

۱ بررسی تاب آوری و ساختار کالبدی اجتماعی و اقتصادی شهر لنگرود در برابر زلزله

صنم میرحقی ساعتچی^۱، *دکتر عباس کنگی^۲، دکتر عبدالرضا جعفریان^۳

چکیده:

هدف این تحقیق، بررسی تاب آوری شهر لنگرود در برابر زلزله است. در این راستا، سطوح بحران قابل انتظار در مواجهه با زمین لرزه های مختلف شناسایی و ظرفیت های موجود در مدیریت یکپارچه بحران ارزیابی شده اند. همچنین، عوامل مؤثر در بهبود تاب آوری شهر مورد توجه قرار گرفته است. روش تحقیق از نوع غیرآزمایشی و همبستگی است و به طور مقطعی انجام شده است. این تحقیق کاربردی بوده و از لحاظ جمع آوری داده ها، به صورت میدانی و کتابخانه ای انجام شده است. در بخش پردازش اطلاعات، مدل استهلاک انرژی زلزله، ویژگی های ژئوتکنیکی خاک و ارزیابی تاب آوری ساختمان ها و زیرساخت ها در برابر زلزله ها مورد بررسی قرار گرفته اند. بیشینه شتاب زمین (PGA) و مدل HAZUS به عنوان ابزارهای اصلی تخمین خسارت استفاده شده اند. در نهایت، یک سناریو از زلزله محتمل با بزرگی 7.2 ریشتر در منطقه خورگام رودبار مورد پردازش قرار گرفت. نتایج نشان می دهند که تاب آوری شهر لنگرود در برابر زلزله های نیرومند با استفاده از فرم های نظرسنجی و مدل های تاب آوری ارزیابی شده است.

واژگان کلیدی : تاب آوری، ساختار کالبدی، اجتماعی – اقتصادی، زلزله

۱. دانشجوی دکتری، گروه زمین شناسی، واحد شاهرود، دانشگاه آزاد اسلامی، شاهرود، ایران

mirsaatchisanam@gmail.com

۲. دانشیار، گروه زمین شناسی، واحد شاهرود، دانشگاه آزاد اسلامی، شاهرود، ایران

a.kangi.geology@gmail.com

۳. دانشیار، گروه زمین شناسی، واحد شاهرود، دانشگاه آزاد اسلامی، شاهرود، ایران

R.jafarian@gmail.com

مقدمه:

رخداد حوادث طبیعی و ناشی از فعالیت‌های بشری با توجه به رشد و توسعه سریع جوامع بشری اجتناب‌ناپذیر است. این حوادث، به‌ویژه در مناطق شهری که جمعیت‌های زیادی را در خود جای داده‌اند، مشکلات زیادی به‌وجود می‌آورد. زلزله‌ها یکی از این حوادث هستند که به دلیل شدت و ویژگی‌های خاص منطقه‌ای، می‌توانند خسارات جبران‌ناپذیری وارد کنند و مانع از توسعه منطقه شوند. از این‌رو، ضرورت دارد که در جوامع شهری، به‌ویژه در مناطق آسیب‌پذیر، توانایی برگشت به وضعیت قبل از حادثه وجود داشته باشد. این امر تحت عنوان تاب‌آوری شهری مطرح می‌شود که به توانایی یک شهر در برابر بلایای طبیعی و بازسازی سریع آن اشاره دارد. تاب‌آوری شهری به آمادگی برای بلایای شدید، کاهش آسیب‌پذیری و افزایش ظرفیت انطباقی تأکید دارد. بنابراین، ارزیابی و ارتقاء تاب‌آوری شهری، به‌ویژه در برابر زلزله‌ها، یکی از اقدامات ضروری است. در این تحقیق، ویژگی‌ها و مؤلفه‌های تاب‌آوری شهری در شهر لنگرود بررسی و ارزیابی می‌شود تا راهکارهایی برای تقویت تاب‌آوری آن در برابر زلزله‌ها ارائه گردد.

فرضیه‌های تحقیق:

- بهره‌گیری از رویکرد تاب‌آوری شهری در مدیریت بحران سوانح طبیعی می‌تواند بازگشت به شرایط قبل از سانحه را تسریع کند.
- سامانه اخطار و تخمین سریع خسارات زلزله (WARED) به‌صورت بومی‌شده در پیش‌بینی خسارات زلزله در لنگرود مؤثر خواهد بود.
- همکاری سازمان‌های مردم‌نهاد در زمان بحران، به‌ویژه در موارد مرتبط با زلزله، می‌تواند در جهت افزایش تاب‌آوری مؤثر باشد.
- پیاده‌سازی همه‌جانبه مؤلفه‌های تاب‌آوری شهری، گامی مؤثر در تبدیل شهر لنگرود به یک شهر تاب‌آور خواهد بود.

مروری بر مطالعات پیشین:

تاب‌آوری در برابر زلزله از ابعاد مختلفی همچون کالبدی، اجتماعی و اقتصادی مورد بررسی قرار گرفته است. برکین و همکاران (2003) چارچوبی برای ارزیابی تاب‌آوری شهری ارائه دادند که شامل چهار بُعد اصلی اقتصادی، اجتماعی، سازمانی و کