظر کارایی و عملکرد خود را حفظ کند. در سال‌های اخیر بررسی عملکرد حمل و نقل از جزئی از سیستم (پل، تونل و ...) به کلّ شبکه‌ی راه‌ها معطوف شده‌است. علّتش این است که در بعضی مواقع، خسارت به جزئی از سیستم باعث ناکارآمدی کلّ شبکه می‌شود. به منظور ارزیابی مؤلّفه‌ای از سیستم از تابع شکنندگی استفاده می‌شود در حالی که برای ارزیابی عملکرد کل از احتمال خرابی هر جزء استفاده می‌شود.

برخی از مطالعات ارزیابی لرزه‌ای سیستم‌های حمل و نقل از روش سود-هزینه استفاده کرده‌اند. در این روش تمامی عوامل به صورت معادل پولی تبدیل می‌شود و سپس مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. این روش برای تصمیم‌گیری‌های بلند مدّت مناسب است. یک ایراد این رویکرد آن است که برخی عوامل، مانند جان انسان‌ها، قابلیت تبدیل به ارزش مالی را ندارند. هم‌چنین ملزومات برای ارزیابی سیستم حمل و نقل بلافاصله پس از وقوع بحران متفاوت‌اند. برخی از پژوهش‌ها به بررسی ارزیابی قابلیت اطمینان عملکردی سیستم حمل و نقل بلافاصله پس از وقوع بحران می‌پردازند. در این بازه‌ی زمانی (بلافاصله پس از وقوع حادثه) سوء عملکرد سیستم حمل و نقل باعث تأخیر در انتقال مجروحان به بیمارستان و در نتیجه به مخاطره افتادن جان

شکل ۳: پس از زلزله با فروریختن پل‌ها و تخریب زیرساخت‌های حمل و نقلی، دسترسی به برخی مناطق محدود می‌شود.

آن‌ها می‌شود. در این مطالعات شبیه‌سازی پویای حمل افراد مصدوم بررسی می‌شود. در این پژوهش‌ها از اطّلاعات شبکه‌ی راه‌ها و هم‌چنین مشخّصات مکانی مراکز امدادرسانی به منظور تخصیص بهینه‌ی مجروحان به بیمارستان‌ها استفاده می‌شود. در این گونه مطالعات دو نوع مجموعه‌ی مبدأ-مقصد لحاظ می‌شود. مجموعه‌ی مبدأ-مقصد اوّل، شامل ایستگاه‌های امدادرسانی به عنوان مبدأ و نقاط حادثه دیده به‌عنوان مقصد است. مبدأ دیگر مکان افراد مصدوم و مقصد دیگر مکان بیمارستان‌هایی که آماده‌ی پذیرش این افراد است، می‌باشد. فرآیند شبیه‌سازی پویای حمل افراد مجروح در ٤ گام ارزیابی آسیب‌پذیری شبکه‌ی راه‌ها، تخمین جریان در شرایط اضطرار، شبیه‌سازی جابه‌جایی وسایل کمک‌رسان و در نهایت تخمین تعداد انسان‌های از دست رفته خلاصه می‌شود.

برنامه‌ریزی مدیریت بحران در سطح شبکه به منظور آمادگی در مقابل بلایای طبیعی و مسائل امنیتی، مهم و ضروری است. سرعت بخشیدن به فرآیند امدادرسانی نیازمند حضور ایستگاه‌های امدادرسانی در حدّاقلّ فاصله از محلّ وقوع حادثه است. از طرفی وجود محدودیت‌هایی، نظیر محدودیت‌های مالی، تعیین موقعیت ایستگاه‌های امداد را به یک چالش در حوزه‌ی مدیریت بحران تبدیل کرده‌اند. از سوی دیگر پاسخ‌گویی شبکه‌ی حمل و نقل در زمان‌های پس از فاجعه، به دلیل افزایش تقاضای به وجود آمده، حیاتی است. از این رو شناسایی مسیرهای امدادرسانی لازم است. این مسیرها پس از وقوع بحران باید دارای دو ویژگی زمان سفر حدّاقلّی و بیش‌ترین افراد تحت پوشش باشند. در ادامه به مسأله‌ی مکانیابی ایستگاه‌های امداد، مسیریابی و مسأله‌ی هم‌زمانی آن‌ها پرداخته شده‌است.

مکانیابی ایستگاه‌های امداد

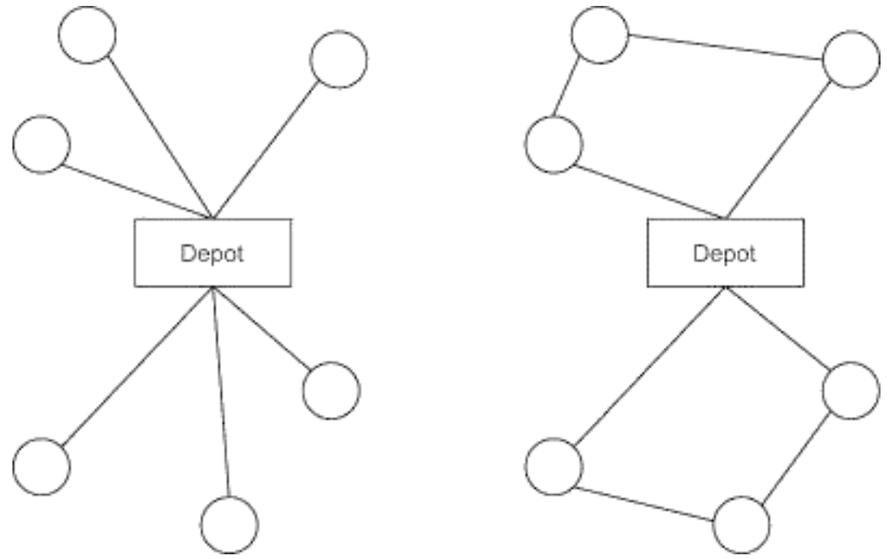
تدارک کالاهای مورد دنیاز مناطق آسیب‌دیده از بلایای طبیعی معمولاً از یک انبار مرکزی به سمت نقاط توزیع، صورت می‌گیرد. بر اساس پیشنهاد گروه عالی سازمان ملل در امور پناهندگان به ازای هر ۲۰۰۰۰ نفر آسیب‌دیده، لازم است محلّ توزیع اقلام مورد نیاز در فاصله‌ی ۱ الی ۱۵ کیلومتری منطقه تدارک دیده شود. افزایش تعداد این محل‌های توزیع، علاوه بر بالا بردن هزینه، نظارت بر آن‌ها را نیز با دشواری همراه می‌کند. نقاط توزیع کم‌تر در کنار داشتن مزایایی، مانند کاهش نیاز به کارکنان و تسهیلات (ساختمان و مسیر)، ممکن است باعث افزایش مسافت برای ارسال کمک و در پی آن دسترسی کم‌تر گردد. در نتیجه انتخاب تعداد و مکان محل‌های توزیع بر تعداد افرادی که از این نقاط بهره می‌برند و دریافت اجناس امدادی تأثیر می‌گذارد. هم‌چنین مراجعه‌ی افراد آسیب‌دیده به نزدیک‌ترین نقطه‌ی توزیع، باعث تأخیر در امدادرسانی و حتّی فراتر از آن، فراهم نبودن امکانات لازم به منظور خدمت‌رسانی می‌شود؛ بنا بر این تصمیم‌گیری در مورد تعداد و مکان نقاط توزیع امدادرسانی پس از حوادث از اهمّیت زیادی برخوردار است.

در مطالعه‌ی انجام شده در کشور اتریش، الگوریتمی به منظور تعیین تعداد نقاط بهینه و هم‌چنین مکان نقاط توزیع کمک‌های امدادی در برهه‌ی پس از رخداد فجایعی مانند زلزله و سیل ارائه شد. هم‌چنین در این مطالعه شرایط شبکه‌ی راه‌ها و وسایل مختلف امدادرسانی مدّ نظر قرار گرفت. در این مطالعه دوره‌ی زمانی امدادرسانی به صورت تصادفی و در طیّ مدت یک هفته پس از زلزله (به علّت امکان وقوع پس‌لرزه) منظور شده‌است و فرض شده‌است که نقاط توزیع پس از استقرار، امکان جابه‌جایی ندارند. در این مطالعه عدم قطعیت نیز منظور شده‌است. علّت این امر آن است که ممکن است در طیّ دوره‌ی امدادرسانی برخی از راه‌ها تخریب گردد و هم‌چنین زمان سفر، به منظور رساندن اقلام موردنیاز از انبار مرکزی به نقاط توزیع تعبیه شده، از قطعیت برخوردار نیست. احداث نقاط توزیع دارای یک سری هزینه‌های ثابت و متغیّر است. هزینه‌ی ثابت شامل احداث یا استقرار این نقاط و هزینه‌ی متغیّر شامل ارسال اقلام از انبار مرکزی به نقاط توزیع است. در این پژوهش به منظور توزیع عادلانه‌ی اجناس، ذی‌نفعان (افراد حادثه‌دیده)، بر اساس آسیب‌پذیری، از ۱ تا ۱۲ اولویت‌بندی شده‌اند به گونه‌ای که شهروندان گروه یک دارای اولویت بالاتری در امدادرسانی هستند. متغیّرهای مورد استفاده در این مطالعه، هزینه‌ی احداث مراکز امدادرسانی (شامل هزینه‌ی ثابت و متغیّر) با هدف کمینه کردن و سطح سرویس ارائه شده برای افراد آسیب‌دیده (به خصوص افراد با آسیب‌پذیری بالاتر) با هدف بیشینه‌سازی است.

مراجعه‌ی افراد به نقاط توزیع تنها تحت تأثیر مسافت تا این نقاط نیست و عواملی مانند مشخّصات اقتصادی-اجتماعی فرد، انتظارات وی (افراد از نقاط توزیع با اندازه بزرگ‌تر، انتظار اقلام بیش‌تر دارند) و گروه‌های اجتماعی نیز می‌باشد؛ بنا بر این لازم است قواعد تصمیم‌گیری در انتخاب مراکز توزیع مدّ نظر قرار گیرد. هم‌چنین افراد تجربیات خود از مراکز توزیع را از طریق تلفن یا شبکه‌های اجتماعی به اشتراک می‌گذارند. این تجربیات می‌تواند مثبت یا منفی باشد. به عنوان مثال ممکن است افراد به مناطق توزیع مراجعه کنند ولی هنوز از انبار مرکزی کالاهای مورد نیاز به این نقاط نرسیده باشد. در ابتدا فرد مدّتی را در انتظار می‌ماند و چنان‌چه این انتظار از آستانه‌ی تحمّلش بالاتر رود، آن مکان را ترک می‌کند و به سمت نقطه‌ی توزیع دیگری حرکت می‌کند. در گام بعد شخص تجربه‌ی خود را از نقطه‌ی توزیع ترک کرده در اختیار دیگران قرار می‌دهد. هم‌چنین این انتقال اطّلاعات ممکن است در جهت رضایت و دریافت کالا بدون انتظار باشد. ازاین رو این انتقال اطّلاعات می‌تواند باعث افزایش یا کاهش احتمال مراجعه به مراکز توزیع گردد.

روش استفاده شده در این مطالعه شبیه‌سازی عامل-مبنا است. استفاده از این روش، تحلیلگر را قادر می‌سازد که از دیدگاه عامل، سیستم را مورد بررسی قرار دهد و رفتار عامل

را در محیطی پویا و تحت تأثیر دیگر عامل‌ها و هم‌چنین تحت تأثیر محیط اطراف شبیه‌سازی نماید. دیدگاه پویای این رویکرد، امکان مطالعه‌ی عملکرد نقاط توزیع در طیّ زمان و واکنش به تغییراتی مانند تصمیمات تغییر مسیر و انتقال اطّلاعات میان افراد آسیب‌دیده را فراهم می‌آورد. چارچوب مورد استفاده در این مطالعه از سه جزء روش بهینه‌سازی دو هدفه (به‌منظور ایجاد جواب‌های ممکن و تا حدّ ممکن بهینه)، شبیه‌سازی عامل-مبنا (برای ارزیابی جواب‌های ایجاد شده در مرحله‌ی قبل بر اساس در نظرگیری رفتار سفر آسیب‌دیدگان و تأثیر شبکه‌ی حمل و نقل بر عملکرد) و مسیریابی در شبکه‌ی حمل و نقل آسیب‌دیده (به منظور مسیریابی برای انتقال کالا از انبار مرکزی به نقاط توزیع) تشکیل شده‌است.



شکل ٤: تخصیص ایستگاههای امدادرسانی به مناطق زلزله‌زده

مسیریابی پس از زلزله

یکی دیگر از مسائل مهم برای مدیریت بحران پس از وقوع زلزله، مسأله‌ی مسیریابی است. مسأله‌ی مسیریابی پس از زلزله از دو جهت حائز اهمیت است: ابتدا یافتن مسیر بهینه برای خودروهای امدادی که قصد ورود به شهر حادثه دیده را دارند و پس از آن در مسیر برگشت، مسیریابی به منظور خروج مصدومان از شهر و انتقال آن‌ها به بیمارستان‌های شهرهای مجاور. مبنای اصلی مسیریابی، یافتن مسیری با کوتاه‌ترین فاصله یا کم‌ترین زمان سفر است. در حالتی که تمام کمان‌ها و گره‌های یک شبکه‌ی حمل و نقل سرپا باشند، مسأله‌ی یافتن کوتاه‌ترین مسیر احتمالاً به یک جواب ثابت و مشخّص ختم می‌شود. نکته‌ی اصلی، که سبب دشواری حلّ این مسأله پس از وقوع زلزله، می‌شود، احتمال خرابی برخی کمان‌ها و گره‌ها است که منجر به عدم قطعیت در مورد وضعیت شبکه پس از زلزله می‌شود و دو چنین شرایطی یافتن مسیر بهینه کار پیچیده‌ای خواهد شد.

حلّ مسأله‌ی مسیریابی در شرایط پس از بحران همواره ذهن پژوهشگران زیادی را به خود درگیر کرده‌است. در یکی از پژوهش‌ها در آکادمی پلیس کشور چین، از الگوریتم کلونی مورچه برای حلّ این مسأله استفاده شده‌است. این الگوریتم از طبیعت و رفتار مورچه‌ها برگرفته شده‌است. در طبیعت، زمانی که یک کلونی مورچه به عنوان مبدأ و غذای مورچه‌ها به عنوان مقصد در نظر گرفته شود، مورچه‌ها بر اساس طبیعت خود به دنبال یافتن مسیر بهینه بین کلونی و غذا هستند. ساختار طبیعی بدن مورچه‌ها به گونه‌ای است که بر روی مسیر حرکتخود مادّه‌ای به نام فرمون ترشّح می‌کنند تا مسیری که روی آن حرکت می‌کنند را نشانه‌گذاری کنند تا بتوانند با استفاده از آن به کلونی برگردند.

اوّلین مورچه‌هایی که از کلونی به سمت غذاحرکت می‌کنند هیچ اطّلاعاتی در خصوص مسیر بهینه ندارند

و به طور تصادفی به سمت غذا حرکت می‌کنند. این مورچه‌ها در زمان‌های متفاوتی به غذا می‌رسند و پس از آن به کلونی برمی‌گردند. در راه برگشت مجدّداً ترشّح فرمون روی مسیر رفت انجام می‌شود. مسلّماً هرچه مدّت زمان جابه‌جایی مورچه‌ها بین مبدأ و مقصد بیش‌تر شود فرمون به تدریج تبخیر و اثر آن کم‌رنگ می‌شود. گروه بعدی مورچه‌ها از فرمون ترشح شده‌ی مورچه‌های قبلی استفاده می‌کنند و مسیری که فرمون کم‌تری از آن تبخیر شده‌است را به عنوان مسیر بهینه انتخاب می‌کنند. حرکت گروه دوم سبب می‌شود فرمون این مسیرها بیش‌تر شود. البتّه به صورت تصادفی ممکن است بعضی مورچه‌ها مسیرهای دورتر را هم انتخاب کنند. به تدریج و با جابه‌جایی مورچه‌ها مسیر بهینه مشخّص می‌شود و در نهایت اغلب مورچه‌ها از آن مسیر

استفاده می‌کنند.

در این الگوریتم احتمال این که مورچه‌ی بعدی از میان دو مسیر A و B مسیر A را انتخاب کند از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

رابطه‌ی (۱)

$$P_A(t+1)=\frac{(c+n_A(t))^{\alpha}}{(c+n_A(t))^{\alpha}+(c+n_B(t))^{\alpha}}=1-P_B(t+1)$$

که در آن

$P_A(t+1)$: احتمال انتخاب مسیرAبرای مورچه‌ی بعدی (t+۱)

$P_B(t+1)$: احتمال انتخاب مسیر B برای مورچه‌ی بعدی (t+۱)

c: درجه‌ی جذب فرمون برای یک مسیر ناشناخته

$n_A(t)$ و $n_B(t)$ تعداد مورچه‌هایی که در زمان t در مسیرهای A و B قرار دارند

و α پارامتر تمایل به سمت فرمون به جا مانده در روند تصمیم‌گیری می‌باشد.

از انواع شناخته شده‌ی الگوریتم کلونی مورچه می‌توان به سیستم مورچگان نخبه، سیستم مورچه‌ی ماکزیمم-مینیمم، سیستم مورچه بر اساس رتبه و سیستم مورچه‌ی متعامد مداوم اشاره کرد.

در این پژوهش نیز برای یک شبکه‌ی حمل و نقل فرضی ابتدا قبل از وقوع زلزله مسیر بهینه تعیین شده‌است. در گام بعد به صورت تصادفی برخی از مسیرهای شبکه بسته شده و از الگوریتم مورچه برای مسیریابی بهینه استفاده شده‌است. بعد از چندین بار تکرار، مسیر بهینه به مرور فرمون بیش‌تری جذب می‌کند و آشکار می‌شود تا در نهایت جواب، همگرا شده و همه‌ی مورچه‌ها از مسیر کوتاه تردّد کنند.

مکانیابی ایستگاه‌های امداد و مسیریابی به صورت هم‌زمان

از آن جا که مکانیابی ایستگاه‌های امداد و مسیریابی بهینه دو مسأله‌ی مستقل از هم نیستند رویکرد مناسب‌تر در نظرگیری این دو مسأله به صورت هم‌زمان است. در پژوهشی در چین یک مدل دو سطحی فازی برای حلّ مسأله‌ی مکانیابی و مسیریابی (LRP)، ۷۲ ساعت پس از بحران ارائه شده‌است. در این مسأله تصمیم‌گیرنده در سطح بالا، مسئول مکانیابی مراکز امداد(RCC) از بین مکان‌های کاندیدا و توزیع امداد (LAP) و در سطح پایین، شرکت لجستیک مسئول مسیریابی (VRP) کالاهای توزیع شده می‌باشد. در این مسأله از یک متغیّر تصادفی فازی برای ارزیابی عدم قطعیت استفاده‌شد و یک شبیه‌سازی بر پایه‌ی فازی تعاملی با الگوریتم ژنتیک (GA

شکل ٥: الگوریتم کلونی مورچه به عنوان یک الگوریتم برگرفته شده از طبیعت یکی از مهم‌ترین الگوریتم‌ها به منظور حلّ مسأله‌ی مسیریابی

اتحادیه انجمن های علمی دانشجویی مهندسی عمران

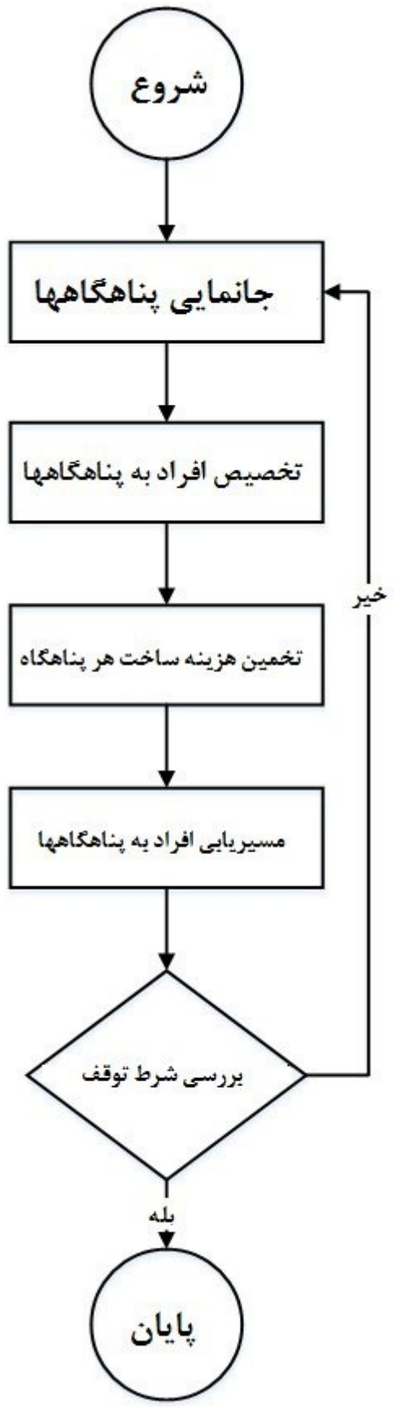
) برای جست‌وجوی جواب بهینه‌ی مسأله‌ی دو سطحی، طرّاحی شد.

روش کار این مسأله به این صورت می‌باشد که در سطح بالا، از بین مکان‌های کاندیدا، مکان‌هایی انتخاب می‌شوند که قابلیت خدمات‌رسانی کامل را داشته باشند. به این صورت که این مکان‌ها دارای فاصله‌ی وزن‌دار حدّاقلّی و کارایی حدّاکثری باشند. در سطح پایین، مسیریابی وسایل نقلیه با توجّه به تصمیمات گرفته شده در سطح بالا انجام می‌گیرد. تصمیمات تأثیرگذار سطح بالا، که در سطح پایین تأثیرگذارند، عبارت از مکان انتخاب شده برای مراکز امداد و نحوه‌ی اختصاص مراکز امدادی به مناطق حادثه‌دیده می‌باشند که در شکل شماره‌ی ٦ الگوریتم کلّی حلّ این مسأله مشاهده می‌شود.

بعد از زلزله به کلّ شبکه‌ی حمل و نقل آسیب وارد می‌شود که این آسیب بسته به مقاومت هر کمان متفاوت می‌باشد. به دلیل نامشخّص بودن مقدار خسارت وارد به هر کمان به دلیل عدم قطعیت، کم‌بود اطّلاعات و پیچیدگی، نیاز به یک متغیّر تصادفی احساس می‌شود. با توجّه به مطالعات پیشین، استفاده از یک متغیّر تصادفی فازی به نظر مناسب می‌آید. در سیستم فازی بعد از هر زلزله مقدار خرابی هر کمان به سه دسته‌ی ۱) خرابی کم؛ ۲) خرابی متوسّط؛ و ۳) خرابی زیاد تقسیم می‌شود.

برای شرکت‌های لجستیک، زمان‌بندی بسیار مهم می‌باشد و تأخیر در این زمان‌بندی باعث تلفات بیش‌تر در مراکز حادثه‌دیده می‌شود. قابلیت اطمینان شبکه‌ی حمل و نقل به طور خاص زمانی که یک شرایط غیرقطعی حاکم است بسیار مهم می‌باشد. قابلیت اطمینان در این مسأله، عبارت است از احتمال رسیدن بدون تأخیر کالاها به مقصد در یک بازه‌ی زمانی مشخّص که در این مسأله با استفاده از روش فازی به دست می‌آید.

در این پژوهش برای نشان دادن کارایی، از داده‌ی زلزله‌ی شهر لوشان کشور چین استفاده‌شده‌است. به این صورت که این شهر به ۲۵ منطقه‌ی زلزله‌زده تقسیم شد. با توجّه به فاصله‌ی وزن‌دار نقاط حادثه‌دیده از این مراکز، ٤ نقطه انتخاب گردید و ۲۵ نقطه‌ی حادثه‌دیده به آن‌ها اختصاص یافت. جواب نهایی به این صورت می‌باشد که یک کاروان موتوری از یک مرکز امداد حرکت می‌کند و پس از امدادرسانی به مراکز حادثه‌دیده‌ی اختصاص یافته به آن مرکز امدادی، به نقطه‌ی شروع باز می‌شود.



شکل ۶: الگوریتم مسأله‌ی مکانیابی و مسیریابی ایستگاههای امداد

نتیجه گیری

در کشور ایران، به عنوان یک کشور زلزله‌خیز، همواره پرداختن به مباحث مرتبط با مدیریت بحران اهمّیت زیادی دارد ولی به رغم وقوع فجایع ملّی متعدّد، هم‌چنان حوادث طبیعی نظیر زلزله جان و مال هم‌وطنان بسیاری را به خطر می‌اندازد. مدیریت بحران باید قبل از وقوع بحران آغاز شود، در لحظه‌ی وقوع ادامه یابد و ادامه دادن آن تا مدّتی پس از وقوع بحران ضرورت دارد. از موارد مهمّی که قبل از وقوع بحران باید به آن پرداخت و در خصوص آن برنامه‌ریزی کرد، می‌توان به مکانیابی ایستگاه‌های امدادرسانی و مسیریابی بهینه به منظور ارسال کمک و انتقال مصدومان زلزله اشاره کرد. پس از وقوع زلزله، گذشت زمان باعث تلفات جانی بیش‌تری می‌شود و زمان کافی به منظور تصمیم‌گیری در خصوص مکانیابی ایستگاه‌های امداد و مسیریابی وجود ندارد. این دو مسأله، به دلیل این که ارتباط بسیار نزدیکی با شبکه‌ی حمل و نقل دارند، در حوزه‌ی برنامه‌ریزی حمل و نقل مطرح و به حلّ آن پرداخته می‌شود.

در این گزارش ابتدا به روش‌های نوین مکانیابی ایستگاه‌های امداد با استفاده از رویکرد عامل مبنا پرداخته شده‌است. این رویکرد امکان بررسی عملکرد نقاط توزیع و واکنش آن‌ها به تغییراتی مانند تغییر مسیر و انتقال اطّلاعات میان افراد آسیب‌دیده را فراهم می‌آورد. در بخش دیگر مسیریابی به عنوان مسأله‌ای حائز اهمّیت در انتقال مصدومان از نواحی خسارت دیده به نواحی امن و انتقال کمک‌های اوّلیه از انبارها به نواحی آسیب‌دیده بررسی شده‌است. الگوریتم به کار رفته برای حلّ این مسأله، الگوریتم کلونی مورچه است که مبنای آن برگرفته از طبیعت ذاتی مورچه‌ها است. در بخش آخر، مسأله‌ی هم‌زمان مکانیابی-مسیریابی به عنوان مسأله‌ای که اثر متقابل مسیریابی و مکانیابی را به طور هم‌زمان بررسی می‌کند، مورد ارزیابی قرار گرفته است. مسلّماً در نظرگیری این اثر متقابل هماهنگی و کارایی بیش‌تری را برای مدیریت بحران پدید می‌آورد. توجّه به این نکته ضروری است که مدیریت بحران تنها محدود به این اقدامات و مطالعات نمی‌شود و گستره‌ی وسیع‌تری از فعّالیت‌ها را در برمی‌گیرد.

مراجع

۱. AMERICA, S. A. T. N., & FERGAN, E. UNITED NATIONS HIGH COMMISSIONER FOR REFUGEES (UNHCR).

۲. Burkart, C., Nolz, P. C., & Gutjahr, W. J (۲۰۱۷). Modelling beneficiaries' choice in disaster relief logistics. Annals of Operations Research, ۲۵۶(۱), ٤۱-٦۱.

۳. Edrisi, A., Askari, M (۲۰۱۸). Optimal combination of sending land and air emergency response during disaster with considering budget constraint. The ۱۷th International Conference on Traffic & Transportation Engineering, Tehran, Iran, ۲۰۱۸ Feb.

٤. Fikar, C., Hirsch, P., & Nolz, P. C (۲۰۱۷). Agent-based simulation optimization for dynamic disaster relief distribution. Central European Journal of Operations Research, ۱-۲۰.

۵. Yao, K., & Chen, Q. Q (۲۰۱۲). Applying the Ant Colony Algorithm to the Optimization of Emergency Response Search Paths. In CICTP ۲۰۱۲: Multimodal Transportation Systems—Convenient, Safe, Cost-Effective, Efficient (pp. ۲٤۰۰-۲٤۰٦).

٦. Xia, L. M., Wang, H., DOU, Q., & CHEN, L (۲۰۰۷). Research for optimal routing problem base on ant colony algorithm. Computer Engineering and Design, ۱٦, ۳۹۵۷-۳۹۵۸.

۷. Xu, J., Wang, Z., Zhang, M., Tu, Y (۲۰۱٦). A new model for a post -earthquake emergency-۷۲ h logistics location-routing problem under a random fuzzy environment. Transportation Letters, ۸(۵), ۲۷۰-۲۸۵.

بررسی طیف‌های طرّاحی سازه‌ها در برابر زلزله و عوامل مؤثّر بر آن

میلاد محمدیان[۱]، عبدالحمید عدالتی[۲]، سمکو رشیدی[۳]، عبدالمجید عدالتی[٤]
۱- کارشناس ارشد مهندسی زلزله، دانشگاه شهید بهشتی، تهران
۲- کارشناس ارشد مهندسی زلزله، دانشگاه تربیت مدرس، تهران
۳- کارشناس ارشد مهندسی سازه‌های هیدرولیکی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران
٤- کارشناس ارشد مهندسی راه و ترابری، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران

در این پژوهش به بررسی طیف‌های طرّاحی شتاب افقی زمین ناشی از وقوع زمین‌لرزه‌ها و چگونگی تأثیر عوامل متعدّد، از جمله شرایط خاک محل، بزرگا، مدّت دوام زلزله، فاصله تا محلّ وقوع و ویژگی‌های چشمه‌ی زلزله، که همگی بر طیف پاسخ اثر می‌گذارند، پرداخته شده‌است. هر کدام از موارد به صورت مبسوط مورد بحث قرار گرفته و در آخر مهم‌ترین علل و تأثیرگذارترین علل معرّفی شده‌است.

کلمات کلیدی: طیف طرّاحی، بزرگا، مدّت دوام زلزله، چشمه‌ی لرزه‌زا

مقدّمه

زمین‌لرزه، بازتاب یک رویداد زمین‌شناختی است که در روی زمین به گونه‌ی تکان (شتاب، سرعت و جابه‌جایی زمین) دریافت می‌شود. در حدود ۹۰٪ زمین‌لرزه‌ها، زمین‌ساختی و ۱۰٪ مربوط به فعّالیت‌های آتش‌فشانی و رویدادهای غیر زمین‌ساختی هستند. روی هم‌رفته می‌توان گفت زمین‌لرزه‌ها ناشی از حرکت‌های سنگ‌کره و پیامد مستقیم جابه‌جایی صفحه‌های زمین‌ساختی می‌باشند. به هر حال نماد این پدیده، انرژی ارتعاشی است که به شکل موج لرزه‌ای انتشار می‌یابد. برای طرّاحی سازه‌های مقاوم در برابر زلزله، شناخت جنبش نیرومند زمین ،که انتظار می‌رود در طول عمر مفید سازه رخ دهد، از اهمّیت ویژه‌ای برخوردار است. بهترین راه برای شناخت ویژگی‌های جنبش نیرومند زمین، به دست آوردن نمودار حرکت زمین، ازجمله شتاب نیرومند زمین در هنگام رویداد زمین‌لرزه‌های متوسّط تا بزرگ، است. عوامل فراوانی، از جمله شرایط خاک محل، بزرگی و مدّت دوام زلزله، فاصله‌ی تا محلّ وقوع و ویژگی‌های چشمه‌ی زلزله همگی بر طیف پاسخ زلزله اثر می‌گذارند. چون همه‌ی موارد فوق در زلزله‌ها و شرایط ساختگاه مختلف، متفاوت است، نمی‌توان به طیف پاسخ یک زلزله تنها به عنوان مبنای کار طرّاحی سازه اکتفا کرد و منطقی به نظر می‌رسد برای هدف‌های طرّاحی از میانگین طیف‌های پاسخ زلزله‌های مختلف استفاده کرد که البتّه منحنی حاصل، قلّه‌ها و درّه‌های واضحی ندارد و به عنوان طیف پاسخ هموار یا طیف طرح معرّفی می‌شود. به طور کلّی طیف طرّاحی باید نماینده‌ی تعدادی از زلزله‌های رخ داده در گذشته در منطقه‌ی مورد کاربرد باشد. برای در نظر گرفتن شرایط ساختگاه لازم است طیف طرح از شتاب‌نگاشت‌های ثبت شده در ایستگاه‌هایی که شرایط خاک آن‌ها مشابه با شرایط خاک محلّ احداث سازه است، به دست آید. از آن جا که در سال‌های اخیر تعداد ایستگاه‌های شتاب‌نگاری سرتاسر جهان به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافته و به دنبال آن تعداد شتاب‌نگاشت‌های آن زیاد شده‌است، می‌توان با دقّت منا و روش‌های مناسب برای هر نوع خاک به طور مجزّا طیف طرح تهیه کرد با توجّه به موارد فوق، استفاده از طیف طرّاحی، که شکلی هموار دارد، منطقی به نظر می‌رسد.

روش‌های تهیه‌ی طیف‌های طرح شامل موارد زیر است:

۱. رویکرد متعیّن (تعیّنی یا قطعی) که شامل روابط آماری یا استفاده از روش‌های تجربی است.

۲. طیف طرح با خطر ثابت که شامل استفاده از رویکرد احتمالاتی بر مبنای تحلیل خطر لرزه‌ای

یا طیف‌های استاندارد موجود در آیین‌نامه‌های طرح لرزه‌ای است[۱].

تعریف طیف پاسخ

مکان هندسی بیشینه پاسخ دینامیکی سیستم‌های یک درجه آزادی الاستیک در محدوده‌ای معیّن از پریودها را، برای یک حرکت پایه و ضریب میرایی مشخّص، طیف پاسخ خطّی می‌نامند. معادله‌ی (۱) حرکت سیستم یک درجه آزادی با فرکانس و میرایی معلوم به تحریک پایه‌ی ناشی از زلزله به صورت زیر است:

معادله‌ی (۱)

$$a(t) + 2\xi\omega v(t) + \omega^2 d(t) = -a_g(t)$$

$$\omega = \sqrt{k/m}$$

$$\xi = \frac{c}{2m\omega}$$

که a ، υ و d به ترتیب شتاب، سرعت و جابه‌جایی نسبی و a_g سازه شتاب زمین است. m وk به ترتیب جرم و سختی سازه و ξ ضریب میرایی و ω فرکانس سازه است. طیف پاسخ حاصل از رکوردهای زلزله، نامنظّم هستند. از روی دیگر باید به این نکته توجّه داشت که طیف پاسخ برای بررسی پاسخ سازه در یک زلزله‌ی مشخّص کاربرد دارد و نباید از آن برای طرّاحی استفاده کرد، زیرا یک رکورد به تنهایی نمی‌تواند بیانگر نحوه‌ی عملکرد زلزله‌هایی باشد که در آینده واقع می‌شوند. یکی از روش‌های ساخت طیف طرّاحی، استفاده از مجموعه‌ی معیّنی از طیف‌های پاسخ ناشی از یک گروه مناسب رکوردهای زلزله است. برای انتخاب مجموعه‌ی مشخّصی از رکوردهای زلزله، با استفاده از یکی از روش‌های زیر قابل انجام است:

انتخاب زلزله‌هایی با بزرگا و فاصله‌ی مشخّص از گسل که شرایط زلزله‌ی طرح را ارضا کنند.

استفاده از رکوردهایی که طیف حاصل از آن‌ها به یک طیف طرح خاص (طیف آیین‌نامه) مقیاس شده‌اند.

استفاده از مجموعه‌ی رکوردهایی که با سازوکار لرزه‌خیزی منطقه هم‌خوانی داشته باشند.

طیف پاسخ هر یک از رکوردهای انتخابی در محدوده‌ی معیّنی از پریودها و برای مقدار میرایی خاص میانگین‌گیری می‌شود. طیف میانگین نسبت به طیف حاصل از هر رکورد بسیار هموارتر است.

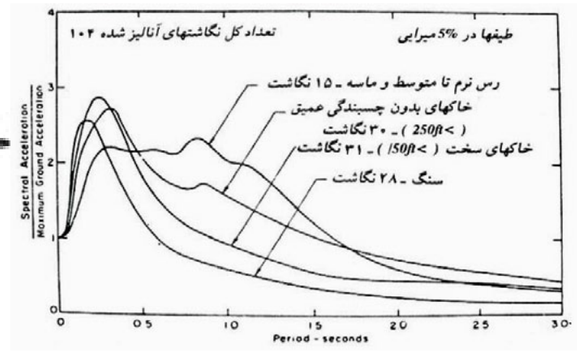
اثرات محلّی (ساختگاهی) خاک به روی طیف

خاک مانند یک ارتعاشگر عمل می‌کند که دارای دو خاصیت مهم ۱. فیلتر کردن پریودهای بالاتر از خود پریود طبیعی خاک ۲. تشدید حرکت رسیده از سنگ بستر ساختگاه است. در مقایسه‌ی طیف شتاب بر روی خاک‌های مختلف (سنگ، خاک سخت و خاک نرم) مشاهده می‌شود. هر چه خاک نرم‌تر باشد، پریود غالب آن بیش‌تر خواهد بود.

مشخّصات حرکات لرزهای زمین و عوامل مؤثّر بر آن

مهم‌ترین خصوصیات حرکات لرزه‌های از نظر کاربرد مهندسی عبارت‌اند از:

- حدّاکثر حرکات زمین (حدّاکثر شتاب، سرعت و تغییر مکان)
- طول مدّت حرکات لرزه‌های شدید
- مشخّصات ارتعاشی زلزله (محتوای فرکانسی)



شکل ۱. طیف‌های شتاب میانگین برای انواع مختلف زمین[۲]

عوامل مؤثّر بر روی حرکات زمین

حرکات لرزه‌ای زمین در مدّت تداوم آن در یک منطقه‌ی خاص تحت تأثیر عوامل متعدّدی قرار دارد. مهم‌ترین این عوامل عبارت‌اند از: فاصله از محلّ آزاد شدن انرژی، مشخّصات خاک منطقه، بزرگی زلزله، تغییرات خواص زمین و سرعت امواج در طول مسیر، شرایط منبع ایجاد زلزله و مکانیسم زلزله‌ی به وجود آمده (نوع گسل، شرایط تنش‌های محبوس و غیره)[۳]. نحوه‌ی تأثیر بعضی از عوامل فوق، مانند اثرات موضعی خاک

منطقه و نحوه‌ی تأثیر فاصله از منبع آزاد شدن انرژی بر پایه‌ی مطالعات مربوط به زلزله‌های گذشته، تا حدّ زیادی مشخّص و مدوّن گشته است در حالی که اثر بعضی دیگر، مانند مکانیسم ایجاد زلزله و نحوه‌ی تأثیر پارامترهای مربوط به زمین‌شناسی در طول مسیر حرکت امواج بر روی آن‌ها، بسیار پیچیده بوده و درک کمّی آن‌ها بسیار مشکل است. در ادامه بعضی از این عوامل به طور اختصار مورد بررسی قرار می‌گیرند.

تأثیر خصوصیات خاک منطقه بر روی حرکات زمین

مشخّصات خاک منطقه در روابط کاهشی و مؤلّفه‌های حرکت زمین مؤثّر می‌باشد. اغلب محقّقین روابط کاهشی خود را برای دو نوع، بستر سنگی و خاک، ارائه داده‌اند. معمولاً عقیده بر این است که حدّاکثر شتاب زمین تحت تأثیر نوع خاک قرار نمی‌گیرد. در شکل (۲) رابطه‌ی میرایی جهت محاسبه‌ی طیف شتاب برای یک زلزله با بزرگای ۵٫۵ و فاصله‌ی ۱۰ کیلومتری و برای سه نوع ساختگاه سنگی، خاک سخت و خاک نرم در نظر گرفته شده‌است[٤].

طیف پاسخ

اهمّیت طیف پاسخ در آنالیز و طرّاحی سازه‌ها و تجهیزات مقاوم در برابر زلزله بر مهندسین طرّاح پوشیده نیست. طیف پاسخ توسّط بور و هاوزنر مطرح شد. استفاده از طیف پاسخ، روش غالب و متداول در آنالیز دینامیکی سازه‌ها است. سادگی نسبی، محافظه‌کاری ذاتی و شواهد اثبات شده حاکی از کاربری آن در مورد آنالیز الاستیکی سیستم‌های پیچیده‌ی چند درجه آزاد از طریق تکنیک ترکیب مدها، بخشی از دلایل اقبال گسترده‌ی این روش است[٥].

کاربرد طیف پاسخ شامل موارد زیر است:

طیف پاسخ، ویژگی‌های حرکت‌های زمین را توصیف می‌کند.

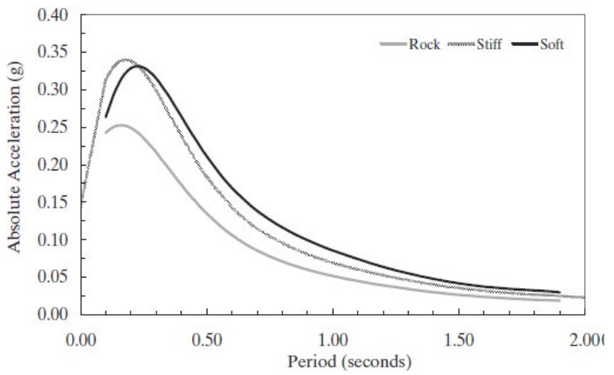
به عنوان مبنایی برای محاسبه‌ی جابه‌جایی و نیرو در سازه‌های یک و چند درجه آزادی در محدوده‌ی رفتار خطّی به کار می‌رود.

به عنوان مبنایی برای برآورد جابه‌جایی‌ها و نیروها در سازه‌های یک و چند درجه آزادی در محدوده‌ی رفتار غیر خطّی به کار می‌رود. برای نیل به این مقصود دو راه‌کار اصلی وجود دارد:

اصلاح طیف الاستیک برای لحاظ کردن رفتار خطّی سازه‌ی یک درجه آزادی معادل خطّی[١].

ساخت طیف‌های پاسخ

مجموعه‌ای از مقادیر ماکزیمم پاسخ برای یک دستگاه یک درجه آزادی، به صورت توابعی از سه پارامتر: ١) فرکانس طبیعی دستگاه ωn ٢) مقدار میرایی ٣ξ) یک تاریخچه‌ی زمانی شتاب حرکت زمین، تعریف می‌شود. با تغییر دادن فرکانس طبیعی دستگاه می‌توان نمودارهایی به دست آورد که نمایش دهنده‌ی مقادیر ماکزیمم پاسخ‌های کلّیه‌ی سیستم‌های یک درجه آزادی درون یک حوزه‌ی فرکانس یا پریود مورد نظر باشند. هر یک از این نمودارها یک طیف پاسخ و مجموعه‌ای از آن‌ها (برای ترازهای مختلف میرایی) را طیف‌های پاسخ می‌نامند. باید توجّه داشت که ماکزیمم شتابی را که هر دستگاه یک درجه آزادی احراز می‌کند، می‌توان مستقیماً از نمودار پاسخ طیفی خواند. معمولاً و نه همیشه، منحنی‌های طیفی به ازای چندین ضریب میرایی روی یک نمودار واحد نشان داده‌می‌شوند (شکل ٣). باید توجّه داشت که منحنی‌های طیفی به دو صورت رسم می‌شوند، بر حسب پریودهای طبیعی صعودی و بر حسب فرکانس‌های طبیعی صعودی. هر دو شکل‌بندی، اطّلاعات یکسانی را ارائه می‌کنند. لکن نمودارهای یکی تصویر آیینه‌ای دیگر است[٦]. هر سه طیف پاسخ جابه‌جایی، شبه سرعت و شبه شتاب حاوی اطّلاعات مرتبط به هم بوده و با استفاده از رابطه‌ی (٢) به یک‌دیگر قابل تبدیل هستند.

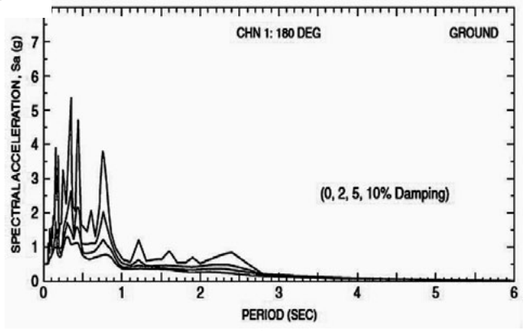


شکل ٢. طیف برای زلزله‌ای با بزرگای ۵٫۵ و مسافت ۱۰ کیلومتر و به ازای شرایط ساختگاهی مختلف[٤]

معادله‌ی (٢)

$$S_V = \frac{S_A}{\omega} = \frac{S_A T}{2\pi} = \omega S_D = 2\pi S_D T^-$$

بنابراین نمایش هر سه کمّیت بر روی یک نمودار واحد با استفاده از مقیاس‌های لگاریتمی امکان‌پذیر است. این نمودارها طیف پاسخ لگاریتمی سه جانبه نامیده‌می‌شوند. نمونه‌ی چنین طیفی در شکل (٤) دیده‌می‌شود. ملاحظه می‌شود که مقادیر PSV روی محور قائم خوانده می‌شود و SD و PSA از محورهای قطری به دست می‌آیند.



شکل ٣. طیف شتاب مؤلّفه‌ی E- W

رکورد شده در طبقه‌ی هم‌کف ساختمان ١٠ طبقه، زلزله‌ی ١٧ ژانویه ١٩٩٤ نورثریج نمودار طیف پاسخ دو جانبه‌ی شبه شتاب-جابه‌جایی یکی دیگر از شیوه‌های نمایش منحنی‌های طیفی است که در طیّ سال‌های اخیر مطرح شده و کاربرد ویژه‌ای در آیین‌نامه‌های زلزله پیدا کرده‌است. طیف پاسخ جابه‌جایی و شبه شتاب به ترتیب بیانگر بیشینه‌ی جابه‌جایی و بیشینه‌ی مقدار برش پایه یا نیروی استاتیکی معادل برای سیستم یک درجه آزادی با میرایی معیّن هستند؛ بنا بر این هدف از ترسیم این منحنی طیفی، نمایش اطّلاعات شبه شتاب (نیرو) و جابه‌جایی در یک منحنی و گریز از پیچیدگی‌های رسم منحنی طیف پاسخ سه جانبه (مختلط) است. هم‌چنین به سادگی می‌توان این منحنی را تبدیل به منحنی نیرو-تغییرمکان کرده و به این ترتیب می‌توان آن را در ترکیب با منحنی ترکیب سازه (پوش-آور) رسم کرد. رابطه‌ی (٣)، معادله‌ی حاکم بر این منحنی طیفی بوده و با توجّه به این رابطه، در این نمودار مکان هندسی نقاطی که دارای پریود (فرکانس) ثابت هستند، یک خط است:

$$S_A = \omega^2 S_D \rightarrow \omega^2 = \frac{S_A}{S_D}$$

٩. ویژگی‌های طیف پاسخ و ایرادهای وارد بر آن

به طورکلّی طیف پاسخ ویژگی‌های زیر را دارد:

١. مقادیر جابه‌جایی نسبی، سرعت نسبی و شتاب نسبی سیستم یک درجه آزادی برای سیستم کاملاً سخت(stiff) صفر هستند و شتاب مطلق سیستم برابر شتاب زمین است.

٢. مقادیر نسبی جابه‌جایی، سرعت و شتاب سیستم یک درجه آزادی برای سیستم ١٠٠٪ انعطاف‌پذیر، برابر همان مقادیر برای زمین است و شتاب مطلق سیستم برابر صفر است.

٣. بیشینه شتاب حرکت زمین، به وسیله‌ی مؤلّفه‌های بسامد بالا کنترل می‌شود و بیشینه سرعت با مؤلّفه‌های بسامد متوسّط و بیشینه جابه‌جایی با مؤلّفه‌های بسامد پایین کنترل می‌شود.

بر طیف پاسخ ایرادهای زیر وارد است:

٤. زلزله‌ها، ویژگی‌ها و درنتیجه طیف‌های پاسخ منحصر به فرد دارند، پس برای زلزله‌های آینده توقّع رخداد همان پدیده و طیف مشابه بی‌مورد است.

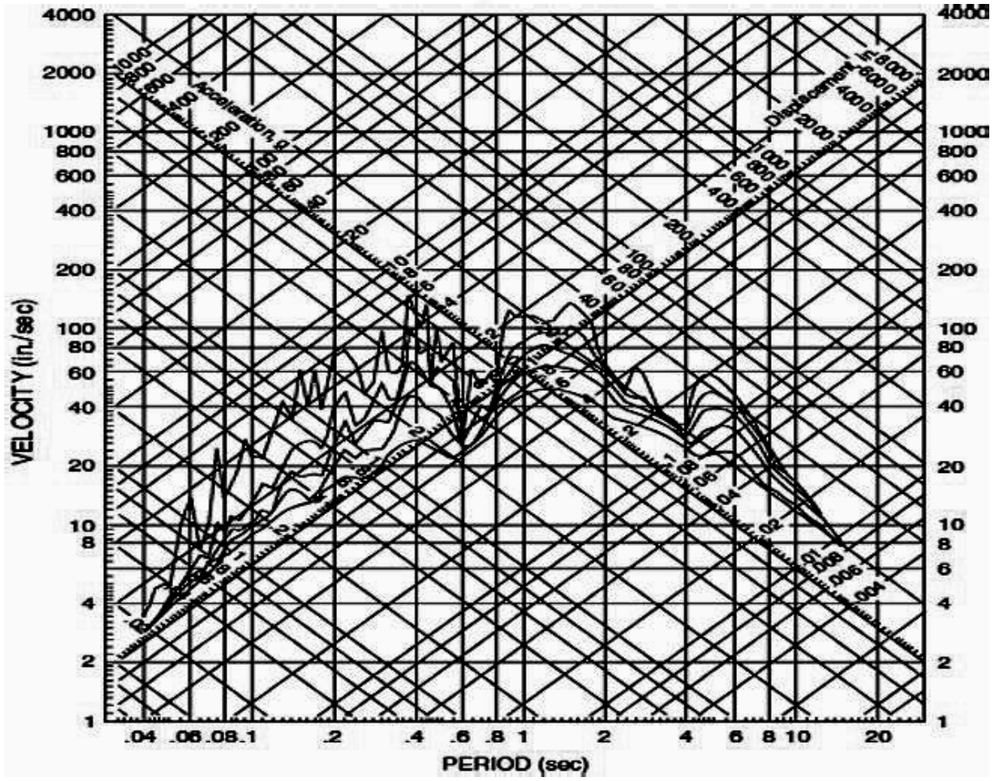
٥. دوره‌های تناوب و مدهای مختلف ساختمان‌ها به طور دقیق قابل برآورد نیستند و تفاوت جزئی در آن‌ها در طیف پاسخ به خاطر افت و خیز شدید، تفاوت فاحش ایجاد می‌کند.

٦. تغییرات غیر قابل اجتناب در جرم و خصوصیات سختی ساختمان‌ها باعث تغییر پریود طبیعی و نسبت میرایی آن‌ها در مقایسه با آن چیزی که در طرح استفاده شده‌است، می‌شود.

از طیف پاسخ دو جانبه‌ی شبه شتاب-جابه‌جایی در بحث‌های مرتبط با تعیین نقطه‌ی عملکرد سازه‌ها با استفاده از روش‌های تحلیل استاتیکی غیر خطّی استفاده می‌شود.

معادله‌ی (٣)

اتحادیه انجمن های علمی دانشجویی مهندسی عمران



شکل ٤. یک طیف پاسخ لگاریتمی سه جانبه‌ی مؤلّفه‌ی S14oW زلزله ۱۹۷۱، سانفرناندو (رکورد شده بر روی بدنه‌ی سدّ پاکویما). منحنی‌های مختلف برای مقادیر میرایی ۰، ۲، ۵، ۱۰ و ۲۰ درصد می باشند.

روش‌های محاسبه‌ی طیف طرح

از آن جا که شتاب، سرعت و تغییر مکان حدّاکثر زمین مربوط به رکوردهای مختلف زلزله عموماً فرق می‌کند، پاسخ محاسبه شده نمی‌تواند بر اساس اصول مستقلّی میانگین‌گیری شود. بنا بر این از روش‌های مختلفی جهت نرمال کردن طیف‌های پاسخ قبل از میانگین‌گیری استفاده می‌شود. روش‌های آماری، که از روش‌های متداول برای تولید طیف‌های طرّاحی است، از نقطه نظر مهندسی سازه‌ی یک طیف طرّاحی یا طیف هموار شده‌ی توصیفی از نیروها یا تغییر مکان‌های مربوط به طرّاحی لرزه‌ای سازه‌های با پریود ارتعاشی و میرایی مشخّص است. طیف‌های طرّاحی می‌تواند هم به صورت الاستیک و هم غیر الاستیک باشد. طیف‌های غیر الاستیک در ارزیابی نیروها و تغییر مکان‌های طرّاحی برای سیستم‌های سازه‌ای با عملکرد غیر الاستیک تحت بارهای زلزله به کار می‌روند. طیف‌های طرّاحی غیر الاستیک می‌تواند هم به صورت مستقیم [۷،۸]و هم با مقیاس کردن طیف‌های الاستیک به وسیله‌ی ضرایب کاهش نیرو حاصل شود. طیف‌های الاستیک مقیاس شده، در آئین‌نامه‌های طرّاحی لرزه‌ای فراهم شده‌اند. این طیف‌ها عموماً میانگین طیف‌های پاسخ شتاب هستند که با استفاده از پریودهای کنترل‌کننده، که بسته به آیین‌نامه ۲ یا ۳ عدد است، هموار شده‌اند. منحنی‌های اصلی، میرایی ۵٪ را به کار می‌گیرند، امّا عبارت‌های ساده شده‌ای جهت به دست آوردن طیف‌ها به ازای مقادیر مختلف میرایی وجود دارد. در این حالت اصلاح ارتفاعات طیفی با استفاده از ضریبη، به شکل زیر ممکن خواهد بود(٤)

$$\eta = \sqrt{\frac{10}{5+\xi}} \geq 0.55$$

که در عبارت فوقξ نسبت میرایی ویسکوز بوده که بر حسب درصد

بیان می‌شود. شتاب حدّاکثر مؤثّر (شتاب مبنای طرح)، بعضی از مواقع برای مقیاس کردن طیف‌های نرمال شده مورد استفاده قرار می‌گیرد. در استفاده از طیف‌های طرّاحی باید به تفاوت بین آن‌ها با طیف پاسخ توجّه داشت. طیف پاسخ نموداری است از ماکزیمم پاسخ یک نوسانگر یک درجه آزادی با فرکانس‌ها و نسبت‌های میرایی مختلف به یک تکان زمین معیّن. در حالی که طیف هموار طرّاحی، معرّف قاعده‌ای است برای به دست آوردن نیروی زلزله‌ی طرّاحی یا جابه‌جایی سازه با فرکانس یا پریود ارتعاش و میرایی معیّن [۹]. چون اوج شتاب، سرعت و جابه‌جایی زمین در نگاشت‌های گوناگون زمین‌لرزه متفاوت است، پاسخ محاسبه شده را نمی‌توان به طور مطلق معدّل‌گیری کرد. قبل از اقدام به معدّل‌گیری، از روش‌های گوناگونی برای نرمال کردن طیف‌های طرّاحی استفاده می‌شود. از این میان دو روال متداول عبارت‌اند از:

۱. نرمال کردن برحسب شدّت طیفی، که در آن مساحت‌های زیر منحنی‌های طیفی بین دو فرکانس یا پریود مفروض، با یک‌دیگر برابر گرفته می‌شوند [۹].

۲. نرمال کردن برحسب اوج تکان زمین، که در آن ارتفاعات طیفی بر اوج شتاب، سرعت یا جابه‌جایی زمین تقسیم می‌شوند. روش‌های دیگری نیز بر پایه‌ی اوج شتاب مؤثّر و شتاب rms پیشنهاد شده‌اند.

طیف طرح الاستیک

طیف طرح الاستیک از تحلیل آماری چندین طیف پاسخ موجود به دست می‌آید. با بررسی دامنه‌ی چند طیف پاسخ برای یک دوره‌ی تناوب مشخّص، می‌توان انحراف معیار و میانگین آن‌ها را مشخّص نمود. از وصل کردن مقادیر میانگین به یک‌دیگر نمودار طیف میانگین پاسخ به دست می‌آید. طیف مذکور شکل نرمی داشته و دارای افت و خیز نیست.

تأثیر نوع خاک بر طیف طرّاحی

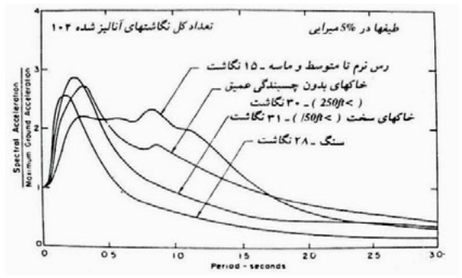
پیش از زمین‌لرزه‌ی ۱۹۷۱ سان فرناندو، تعداد شتاب‌نگاشت‌های موجود از زمین‌لرزه‌های قبلی محدود بوده و اغلب آن‌ها در زمین‌های آبرفتی ثبت شده بودند. در نتیجه در طیف‌های طرّاحی که مبتنی بر نگاشت‌های زمین‌های آبرفتی می‌باشند، عامل نوع خاک ملحوظ نشده‌است. زمین‌لرزه‌ی سان فرناندو با تأمین یک پایگاه اطّلاعاتی بزرگ، مطالعه‌ی پارامترهای گوناگون، از جمله تأثیر نوع خاک بر تکان زمین در زمین‌لرزه و طیف‌های پاسخ را ممکن ساخت. در ۱۹۷۶ در این باب دو مجموعه‌ی مطالعات مستقل، یکی توسّط Seed, H. B., C. Ugas and J. Lysmer و دیگری به وسیله‌ی Mohraz, B. به عمل آمد.

طیف‌های طرّاحی سید-ادریس

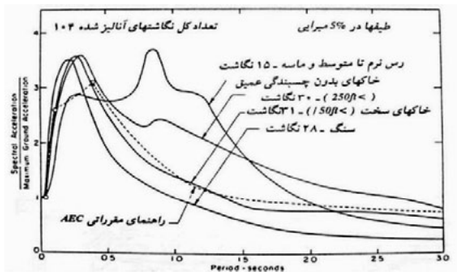
در مطالعات سید مجموعاً ۱۰٤ مؤلّفه‌ی افقی ثبت شده از ۲۳ زمین‌لرزه، که دارای اوج شتاب زمین بزرگ‌تر از g۰/۰۵ بودند، مورد بررسی قرار گرفتند. نگاشت‌ها به چهار گروه به صورت زیر طبقه‌بندی شدند:

۱. سنگی، ۲. خاک‌های سخت تا عمق ۱۵۰ فوت، ۳.خاک‌های بدون چسبندگی تا عمق‌های بیش‌تر از ۲۵۰ فوت، ٤. رس نرم تا متوسّط

طیف‌های پاسخ برای ۵٪ میرایی، در اوج شتاب ثبت شده‌ی زمین، نرمال و در پریودهای گوناگون معدّل‌گیری شدند (اگرچه مطالعات مزبور به ۵٪ میرایی محدود بوده‌است، لکن نتایج را می‌توان به ضرایب میرایی دیگر نیز تعمیم داد). طیف‌های میانگین و میانگین به اضافه‌ی یک انحراف استاندارد (تراز ٦٨٪) برای چهار طبقه‌بندی فوق در شکل(۵) دیده می‌شود. در این نمودار ارتفاعات، معرّف تقویت‌های شتاب می‌باشند. ملاحظه می‌شود که نوع خاک تأثیر عمده‌ای بر طیف‌های میانگین دارد. شکل مزبور نشان می‌دهد که در پریودهای تقریباً بزرگ‌تر از ٤/۰ تا ۵/۰ ثانیه، ارتفاعات طیفی نرمال شده (تقویت‌ها) برای سنگ به طور عمده‌ای پایین‌تر از رس نرم تا متوسّط و خاک‌های عمیق بدون چسبندگی می‌باشند. این بدان معنی است که استفاده از طیف‌های مربوط به این دو گروه اخیر در مورد سنگ ممکن است به بالا دست گرفتن تقویت‌های طرّاحی منجر شود.



(الف)



(ب)

شکل ۵. طیف‌های شتاب میانگین (الف) بدونِ (ب) با یک انحراف استاندارد برای انواع مختلف زمین[۲].

طیف طرّاحی مهرز

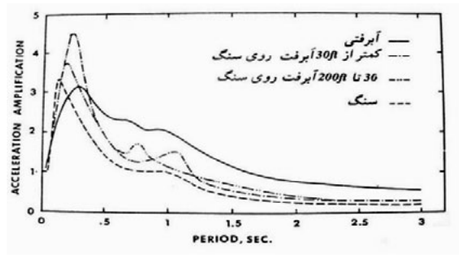
در مطالعه‌ی انجام شده توسّط Mohraz, B. مجموعاً ۱٦۲ مؤلّفه‌ی ثبت شده‌ی زمین‌لرزه در چهار نوع طبقه‌بندی

اتحادیه انجمن های علمی دانشجویی مهندسی عمران

زمین شامل آبرفتی، سنگی، آبرفتی با عمق کم‌تر از ۳۰ فوت روی بستر سنگی و آبرفتی با عمق ۳۰-۲۵۰ فوت روی بستر سنگی مورد بررسی قرار گرفتند[۱۱]. برای حذف اثر مؤلّفه‌های افقی نگاشت‌های با اوج شتاب زمین کوچک‌تر، بر تقویت، مهرز طیف‌های پاسخ هر طبقه‌بندی زمین را به سه مجموعه به صورت زیر تقسیم‌بندی نمود:

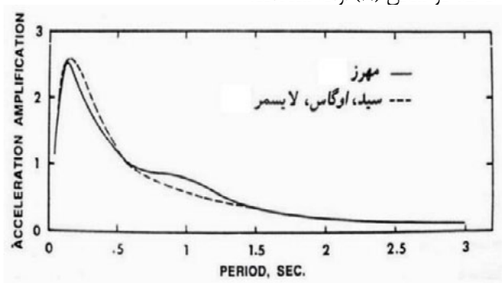
۱. مؤلّفه‌های افقی با اوج شتاب زمین بزرگ‌تر
۲. مؤلّفه‌های افقی با اوج شتاب زمین کوچک‌تر
۳. مؤلّفه‌ی قائم

شکل (٦) تقویت‌های شتاب میانگین (نسبت ارتفاعات طیفی به اوج شتاب زمین) را در ۲٪ میرایی برای مؤلّفه‌های افقی با اوج شتاب زمین بزرگ‌تر نشان می‌دهد. شکل مزبور با وجود تفاوت شتاب‌نگاشت‌های مبنای مطالعات، توافق بارز آن‌ها را نشان می‌دهد. طیف‌های پاسخ نرمال شده متناظر با میانگین به اضافه‌ی یک انحراف استاندارد (تراز ۸٤٪) برای چهار طبقه‌بندی خاک، در شکل (۸) ارائه شده‌اند.

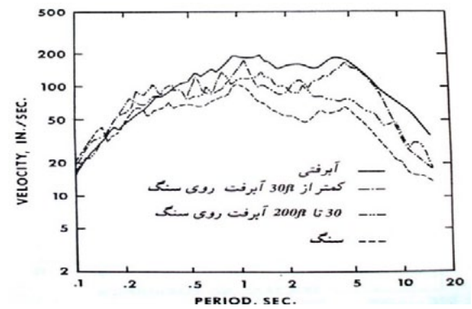


شکل ٦. تقویت‌های شتاب افقی میانگین در ۲٪ میرایی برای چهار طبقه بندی زمین

مقایسه‌ی نتایج مطالعات سید و مهرز در مورد تقویت‌های شتاب برای ۵٪ میرایی در شکل (۷) دیده می‌شود. شکل مزبور با وجود تفاوت شتاب‌نگاشت‌های مبنای مطالعات، توافق بارز آن‌ها را نشان می‌دهد. طیف‌های پاسخ نرمال شده متناظر با میانگین به اضافه‌ی یک انحراف استاندارد (تراز ۸٤٪) برای چهار طبقه‌بندی خاک، در شکل (۸) ارائه شده‌اند.



شکل ۷. مقایسه‌ی تقویت‌های شتاب افقی میانگین در ۵٪ میرایی برای سنگ[۱۱].

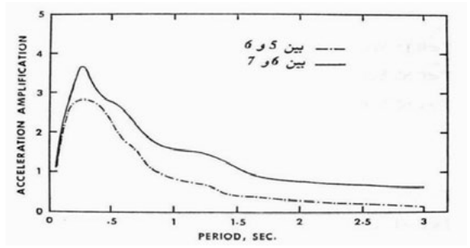


شکل ۸. طیف‌های پاسخ میانگین به‌اضافه‌ی انحراف استاندارد در ۲٪ میرایی برای چهار طبقه‌بندی زمین، نرمال شده در شتاب افقی زمین g ۰/۱ [۱۱].

تقویت‌های طرّاحی از محاسبه‌ی تقویت‌های میانگین به اضافه‌ی یک انحراف استاندارد در فرکانس‌های مختلف و معدّل‌گیری از آن‌ها در هر یک از حوزه‌های فرکانس، به دست آمده‌اند. ارتفاعات طیفی وابسته به ساختگاه برای میرایی‌های گوناگون متفاوت است. در طرّاحی، این ارتفاعات باید بر حسب شتاب مورد انتظار در ساختگاه، که ممکن است با استفاده از روش‌های ریسک زلزله ارزیابی شود، تعدیل شوند. باید توجّه داشت که در ساخت طیف‌های طرّاحی، ارتفاعات شتاب طیفی که تا فرکانس ۸ هرتز برای تکان افقی و ۱۰ هرتز برای تکان قائم ثابت می‌مانند، در فرکانس حدود ۳۳ هرتز به سمت اوج شتاب زمین میل می‌کنند.

تأثیر بزرگی و مدّت زمین‌لرزه بر طیف‌های پاسخ و طرّاحی

بزرگی زمین‌لرزه بر تقویت طیفی تا حدودی تأثیر می‌گذارد. مطالعه‌ای که مهرز در باب تأثیر بزرگی زمین‌لرزه بر تقویت‌های پاسخ در زمین‌های آبرفتی انجام داده، حاکی از آن است که تقویت‌های شتاب برای زمین‌لرزه‌های با بزرگی بین ٦ تا ۷ بزرگ‌تر است تا در بزرگی‌های بین ۵ تا ٦ (شکل ۹ دیده شود). اگر چه در مطالعه‌ی مزبور تعداد محدودی نگاشت مورد استفاده قرارگرفته است و توصیه‌ی معیّنی نیز به عمل‌نیامده‌است. با این وجود، شکل مزبور نشان می‌دهد که بزرگی زمین‌لرزه می‌تواند بر شکل‌های طیفی مؤثّر باشد. تأثیر مدّت تکان قوی بر شکل‌های طیفی قبلاً توسّط Peng, M. H., F. Elghadamsi, and B. Mohraz موردمطالعه قرارگرفته است[۱۱]، که برای برآورد طیف‌های پاسخ بر مبنای احتمال وابسته به ساختگاه از یک روش ارتعاشات تصادفی استفاده کرده‌اند. نتایج مطالعات آن‌ها نشان می‌دهد که یک مدّت طولانی‌تر تکان قوی، موجب افزایش پاسخ در حوزه‌ی فرکانس‌های پایین و متوسّط می‌شود. این نتیجه با این واقعیت سازگار است که شتاب‌نگاشت‌های تکان قوی با مدّت طولانی از احتمال بیش‌تری برای این که محتوی موج‌های پریود بالا باشند، برخوردارند که می‌تواند منجر به پاسخ بزرگ‌تری در منطقه‌ی پریود بالای (فرکانس پایین) طیف شود.



شکل ۹. تأثیر بزرگی زمین‌لرزه بر شکل‌های طیفی[۱۰].

نتیجه‌گیری

با توجّه به توضیحات بیان شده در این مقاله می‌توان به این نتیجه دست یافت که بیشترین عوامل تأثیرگذار بر روی شکل طیف از بین عوامل موجود شامل جنس زمین، فاصله از محلّ رخداد زمین‌لرزه و بزرگای زلزله است. هم‌چنین تأثیر بزرگای زلزله ما بین ۷-۸ ریشتر بر طیف بسیار بیشتر از زلزله‌های کمتر از این مقدارمی‌باشد.

هاوزنر به عنوان اوّلین فردی که بحث طیف را مطرح کرد امّا از داده‌های اوّلیه‌ی بسیار کمی استفاده کرد که می‌تواند دلیلی بر کاهش قابلیت اعتماد به این روش باشد.

خواصّ طیف پاسخ نیومارک هال زمانی خود را بروز می‌دهد که طیف پاسخ روی محورهای لگاریتمی ترسیم شود.

فرمولاسیون طیف‌های اوّلیه دارای تعمیم کلّی می‌باشد که با تعداد رکوردهای بسیار اندکی تهیه شده‌اند در حالی که با توجّه به افزایش میزان رکوردهای ثبت شده در انواع خاک با کلاسه‌بندی مختلف باید روز به روز طیف‌های دقیق‌تری برای انواع خاک ارائه و مورد استفاده قرار بگیرد.

NRC با هدف توصیه‌هایی در مورد طیف‌های طرّاحی افقی و قائم برای تأسیسات هسته‌ای می‌باشد و از مزایای این روش این می‌باشد که طیف‌ها در ۰/۱ g شتاب افقی زمین نرمال شده‌اند که طیف‌های طرّاحی در تکان قائم، در مقایسه با تکان افقی، حوزه‌ی فرکانس بهتری را می‌پوشانند. با وجود آن که طیف‌های طرّاحی NRC برای طرّاحی نیروگاه‌های هسته‌ای، که معمولاً سازه‌هایی صلب در نظر گرفته می‌شوند، تهیه شده‌اند، امّا جهت تهیه و مقایسه‌ی طیف‌های طرّاحی برای سایر کاربردهای مهندسی نیز می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

از بارزترین مزیت‌های طیف مهرز علاوه بر این که ایشان نیز از تعداد زیادی رکورد، که با در نظر گرفتن تأثیر اثرات ساختگاهی که در ٤ نوع دسته‌بندی کرد، استفاده کرد در این است که برای حذف اثر مؤلّفه‌های افقی نگاشت‌های با اوج شتاب زمین کوچکتر، بر تقویت، طیف‌های پاسخ هر طبقه‌بندی زمین را به سه مجموعه تقسیم‌بندی نمود.

از مزیت‌های مطالعات سید این است که علاوه بر در نظر گرفتن تأثیرات ساختگاهی، مجموعه‌ی فراوانی از زمین‌لرزه‌های طبقه‌بندی شده را مورد بررسی قرار داد.

مراجع

تابش پور، م.، ابراهیمیان، ح.،»مهندسی زلزله کاربردی در طراحی و بهسازی»، فدک ایساتیس، تهران، ۱۳۸۸.

Seed, H. B., Ugas, C. and Lysmer, J. (۱۹۷٦), "site-dependent spectra for earthquake resistant design", bulletin of the seismological society of America, ٦٦,۲۲۱-۲٤۳.

Ambraseys, N.N. and Douglas, J. (۲۰۰۰). Reappraisal of the effect of vertical ground motions on response. Engineering Seismology and Earthquake Engineering, Research Report No.ESEE ٤/۰۰, Imperial College, London, UK.

Ambraseys, N. N., Simpson, K. A., & Bommer, J. J. ۱۹۹٦. Prediction of horizontal response spectra in Europe. Earthquake Engineering and Structural Dynamics, ۲۵(٤), ۳۷۱-٤۰۰.

جوان امروز، م.، «طیف‌های طراحی برای ساخت گاه‌های سنگی بر اساس داده‌های ایران با ملاحظات بزرگی و فاصله و مقایسه با طیف‌های منتج از مطالعات منطقه‌ای»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده ژئوفیزیک دانشگاه تهران، خرداد ۱۳۸۹.

جباری، ح.، «تعیین طیف طراحی شتاب افقی زمین برای خاک نوع I(بستر سنگی) ایران و مقایسه آن با طیف بازتاب استاندارد ۲۸۰۰(ویرایش سوم)»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، پردیس فنی و مهندسی شهید عباسپور، شهید بهشتی، ۱۳۹۰.

Mahin, S.A., and V.V. Bertero (۱۹۸۱). "An evaluation of inelastic seismic design spectra," ASCE Journal of Structural Division, Vol ۱۰۷, No. ST۹, pp. ۱۷۷۷-۱۷۹۵.

Vidic, T., Fajfar, P., Fischinger, M. ۱۹۹٤. Consistent inelastic design spectra: strength and displacement. Earthquake Engineering and Structural Dynamics, ۲۳:۵۰۷-۵۲۱.

Housner, G. W, ۱۹۵۲, "Spectrum intensities of strong-motion earthquakes, in proceedings of the symposium on earthquake and blast effects on structures", Earhquake Engineering Research Institule, Berkeley, California.

Mohraz, B. (۱۹۷۸). Influences of the magnitude of the earthquake and the duration of strong motion on earthquake response spectra, Proc. Central Am. Conf. on earthquake Eng. San Salvadore.

Peng, M. H., Elghadamsi, F. E. and Mohraz, B. (۱۹۸۹), A simple procedure for constructing probabilistic response spectra", Earthquake Spectra, Vol. ۵, No. ۲.

تعیین محل مناسب میراگر ویسکوز در سازه‌ی فولادی

فائزه سلیمی[1]
۱-دانشجوی کارشناسی رشته مهندسی عمران ، دانشگاه آزاد، اراک

سیستم‌های اتلاف انرژی در سازه‌ها در چند دهه‌ی اخیر به طور گسترده برای کاهش نیروهای ناشی از زلزله و باد وهم‌چنین کاهش جابه‌جایی‌های ساختمان‌ها در حدّ مجاز آیین‌نامه‌ها مورد استفاده قرار گرفته‌اند. یک نوع از این مستهلک کننده‌ها، به عنوان سیستم‌های کنترل غیر فعّال، میراگرهای ویسکوز می‌باشند. این میراگرها بر دو نوع خطّی و غیر خطّی می‌باشند که نوع کاربردی و معمول آن میراگرهای خطّی با ضریب توانی یک می‌باشد. در این مقاله نیز از میراگر ویسکوز جهت کاهش پاسخ‌های سازه در برابر نیروی زلزله در یک سازه‌ی فولادی استفاده‌شده‌است. چینش مناسب میراگرها در بازدهی عملکرد آن‌ها بسیار مؤثّر است. هم‌چنین به دلیل مسائل اقتصادی ممکن است امکان استفاده از میراگر در تمام طبقات وجود نداشته باشد. اگر چه افزایش میراگرها باعث افزایش عملکرد سیستم کنترل می‌شود، لکن تأثیر این افزایش تا تعداد محدودی میراگر قابل توجّه بوده و از آن به بعد با افزایش مجدّد، بهبود قابل ملاحظه‌ای در عملکرد سازه و سیستم کنترل حاصل نمی‌شود. توزیع مناسب میراگرها تابع مشخّصات سازه و زلزله می‌باشد و بهتر است برای هر سازه‌ای به طور ویژه بررسی شده و نتایج مربوط مورد استفاده واقع شود. در این مقاله پاسخ‌های یک سازه‌ی فلزی ۱۸ طبقه مورد بررسی قرار گرفته است. این پاسخ‌ها شامل برش پایه، برش طبقات، شتاب سازه و تغییر مکان بام می‌باشند. مدل سازی‌ها به صورت دو بعدی و با استفاده از نرم‌افزار Opensees۱ انجام می‌شود. میراگر ویسکوز به صورت بادبندهای قطری به سازه اضافه می‌شود. سازه به دو صورت مورد بررسی قرار می‌گیرد: در حالت اوّل، سازه بدون میراگر مدل می‌شود و در حالت دوم، محل و تعداد میراگرها متغیّر در نظر گرفته می‌شود و با مقایسه‌ی پاسخ‌های سازه، محل و تعداد مناسب میراگرها تعیین می‌شود. روش تحلیل برای به دست آوردن پاسخ‌های سازه، تحلیل تاریخچه‌ی زمانی غیر خطّی در نظر گرفته شده‌است. شتاب نگاشت‌های انتخابی برای به دست آوردن پاسخ‌های سازه، شامل زلزله‌ی ایمپریال ولی، مورگان و آلاسکا می‌باشد. با اثر دادن رکوردهای سه زلزله‌ی انتخابی بر مدل و بررسی شتاب، تغییر مکان بام، برش پایه و برش طبقات می‌توان محل و تعداد مناسب میراگرها را مشخّص کرد. هم‌چنین با مقایسه‌ی پاسخ‌های سازه در دو حالت فوق می‌توان برآورد مناسبی از کاهش پاسخ‌های سازه در اثر نیروی زلزله برای سازه‌ی طرّاحی شده با میراگر را به دست آورد. به عنوان مثال با قرار دادن میراگر در ۱/٤ بالای سازه (طبقات ۱۸-۱٤) حدود ٤۰ درصد کاهش در تغییر مکان بام و۳۰ درصد کاهش در برش پایه حاصل می‌شود.

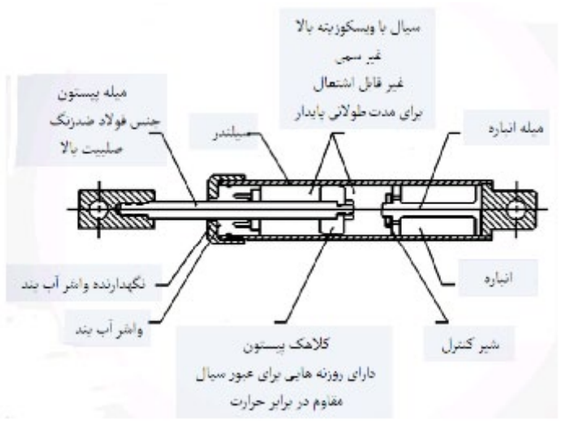
کلمات کلیدی: میراگر ویسکوز، تحلیل تاریخچه‌ی زمانی، شتاب نگاشت

مقدّمه:

با توجّه به زلزله‌های اخیر و مقاوم نبودن بخش وسیعی از ساختمان‌های موجود در کشور و نیز با توجّه به اهمّیت زیاد مسأله‌ی مقاوم‌سازی ساختمان‌ها در مقابل نیروهای لرزه‌ای و طرّاحی بهینه‌ی ساختمان‌ها در مقابل زلزله، بحث جدیدی که در سال‌های اخیر میان مهندسان طرّاح سازه‌ها مطرح شده‌است، طرّاحی نوع جدیدی از ساختمان‌هاست که شامل یک سیستم مهاربند لرزه‌ای باشند و فقط در مقابل ارتعاشات مختلف ناشی از زلزله عمل نموده و در تحمّل بارهای استاتیکی هیچ نقشی نداشته باشند. این مسأله باعث ساده‌سازی پیش‌بینی رفتار سازه‌ی تحت بارگذاری لرزه‌ای می‌شود . در روش‌های مرسوم، ساختمان با استفاده از ترکیبی از سختی، قابلیت شکل پذیری و هم‌چنین استهلاک انرژی در برابر زلزله از خود مقاومت نشان‌می‌دهد. مقدار میرایی در این قبیل ساختمان‌ها بسیار کم می باشد. از این رو انرژی استهلاک شده در محدوده‌ی رفتار الاستیک سازه ناچیز می‌باشد. در هنگام زلزله‌های قوی، این ساختمان‌ها بعد از محدوده‌ی رفتار الاستیک، تغییر مکان‌های زیادی می‌یابند و فقط به واسطه‌ی چگونگی قابلیت تغییر مکان غیرالاستیک خود، پایدار باقی می‌مانند. این تغییر مکان‌های غیرالاستیک موجب به وجود آمدن مفاصل پلاستیک به صورت موضعی در نقاطی از سازه می‌گردند. در نتیجه مقدار زیادی از انرژی زلزله به واسطه‌ی تخریب‌های موضعی در سیستم مقاوم جانبی سازه مستهلک می‌شود. تا کنون روش‌های زیادی به منظور بهبود عملکرد لرزه‌ای سازه‌ها و کاهش اثرات مخرّب ناشی از زلزله‌های شدید پیشنهاد شده‌است. یکی از این روش‌ها افزودن سیستم‌های استهلاک انرژی یا میراگرها در طرّاحی سازه‌های جدید یا مقاوم‌سازی ساختمان‌های موجود می‌باشد، به طوری که به جای افزایش شکل پذیری عناصر سازه‌ای تکیه بر مستهلک نمودن انرژی لرزه‌ای دارند. استفاده از سیستم‌های مستهلک کننده‌ی انرژی در ساختمان‌ها سبب ارتجاعی باقی ماندن اعضای سازه‌ای در حین زلزله می‌شود و در نتیجه از بروز تخریب جلوگیری می‌نماید .

میراگرهای مایع لزج (ویسکوز)

دو نوع میرایی در هنگام لرزش برای وسایل جاذب انرژی وجود دارد. میراگرهای ویسکوز محدود به جابه‌جایی نیستند و نیروی داخلی آن‌ها وابسته به سرعت تحریک است. یک میراگر ویسکوز تشکیل شده‌است از یک پیستون که روزنه‌هایی در قسمت انتهایی دارد و با حرکت رفت و برگشتی در داخل سیلندر، سیّال لزج وارد روزنه‌ها شده و تولید نیرو می‌کند. نیروی تولید شده به اندازه و شکل روزنه‌ها و هم‌چنین سرعت حرکت وابسته می‌باشد. یک سیّال لزج میرا ضمن تعدیل انرژی، از طریق هل دادن سیّال به درون منافذ، یک فشار مستهلک‌کننده ایجاد می‌کند که باعث تولید نیرو می‌شود. این نیروهای میرا تا نود درصد خارج از مرحله‌ی تولید تغییر مکان به وسیله‌ی نیروهای محرّک ایجاد می‌شوند.و این بدان معناست که نیروهای میراکننده تأثیری در افزایش نیروهای لرزه‌ای منجر به افزایش تغییر شکل سازه ندارند. افزایش سیّال میرا به سازه می‌تواند خاصیت استهلاک سازه را به بیش از ۳۰ درصد حدّ نهایی و بحرانی خود برساند. افزودن سیّال میراکننده به یک سازه موجب کاهش شتاب افقی طبقه و تغییر شکل‌های جانبی تا ۵۰ درصد و گاهی بیشتر می‌شود. سیّال ضربه‌گیر، نوعی روغن سیلیکن (روغن حاوی اکسیژن و کوارتز) است که ضمن ساکن و پایدار ماندن برای مدّت طولانی، غیرقابل‌اشتعال و غیرسمّی است. ساختمان میراگرهای مایع لزج، عموماً از یک پیستون و یک سیلندر تشکیل‌شده‌است. مایع لزج داخل سیلندر توسّط پیستون، فشرده می‌شود. با توجّه به این که درون پیستون، سیلندر دیگری وجود دارد که به وسیله‌ی سوراخ‌های ریزی می‌تواند مایع را به درون پمپ کند، با اعمال فشار به سیستم، مایع لزج با سرعت کمی بین دو سیلندر مبادله می‌شود و مقدار زیادی انرژی را اتلاف می‌کند. ساختمان کلّی این میراگر در شکل ۱ نشان داده شده‌است.



شکل ۱.جزئیات میراگر ویسکوز

لازم به ذکر است این میراگر حسّاسیتی نسبت به تغییرات حرارتی ندارد. این میراگرها جایگزین مناسبی برای روش جداسازی از پایه به شمار می‌روند، زیرا هم هزینه‌ی کمتری دارند وهم نصب و اجرای آن‌ها راحت است. میراگر مایع لزج قابلیت طرّاحی برای سازه‌های جدید و سازه‌های ساخته شده را دارد و با توجّه به کوچکی اندازه‌ی این قطعات وقتی به

سازه اضافه می‌شوند، تغییری در شکل سازه به وجود نمی‌آورند. این مسئله در بازسازی ابنیه‌ی تاریخی بسیار حائز اهمّیت است. افزودن این میراگرها به سازه اغلب به تغییر شکل سازه منجر نخواهدشد و در خود سازه نیز تغییری به وجود نخواهد آورد. این میراگرها به سه روش به سازه متّصل می‌شوند:

الف) نصب میراگرها به کف یا فنداسیون‌ها

ب) اتّصال میراگرها در بادبندهای جناقی

ج) نصب میراگرها در بادبندهای قطری

چند مزیت مهم برای استفاده از میراگرهای ویسکوز وجود دارد. میراگرهای ویسکوز نیروی میرایی در یک سازه تولید می‌کنند و این نیرو به طور ذاتی غیر هم‌فاز با ماکزیمم پاسخ سازه در طی رویداد لرزه‌ای است. به این دلیل می‌توانند برش طبقه، شتاب و برش پایه را کاهش دهند. میراگر ویسکوز یک وسیله‌ی مهروموم شده‌است و این موجب تمایل کمتر آن به خطرات جوّی می‌شود. در نهایت عملکرد میراگر ویسکوز تقریباً مستقل از حرارت است. متأسّفانه هنوز برای مدل سازی پیچیده هستند به علّت این که نیروی خارجی آن‌ها بر اساس سرعت آن‌هاست. میراگرهای ویسکوز باید در یک ماتریس جدا مطرح شوند و ماتریس ضرایب میرایی جزء لاینفک روند حل است و اگر میراگرها به صورت ناهمسانی در سازه قرار بگیرند، تجزیه‌ی سیستم برای تحلیل سخت می‌شود. هم‌چنین معایب دیگر میراگرهای ویسکوز، به علّت فشردگی کم سیّال ویسکوز، شروع به کار کردن با ضربه‌ای در میراگر ویسکوز همراه است.

تاریخچه‌ی میراگر ویسکوز

میراگرهای ویسکوز برای اوّلین بار در قرن ۱۹ برای خنثی‌سازی اثرات ضربه‌ی توپ‌ها در کشتی‌ها استفاده می‌شد. در نیمه‌ی اوّل قرن ۲۰ کمپانی‌های اتومبیل‌سازی از این میراگر استفاده کردند و در اواخر دهه‌ی ۱۹۸۰ جهت استفاده‌ی این نوع میراگرها در صنعت ساختمان، آزمایش در مرکز ملّی-مهندسی زلزله در دانشگاه بوفالوی نیویورک انجام شد. اوّلین استفاده از میراگرهای ویسکوز برای هدف لرزه‌ای در سال ۱۹۹۳ در طرّاحی مقاوم لرزه‌ای مرکز دارویی در کالیفرنیا بود. میراگرهای ویسکوز اضافه‌شده به سیستم، کمک کرد تا تغییر مکان‌ها، زیر ۲۲ اینچ باقی مانده و پریود مؤثّر سازه را تا ۳ ثانیه بالا برد. کاربردهای لرزه‌ای دیگر شامل، ساختمان ارتباطات اضطراری ناقوس صلح و اخیراً به سازی پل‌ها را می‌توان نام برد.

از انواع میراگرهای ویسکوز می‌توان به میراگرهای سیلندری [۱] و میراگرهای دیوار لرزج [۲] و میراگرهای ویسکوز تیلور [۳] اشاره نمود. استفاده از میراگرهای ویسکوز می‌تواند به طور چشم‌گیری سبب کاهش پاسخ لرزه‌ای ساختمان‌ها در هنگام وقوع زلزله شود و در زمره‌ی وسایل وابسته به سرعت می‌باشد و به علّت کاهش پاسخ دینامیکی سازه‌ها در برابر تحریک زلزله، به واسطه‌ی افزایش میرایی و نبودن آستانه‌ی فعّال سازی و هم‌چنین صرفه، با اقبال عمومی مواجه شده‌است. در این مقاله تعداد و محلّ بهینه‌ی میراگرهای ویسکوز مورد بررسی قرار گرفت پاسخ‌های مورد بررسی در این مقاله تغییر مکان بام، تغییر مکان نسبی طبقات، شتاب و برش پایه می‌باشد. کاربرد مؤثّر میراگرهای ویسکوز موجب کاهش قابل ملاحظه‌ای در پاسخ لرزه‌ای سازه‌ها می‌شود. در این مطالعه ساختمان ۱۸ طبقه‌ی فولادی به صورت دو بعدی در دو حالت کنترل شده با میراگر ویسکوز و کنترل نشده تحت سه زمین‌لرزه‌ی مختلف مورد بررسی قرار می‌گیرد. در این مقاله از تحلیل تاریخچه‌ی زمانی غیر خطّی استفاده شده‌است. تحلیل تاریخچه‌ی زمانی غیر خطّی، بهترین شیوه‌ی تحلیل سازه است که اخیراً در دسترس قرار گرفته و مورد توجّه بسیاری از محقّقین قرارگرفته‌است. این شیوه‌ی تحلیل، ابزار مناسبی جهت پیش‌بینی رفتار واقعی سازه‌ی تحت زلزله‌هایی با شدّت‌های مختلف تلقّی می‌شود. در دو دهه‌ی گذشته، تلاش‌های فراوانی جهت کاربرد سیستم‌های کنترل مدرن سازه‌های در معرض زلزله انجام شده‌است. گروه مهمّی از این سیستم‌ها، سیستم‌های کنترل غیرفعّال می‌باشد که بدون نیاز به هیچ گونه منبع انرژی خارجی، و فقط با استفاده از حرکت سازه، ارتعاشات لرزه‌ای را کاهش می‌دهد. بعضی از سیستم‌های کنترل غیر فعّال با تغییر فرکانس ارتعاشی سازه و با محدود ساختن شتاب انتقالی به سازه مانع نفوذ انرژی زلزله به سازه می‌شوند . در حالی که در نوعی دیگر، تحت عنوان میراگرهای انرژی، انرژی زلزله پس از ورود به سازه جذب می‌شود . ایده‌ی استفاده ازمیراگرهای انرژی در سازه، به منظور کنترل ارتعاشات لرزه‌ای در سال ۱۹۷۲ با مطالعات تحلیلی و آزمایشگاهی آقای کلی و همکارانش مطرح شد. تأثیر میراگرهای ویسکوز بر رفتار لرزه‌ای یک سازه، تابعی از چند پارامتر، هم‌چون تعداد میراگرها، محلّ آن‌ها در سازه و مشخّصات فیزیکی میراگر، می‌باشد. به رغم تحقیقات فراوان صورت گرفته در این راستا، نیاز به توسعه‌ی روش‌هایی به منظور استفاده‌ی بهینه از این میراگرها هنوز وجود دارد [۱].

۱ Cylandrical Damper
۲ Viscous Damping Wall
۳ Taylor Flouid Damper

یک قاب یک طبقه‌ی خمشی به همراه میراگر ویسکوز که توسّط Sarven Akcelyan از دانشگاه MC Gill مدل شده‌است مورد بررسی قرار گرفته است [۲].

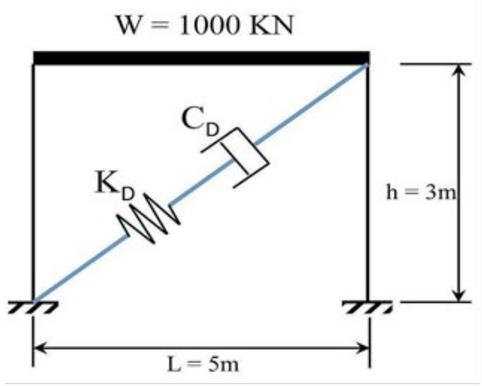
این مثال چگونگی استفاده از میراگر ویسکوز در یک قاب ساده‌ی برشی را توضیح می‌دهد. در این مثال از رکورد زلزله‌ی کوبه (۱۹۹۵) استفاده شده‌است.

شرح مدل:

میراگر ویسکوز با استفاده از المان‌های Tow node link مدل شده‌است. مدل مورد بررسی در شکل زیر نشان داده شده‌است. واحدهای استفاده شده در مدل بر حسب KN,mm,S می‌باشند.

هندسه‌ی مدل:

دهانه‌ی قاب یک طبقه‌ی یک دهانه، همان طور که در شکل نشان داده شده‌است، ۵۰۰۰ میلی متر با ارتفاع ۳۰۰۰ میلی متر می‌باشد. دوره‌ی تناوب سازه ۰/۷ ثانیه و المان‌های تیر و ستون با استفاده از elastic Beam- Column element مدل شده‌اند. نوع



شکل سازه یک طبقه‌برشی

رفتار این اعضا، خطّی در نظر گرفته می‌شود.

اتّصال میراگر:

از المان Tow node link برای اتّصال گره‌هایی که مشخّصات هندسی میراگر را مشخّص می‌کنند استفاده شده‌است.

قیدها:

قیدها برای مشخّص کردن وضعیت درجات آزادی گره‌ها به کار می‌روند و مشخّص می‌کنند که یک گره می‌تواند در هر یک از جهات درجات آزادی حرکت داش ته باشد یا خیر. اتّصال ستون‌های مدل به زمین گیردار و المان تیر صلب در نظر گرفته‌شده‌است.

برای مدل کردن میراگر ویسکوز از Viscous Damper Material موجود در سایت Open Sees استفاده‌شده‌است. مشخّصات استفاده شده برای میراگر به شرح زیر می‌باشند:

سختی محوری ۰٫۳۵ =K ۲۵ KN/mm

ضریب میرایی (Cd=۲۰٫۷٤ KN(mm/s

ضریب α=۰٫۳۵

تنش ایجاد شده در این مادّه از رابطه‌ی زیر پیروی می‌کند:

$$\sigma = C_o \dot{\varepsilon}^{\alpha}$$

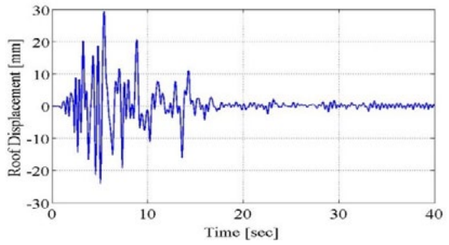
رابطه‌ی ۱

σ تنش ایجاد شده در بادبند ،ε نرخ تغییرات کرنش ،Co ضریب میرایی وα توان میرایی می‌باشد.

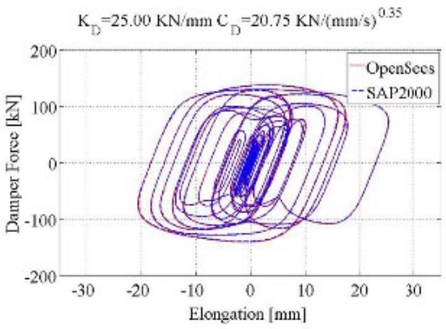
تحلیل:

از روش انتگرال گیری نیومارک برای انتگرال گیری معادلات حرکت با فاصله‌ی زمانی ۰٫۰۰۱dt= ثانیه استفاده‌شده است. میرایی متناسب با جرم برابر ۰/۰۲ در نظر گرفته‌شده است.

استفاده از روش‌های گام به گام عددی در آنالیز دینامیکی، به خصوص از نوع غیر خطّی آن، بسیار مرسوم است. در روش‌های انتگرال گیری، گام زمانی Δt پارامتر مهمّی در تعیین دقّت پاسخ سیستم می‌باشد به طوری که با افزایش آن هر دو خطای مربوط به کشیدگی دوره‌ی تناوب و فروکاهش دامنه افزایش می‌یابد. ضمناً برای یک مقدار ثابت از گام زمانی Δt، مقدار یک و یا هر دو خطای موجود برای سیستم‌های با دوره‌ی تناوب‌های کوچک بیش از سیستم‌های با دوره‌ی تناوب‌های بزرگ می‌باشد. در میان روش‌های انتگرال گیری، روش نیومارک از دقّت بالاتری برخوردار است. فرکانس بار اعمال شده به سازه نیز فاکتوری دیگر در تعیین دقّت روش‌های عددی است. دقّت روش‌های عددی در صورت ثابت بودن متغیّرهای دیگر، بستگی به محتوای فرکانسی بار دارد، به طوری که بزرگی خطا در پاسخ سازه با افزایش فرکانس بار افزایش می‌یابد. بنابراین



شکل ۲. بررسی نمودار تغییر مکان - زمان سازه‌ی یک طبقه

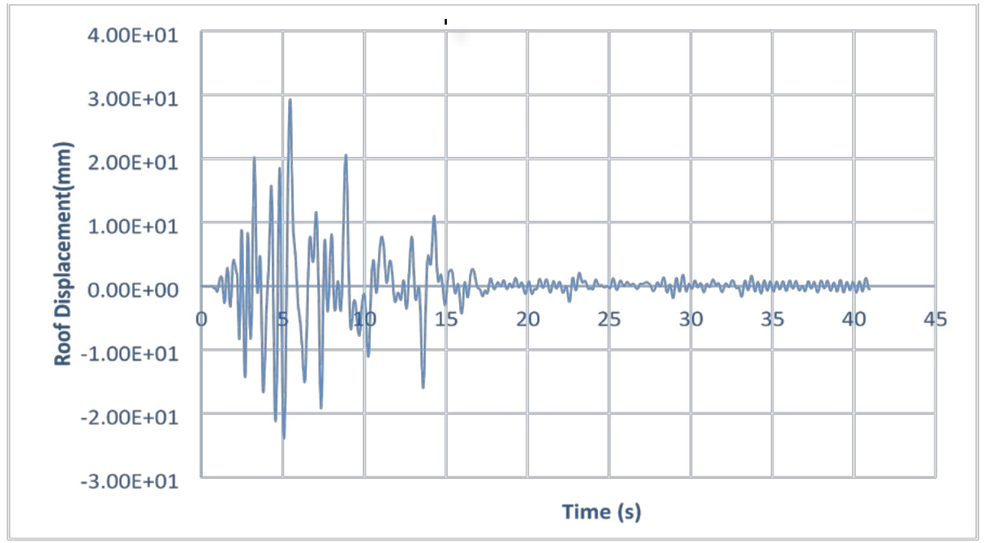


شکل ۳ .رابطه‌ی بین نیرو - تغییر مکان در میراگر ویسکوز

برای یک بارگذاری با محتوای فرکانسی بالا، یک گام زمانی کوچک نیاز است. در آخر می‌توان گفت انتخاب یک روش انتگرال گیری مناسب، بستگی به مسأله‌ی مورد نظر و دقّت مورد مطالبه برای پاسخ‌های محاسبه شده دارد [۳].

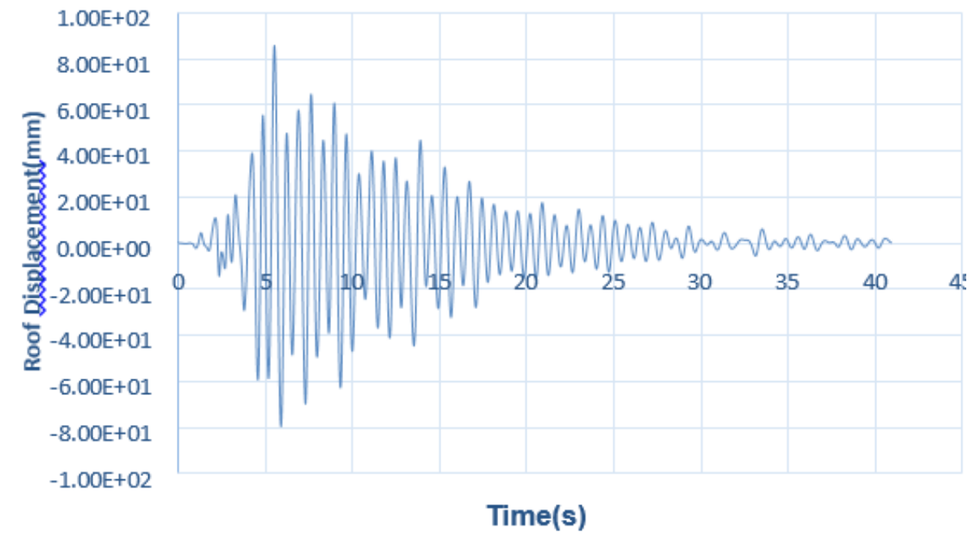
در شکل شماره‌ی ۳ رابطه‌ی بین نیرو-تغییر مکان در میراگر ویسکوز نشان داده شده‌است. هم‌چنین نتایج مدلsap ۲۰۰۰ نیز در شکل۳ نشان داده شده‌است که با مدل open sees مشابه می‌باشد.

در نمودارهای زیر مقایسه بین نمودارهای تغییر مکان-زمان مدل در دو حالت بدون میراگر وبا میراگر نشان داده شده‌است.



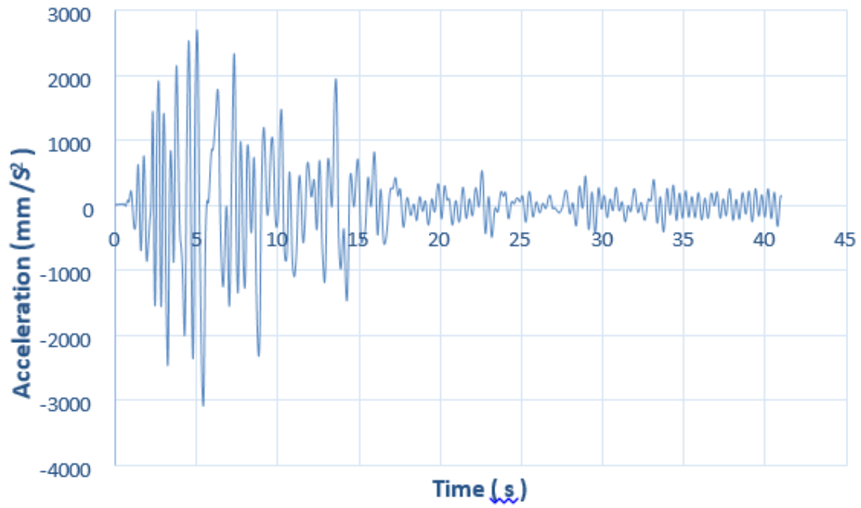
نمودار تغییر مکان - زمان (با میراگر ویسکوز)

حدّاکثر تغییر مکان در سازه‌ی برشی یک طبقه‌ی مدل شده با میراگر حدود ۳ سانتی متر می‌باشد.



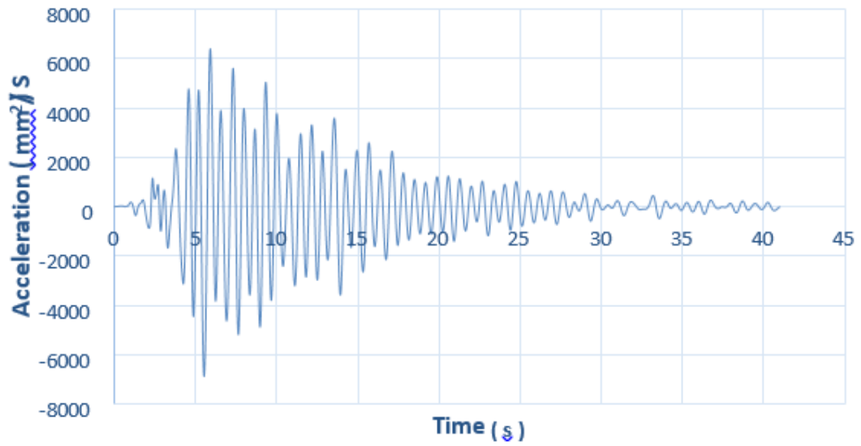
نمودار تغییر مکان - زمان (بدون میراگر ویسکوز)

تغییرمکان بیشینه در سازه‌ی مدل شده‌ی بدون میراگر ۸/۵ سانتی متر می‌باشد. این بدان معنی است که با اضافه کردن میراگر ٦٤ درصد کاهش در تغییر مکان داریم.



نمودار شتاب - زمان (با میراگر ویسکوز)

حدّاکثر شتاب در قاب مدل شده با میراگر ۳۰۰۰ میلی متر بر مجذور ثانیه می‌باشد.



نمودار شتاب - زمان (بدون میراگر ویسکوز)

حدّاکثر شتاب در سازه‌ی بدون میراگر ٦٩٠٠ میلی متر بر مجذور ثانیه می‌باشد، یعنی با اضافه کردن میراگر ٥٦ درصد کاهش در شتاب سازه داریم. با توجّه به این که میراگر ویسکوز استفاده شده در این قاب شتاب و تغییر مکان قاب را کاهش می‌دهد بنا بر این می‌توان آن را در مدل اصلی (قاب ۱۸ طبقه) به کار برد.

مدل موجود در این مقاله با استفاده از سه رکورد زلزله‌ی مورگان، ایمپریال ولی و آلاسکا مورد بررسی قرار گرفته است و پاسخ‌های سازه شامل تغییر مکان بام، شتاب، برش پایه و برش طبقات ارزیابی شده‌است. واحد برش پایه و برش طبقات بر حسب کیلو نیوتن، تغییرمکان بر حسب سانتی متر و شتاب بر حسب متر بر مجذور ثانیه می‌باشد. ارزیابی موجود

اتحادیه انجمن های علمی دانشجویی مهندسی عمران

شامل مقایسه‌ی پاسخ‌های سازه در حالت سازه‌ی بدون میراگر و سازه‌ی همراه با میراگر در چند حالت مختلف می‌باشد که نتایج به تفکیک در ادامه آورده شده‌است:

پاسخ‌های لرزه‌ای زلزله‌ی مورگان

موقعیت قرار گیری میراگر در طبقات	برش پایه (KN)	درصد کاهش برش پایه
بدون میراگر	۱۰۰۹۱	-
میراگر در تمام طبقات	۷۰۲٤	درصد ۳۰
طبقات ۱۸ -۱٤	۷۹۲۹	٤۲/۲۱
طبقات ۱۸-۹	۸۱۹۲	۸۰/۱۸
طبقات ۱۸-۱٦	۷۸۷۷	۹۳/۲۱
طبقات ۱٤-۱۰	۷۹۲۸	٤۳/۲۱
طبقات ۳-۱	۷۸۳٤	٦۳/۲۲

جدول ۱.مقایسه‌ی برش پایه در دو حالت
بدون میراگر و همراه با میراگر

موقعیت قرار گیری میراگر در طبقات	تغییر مکان بام (cm)	درصد کاهش تغییر مکان
بدون میراگر	۹۰/۸٦	-
میراگر در تمام طبقات	٦۰/۵۸	۵۰/۳۲
طبقات ۱۸ -۱٤	۹۰/٦۲	٦۰/۲۷
طبقات ۱۸-۹	۹۰/٦۳	٤٦/۲٦
طبقات ۱۸-۱٦	٤۰/٦٤	۸۷/۲۵
طبقات ۱٤-۱۰	٤۰/٦٦	۵٦/۲۳
طبقات ۳-۱	٦/۷۹	۰۸٤/۰

جدول ۲.مقایسه‌ی تغییر مکان در دو حالت
بدون میراگر و همراه با میراگر

همان طور که در جدول۱ مشاهده می‌شود در صورت قرارگیری میراگر در کلّ طبقات حدود ۳۰ درصد کاهش و در صورت قرارگیری میراگر در طبقات ۱۸-۱٤ یا ۱۸-۱٦ حدود ۲۲ درصد کاهش در برش پایه داریم. با توجّه به نتایج بالا، به کارگیری میراگر در کلّ طبقات به شرطی منطقی به نظر می‌رسد که برای این تعداد میراگر توجیه اقتصادی داشته باشیم.

در جدول ۲ تغییرمکان در سازه‌های مدل شده مورد بررسی قرارگرفته است. در حالتی که میراگر در کلّ سازه به کار برده شود، حدود ۴۲ درصد کاهش در تغییر مکان در بام سازه نسبت به حالتی که میراگر در کلّ سازه به کار می‌رود تفاوت چندانی در کاهش شتاب ایجاد نمی‌کند. به کارگیری میراگر در سازه باعث کاهش ٤۰ درصدی برش در طبقات می‌شود. افزایش تعداد میراگرها در نیمه‌ی بالایی سازه یا قرار دادن میراگر در کلّ سازه تأثیر چندانی در کاهش برش طبقات ندارد.

پاسخ‌های لرزه‌ای زلزله‌ی آلاسکا

موقعیت قرار گیری میراگر در طبقات	تغییر مکان بام) (cm	درصد کاهش تغییر مکان
بدون میراگر	۳۷/۱	-
میراگر در تمام طبقات	۰۰/۵۵	۸۰/۵۹
طبقات ۱۸ -۱٤	۹۰/٦۲	۱۸/۵٤
طبقات ۱۸-۹	۹۵/٦۲	۱۵/۵٤
طبقات ۱۸-۱٦	۵۰/٦٤	۹۰/۵۲
طبقات ۱٤-۱۰	٤۰/٦٦	٦۰/۵۱
طبقات ۳-۱	۰۲۹/۱	۰۵/۲۵

جدول۱. مقایسه‌ی تغییر مکان در دو
حالت بدون میراگر و همراه با میراگر

شود، حدود ۳۳ درصد کاهش و در صورت به کارگیری میراگر در طبقات ۱۸-۱٤ یا ۱۸-۹ حدود ۲۷ درصد کاهش در تغییر مکان داریم. همان طور که از نتایج مشخّص است جابه‌جایی میراگر در نیمه‌ی بالایی سازه نسبت به، به کار بردن میراگر در کلّ طبقات، تغییر چندانی در تغییر مکان ایجاد نمی‌کند. هم‌چنین از جدول۲ برداشت می‌شود که قرار دادن میراگر در طبقات پایینی تأثیر چندانی در کاهش تغییر مکان ندارد (هر چه قدر میراگرها به طبقات فوقانی نزدیک شوند، نتایج بهتری به دست می‌آید).

در صورتی که در سازه میراگر نداشته باشیم تغییر مکان بام حدود ۸۷ سانتی متر می‌شود که در صورت وجود میراگر در کلّ طبقات این عدد به ۵۹ سانتی متر کاهش پیدا می‌کند. هم‌چنین در صورت عدم وجود میراگر حدود ۳۰ سانتی متر تغییر مکان ماندگار در سازه داریم که این عدد در صورت وجود میراگر به ۵ سانتی متر کاهش پیدا می‌کند. در صورتی که میراگر در نیمه‌ی بالایی سازه جابه‌جا شود تفاوت چندانی در ماکزیمم تغییر مکان و تغییر مکان ماندگار سازه ایجاد نمی‌کند. در تغییر مکان بیشینه بین ٦۵-٦۲ سانتی متر و تغییر مکان ماندگار نیز به کمتر از ۲۰ سانتی متر محدود می‌شود. بیش‌ترین کاهش تغییر مکان در طبقه‌ی اوّل می‌باشد. در مدل بدون میراگر ۳٦ سانتی متر تغییر مکان در پایین‌ترین طبقه داریم که این تغییرمکان به ۲۰ سانتی متر در سازه‌ی مدل شده با میراگر کاهش پیدا می‌کند. کاهش تغییر مکان از ۲۰ تا ۳۲ درصد در طبقات متغیّر می‌باشد. با به کارگیری میراگر در کلّ طبقات ماکزیمم ٤۰ درصد کاهش در شتاب طبقات حاصل می‌شود (این کاهش از ۳۰ تا ۵۰ درصد در طبقات مختلف متغیّر می‌باشد). جابه‌جایی میراگر در نیمه‌ی بالایی سازه نسبت به حالتی که میراگر در کلّ سازه به کار می‌رود تفاوت چندانی در کاهش شتاب ایجاد نمی‌کند. به کارگیری میراگر در سازه باعث کاهش ٤۰ درصدی برش در طبقات می‌شود. افزایش تعداد میراگرها در نیمه‌ی بالایی سازه یا قرار دادن میراگر در کلّ سازه تأثیر چندانی در کاهش برش طبقات ندارد.

موقعیت قرار گیری میراگر در طبقات	برش پایه (KN)	درصد کاهش برش پایه
بدون میراگر	۱۳۹۸۱	-
میراگر در تمام طبقات	۹۷۱۰	۳۰
طبقات ۱۸ -۱٤	۷۸۳۹	۹۰/٤۳
طبقات ۱۸-۹	۸۸۳۳	۸۲/۳٦
طبقات ۱۸-۱٦	۸۸۷۹	٤۹/۳٦
طبقات ۱٤-۱۰	۸۸۳٤	۸۱/۳٦
طبقات ۳-۱	۱۵۸۷۵	-۵٤/۱۳

جدول۲. مقایسه‌ی برش پایه در دو حالت
بدون میراگروهمراه با میراگر

در جدول۱ تغییر مکان در سازه‌های مدل شده با اثر دادن رکورد زلزله‌ی آلاسکا مورد بررسی قرارگرفته‌است. در حالتی که میراگر در کلّ سازه به کاربرده‌شود، حدود ٦۰ درصد کاهش و در صورت به کارگیری میراگر در طبقات ۱۸-۱٤ یا ۱۸-۹ حدود ۵۵ درصد کاهش در تغییر مکان داریم. کمترین کاهش در تغییرمکان را زمانی داریم که میراگر در طبقات پایین سازه قرار بگیرد همان طور که در جدول۲ مشاهده می‌شود در صورت قرارگیری میراگر در کلّ طبقات حدود ۳۰ درصد کاهش و در صورت قرار گیری میراگر در طبقات ۱۸-۱٤ ویا ۱۸-۱٦ به ترتیب حدود ٤٤ و ۳۷ درصد کاهش در برش پایه داریم. در سازه‌ی مدل شده‌ی بدون میراگر ۱۳۷ سانتی متر تغییر مکان در بام داریم که این تغییر مکان در صورت قرار دادن میراگر در کلّ سازه به ۵۵ سانتی متر محدود می‌شود. هم‌چنین در حالت اوّل، ۵۵ سانتی متر تغییر شکل ماندگار و در حالت دوم حدود ۲ یا ۳ سانتی متر تغییر شکل ماندگار داریم. قرار دادن وجابه‌جایی میراگر در نیمه‌ی بالایی سازه، تغییر مکان بیشینه را به ٦٤ سانتی متر و تغییر شکل ماندگار را به کم‌تر از ۲۰ سانتی متر محدود می‌کند. کاهش تغییر مکان در پایین‌ترین طبقه ٦۵ درصد و در بالاترین طبقه ٦۰ درصد می‌باشد. لازم به ذکر می‌باشد کم‌ترین کاهش تغییر مکان در طبقه‌ی هفتم است که حدود ٤۰ درصد می‌باشد)میزان کاهش تغییر مکان در کلّ طبقات یک‌نواخت نمی‌باشد. تغییر مکان سازه در صورتی که میراگر در طبقات ۱۸-۹ ، ۱٦-۱۸ یا ۱٤-۱۸ قرار بگیرد تقریباً یکسان می‌باشد. قرار دادن میراگر در کلّ سازه منجر به کاهش حدود ۲۰ درصدی در شتاب سازه می‌شود. قراردادن میراگر در طبقات پایینی منجر به کم‌ترین کاهش و قراردادن آن در طبقات ۱۸-۱٤ منجر به بیش‌ترین کاهش در شتاب می‌شود. کاهش در برش طبقات از ۵۱ درصد در پایین‌ترین طبقه تا ۱۹ درصد در بالاترین طبقه متغیّر می‌باشد.

پاسخ‌های لرزه‌ای زلزله‌ی ایمپریال ولی

موقعیت قرار گیری میراگر در طبقات	تغییر مکان بام) (cm	درصد کاهش تغییر مکان
بدون میراگر	۳۲/۸۱	-
میراگر در تمام طبقات	۱۵/٤۳	۹۳/٤٦
طبقات ۱۸ -۱٤	۰۰/٤۷	۲۰/٤۲
طبقات ۱۸-۹	۹٦/٤۳	۹٤/٤۵
طبقات ۱۸-۱٦	۸٤/٤۸	۹۳/۳۹
طبقات ۱٤-۱۰	۷۹/۵۰	۵٤/۳۷
طبقات ۳-۱	۵۳/۵۵	۷۰/۳۱

جدول۱. مقایسه‌ی تغییرمکان در دو حالت
بدون میراگر وهمراه با میراگر

موقعیت قرارگیری میراگر در طبقات	برش پایه (KN)	درصد کاهش تغییر مکان
بدون میراگر	۵٤٦۰	-
میراگر در تمام طبقات	٤۲٤۰	۳۲/۲۲
طبقات ۱۸ -۱٤	٤۲٤۸	۲۰/۲۲
طبقات ۱۸-۹	٤۲۲۳	٦٤/۲۲
طبقات ۱۸-۱٦	٤۳۵۰	۳۲/۲۰
طبقات ۱٤-۱۰	٤٤۵۹	۳۲/۱۸
طبقات ۳-۱	۵٦۲۰	-۰۲۸/۰

جدول۲. مقایسه‌ی برش پایه در دو حالت
بدون میراگر وهمراه با میراگر

در جدول۱ تغییر مکان در سازه‌های مدل شده با اثر دادن رکورد زلزله‌ی ایمپریال ولی مورد بررسی قرارگرفته‌است. در حالتی که میراگر در کلّ سازه به کار برده شود حدود ٤۷ درصد کاهش و در صورت به کارگیری میراگر در طبقات ۱٤-۱۸ یا ۱۸-۹ حدود ٤۲ و ٤٦ درصد کاهش در تغییر

اتحادیه انجمن های علمی دانشجویی مهندسی عمران

مکان داریم. کم‌ترین کاهش در تغییرمکان را زمانی داریم که میراگر در طبقات پایین سازه قرار بگیرد. همان طور که در جدول۲مشاهده می‌شود قرارگیری میراگر در کلّ طبقات یا در نیمه‌ی بالایی سازه)طبقه ۱۸-۱٤ ، ۱۸-۹(منجر به کاهش ۲۲ درصدی در برش پایه می‌شود (افزایش تعداد میراگرها تاثیری در کاهش برش پایه ندارد.)

در سازه‌ی بدون میراگر بیشینه‌ی تغییر مکان ۸۱ سانتی متر و در سازه‌ای که در کلّ طبقات میراگر دارد، بیشینه‌ی تغییر مکان ٤۱ سانتی متر می‌باشد. هم‌چنین تغییر شکل ماندگار در حالت اوّل ٤۰ سانتی متر و در حالت دوم ۱۰ سانتی متر می‌باشد. ماکزیمم تغییر مکان سازه‌ی مدل شده با میراگر تحت رکورد زلزله‌ی ایمپریال ولی، در صورت قرار گرفتن و جابه‌جایی میراگر در طبقات فوقانی، حدود٤٦ سانتی متر و ماکزیمم تغییر شکل ماندگار حدود ۱۵ سانتی متر می‌باشد. تغییر مکان سازه در طبقات ۱ تا ۱۸، کاهش تغییر مکان از ۷۰ درصد در طبقه‌ی اوّل تا ٤٦ درصد در بام متغیّر می‌باشد. کاهش تغییر مکان در طبقات در صورت قرارگیری میراگر در سازه تقریبا یکسان می‌باشد. بیش‌ترین کاهش در شتاب در صورت قرارگیری میراگر در سازه حدود ۱۰ درصد می‌باشد. قرار دادن میراگر در سازه‌ی تحت اثر رکورد زلزله‌ی ایمپریال ولی تأثیر چندانی در کاهش شتاب سازه ندارد.

نتیجه گیری

با بررسی جداول، نتایج زیر به دست می‌آید:

با بررسی نتایج حاصل از سه رکورد زلزله، این گونه برداشت می‌شود که تأثیر میراگر روی تغییر مکان سازه در زلزله‌های با بزرگای بیش‌تر، بهتر می‌شود (به عنوان مثال در زلزله‌ی آلاسکا، که بزرگای بیش‌تری نسبت به زلزله‌ی ایمپریال ولی و مورگان دارد، ٦۰ درصد کاهش در تغییر مکان سازه داریم). قرارگیری میراگر در کلّ سازه، همیشه کم‌ترین پاسخ‌ها را به دست نمی‌دهد. به طور مثال افزایش تعداد میراگرها باعث افزایش شتاب در سازه می‌شود یا در زلزله‌ی آلاسکا برش پایه در صورت قرارگیری میراگر در کلّ سازه کاهش کم‌تری نسبت به سایر حالات دارد.

قرارگیری میراگر در سازه همیشه روی پاسخ‌های سازه تأثیرگذار نمی‌باشد. به عنوان مثال در زلزله‌ی ایمپریال ولی وجود یا عدم میراگر در سازه تأثیری روی شتاب ندارد. هم‌چنین در این رکورد زلزله، تغییرات برش پایه در تمامی حالات قرارگیری میراگر یکنواخت می‌باشد(کاهش یا افزایش پاسخ‌های سازه در سه رکورد مورد بررسی، با یک‌دیگر متفاوت می‌باشد).

قرار دادن میراگر در نیمه‌ی پایینی سازه کم‌ترین اثر در کاهش پاسخ های سازه را دارد. هم‌چنین مشاهده شد که قرار دادن میراگر در سه طبقه‌ی اوّل سازه تقریباً اثری در کاهش پاسخ‌های سازه ندارد.

با توجّه به جداول، و هم‌چنین با در نظر گرفتن مسائل اقتصادی، مشخّص می‌شود که بهترین حالت قرارگیری میراگر در ۱/٤ بالایی (طبقات ۱۸-۱٤) می‌باشد.

تقدیر و تشکّر

بر خود واجب می‌دانم که از زحمات استاد گرامی، جناب آقای دکتر سیّد محمّد میرحسینی، که در تمام مراحل این مقاله با راهنمایی‌های بی‌دریغشان بنده را مورد لطف و عنایت خود قرار داده‌اند، تشکّر نمایم.

منابع

[۱] باقری،منیره؛فلاح،نصرت اله."تعیین تعداد وچیدمان بهینه میراگرهای ویسکوز در کنترل ارتعاشات لرزه ای ساختمان ها با استفاده از الگوریتم ژنتیک «چهارمین کنگره علمی مهندسی عمران ،دانشگاه تهران،اردیبهشت ۱۳۸۷.

[۲] M. Nakashima and M. Asce, "Evaluation of Simplified and State-of-the-Art Analysis Procedures for Steel Frame Buildings Equipped with Supplemental Damping Devices Based on E-Defense

[۳] زهرایی، مهدی ؛محمدی ، امید "بهبود رفتار لرزه ای قاب های خمشی فولادی به کمک میراگرهای ویسکوز وتعیین نیروی میرایی مناسب آنها»فصل نلمه آنالیز سازه - زلزله، دوره ۱۳، شماره ۱، بهار ۱۳۹۵

استفاده از بتن الیافی در سقف‌های عرشه فولادی

کیوان کیانفر[۱]، فربد کاویان[۲]

۱-مدرس دانشگاه پیام نور، مرکز تهران شمال

۲-کارشناس مهندسی عمران، دانشگاه پیام نور، مرکز تهران شمال

اگر چه امروزه تکنولوژی بتن الیافی به صورت گسترده و قابل توجّهی در نقاط مختلف دنیا و در پروژههای زیربنایی و ساختمان سازی اکثر کشورها مورد استفاده قرار می‌گیرد، امّا در کشور ما مهندسین و دست اندرکاران صنعت ساخت‌وساز آشنایی زیادی با این تکنولوژی ندارند. بتن الیافی می تواند با مزایای ویژه‌ی خود کاربردهایی گسترده در سطح پروژه‌های عمرانی بزرگ کشور داشته باشد. از جمله‌ی این پروژه‌های عمرانی میتوان به روسازیهای بتنی مختلف شامل سطح جادّه، عرشه‌ی پل‌ها، باند فرودگاهها و پارکینگ‌ها، کف‌های صنعتی و حتّی شاتکریت تونلها اشاره کرد. در این مقاله سعی داریم به صورت خلاصه به معرّفی بتن حاوی الیاف پلیمری ماکروسنتتیک، کاربرد آن در کف‌های صنعتی و سقفهای عرشه فولادی و نکات و آیین‌نامه‌های موجود، با هدف ترویج امکان استفاده از الیاف ماکرو مصنوعی در سقف‌های عرشه فولادی، بپردازیم.

کلمات کلیدی: بتن الیافی، الیاف ماکرو مصنوعی، سقف عرشه فولادی، شبکه مش حرارتی.

مقدمه

نخستین مادّه‌ی کامپوزیتی مرکّب در دنیای مدرن، کامپوزیت سیمان-پنبه‌ی کوهی بود، که در سال ۱۹۰۰ توسعه یافت. امروزه از انواع مختلف الیاف برای تقویت مصالح مختلف زیادی مانند اپوکسی، پلاستیک، سرامیک و بتن استفاده می‌شود. یکی از انواع مصالح کامپوزیتی-سیمانی، بتن الیافی است. بتن الیافی در حقیقت نوعی کامپوزیت است که از الیاف رشته و جدا از هم که نقش مسلّح کنندگی را در ماتریس بتن ایفا می کنند، تشکیل شده‌است. این ترکیب کامپوزیتی، یک‌پارچگی و پیوستگی مناسبی داشته و امکان استفاده از بتن به عنوان یک مادّه‌ی شکل‌پذیر را فراهم می آورد. باید توجّه داشت که هدف از افزودن الیاف به بتن تنها افزایش مقاومت نیست، بل که نقش اصلی الیاف کنترل رشد ترک‌های بتن است [۱]. پس از استفاده‌ی اوّلیه از الیاف آزبست (پنبه‌ی کوهی)، طیف گسترده‌ای از الیاف دیگر به همراه سیمان‌های هیدرولیکی با هدف مسلّح سازی مواد مرکّب مورد استفاده قرارگرفته است. این انواع الیاف به طور قابل توجّهی در خصوصیات، تأثیر، هندسه و هزینه با هم تفاوت دارند. به منظور اصلاح رفتار بتن، با پیدایش نخستین ترک‌ها، الیاف با پل زدن بین ترک‌ها به شکل‌پذیری بعد از ترک‌خوردگی کمک می‌کنند.

امروزه الیاف مصنوعی (پلیمری) به طور قابل ملاحظه‌ای به منظور مسلّح سازی مصالح سیمانی مورد استفاده قرار می‌گیرند. برخی الیاف مانند پلی‌پروپیلن، به طور گسترده‌تری مورد استفاده قرار می‌گیرند و الیاف زیاد دیگری نیز وجود دارند که به طور خاص به منظور تقویت ملات و بتن تولید می‌شوند.

به منظور افزایش مقاومت کامپوزیت‌ها، الیاف باید مدول الاستیسیته‌ی بزرگ‌تری نسبت به ماتریس داشته باشند. برای مصالح سیمانی که مدول الاستیسیته در آن‌ها از حدود ۱۵ تا ٤۰ گیگا پاسکال تغییر می‌کند، با استفاده از اکثر الیاف مصنوعی، دست‌یابی به این شرایط دشوار است. از این رو الیاف‌های با مقاومت بالا به منظور مسلّح سازی بتن گسترش یافتند که عبارت « مقاومت بالا» به الیافی با مدول الاستیسیته و مقاومت بالا نسبت داده می‌شود [۱].

نخستین تحقیقات در خصوص الیاف مصنوعی توسّط زنسولد (Zonsveld) ، هنات(Hannant) و کرنچل و شاه (Krenchel and Shah) انجام شد. این تحقیقات به لزوم توجّه و مقابله با معایب ناشی از مدول الاستیسیته‌ی کم الیاف و چسبندگی ضعیف با ملات اشاره داشتند. در ادامه‌ی پیشرفت‌های بیشتر در رابطه با الیاف پلی‌پروپیلن زمانی حاصل شد که پژوهش‌های مختلف نقش مثبت این الیاف در کاربری‌های بتن و سیمان را نشان می‌دادند [۴-۲].

الیاف مصنوعی کورتا ساخته شده از پلی الفین‌های اصلاح شده و متشکّل از رشته‌های بسیار نازک به صورت ماکرو، میکرو و مش می‌باشند که از مدول و مقاومت بالایی برخوردار هستند. این الیاف باعث کاهش جمع شدگی بتن تازه، کنترل ترک‌های ایجاد شده در بتن و افزایش ویژگی‌هایی هم‌چون طاقت، ضربه پذیری و مقاومت در برابر خستگی می شوند. در یک دسته‌بندی کلّی‌تر، این الیاف مصنوعی در دو گروه الیاف ماکرو مصنوعی و میکرو مصنوعی جای می‌گیرند. قطر میکرو الیاف از ۵ تا ۱۰۰ میکرومتر بوده و از طولی برابر ۵ تا نهایتاً ۳۰ میلی متر برخوردار هستند. این در حالی است که ماکرو الیاف قطری بالای ۰/۳ میلی متر دارند [۵].

الیاف ماکرومصنوعی مدول و مقاومت بالا در ایران، توسّط شرکت نانو نخ و گرانول سیرجان با نام الیاف مصنوعی کورتا تولید می‌شوند [۶].

به صورت خلاصه، مهم‌ترین مزایای بتن مسلّح نسبت به الیاف پلیمری ماکرو سنتتیک عبارتند از:

افزایش مقاومت خمشی

افزایش میزان انرژی جذب شده طیّ فرآیند خستگی و شکست مخلوط

پل زدن بین ترک‌ها و کمک به یک‌پارچگی مصالح

جلوگیری از شکست ترد

بهبود مقاومت برشی و پیچشی

مقاومت در مقابل تورّق، سایش و هوازدگی سطح

مقاومت بسیار عالی در مقابل ضربه

حذف فعّالیت‌های سخت و پرزحمت آرماتوربندی

مسلّح سازی قطعات با ضخامت کم

شکل۱ الیاف ماکرو مصنوعی کورتا [۶]

کاربردها در صنعت ساختمان

به طور کلّی، الیاف ماکرو مصنوعی، در صنعت ساختمان، در مواردی هم‌چون سقف‌های عرشه فولادی، کف سازی‌های بتنی یا هر جای دیگری که کاهش یا حذف آرماتورهای حرارتی مدّ نظر باشد، کاربرد دارند.

برخی از فاکتورهای مهم در اجرای ساختمان‌ها به روش جدید، سرعت بالای اجرا، سبک‌سازی، حذف مصالح و روش‌های قدیمی وقت‌گیر و پرهزینه می‌باشند. مهندسین و معماران در سرتاسر دنیا سبک‌سازی و اجرای سریع را به عنوان دو اصل بسیار مهم مورد

طول mm	وزن مخصوص gr/cm³	مدول الاستیسیته MPa	مقاومت کششی MPa	جذب آب	مقاومت در برابر نور	دمای ذوب(°c)	مقاومت اسیدی/بازی
18تا 52	0/0-93/91	700	650	ندارد	دارد	تا 500	بی اثر

جدول۱- خواصّ الیاف پلیمری ماکرو مصنوعی کورتا [۶]

توجّه قرار می‌دهند. ازجمله بخش‌های ساختمان که اهمّیت فوق‌العاده‌ای در سرعت ساخت‌وساز و نیز در وزن سازه دارد، سقف آن می‌باشد. سقف‌های عرشه فولادی از روش‌های نسبتاً جدید اجرای سقف به شمار می‌روند که همواره مورد توجّه بوده‌اند. یکی از انواع بتن‌های مدرن، بتن الیافی است. یکی از زمینه‌های کاربرد بتن الیافی، که در کشور ما کم‌تر به آن توجّه شده‌است، کاربرد این نوع بتن در سقف‌های عرشه فولادی و کف سازی‌های بتنی است.

همان طور که اشاره شد یکی از کاربردهای الیاف ماکرو مصنوعی، به عنوان جایگزین آرماتورهای حرارتی می باشد. به عنوان مثال سقف‌های عرشه فولادی از جمله موارد رایج استفاده از آرماتورهای حرارتی هستند. امروزه استفاده از سقف‌های عرشه فولادی در ساختمان‌های با قاب خمشی فولادی به امری مرسوم تبدیل شده‌است. اگر چه سقف عرشه فولادی اساساً مخصوص ساختمان‌های اسکلت فلزی می‌باشد ولی در ساختمان‌های اسکلت بتنی نیز، با اتّخاذ تدابیر خاص، قابل اجرا است. ورق‌های فولادی موج‌دار، شبکه‌ی مش حرارتی، برش‌گیر و گل‌میخ‌ها اجزای سقف عرشه فولادی را تشکیل می‌دهند. ورق فولادی موج‌دار هم به عنوان یک قالب برای نگه داشتن بتن تازه و نیز جزء اصلی دال مسلّح، پس از سخت شدن بتن، به حساب می‌آید.

شبکه‌ی مش حرارتی نقش مسلّح کننده‌ی ثانویه را دارد که در جهت کنترل ترک‌های ناشی از انقباض و تغییرات حرارتی عمل می‌کند. الیاف می‌توانند برای جلوگیری از ترک‌های پلاستیک، کنترل عرض ترک خوردگی‌ها، افزایش طاقت و جذب انرژی و افزایش ظرفیت باربری دال استفاده شوند. از آن جا که الیاف در جسم بتن، در همه‌ی جهات پراکنده می‌شوند، در صورت تشکیل یک ترک، الیاف در جهات مختلف اتّصالاتی را به وجود آورده و از گسترش بیش‌تر جلوگیری می‌نماید. بنا بر این رشته‌های الیاف به طور فعّال در محدود کردن عرض ترک وارد عمل شده و قابلیت بهره برداری بتن را افزایش می‌دهند.

آیین‌نامه‌ها و استانداردها

استانداردها و آیین‌نامه‌های ساختمانی مختلفی با عنوان مرجع در ساخت سقف‌های عرشه فولادی مورد استفاده قرار می‌گیرند[۷-۱۰]. در ادامه به قسمت‌های برگزیده‌ای از این آیین‌نامه‌ها اشاره شده‌است که به مهندسین و طرّاحان امکان استفاده از الیاف و سیستم الیافی را به منظور دست‌یابی به اهداف پروژه می‌دهد.

استاندارد SDI C-2011 برای دال‌های کامپوزیت با عرشه فولادی، یکی از استانداردهای Steel Deck Institute است که در ۳۰ نوامبر ۲۰۱۱ منتشرشده‌است [۷]. این استاندارد به منظور تعیین مقاومت اسمی و سختی دال کامپوزیت عرشه فولادی استفاده می‌شود. در بخش طرّاحی این استاندارد (بخش ۲-۴) و قسمت ۱۳ به بیان تقویت سقف در مقابل دما و انقباض پرداخته شده و روش‌های مسلّح سازی ترک را بیان می‌کند. در این قسمت سه روش مسلّح سازی برای کنترل ترک را به صورت زیر تعریف می‌کند:

۱.شبکه‌ی میلگردی یا میلگردهای تقویتی

۲.بتن الیافی با استاندارد ASTM C۱۱۱۶، نوع ۱، حاوی الیاف فولادی مطابق با معیارهای ASTMA۸۲۰، نوع ۱ ، نوع ۲، نوع ۵ در یک نرخ معیّن مقدار تولید شده با تولیدکننده‌ی الیاف و نه کم‌تر.

۳.بتن الیافی مطابق با استاندارد ASTM C۱۱۱۶، نوع ۳، حاوی الیاف ماکرو مصنوعی و مطابق معیارهای ASTM D۷۵۰۸ در یک نرخ معیّن مقدار تعیین‌شده توسّط تولیدکننده‌ی الیاف و نه کم‌تر.

این استاندارد در ادامه بیان می‌کند که اگر از الیاف در سقف عرشه فولادی استفاده شود، طرّاح باید شروط کنترل کیفیت

شکل۲- تصویر شماتیک کنترل ترک خوردگی در بتن حاوی الیاف ماکرو مصنوعی

الیاف را مطابق با ACI٥٤٤/٣R بر اساس مشخّصات پروژه بررسی کند.

طبق آیین‌نامه‌ی انجمن بتن آمریکا ACI٣٦٠R-١٠»طرّاحی دال‌های بتنی روی کف» موارد زیر قابل توجّه است[٨]:

•در فصل سوم این آیین‌نامه و قسمت ٢-٣-٣: برای کنترل عرض ترک در دال‌های مسلّح می‌توان از میل‌گرد، صفحات مش جوش داده شده، الیاف فلزی و الیاف ماکرو مصنوعی استفاده شود.

•فصل یازدهم و بخش ٢-١١: استفاده از الیاف ماکرو مصنوعی برای کنترل ترک‌های جمع‌شدگی ناشی از خشک شدن با میزان ٠/٢ -١ درصد حجمی و طول ٠/٥-٢/٥ اینچ

•بخش ١-٢-١١: طاقت خمشی بتن با استفاده از الیاف‌های ماکرو مصنوعی افزایش چشم‌گیری خواهد داشت.

•بخش ٣-٢-١١: فواصل بین درزهای کنترلی (انقباضی) بر طبق آیین‌نامه‌ی قدیمی ACI، ٢٤ تا ٣٦ برابر ضخامت دال می‌باشد امّا در آیین‌نامه‌ی جدید برای انواع دال‌های مسلّح و غیر مسلّح این موضوع تفکیک شده‌است. به این ترتیب که برای دال‌های غیر مسلّح و بتن‌های مسلّح شده با الیاف میکرو مصنوعی این فاصله کاهش یافته و در بیش‌ترین مقدار به ٢٤ تا ٣٦ برابر ضخامت دال محدود شده‌است. موضوع مهم این است که تمامی مقادیر جدید و قدیمی تعیین شده توسّط کمیته‌ی فنّی ACI بر اساس محاسبات مهندسی نبوده و بلکه بر اساس تعداد زیادی از پروژه‌های اجرا شده‌ی واقعی موفّق و ناموفّق تنظیم شده‌اند. به همین خاطر در ویرایش‌های جدید دست طرّاحان دال‌های کف، باز گذاشته شده تا به یک مقدار مناسب فاصله بین درزها برای کاهش ترک‌ها برسند.

موضوع مهم در آیین‌نامه‌ی جدید این می باشد که بر عملکرد بسیار مناسب الیاف ماکرو مصنوعی، تأکید شده و بیان شده‌است که استفاده از الیاف ماکرو مصنوعی اجازه‌ی ایجاد درزهای کنترلی در فواصل بیش‌تری را می‌دهد. بنا بر این با توجّه به تأیید این آیین‌نامه مبنی بر امکان افزایش فاصله‌ی درزها در کف سازی‌ها، با استفاده از افزایش مصرف الیاف ماکرو مصنوعی در بتن، دیگر قید و اجباری بر استفاده از درز با فرمول ٢٤ تا ٣٠ برابر ضخامت دال نمی‌باشد.

٤- برخی نمونه پروژه‌های اجرا شده (استفاده از الیاف ماکرو مصنوعی به عنوان جایگزین میل‌گردهای حرارتی)

بنا بر این امروزه به منظور کاهش ترک‌های سطحی بسیار زیاد که در سقف مسلّح شده با میل‌گرد به وجود می‌آید و هم‌چنین افزایش کیفیت و سرعت اجرا و کاهش خطرات ناشی از مصرف میل‌گرد در پروژه‌های بلند مرتبه، که کارگران و مهندسین را بیش‌تر تهدید می‌کند، استفاده از الیاف ماکرو مصنوعی به عنوان جایگزین میل‌گرد حرارتی افزایش یافته است. در ادامه به تعداد کمی از پروژه‌های بزرگ و پراهمّیت، انجام شده اشاره می‌شود.

•پروژه‌ی شرکت sigma thermal واقع در Marietta،GA: این شرکت برای مسلّح کردن بتن کف سازی خود با حجم ٦١٠ مترمکعّب و حذف آرماتورهای حرارتی از الیاف ماکرو مصنوعی استفاده کرده‌است.

•پروژه‌ی شرکت Amazon: استفاده از الیاف ماکرو مصنوعی به منظور حذف آرماتورهای حرارتی در یک دال عظیم بتنی با مساحت ٢١٣٣٠ متر مربّع (شکل ٣).

•مرکز درمانی wexner در دانشگاه ایالت اوهایو: در این پروژه و در یک مرکز درمانی ٢٢ طبقه نیاز به اجرای آرماتور در مساحت حدود ٧٢٠٠٠ متر مربّع بود، که به منظور تسریع در سرعت اجرای پروژه از الیاف ماکرو مصنوعی، به جای میل‌گردهای حرارتی استفاده شده که از لحاظ اقتصادی نیز بسیار مقرون به صرفه بود (شکل ٤).

•پروژه‌ی دادگاه فدرال Yuma در ایالت متّحده: اجرای کف‌سازی روی زمین برای دادگاه فدرال یوما، به دلیل شرایط خاص، تعداد زیادی از مهندسین، طرّاحان و تولید کنندگان بتن را به خود مشغول کرده بود. به خاطر وجود شرایط بد آب و هوا و دمای بالای بتن ریزی در شب انجام شد. برای کنترل ترک‌های حرارتی و جمع شدگی راه‌کارهای مختلفی پیشنهاد شد. در نهایت به منظور رفع نگرانی‌ها و اطمینان از الیاف ماکرو مصنوعی برای مسلّح کردن در برابر ترک‌های حرارتی استفاده شد (شکل ٥).

شکل ٣- استفاده از الیاف ماکرو مصنوعی در یک دال عظیم بتنی به جای میل‌گردهای حرارتی

شکل٤- استفاده از الیاف ماکرو مصنوعی به جای میل‌گردهای حرارتی در پروژه‌ی دانشگاه ایالت اوهایو

شکل٥- استفاده از الیاف ماکرو مصنوعی به منظور کنترل ترک‌های حرارتی و جمع‌شدگی در پروژه‌ی دادگاه فدرال یوما

مراجع:

[١] A. Bentur, S. Mindess, Routledge, Fibre Reinforced Cementitious Composites, Second Edition, November ٢٠٠٦,١٦ by CRC Press.

[٢] J.J. Zonsveld, 'Properties and testing of concrete containing fibres other than steel', in A. Neville (ed.) Fibre Reinforced Cement and Concrete, Proc. RILEM Symp., The Construction Press, Lancaster, England, ١٩٧٥, pp. ٢١٧-٢٢٦.

[٣] D.J. Hannant, 'Polymer fibre reinforced cement and concrete', in D.M. Roy, A.J. Majumdar, S.P. Shah and J.A. Manson, Advances in Cement-Matrix Composites, Proc. Symp. L, Materials Research Society, Pittsburgh, PA, ١٩٨٠, pp. ١٧١-١٨٠.

[٤] H. Krenchel and S.P. Shah, 'Synthetic fibres for tough and durable concrete', in R.N. Swamy, R.L. Wagstaffe and D.R. Oakley (eds) Developments in Fibre Reinforced Cement and Concrete, Proc. RILEM Symp. Sheffield, RILEM Technical Committee FTR-٤٩, ١٩٨٦, Paper ٤/٧.

[٥] S. Fallah, M. Nematzadeh, 'Mechanical properties and durability of high-strength concrete containing macro-polymeric and polypropylene fibers with nano-silica and silica fume', Construction and Building Materials ١٣٢ (٢٠١٧) ١٧٠-١٨٧.

[٦] www.sirjannano.com.

[٧] Standard for ٢٠١١-SDI C Composite Steel Floor Deck - Slabs.

[٨] Guide to Design of ACI ٣٦٠R-١٠, Slabs-on-Ground, Reported by ACI ٣٦٠ Committee American Concrete Institute, April ٢٠١٠.

[٩] ASCE (١٩٨٥), "Specifications for the design and construction of composite slabs." New York, N.Y

[١٠] Davies JM & Fisher J (١٩٧٩). «The Diaphragm Action of Composite Slabs.» Proc. Institution of Civil Engineers, London, England, ٦٧ (Part٢), ٨٩١-٩٠٦.

Roesler J., Bordelon A., Ioannides A., Beyer D Wang, M., (٢٠٠٨). "Design and Concrete Material Requirements For Ultra-Thin White topping". Illionoise Center for Transportaion.

درسوگ سازه!

محمّد زندی
کارشناس ارشد مهندسی عمران
دانشگاه آزاد علوم و تحقیقات، تهران

بم کرمان؛ ورزقان آذربایجان؛ پلاسکو در تهران؛ ازگله‌ی کرمانشاه؛ ملارد البرز و... . این تنها بخشی از اسامی‌ای است که هر از چند گاهی به سرخطّ خبرها و هشتگ‌ها در فضای مجازی تبدیل شده و پس از چند هفته در بایگانی تاریخ گم می‌شوند، امّا این واژگان بیش از آن که یادآور درد و اندوه جان‌کاه حادثه دیدگانشان باشند، متذکّر فجایع سازه‌ای، رخ نموده‌اند!

ضعف سازه‌ای در برابر حوادث و بلایای طبیعی و غیرطبیعی، سالیانی است که زندگی ساکنین ساختمانی را تهدید می‌کند و جان بسیاری از هم‌وطنان را می ستاند! از سال ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۶ و طیّ حدود این ۱۴ سال، ۲۶هزار نفر در بم، ۳۰۰ نفر در ورزقان، ۲۶ نفر در پلاسکو و ۶۰۰ نفر در مناطق غربی کرمانشاه کشته؛ و ۵۰ هزار واحد در کرمانشاه، ۱۸ هزار واحد در ورزقان و بیش از ۷۰ درصد واحدهای مسکونی در بم، آسیب دیده یا به طور کامل تخریب شده‌اند.

تحلیل این آمار حیرت‌آور و تأسّف‌بار زمانی بغرنج‌تر می‌شود که بدانیم، فارغ از آمار جان‌باختگان، فاجعه بیش‌تر برای آن دسته از حادثه دیدگانی است که اگر چه جان سالم به در برده‌اند امّا با توجّه به ویرانی تمام سازه‌ی محلّ زندگی یا کسب‌شان، و از شدّت مشقّات پس از حادثه، روزی هزار بار آرزوی مرگ می‌کنند!

در این بین، با توجّه به اصل «پیشگیری بهتر از درمان»، این سؤال در ذهن ایجاد می‌شود که اصولاً چرا باید حادثه‌ای مثل زلزله تا بدین حد خسارات جانی و مالی در پی داشته باشد؟!

پاسخ به سؤال مذکور، اگر چه سالیان سال است که در کشورهای آسیای شرقی و جنوب شرقی، به نحو مبسوطی داده شده‌است، امّا جای تأسّف دارد که در کشور زلزله‌خیزی به نام ایران، کماکان پاسخی شایسته برای آن یافت نمی‌شود!

ناگفته نماند اگر چه اصلاح و بهبود قوانین -هم‌چون بازنگری در آیین‌نامه‌ی استاندارد زلزله ۲۸۰۰ در سال های ۸۶ و ۹۳- اقدامی مناسب در راستای کاهش خسارات احتمالی ناشی از زلزله محسوب می‌شد، امّا فجایع رخ داده پس از آن نشان داد که بهبود قوانین و مقرّرات در این زمینه، اگرچه شرطی «لازم» است امّا «کافی» نیست!

حوزه‌ی مسکن و ساخت و ساز کشور نیز، هم‌چون سایر حوزه‌ها، اگر چه قوانین و مقرّرات استاندارد و قابل قبولی را پشتیبان خویش می‌بیند، امّا ضعف در اجرا، تخطّی از این قوانین و عدم نظارت دقیق بر حسن اعمال مقرّرات باعث شده تا اکثریت سازه‌های موجود در ایران از کیفیت قابل ملاحظه‌ای برخوردار نباشند.

برای درک بهتر موضوع، فردی عادی را در نظر بگیرید که به دنبال خرید واحدی مسکونی به جست‌وجو می‌پردازد و پس از مدّتی، خانه‌ای را پسند می‌کند. ملاک انتخاب اکثریت خریداران امّا تنها در پارامترهایی چون «قیمت مسکن»، «سهولت دسترسی به شریان‌های اصلی»، «وجود پارکینگ و انباری و آسانسور»، «تعداد اتاق خواب»، «سیستم‌های گرمایش و سرمایش»، «دارا بودن بالکن و نورگیر» و به طور کلّی «معماری ظاهری بنا» خلاصه می‌شود. در این میان امّا کم‌تر خریداری در هنگام بازدید از خانه‌ی مورد پسندش، پارامترهای سازه‌ای هم‌چون «مشخّصات فنّی ساختمان»، «اسکلت فلزی یا بتنی»، «پی یا فنداسیون»، «بادبندها یا دیوارهای برشی»، «مصالح بنایی»، «لوله کشی گاز و آب و فاضلاب»، «شروط ایمنی نظیر پلّه‌ی فرار، آسانسور و سیستم اعلان و اطفای حریق» و سایر موارد این چنینی را مدّ نظر قرار می‌دهد. البتّه گناه این بی‌توجّهی یا کم‌توجّهی نسبت به پارامترهای فنّی سازه بر گردن خریدار نیست، چرا که اوّلاً؛ به احتمال زیاد فاقد تخصّص و قدرت تشخیص موارد فنّی است و ثانیاً؛ پایان کار صادره از سوی «شهرداری» و نظارت‌های فنّی «نظام مهندسی»، که منتج به صدور سند مالکیت تک برگی شده‌است، را کافی می داند.

ناگفته پیداست که فجایع رخ داده پس از زلزله‌ها در سراسر کشور در نقض اطمینان به مجوّزهای صادره از نهادهایی چون شهرداری‌ها و سازمان‌های نظام مهندسی کفایت می‌کند و شایسته نیست صرف تأییدیه از سوی نهادهای ذی‌ربط، به پایداری ساختمان‌ها در هنگام بروز خطرات دل خوش نمود!

شاهد مثال آن که وقتی رییس سازمان پیشگیری و مدیریت بحران استان تهران اظهار می‌دارد: « هم اکنون بیش از ۳۰ درصد سازه‌های در حال احداث در پایتخت ناایمن هستند» یا هنگامی که مدیرعامل سازمان آتش‌نشانی تهران صراحتاً بیان می‌کند: «۲۴۳ ساختمان بسیارپرخطر، ۳هزار ساختمان بسیارپرخطر یا پرخطر و ۷هزار ساختمان پرخطر در تهران شناسایی شده که حتّی در قیاس با ساختمان پلاسکو، ریسک ایمنی بسیار بالاتری دارند.» یا زمانی که رییس سازمان نظام مهندسی تهران اقرار می‌کند: «به جز ۶۰ تا ۷۰ عدد ساختمان، تمامی سازه‌های موجود در تهران فاقد شناسنامه‌ی فنّی و ملکی بوده و بیش از ۹۰ درصد ساختمان‌های در حال ساخت در تهران فاقد مجری ذی‌صلاح هستند» نشان از آن دارد که نظارت‌های مکفی و قانونی بر نحوه‌ی اجرای ساختمان‌ها در شهر زلزله‌خیزی، هم‌چون تهران، کماکان رویایی دست نیافتنی است!

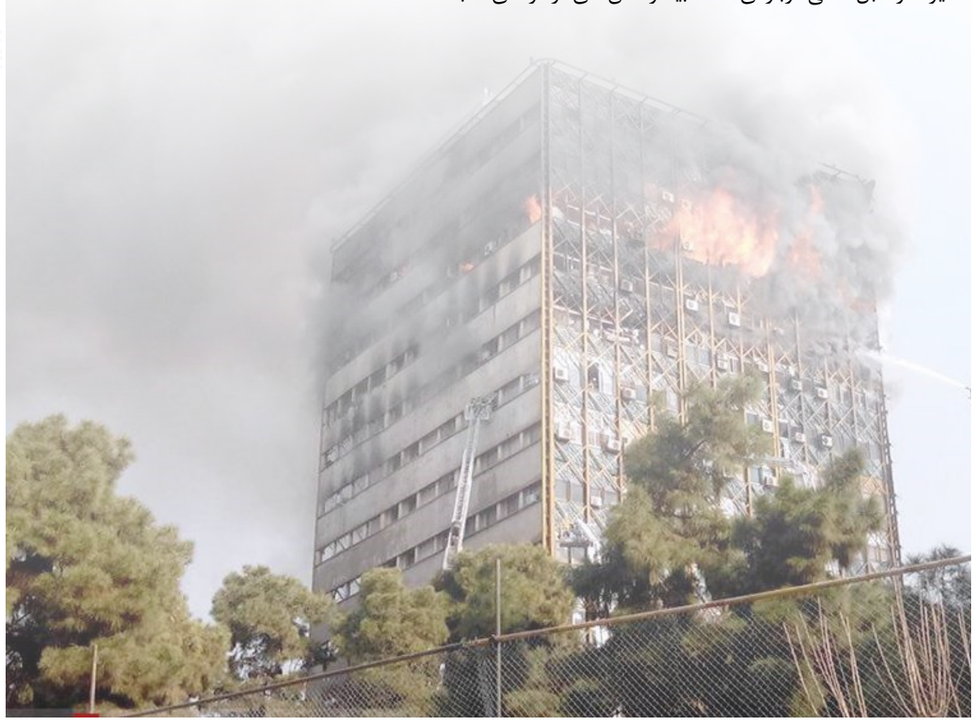
از سوی دیگر وقتی دو نهاد «شهرداری‌ها» و «سازمان‌های نظام مهندسی» -که مسؤولیت مستقیم در امر ساخت و ساز را بر عهده دارند- درگیر حواشی نظیر «تراکم فروشی» و «جوازهای غیرقانونی» یا «امضا فروشی» و «نظارت‌های صوری» هستند، مسلّم است که سازه‌های برآمده از این سبک و سیاق، نهایتاً چه از آب درخواهند آمد!

ماجرا امّا به سازه‌های در حال ساخت یا جدیدالاحداث، ختم نمی‌شود چرا که یکی از وظایف ذاتی نهادهای قانونی در حوزه‌ی معماری و شهرسازی، پایش دائمی و مستمر سازه‌های با عمر بالا یا به اصطلاح بافت‌های فرسوده به منظور پیشگیری از حوادث احتمالی آتی است که گویی به طور کلّی فراموش شده‌است! به عنوان نمونه نهادهای دخیل می‌باید با آزمون‌های غیرمخرّب سازه‌ای (non-destructive testing) نقش پی‌گیرانه‌ی خود را در این زمینه ایفا کنند که متأسّفانه رویداد فجایعی نظیر «ساختمان پلاسکو» نشان از آن داشت که با استمرار روند کنونی باید منتظر بلایای خودساخته‌ی دیگری از این قبیل بود!

در همین زمینه نباید به آمار بیمارستان‌ها و مدارس فرسوده در سراسر کشور نیز بی‌توجّه بود. بنا بر گفته‌ی معاون فنّی و نظارت سازمان نوسازی، توسعه و تجهیز مدارس کشور «بیش از ۶۷ درصد مدرسه‌های کشور از فرسودگی رنج می‌برند و این فرسایش بنای مدارس، جان بیش از ۴/۵ میلیون دانش آموز را تهدید می‌کند»! در عین حال امّا سخنگوی وزارت بهداشت نیز آمار قابل تأمّلی درباره‌ی تعداد بیمارستان‌های فرسوده‌ی کشور ارائه می‌کند:« در حال حاضر حدود ۶۰ درصد بیمارستان‌های بزرگ کشور فرسوده‌اند.»! جالب این که این آمار ۶۰ درصدی تنها مربوط به بیمارستان‌های قدیم الاحداث است و اگر بخواهیم آمار بیمارستان‌های جدید التأسّیس امّا غیرمهندسی‌ساز -هم‌چون بیمارستان تازه افتتاح شده‌ی «شهدای سرپل‌ذهاب» که در زلزله‌ی اخیر کرمانشاه تخریب و غیرقابل استفاده شد!- را به آمار فوق بیفزاییم، فاجعه در این بخش را غیر قابل تصوّر خواهد کرد!

ناگفته نماند که اوضاع ساخت‌وساز در سایر شهرستان‌ها، حتّی از تهران و مراکز استان‌ها نیز وخیم‌تر است. اگر در تهران یا سایر مراکز استان، نظارت‌هایی، هرچند فرمالیته، بر سازه‌ها اعمال می‌شود، در شهرستان‌ها از نظارت‌های حدّاقلّی نیز خبری نیست. چه آن که بسیار دیده شده‌اند خانه‌های ۱ الی ۲ طبقه با عمر بالا که ساکنان آن بدون توجّه به قدرت تحمّل پی و تاب‌آوری ستون‌ها، و بدون هر گونه محاسبات مهندسی و به شکلی کاملاً سنّتی و تجربی، اقدام به افزودن بعضاً ۲ تا ۳ طبقه به بنای اوّلیه نموده‌اند!

در پایان امّا نمی‌توان از نقش دلّالان و سوداگران عرصه‌ی ساخت و ساز در غیرایمن بودن ساختمان‌ها نیز غافل بود. چه بسیارند به اصطلاح «بساز و بفروش»هایی که بدون هیچ تعهّد و تخصّصی در حوزه‌ی ساختمان، و به قیمت سود بیش‌تر، جان انسان‌ها را به بازی می‌گیرند و با استفاده از مصالح نامرغوب، سازه‌هایی را بنا می‌کنند که استواریشان به نسیمی بند است!



اهمّیت بررسی عملکرد و عوامل آسیب به ساختمان های آموزشی در هنگام وقوع زلزله

(مطالعه‌ی موردی فضاهای آموزشی سرپل‌ذهاب)

یونس رفیعی زاده[1] ، یونس عباسی[2]
دانشجوی کارشناسی مهندسی عمران دانشگاه رازی، کرمانشاه
کارشناس ارشد مهندسی سازه دانشگاه آزاد ، واحد تهران مرکز

زلزله در مقایسه با سایر بلایای طبیعی، شرایط خاصّی دارد. از آن جا که کشور ایران در منطقه‌ای زلزله‌خیز واقع شده‌است، هر چند سال یک بار شاهد زلزله‌ای عظیم در گوشه‌ای از کشور هستیم. از اقدامات مهم و تأثیرگذار در کاهش خطرپذیری کشور در برابر زلزله، بازسازی و به‌سازی لرزه‌ای (مقاوم‌سازی) ساختمان‌های موجود است که چند سالی است در دستورکار قرا ر گرفته و با حمایت دولت و مجلس شورای اسلامی، اعتبار مناسبی برای مقاوم‌سازی مدارس آسیب‌پذیر کشور اختصاص یافته است. فضاهای آموزشی به دلیل شرایط ویژه‌ای که دارند، از جمله سازه‌هایی هستند که در هنگام زلزله باید از مقاومت کافی برای جلوگیری از خرابی ناشی از زلزله برخودار باشند. تجربه‌ی واقعه‌ی اندوه‌بار زلزله‌ی شهر تاریخی بم، علاوه براین که واقعیت فاجعه ناشی از فرسودگی ساختمان‌ها را آشکار نمود، متذکّر شد که مدارس احداثی سال‌های اخیر می‌توانند به عنوان پایگاه امن و مقاوم و ماندگار در امر امداد و کمک‌رسانی به زلزله‌زدگان یا بازماندگان دیگر حوادث غیر مترقّبه مورد استفاده قرار گیرد. با این اوصاف بودجه‌ای در اختیار سازمان نوسازی مدارس کشور قرار گرفت تا برای تخریب، بازسازی و مقاوم‌سازی مدارس بدون استحکام سراسر کشور هزینه نماید. در راستای تحقّق این امر، سازمان نوسازی مدارس، به عنوان متولّی امر مقدّس مدرسه سازی، مقاوم‌سازی مدارس موجود و هم‌چنین ارتقای ضریب ایمنی مدارس در حال ساخت را دستور کار خود قرار داده است. در این مقاله به بررسی اهمّیت مقاوم‌سازی مدارس پرداخته می‌شود.

کلمات کلیدی: زلزله، بازسازی، فضای آموزشی، بازسازی

مقدّمه:

در میان پدیده‌های خطرزا، مقابله در برابر حوادث طبیعی نظیر زلزله، سیلاب، طوفان و... همواره به صورت یک دغدغه برای انسان مطرح بوده‌است. در میان این حوادث، زلزله به خاطر تفاوت‌هایی که با سایر بلایای طبیعی دارد از اهمّیت خاصّی برخوردار است. در واقع قدرت تخریب بسیار زیاد، زمان بسیار کوتاه وقوع، حوزه‌ی تخریب بسیار وسیع و عدم امکان پیش‌بینی وقوع از عواملی هستند که اهمّیت پرداختن به زلزله را افزایش می‌دهند.

ایران یکی از زلزله‌خیزترین کشورهای دنیا محسوب می‌شود و شهرهای آن در اثر این پدیده‌ی طبیعی آسیب‌های فراوانی دیده‌اند. ایران به سبب موقعیت جغرافیایی خود همواره در معرض انواع سوانح طبیعی می‌باشد که هر از گاهی بخش‌های مختلفی از آن را تحت تأثیر قرار داده و اثرات زیان‌باری به جای می‌گذارد. واقع شدن ایران بر روی کمربند زلزله‌خیز آلپ-هیمالیا موجب شده‌است که رخداد زمین‌لرزه به عنوان یکی از بلایایی که بیشترین آسیب را در کشور به وجود می‌آورد، مطرح می‌شود. چنین رخدادی همواره سبب تغییرات زیاد محیطی شده و خسارت‌های فراوانی بر جا می‌گذارد.

خطر زمین‌لرزه در شهر کرمانشاه، به واسطه‌ی موقعیت جغرافیایی و زمین‌ساختی، وجود گسل‌های متعدّد در سطح استان، وقوع زلزله‌های مخرّب تاریخی متعدّد در محدوده‌ی

استان و سایر شواهد تکتونیکی و زمین‌شناختی، بسیار بالا ارزیابی می‌شود.

بیان مسأله:

زلزله‌ای که در تاریخ ۲۱ آبان ماه سال ۱۳۹۶ با بزرگای گشتاوری ۷٫۳ ریشتر در فاصله‌ی ۱۰ کیلومتری شهر ازگله و حدود ۳۷ کیلومتری شمال‌غرب شهرستان سرپل‌ذهاب استان کرمانشاه رخ داد، موجب خسارات وسیعی در نواحی روستایی و شهری کرمانشاه شد. اگر چه در محدوده‌ی روی مرکز زلزله بعضاً تلفات و خسارات سنگین در نواحی روستایی مشاهده می‌شود امّا حجم تلفات و خسارات شهرها و روستاهای زلزله‌زده با نزدیک شدن به شهر سرپل‌ذهاب افزایش قابل ملاحظه‌ای داشته است، به گونه‌ای که بیش‌ترین تلفات و خسارات در شهر سرپل‌ذهاب مشاهده می‌شود.

یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثّر بر پاسخ لرزه‌ای زمین و حجم خرابی‌ها، وضعیت زمین شناسی، ژئوتکنیکی و توپوگرافی محیط است. به هنگام وقوع زلزله، شدّت حرکت سطح زمین و حجم خرابی‌ها نه تنها تابع مشخّصات چشمه و فاصله‌ی ساختگاه از گسل مسبّب، که نیز تابع مشخّصات مکانیکی لایه‌های تحت الارضی و هم‌چنین مشخّصات هندسی روسطحی و زیرسطحی ساختگاه است واز همین رو به هنگام زلزله، بیشینه شتاب و شدّت ارتعاش سطح زمین در برخی نقاط به میزان قابل ملاحظه‌ای از نقاط دیگر حتّی در یک شهر بیش‌تر است. خطر ارتعاش بالای زمین، به ویژه در نقاطی موضوعیت دارد که پریود طبیعی (یا دینامیکی) ساختگاه و پریود غالب حرکت سنگ کف لرزه‌ای نزدیک یک‌دیگر باشند.

ساختمان‌های آموزشی یکی از اولویت‌های دولت بعد از وقوع زلزله‌ها به شمار می‌رود. این واقعه توجّه دولت‌مردان را به این نکته جلب می‌کند که اثرات زلزله بر ساختمان‌های آموزشی در کشور ایران یک ضرورت به شمار می‌رود که اگر پاسخ مناسب به آن داده نشود و راه حلّ مناسبی برای آن دیده نشود در مقابل نسل‌های آتی کشور، که متأثّر از حادثه می‌گردند مسئول خواهند بود.

این پژوهش به منظور شناسایی عوامل آسیب اثرات زلزله بر ساختمان‌های آموزشی با مطالعه‌ی موردی ساختمان جدید و قدیم دانشگاه پیام نور شهر سرپل‌ذهاب انجام خواهد گرفت. در ابتدا با مطالعه‌ی ادبیات موضوع و تحقیقات انجام شده پیرامون اثرات زلزله‌ی مذکور به ساختمان‌های آموزشی پرداخته خواهد شد و در ادامه به بررسی علّت تفاوت نوع و میزان آسیب در هر دو ساختمان مذکور خواهیم پرداخت.در این میان مطالعه‌ی تأثیر روش‌های مقاوم‌سازی ساختمان‌های آموزشی با توجّه به نتایج به دست آمده از ساختمان‌های آموزشی مقاوم‌سازی شده توسّط نوسازی مدارس بررسی و ارزیابی خواهد شد.

یکی از سؤال‌هایی که بلافاصله بعد از وقوع زلزله‌ی سرپل‌ذهاب مطرح شد، چرایی گستردگی خرابی‌ها در شهر سرپل‌ذهاب در مقایسه با دیگر مناطق تحت تأثیر زلزله و حتّی نسبت به منطقه‌ی پیرامون مرکز زلزله بود. یک پاسخ به این سؤال، از سوی متخصّصین زلزله‌شناسی، اثر جهت پذیری است. آن‌ها مطرح می‌کنند که نقطه‌ی اعلام شده به عنوان محلّ وقوع زمین لرزه در ازگله، در واقع نقطه‌ی شروع گسیختگی را نشان می‌دهد و با توجّه به خسارت کم در ازگله و خسارت زیاد در سرپل‌ذهاب و هم‌چنین الگوی پس‌لرزه‌های گسیختگی از ازگله به سمت سرپل حرکت کرده و باعث ایجاد اثر جهت پذیری در این زمین‌لرزه شده‌است. وجود جهت پذیری سبب می‌شود مناطقی که روبه‌روی جهت حرکت گسیختگی قرار می‌گیرد، جنبش نیرومندتری را در مقایسه با بقیه‌ی شهرها تجربه کند. در این بخش از مطالب نشریه‌ی ۵۲۵ با موضوع راهنمای ارزیابی پتانسیل روان‌گرایی خاک، پیامدها و روش‌های کاهش مخاطرات آن استفاده خواهد شد.

اگر چه به نظر می‌رسد این پدیده با توجّه به شواهد موجود و الگوی پس‌لرزه‌ها یکی از دلایل قابل قبول برای توضیح شدیدتر بودن خرابی‌ها در سرپل‌ذهاب باشد، امّا نمی‌تواند تنها دلیل باشد چرا که توزیع خرابی‌ها در خود شهر هم یکنواخت نبوده و تفاوت چشم‌گیری در نقاط مختلف شهر، حتّی با توجّه به مشابهت نوع ساخت‌وسازها دارد. این امر سبب می‌شود که به دنبال دلایل دیگر اثرات آسیب به ساختمان‌ها، من جمله نحوه‌ی اجرا، نوع سیستم لرزه بر سازه و... باشیم.

از حیث خسارات سازه‌ای و غیر سازه‌ای (عدم رعایت نشریه‌ی ۷۴۳ با موضوع دستورالعمل ارزیابی ساختمان‌ها و بهسازی لرزه‌ای اجزای غیرسازه‌ای) وارده به سازه‌ها نیز یکی از بیش‌ترین موارد تخریب و خسارت وارده مربوط به جدایی و ریزش نماهای ساختمان‌ها و ملحقات آن‌ها، ریزش سقف‌های کاذب، ریزش دیوارهای غیرسازه‌ای و ملحقات ساختمان به عنوان یکی از شایع‌ترین الگوهای خسارت به سازه‌های آموزشی تلقّی می‌شود و بر این اساس نمای ساختمان‌ها که در بسیاری از موارد ضوابط کامل نشریه‌ی ۷۱۴ (دستورالعمل طرّاحی سازه‌ای و الزامات عملکردی و اجرای نمای خارجی ساختمان‌ها) در اتّصال آن‌ها به جداره‌ی ساختمان رعایت نشده‌است و دارای مصالح متنوّع و غیرهمگون می‌باشد و به عنوان بخش ضعیف ساختمان دچار آسیب جدّی در ارتعاشات زلزله شده و جدایی و ریزش در آن‌ها رخ داده است.

مطالعات اثرات زلزله و بهسازی و مقاوم‌سازی ساختمان‌های آموزشی یکی از اولویت‌های اصلی دولت بعد از وقوع زلزله‌ی بم به شمار می‌رود. این واقعه توجّه دولت‌مردان را به این نکته جلب کرد که مطالعه و بهسازی ساختمان‌های آموزشی در کشور ایران یک ضرورت تاریخی است که اگر پاسخ مناسب

به آن داده نشود در مقابل نسل‌های آتی کشور که متأثّر از این حادثه می‌شود، مسئول خواهند بود. لذا این امر منجر به تخصیص اعتبار در بخش‌های مختلف کشور به منظور مطالعات و بهسازی ساختمان‌های آموزشی فرسوده‌ی کشور شد. در راستای تحقّق این امر سازمان نوسازی مدارس کشور به عنوان متولّی امر ساخت ساختمان‌های آموزشی و هم‌چنین ارتقای ضریب ایمنی سازه‌های آموزشی در دست اجرا را در دستور کار خود قرار داده است. مطالعات انجام شده در این خصوص، در زمینه‌های اثرات مؤلّفه ی قائم و افقی زلزله بر ساختمان‌های آموزشی در حوزه‌های نزدیک به گسل، رفتار سازه‌های مختلف تحت اثر زلزله‌هایی که در نقاط مختلف کشور اتّفاق افتاده است، ارزیابی اثرات و بررسی روش‌های لحاظ نمودن اثرات اندرکنش خاک و سازه، بررسی اثرات ساختگاه بر مؤلّفه‌ی پاسخ لرزه‌ای ساختگاه، ضرورت مقاوم‌سازی و ترمیم ساختمان‌های آموزشی، نقاط آسیب‌پذیر ساختمان‌های آموزشی و هم‌چنین روش‌های ترمیم و مقاوم‌سازی ساختمان‌های آموزشی بعد از زلزله و... می‌باشد. با توجّه به اهمّیت موضوع از سوابق علمی و مستند اداره‌ی نوسازی مدارس کشور و اولویت‌بندی کردن آن‌ها و ارائه‌ی راه‌کار در مورد آن از ضروریات امر بوده که ما در این تحقیق بر آنیم به این امر مهم دست یابیم.

چرا باید به مقاوم‌سازی فضاهای آموزشی اهمّیت داد؟

امروزه، با توجّه به توسعه و گسترش روز افزون شهرنشینی در مناطق لرزه‌خیزی مانند سرپل‌ذهاب، احتمال آسیب‌پذیری این شهرها در مقابل زمین‌لرزه‌های مخرّب (به دلیل ساخت‌وسازهای غیر اصولی، عدم رعایت حریم گسل‌ها و نادیده گرفتن ویژگی‌های‌زمین شناسی و تکتونیکی منطقه) رو به افزایش است؛ بنا بر این بررسی اثر ساختگاه و تحلیل پاسخ زمین مخصوصاً در حوزه‌ی نزدیک گسل، به منظور ایجاد سازه‌های مقاوم در برابر زمین‌لرزه و به حدّاقل رساندن خسارت‌های ناشی از آن، باید مورد توجّه قرار گیرد.

توجّه و اهمّیت دادن به مقاوم‌سازی فضاهای آموزشی نسبت به دیگر بناها در اولویت بوده و امری حیاتی است. در صورتی که زمان وقوع زمین‌لرزه هم‌زمان با دایر بودن فضاهای آموزشی باشد، تراکم جمعیت دانش آموزی سبب تشدید حادثه شده و بالاترین آمار تلفات دسته جمعی در این قشر آسیب پذیر رخ می‌دهد. فلذا با مقاوم‌سازی فضاهای آموزشی می‌توان از بروز حوادث این چنینی در هنگام زلزله جلوگیری کرد وهم‌چنین بازده پدافندهای غیرعامل را بالاتر برد و احساس امنیت روانی را در دانش آموزان و فرهنگیان تأمین کرد. در نتیجه میزان یادگیری دانش آموزان نیز افزایش خواهد یافت.

از طرفی ساختمان‌های آموزشی مقاوم در حین زلزله بهترین پناهگاه می‌باشند، زیرا این فضاها محیط عمومی و نسبتاً بزرگ می‌باشند و برخلاف بعضی مکان‌های عمومی، مثل مساجد و ورزشگاه‌ها، دارای اتاق‌های مستقل هستند و قابلیت تبدیل به درمانگاه و... را دارند. هم‌چنین دارای سرویس‌های بهداشتی و وسایلی نظیر آب‌سردکن، یخچال و... غیره می‌باشند؛ در فواصل نسبتاً منظّم از یک‌دیگر قرار دارند و مدارس تقریباً تمام شهر را پوشش می‌دهند. برای کاهش آسیب‌های انسانی بهتر است نیروهای محلّی بسیج شوند و طبیعی است که بسیج نیروهای مردمی احتیاج به مکانی برای هماهنگی و توزیع خدمات دارد (EOS)، و با توجّه به نفوذ بالای ساختمان‌های آموزشی در سطح کشور، این فضاها می‌توانند از عهده‌ی این نقش به خوبی برآیند و رسیدن به این هدف مستلزم این نکته می‌باشد که باید خود ساختمان‌های آموزشی پس از وقوع زلزله بدنه‌ی سالمی داشته باشند، لذا انجام یک مطالعه‌ی پژوهشی بر روی کیفیت، کمیت و ایمنی فضاهای آموزشی بسیار ضروری به نظر می‌رسد.

نتیجه گیری:

با توجّه به موقعیت ایران از لحاظ لرزه‌خیزی می‌توان گفت که شایع‌ترین بلای طبیعی در کشور زلزله است. با توجّه به اهمّیت فضاهای آموزشی درهنگام وقوع زلزله و حتّی بعد از آن، این نیاز در کشور به وجود می‌آید که طرح مقاوم‌سازی و نوسازی مدارس بیش از پیش مورد توجّه قرار گرفته و راه رسیدن به این هدف را تسریع بخشیم تا با یک برنامه‌ی جامع، ایمنی فضاهای آموزشی را در برابر زلزله‌های آتی کشور تأمین نماییم.

منابع و مراجع:

۱- محبوبه نواب زاده، "بهسازی لرزه ای ساختمان های آموزشی"، اولین همایش ملی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد میبد، اسفند ۱۳۹۲

۲- رضا علیزاده، محمود حسینی، "ارزیابی و بهسازی عملکرد رفتار لرزه ای مجتمع آموزشی چند منظوره تحت اثر زلزله حوزه نزدیک گسل"، اولین کنفرانس ملی پژوهش های کاربردی مهندسی سازه و مدیریت ساخت ، دانشگاه صنعتی شریف

۳- حسین دیواندری، مجتبی لزگی نظرگاه،" بررسی اثر مولفه قائم زلزله بر رفتار سازه، فونداسیون و خاک زیر ساختمان"، دومین کنفرانس بین المللی ژئوتکنیک و منهدسی لرزه ای، شهریور ۱۳۹٤، ایران، تبریز

٤- مریم صدقی، احمد ادیب، هادی علیپور،"مطالعات تحلیل اثر ساختگاه در شهر سقز"

مصاحبه با مهندس مرزبان نظری

مدیر کل اداره نوسازی، توسعه و تجهیز مدارس استان کرمانشاه

مصاحبه کننده : علی زنگنه

با سلام، از این که وقتتان را در اختیار ما گذاشته‌اید خرسندیم.

۱. لطفاً خودتان را معرّفی و مختصری از شرح زندگیتان را بفرمایید.

مرزبان نظری هستم. از ابتدای سال ۸۱ در اداره‌ی کلّ نوسازی مدارس، مشغول به کار شدم و در بخش نظارت و سایر واحدها مشغول فعّالیت بوده‌ام. از مهرماه ۹۱ تا کنون به عنوان مدیرکلّ نوسازی مدارس کرمانشاه مشغول به خدمت هستم.

۲. هدف کاری و رسالت شما در مسیر پیش رو چیست؟

تأمین و توسعه‌ی فضاهای آموزشی استان و بازسازی مدارس خطرآفرین با استفاده از ظرفیت خیّرین و استفاده از حضور پررنگ آنان، هدف و رسالت ماست.

۳. سازمان نوسازی، توسعه و تجهیز مدارس کشور در چه تاریخی و با چه هدفی تأسیس شده‌است؟

قانون تأسیس سازمان نوسازی و توسعه و تجهیز مدارس کشور در تاریخ ۱۳٥٤/۲/۲۸ با هدف احداث، توسعه، ترمیم و نوسازی ساختمان‌های مدارس تابع وزارت آموزش و پرورش و تهیه‌ی وسایل و تجهیزات مورد نیاز آن‌ها و تعیین معیارها و استانداردهای مطلوب برای تجهیزات مدارس مذکور، تصویب شد. سازمان نوسازی و تجهیز مدارس کشور، که در این قانون سازمان نامیده می‌شود، در وزارت آموزش و پرورش تأسیس شد.

٤. نام سازمان متبوع شما، سازمان نوسازی، توسعه و تجهیز مدارس می‌باشد. فعّالیت عمده‌ی شما در کدام حوزه‌ی عملکردی می‌باشد؟ آیا هوشمند سازی مدارس نیز از اولویت‌های شماست؟ (این سؤال ازاین جهت مطرح شد که وقتی اسم این سازمان به گوش می‌رسد، توجّهات سمت مقاوم‌سازی لرزه‌ای می‌رود.)

وظایف سازمان عبارت است از:

الف- انجام بررسی‌های لازم برای استقرار مدارس در مناطق مختلف کشور با توجّه به تغییراتی که ازنظر مسائل جمعیتی، اقتصادی و اجتماعی حاصل می‌شود.

ب- بررسی و تهیه‌ی نقشه‌های ساختمان مدارس در هر منطقه با توجّه به شرایط اقلیمی و با تأیید وزارت مسکن و شهرسازی.

ج- تهیه‌ی برنامه برای ساختمان‌های مدارس.

د-احداث بنای مدارس و توسعه و ترمیم و نوسازی مدارس موجود.

۵. چه تعداد مدرسه در این سال‌ها هوشمند سازی و تجهیز شده‌است؟ آیا برنامه‌ای برای هوشمند سازی کلیه‌ی مدارس، در دست اقدام است؟

۳۳٦٤ فضای آموزشی موجود با ۱٥٥۲۷ کلاس درس در ۲٤ منطقه‌ی آموزشی در سطح استان وجود دارد که از سال ۱۳۸٥ (شروع طرح تخریب و بازسازی مدارس) تا کنون ۳۱٥ مدرسه تخریب و بازسازی، ۲۸۹ مدرسه مطالعه‌ی مقاوم‌سازی و ۷٤ مدرسه مقاوم‌سازی شده‌اند.

٦. آیا برای مقاوم‌سازی، تمامی مدارس کشور هدف گذاری شده‌است؟ اگر پاسختان مثبت است؛ از نظرتان چه زمانی این مهم محقّق می‌شود؟

بله و مطالعات، روی تعدادی انجام شده‌است. با این وجود، با توجّه به برنامه‌های کلان کشور، در حال حاضر اعتبارات مورد نیاز این طرح به صورت کامل تخصیص نیافته است.

۷. منبع مالی این سازمان از چه طریقی تأمین می‌شود؟ آیا فقط از طریق خیّرین مدرسه ساز این کار انجام می‌پذیرد یا بودجه‌ای نیز برای این سازمان در نظر گرفته شده‌است؟

منابع مالی این سازمان، از طریق اعتبارات ملّی و استانی و خیّرین مدرسه ساز تأمین می‌شود.

۸. در سال‌های اخیر چه تعداد از مدارس تجهیز شده‌اند و چه برنامه‌ای در این زمینه در دست اقدام دارید؟

کلّیه‌ی مدارسی که توسّط این اداره‌ی کل ساخته می‌شوند، به صورت کامل تجهیز نیز می‌شوند. با توجّه به اعتبارات ابلاغی استانی، پلن هوشمند سازی مدارس در دست اقدام است. برنامه‌ریزی و اجرای آن، بر اساس نیاز خواهد

بود.

۹. از آن جا که مخاطبان ما، دانشجویان و استادان رشته‌ی عمران هستند، به صورت مختصر، در مورد روش‌های مقاوم‌سازی اجرا شده توضیح دهید. بهترین روش برای مقاوم‌سازی ازنظر شما چیست (درواقع پرکاربردترین)؟ چرا؟

سیستم شناسنامه‌ی مدارس:

تمام مدارس موجود در استان، مورد ارزیابی آسیب پذیری قرار گرفته‌اند و به صورت سیستمی آماری موجود است. بر اساس بررسی‌های انجام شده، مقاوم‌سازی بستگی به وضعیت اسکلت ساختمان و مطالعات به‌سازی لرزه‌ای دارد. تعدادی ساختمان که هم‌تیپ و دارای تعداد طبقات یکسان بودند، با توجّه به این که اسکلت همگی بنّایی بوده، طرح ویژه‌ای توسّط پژوهشگاه زلزله انجام شده‌است و پروژه‌های روستایی را پوشش می‌دهد.

برای ساختمان‌های بزرگ از روش شاتکریت دیوارها، انسجام سقف برای سقف‌های طاق ضربی و (اگر اسکلت فلزی باشد) معمولاً افزودن مهاربند و ژاکتینگ شالوده استفاده می‌شود.

روش شاتکریت پیرامونی برای ساختمان‌های بنّایی:

چون به صورت جانبی باعث انسجام ساختمان می‌شود و نقطه‌ی ضعف این گونه بناها عدم انسجام است و در ساختمان‌های مقاوم‌سازی حتّی ترک‌های مخاطره آمیز دیده نشده‌است.

افزودن مهاربند در ساختمان‌های فلزی.

شاتکریت دیوارها در ساختمان‌های بنّایی.

۱۰. آیا برای تجهیز و توسعه‌ی مدارس، اولویتی را هم در نظر می‌گیرید؟ گاهی اوقات تصاویری در صفحات مجازی از وضعیت بد مدارس روستایی و ... دیده می‌شود و این سؤال را در ذهن ما ایجاد می‌کند که چرا سازمان، به فکر این مدارس نیست یا بهتر بگوییم چرا تا کنون نبوده‌است؟

اولویت با نیازهای اوّلیه است؛ تجهیزات آموزشی، میز و نیمکت، وایت برد و کیت‌های آموزشی و سپس تجهیزات اداری.

در خصوص مدارسی که تخریب شدند، هرکدام که مجدّداً ساخته می‌شوند، اولویت‌بندی مدارس با آموزش و پرورش است.

با مدارس مکاتبه‌ای نداریم و تجهیزات، توسّط آموزش و پرورش بین مدارس توزیع می‌شود.

اولویت‌بندی، توسّط آموزش و پرورش است و امکانات تأمین می‌شود و توزیع نیز بر عهده‌ی آموزش و پرورش است.

۱۱. منظور از مدارس سبز چیست؟

آتش‌سوزی:

در طرّاحی نقشه‌های برق کلّیه‌ی مدارس ۱ تا ۱۵ کلاسه، سیستم اعلام حریق در نظر گرفته می‌شود که هشدار دهنده است. درمورد کپسول‌های آتش نشانی، هم از کپسول‌های دی اکسید کربن و استفاده می‌شود و هم پودری.

آب گرم‌کن‌های سلولزی:

برای سرویس‌های بهداشتی در بعضی از ساختمان‌های سرایداری مدارس استفاده می‌شود. از سیستم‌های سلولزی توسّط شرکت برق منطقه‌ای برای تعداد ۳۰ مدرسه استفاده شده‌است که صرفه جویی در انرژی (۴۰تا۴۵ درصد) را به دنبال دارد. هم‌چنین هوشمندسازی سیستم موتورخانه برای کلّیه‌ی مدارسی که موتورخانه و پکیج دارند در برنامه است. از سال ۱۳۸۵ به بعد، کلّیه‌ی مدارس، مجهّز به سیستم هوشمند موتورخانه هستند و برای تمامی مدارسی که ساخته یا بازسازی شده‌اند، حدود ۲ تا ۳ میلیون تومان، برای هر مدرسه، هزینه شده‌است.

استفاده از شیرهای ترموستاتیک:

برای هر فضا، جداگانه، درجه‌ی حرارت را کنترل می‌کند و در صورت رسیدن به دمای ۲۲ درجه ورودی آب گرم را قطع می‌کند.

درخت کاری:

به صورت محدود و جهت ایجاد فضای سبز در مدارس.

استفاده از پنجره‌های دوجداره در کلّیه‌ی مدارس نوساز و بازسازی شده.

استفاده از دیوارهای تری دی پنل حدود ۴۰٪ صرفه جویی انرژی دارد.

۱۲. بحثمان را سمت زلزله‌ی اخیر کرمانشاه می‌بریم: چه تعداد مدرسه در این زلزله تخریب شد؟ آیا این میزان از تخریب، قابل پیش‌بینی بود؟ چه تعداد مدرسه‌ی تجهیز شده توسّط سازمان در کرمانشاه داشته‌ایم؟ چه تعداد از آن‌ها آسیب‌دیده‌اند؟

از تعداد ۷۵۷ باب فضای آموزشی شامل ۲۸۵۴ کلاس درس در ۵ شهرستان (سرپل‌ذهاب، ثلاث باباجانی، قصر شیرین، دالاهو، گهواره و گیلان‌غرب)، ۷۸ مدرسه با ۴۱۵ کلاس آسیب‌دیده و غیرقابل استفاده می‌باشد. این تعداد حدود ۱۱٪ مدارس این مناطق است.

هیچ کدام از ساختمان‌های بازسازی و مقاوم‌سازی شده توسّط سازمان، در سرپل‌ذهاب دچار آسیب سازه‌ای نشده‌اند و پس از زلزله، مجدّداً، مورد بهره برداری قرار گرفتند و بعضاً به عنوان انبار آذوقه استفاده شدند. برای مثال در روستای کوییک مجید و روستای امام حسن، به رغم تخریب کلّ روستا، مدارس دچار آسیب نشدند.

با توجّه به این که مدارس آسیب دیده عمدتاً بنّایی بودند و دیوار بنّایی با وجود سرویس‌دهی در زمان زلزله دچار برش لغزشی شده بود و مقاوم‌سازی به صرفه نبود، با کمک خیّرین، در حال بازسازی آن‌ها هستیم. ضمناً در خصوص مقاوم‌سازی فضاها می‌بایست توجّه شود که هزینه‌ی آن حدّاکثر ۳۰٪ هزینه‌ی بازسازی باشد تا توجیه اقتصادی داشته باشد. پیش‌بینی می‌شود مدارس روستایی مناطق زلزله‌زده تا مهر ماه درست شوند.

۱۳. بارها دیده شده که افراد برای اخذ مجوّز مدرسه‌ی جدید از ساختمان‌های قدیمی با قدمت زیاد استفاده می‌کنند که این ممکن است در آینده مشکل‌ساز باشد. سازمان، تا چه حد در بحث کنترل و بررسی مجوّزهایی ازاین دست ورود کرده‌است؟

در بحث مدارس غیر انتفاعی، بررسی استحکام از طریق نظام مهندسی و تعیین ظرفیت دانش آموزی مدرسه و کنترل مناسب بودن فضای آموزشی با تأیید نوسازی انجام می‌گیرد.

مدارس غیردولتی، که قبلاً کاربری مسکونی داشته‌اند، می‌بایست پایان کار داشته باشند و زیر نظر نظام مهندسی باشند. در صورتی که مدارس غیردولتی نیازمند نوسازی باشند، باید مورد مطالعه قرار بگیرند و زیر نظر اداره‌ی نوسازی مدارس، این امر انجام شود.

با سپاس از همراهیتان و وقتی که برای مصاحبه با نشریه‌ی علمی دانشجویی و خبری عمران نامه دادید.

فن بیان ونفوذ کلام در زندگی

دکتر نیره مردی

زمانی که بشر به توانایی سخن گفتن دست یافت، پی به اهمّیت نفوذ کلام برد. سخنوری و فنّ بیان یکی از مهارت‌های کلیدی و اساسی در جامعه‌ی امروزی است. اوّلین کتابی که به سخنرانی و آموزش آن پرداخته است، به ۴۵۰۰ سال پیش برمی‌شود. بیش‌تر تکنیک‌هایی که امروزه در مورد هنر نفوذ کلام و قانع کردن دیگران می‌دانیم به ارسطو، فیلسوف یونانی قرن سوم پیش از میلاد، برمی‌شود. نکته‌ی جالب در آموزش‌های ارسطو این است که تاریخ استفاده از آن‌ها منقضی نشده‌است و سخنرانان معروفی مانند جان اف کندی و مارتین لوتر کینگ هم از تکنیک‌های مشابهی برای افزایش نفوذ کلام خود استفاده کرده‌اند و این نکات هنوز هم کاربرد دارند . در دنیای پر از رقابت امروز، اهمّیت نفوذ کلام و شیوه‌ی صحبت کردن بر همگان واضح و مبرهن است و یکی از مهارت‌هایی است که در پیشرفت اجتماعی، سیاسی، اقتصادی، فرهنگی و هنری تأثیر به سزایی دارد و افرادی که در این مهارت ضعف دارند با وجود دارا بودن سایر توانایی‌ها به سختی می‌توانند، و شاید هم هرگز نتوانند، صلاحیت و توانمندی خود را نشان بدهند. در ساده‌ترین حالت ممکن در نظر بگیرید که تقریباً هر کسی در زندگی در شرایطی قرار می‌گیرد که باید در حضور جمعی صحبت کند یا بخواهد از عقایدش دفاع کند یا لازم است کسی را متقاعد کند. بنا بر این نفوذ کلام و توانایی متقاعد کردن دیگران با هر موقعیت اجتماعی می‌تواند در کار یا زندگی یا حتّی دنیا تغییرات بزرگی ایجاد کند.

با دانستن چند نکته در هفت گام و تمرین و پشتکار می‌توانید مهارت سخنوری و فنّ بیان خود را تقویت کنید و روابط مؤثّر و نیرومندی با افراد جامعه برقرار سازید:

۱-خودآگاهی: درباره‌ی ویژگی‌های جسمانی و هیجانی و شناختی خود، آگاهی بیش‌تری کسب کنید. یکی از دلایل ناتوانی در بیان و ابراز وجود، شناخت نداشتن افراد از خود و توانمندی‌هایشان است. باید ویژگی‌های جسمانی، تن صدا، ریتم و عادت‌های شخصی خود را در نحوه‌ی ایستادن، حرکات دست و پا، حالت‌های چهره‌ای و به طور کلّی بیان بدنی خود را کاملاً بشناسید و به آن‌ها مسلّط باشید. خودتان باشید؛ این گفته به این معناست که سعی نکنید سخنران موفّقی را به عنوان الگو قرار دهید و رفتارها و بیان او را تقلید کنید، زیرا ویژگی‌های جسمانی و روانی و تن صدا و لحن هر شخصی منحصر به فرد است و تقلید از صدا و بیان و رفتار دیگران هرگز نمی‌تواند ارتباط واقعی را با شنونده و بیننده برقرار سازد. بنابراین خودآگاهی، تصویری روشن از نقاط ضعف و قوّتتان به شما خواهد داد و می‌توانید با شناسایی آن‌ها بلندترین گام را در ایجاد ارتباط با دیگران بردارید.

۲-شمرده صحبت کنید: نوع صدا و سرعت کلمات یکی از عادت‌های شخصی است و همان طور که در گام قبل اشاره شد، از کسی تقلید نکنید؛ فقط باید واضح صحبت کنید و شنونده قادر باشد تمام کلماتی که بر زبانتان جاری می‌شود را بشنود. درست صحبت کردن را با تلفّظ و ادای صحیح کلمات تمرین کنید. یکی از کارهایی که می‌توانید انجام دهید تا وضوح کلامتان را بیش‌تر کنید، کم کردن سرعت است. افراد، وقتی نگران هستند یا درباره‌ی آن چه می‌گویند تردید دارند، تمایل دارند سریع صحبت کنند. شمرده صحبت کردن نه تنها فهم شنونده را از صحبت‌های شما تقویت می‌کند، بلکه باعث می‌شود مطمئن و آرام به نظر برسید. برای تمرین سرعتِ گفتار، رشته‌ی بلندی از اعداد را بخوانید و حین انجام این کار آن‌ها را در هوا یادداشت کنید. این تکنیک برای رسیدن به ضرب‌آهنگ خوب، بسیار مفید است و باعث می‌شود کلامی نافذ و تأثیرگذار داشته باشید.

۳-با اعتماد به نفس صحبت کنید: باید سخنان خود را با اطمینان به زبان بیاورید. اگر شنونده متوجّه احساس اطمینان نداشتن شما به گفته‌هایتان شود، به ادامه‌ی صحبت‌هایتان توجّهی نخواهد کرد. نداشتن اعتماد به نفس، هم به ارائه (تن و ریتم صدا، بیان چهره‌ای و بدنی) و هم به محتوای کلامتان آسیب خواهدرساند. طوری صحبت کنید و

با موضوع مورد بحث خود ارتباط برقرار کنید که احساس کنید حرفی که می‌زنید در واقع متعلّق به خودتان است و چیزی را که می‌گویید باورداشته‌باشید. وقتی با اشتیاق صحبت می‌کنید، شنوندگان تفاوت را حس می‌کنند. شاید این نکته، بسیار لطیف و کمی نامحسوس باشد، امّا در حقیقت وقتی در متنتان طنین‌انداز شود، صدایتان قابل‌باورتر و متقاعد کننده‌تر به نظر خواهد رسید و این یکی از راه‌های تقویت قدرت بیان است.

٤-آرام باشید و سعی کنید استرس خود را مدیریت کنید: این نکته، ظریف‌ترین و مهم‌ترین مسأله‌ای است که باید به آن توجّه کنید. قبل از شروع به صحبت کردن، نفسی عمیق بکشید و لبخند بر لب داشته باشید. یکی از دلایل اصلی ترس، ناآشنایی با افراد یا ناآگاهی از بازخورد دیگران یا محیطی است که قرار است در آن صحبت کنیم. زمانی که اطّلاعات کافی به مغز نرسیده‌است و قرار است در حالتی از ابهام و ناآگاهی قرار بگیرد، دچار ترس می شود، مانند هنگامی که انسان در فضای تاریکی قرار می‌گیرد و به دلیل این که نمی‌تواند ببیند و بفهمد در محیط چه اتّفاقاتی رخ می‌دهد، دچار ترس می‌شود و این فرآیند، ناخودآگاه صورت می‌گیرد؛ در مورد سخنوری نیز همین اتّفاق می‌افتد. به همین دلیل قبل از این که شروع به سخن گفتن کنید، محیط اطراف را با جزئیات وارسی کنید و از مخاطبان خود شناخت نسبی کسب کنید. اگر امکان شناخت وجود نداشت، قبل از شروع، نگاهی به مخاطبان بیاندازید و ارتباط چشمی برقرار کنید تا مغز، اطّلاعاتی نسبی به دست بیاورد و میزان استرستان کاسته شود.

٥-با صدایتان با ملایمت رفتار کنید: درهنگام سخنرانی، ابزار کار شما صدا و بدنتان است. همان گونه که نوازنده‌های حرفه‌ای از آلات موسیقیشان نگهداری می کنند و با وسواس آن‌ها را تمیز و قطعات شکسته‌ی‌شان را تعمیر و در جای خوب و راحتی از آن‌ها محافظت می‌کنند، شما هم همان طور با ابزار کارتان رفتار کنید. برای نگهداری، مراقبت و حفاظت از طراوت صدا باید چه کارهایی انجام دهید؟ نفس عمیق بکشید و با استفاده از الگوهای تنفّسیِ مناسب، گام اوّل را در این راه، محکم بردارید. اگر به جای تنفّسِ عمیق شکمی، از راه سینه و سطحی تنفّس صحیح داشته باشید، صدایتان ضعیف‌تر و وحشت‌زده به نظر می‌رسد، هم‌چنین این کار می‌تواند باعث کشش غیرضروری تارهای صوتیتان شود. نفس‌های آرام، عمق صدایتان را بهبود می‌بخشد و به شما کمک می‌کند مطمئن‌تر به نظر برسید. حتماً با فواید نوشیدن آب آشنا هستید؛ زیاد آب بنوشید. سیراب نگه داشتن بدن به کیفیت صدایتان کمک بسیاری می‌کند. اگر در طول روز قهوه، نوشابه یا نوشیدنی‌های الکی بنوشید، ممکن است تارهای صوتیتان رطوبت لازم برای تولید بهترین صدای ممکن را نداشته باشند. تارهای صوتی باید انعطاف‌پذیری خوبی داشته باشند، چون با سرعت زیادی می‌لرزند. تارهای صوتی زنان به طور متوسّط ۲۰۰ بار در ثانیه می‌لرزند و این عدد برای مردان حدود ۱۲۰ بار در ثانیه است. با هر وعده‌ی غذایی، آب بنوشید؛ یک بطری کوچک آب را پر کنید و مرتّب از آن کم کم بنوشید. از فریاد زدن پرهیز کنید؛ قطعاً این کار برای تارهای صوتیتان خوب نیست. فریاد زدن می‌تواند باعث کشیده شدن آن‌ها شود و صحبت کردن را برایتان مشکل کند و در بدترین حالت، می‌تواند به گره‌های صوتی و برآمدگیِ تارهای صوتی منجر شود. در شب، حدّاقل ۷ ساعت بخوابید؛ یک صدای خسته، بد به نظر خواهد رسید و هم‌چنین، خستگی برای صدایتان مضر است.

٦-خودتان را آماده کنید: داشتن آمادگی فیزیکی یک ضرورت است. یک قهرمان دویِ سرعت المپیک، قبل از این که سعی کند رکورد دنیا را جابه‌جا کند، حدّاقل ۳ ساعت را صرف گرم کردن تمام اعضای بدنش می‌کند. حتّی قبل از پیاده‌روی هم باید بدن خود را گرم کنید وگر نه عضلات پشت پا به شدّت درد می‌گیرند. برای تقویت قدرت بیانتان هر روز صبح را با گرم کردن صدایتان شروع کنید؛ عضلات صورتتان را بکشید؛ برنامه‌هایتان را به ترتیب اجرا کنید؛ ماهیچه‌های گردنتان را شُل کنید؛ تمرین‌های تنفّسیتان را انجام دهید. حتّی اگر زمانی برای گرم کردن صدایتان صرف نمی‌کنید، هر روز صبح ۵ دقیقه را به آماده کردن صدایتان اختصاص دهید. این تکنیک برای صدایتان به طور شگفت‌انگیزی خوب و برای سلامتیتان مفید است.

۷-در هنگام سخنوری، متواضع و فروتن رفتار کنید: افرادی که با کبر و غرور صحبت می‌کنند، محتوای کلامشان گیرا و جذّاب نخواهد بود و مخاطب، تمایلی به گوش دادن و ادامه‌ی ارتباط با آن‌ها را نخواهد داشت. احترام و تواضع، نسبت به جایگاه و حضور دیگران باعث ایجاد احترام متقابل و توجّه مخاطب به شما خواهد شد. در نحوه‌ی نشستن و بازخورد گرفتن و بازخورد دادن نسبت به مخاطبان، هوشیارانه عمل کنید. حالت‌های بدنی و حالت‌های چهره‌ای و تن صدا می‌تواند نشان دهنده‌ی تواضع یا غرور و تکبّر باشد.

سخنوری پایدار و موفّق باشید.

خلاصه‌ای بر عملکرد هشت ماهه‌ی اتّحادیه‌ی انجمن‌های علمی دانشجویی مهندسی عمران کشور

امیر متّقی، دبیر اتّحادیه

در اواخر مهر ماه سال گذشته، دومین دوره‌ی مجمع عمومی اتّحادیه در دانشگاه تربیت مدرّس تهران با حضور ٤٦ نماینده از انجمن‌های علمی عمران دانشگاه‌های کشور برگزار شد. بلافاصله بعد از معیّن شدن شورای مرکزی دوره‌ی دوم، اهداف و رسالت‌های حقیقی اتّحادیه، که راه گذشته‌ی خویش را طی می‌کرد، ادامه یافت. از ابتدا اتّحادیه در جهت شناسایی اعضای انجمن‌های خویش، اقداماتی انجام داد و طیّ مدّت زمان گذشته برای به روز رسانی دبیران حاضر و ارتباط مستقیم با ایشان به دنبال ایجاد فضای مناسبی بوده‌است و طیّ چند مرحله فرم‌های الکترونیکی، مشخّصات اعضا از طرف انجمن تکمیل و دریافت شد. هم‌چنین در همین راستا شورای مرکزی اتّحادیه در روز برگزاری مجمع عمومی با توجّه به نظر حاضرین، طیّ دسته‌بندی هفت گانه، کلّ دانشگاه‌های کشور را به صورت زیر تقسیم نمود:

منطقه‌ی ۱ (آذربایجان غربی، آذربایجان شرقی، اردبیل، گیلان، زنجان)، منطقه‌ی ۲ (ایلام، کرمانشاه، کردستان، همدان، لرستان)، منطقه‌ی ۳ (مازندران، تهران، البرز، قزوین، سمنان، قم)، منطقه‌ی ٤ (اصفهان، مرکزی، یزد، کهگیلویه و بویر احمد)، منطقه‌ی ٥ (خراسان شمالی، خراسان رضوی، گلستان)، منطقه‌ی ٦ (سیستان و بلوچستان، کرمان، هرمزگان، خراسان جنوبی)، منطقه‌ی ۷ (فارس، خوزستان، چهارمحال و بختیاری، بوشهر).

طیّ دسته‌بندی فوق، دانشگاه‌های استان‌های مختلف در گروه‌های مناطق گرد هم آمدند و برای هر منطقه، فردی به عنوان دبیر منطقه معیّن شد که وظیفه‌ی ارتباط‌های مستقیم اعضا با اتّحادیه و شناسایی و معرّفی را به عهده دارند. از جمله برنامه‌های اتّحادیه، معرّفی برنامه‌های اعضای خویش در بین همه‌ی اعضا و مخاطبین بوده که این مورد به طور مستمر در فضاهای مجازی صورت گرفته است و برای ارتباط میان انجمن‌ها، فضاها و گروه‌هایی تشکیل شد که هم‌چنان پابرجا می‌باشد.

شورای مرکزی مجمع دوم، طیّ ماه‌های گذشته، جلسات و نشست‌هایی را برگزار نمود که مصوّبات جلسات در گزارش‌های نهایی اتّحادیه ارائه می‌شود. در دومین مجمع اتّحادیه تا این لحظه رویدادهای متعدّدی برگزار شده‌است و همکاری‌های مشترکی نیز با انجمن‌های علمی مهندسی عمران دانشگاه‌ها، پیش رو داشته‌ایم که در ادامه به چند مورد از آن‌ها، به صورت تیتروار اشاره می‌کنیم؛ جزئیات بیش‌تر از طریق گزارش کامل مجمع دوم قابل بررسی می‌باشد.

اوّلین کنفرانس بین المللی «پیشرفت‌های نوین در مهندسی عمران» به همّت دانشگاه شمال آمل و با همکاری بیش از ۲۰ دانشگاه خارجی و بیش از ۳۰ سازمان و نهاد داخلی، به همراه برپایی ۱۳ کارگاه تخصّصی با انجمن‌های هر حوزه، در آبان ماه سال ۱۳۹٦ برگزار شد.

اوّلین دوره‌ی جشنواره‌ی ملّی «مکران گنج بی‌کران» به همّت دانشگاه قم و با حمایت نیروی دریایی راهبردی ارتش جمهوری اسلامی ایران، وزارت علوم، تحقیقات و فنّاوری، ستاد توسعه‌ی فنّاوری و صنایع دانش بنیان معاونت علم و فنّاوری ریاست جمهوری، به عنوان حامیان و برگزارکنندگان، در آذر ماه ۱۳۹٦ برگزار گردید.

اوّلین دوره‌ی همایش ملّی «عمران و اشتغال» به میزبانی دانشگاه پیام نور تهران در آذر ماه ۱۳۹٦ برگزار شد.

اوّلین دوره‌ی مسابقات کشوری «سازه‌های ماکارونی» به همّت دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد در آذر ماه ۱۳۹٦ برگزار شد.

اوّلین دوره‌ی مسابقات ملّی «کنستراکشن» (سازه کنسروی) به همّت دانشگاه فنّی و حرفه‌ای یزد در آذر ماه ۱۳۹٦ برگزار شد.

تولید نرم افزار فوق کاربردی برای دانشجویان رشته‌ی عمران در محاسبات و طرّاحی‌های سازه به نام «پارنو سافت» با همکاری مؤسّسه‌ی آموزشی رایان سازه زیر نظر انجمن علمی بتن ایران

در زمستان ۱۳۹۶ و عرضه‌ی آن به اعضا صورت گرفت.
پنجمین کنفرانس ملّی «پژوهش‌های کاربردی در مهندسی عمران، معماری و مدیریت شهری» به همراه چهارمین نمایشگاه تخصّصی «انبوه سازان مسکن و ساختمان استان تهران» به میزبانی دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدّین طوسی در دی ماه ۱۳۹۶ برگزار شد.
سومین کنفرانس بین المللی و هشتمین کنفرانس ملّی «سازه و فولاد» به همّت انجمن سازه‌های فولادی ایران در مرکز همایش‌های بین المللی هتل المپیک در بهمن ماه ۱۳۹۶ برگزار شد.
سومین دوره‌ی جشنواره‌ی ملّی «حرف حساب پایان نامه» با محوریت تولید و اشتغال ملّی و توسعه‌ی نسل سوم و چهارم دانشگاهی به همّت دانشگاه تربیت مدرّس تهران در اسفند ماه ۱۳۹۶ برگزار شد.
ارائه‌ی آزمون‌های مجازی برای داوطلبان آزمون‌های کنکور ارشد و دکتری در رشته‌ی مهندسی عمران با قابلیت‌های اختصاصی برای اعضا با همکاری «اساتید نت» در بهار ۱۳۹۷ صورت گرفت.
چهارمین دوره از مسابقات کشوری «دیوار خاک مسلّح» به میزبانی دانشگاه تربیت مدرّس تهران، در اردیبهشت ماه ۱۳۹۷ برگزار شد.
دهمین جشنواره‌ی بین المللی «برترین‌های پژوهش و نوآوری در مدیریت شهری» (جایزه‌ی جهانی تهران) و چهارمین کنفرانس «مدیریت شهری، اقتصاد نوین شهری و درآمدهای پایدار» به همّت شهرداری تهران و مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران و برپایی کارگاه‌های آموزشی متعدّد در مرکز همایش‌های برج میلاد، اردیبهشت ماه ۱۳۹۷ برگزار شد.
-همکاری با مؤسّسات آموزشی مختلف و ایجاد بستری مناسب و انعقاد تفاهم‌نامه‌ی همکاری برای استفاده‌ی اعضا، هم‌چون همکاری با انجمن پدافند غیر عامل ایران، مؤسّسه‌ی آموزشی سیویل ۸۰۸، مؤسّسه‌ی مقاوم‌سازی و به‌سازی لرزه‌ای ایران، انجمن بتن ایران، انجمن روسازی ایران، انجمن جوش ایران، مؤسّسه‌ی ایمنی پایدار HSE ایران، شرکت TIS آمریکا، مجموعه‌ی مؤسّسه‌ی آموزشی پارس، گروه مهندسی پارس پژوهان و ... .
هم‌چنین رویدادهایی نیز مورد حمایت و همکاری اتّحادیه، هم‌چون اوّلین دوره‌ی کنفرانس ملّی «نقش مهندسی عمران در کاهش مخاطرات» (یادواره‌ی زلزله‌ی ازگله-سرپل‌ذهاب) به همّت دانشگاه رازی کرمانشاه، اوّلین دوره‌ی مسابقات سازه‌های چوبی به همّت دانشگاه خلیج فارس و برگزاری مسابقات سازه‌ی ماکارونی به همّت دانشگاه یزد و هفدهمین کنفرانس ملی هیدرولیک ایران به همت دانشگاه شهرکرد و ...
می‌باشد که در گزارش کامل اتّحادیه به اطّلاع خواهد رسید.

به یاری خداوند در این دوره نیز تیم پرتلاش نشریه‌ی اتّحادیه که با نام «عمران نامه» موفّق به چاپ سومین سری از این نشریه‌ی علمی، دانشجویی و خبری شد، بر آن است تا با ادمه‌ی روند پیشین خود، به بالاترین سطح همکاری انجمن‌های علمی دانشجویی مهندسی عمران کلّ دانشگاه‌های کشور در این مورد برسد. در رویدادهای مذکور و نشریه‌ی اتّحادیه، بیش از ۱۵۰ عضو از هیأت‌های علمی دانشگاه‌های داخلی و خارجی در حوزه‌های مختلف همکاری داشته‌اند که دست ایشان را به مهر و خدا قوّت می‌فشاریم و امیدواریم که در ادامه‌ی فعّالیت‌های اتّحادیه و همه‌ی انجمن‌های عمران، همراه همیشگی در پیش‌برد اهداف باشند.
هم‌چنین از همه‌ی سازمان‌ها، نهادها و دپارتمان‌ها، اعم از معاونت فرهنگی و اجتماعی وزارت علوم، تحقیقات و فنّاوری، نیروی دریایی راهبردی ارتش جمهوری اسلامی ایران، ستاد توسعه‌ی فنّاوری و صنایع دانش بنیان معاونت علم و فنّاوری ریاست جمهوری، بنیاد ملّی نخبگان، سازمان یونسکو، وزارت راه و مسکن و شهرسازی، دفتر همکاری‌های بین الملل وزارت علوم، تحقیقات و فنّاوری، انجمن علمی بتن ایران، انجمن علمی روسازی ایران، دانشگاه‌های پیام نور سراسر کشور، مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی، استان‌داری مازندران، سفارت کشور عراق، مؤسّسه‌ی مقاوم‌سازی و به‌سازی لرزه‌ای ایران، شهرداری تهران، کمیسیون عمران مجلس شورای اسلامی، سازمان نظام مهندسی ساختمان استان مازندران، شورای اسلامی شهرستان آمل، انجمن ژئوتکنیک ایران، سازمان نوسازی مدارس استان کرمانشاه، انجمن جوش‌های غیر مخرّب ایران، سیویلیکا، پایگاه استنادی جهان اسلام، مؤسّسه‌ی آموزشی سیویل ۸۰۸، مؤسّسه‌ی آموزشی رایان سازه، مرکز معماری ایران، انجمن علمی پدافند غیر عامل ایران، انجمن سازه‌های فولادی ایران، انجمن بتن ایران، جهاد دانشگاهی واحد استان قم، اداره‌ی کلّ بنادر و دریانوردی سیستان و بلوچستان و کلّیه‌ی دانشگاه‌هایی که ما را در محقّق ساختن رویدادهایمان همراهی کردند، کمال تشکّر و قدردانی را داریم.
در آخر قابل بیان است که اتّحادیه‌ی انجمن‌های علمی دانشجویی مهندسی عمران در اوّلین سال تأسیس خود در دهمین دوره‌ی جشنواره‌ی ملّی حرکت، به عنوان اتّحادیه‌ی شایسته‌ی تقدیر برگزیده شد که این راه بی پایان، ما را بر آن دارد تا در دوره‌ی پیش رو نیز قدمی در خور شأن برداشته و در تمام عرصه‌های این حوزه در مسیر تعالی و پیشرفت انجمن‌ها مؤثّر باشیم.

انجمن های علمی دانشجویی مهندسی عمران حائز رتبه در دهمین جشنواره ملی حرکت

راه‌های ارتباطی با انجمن‌های علمی دانشجویی مهندسی عمران

سایت اتحادیه	civilu.ir
ایمیل اتحادیه	civilu@chmail.ir
کانال اتحادیه انجمن های علمی عمران	@civilu
دبیر اتحادیه	@mottaghi_amir ۰۹۱۲۲۱۶۰۱۶۵
سردبیر نشریه	@hanie_moayeri ۰۹۱۸۵۵۳۰۸۹۴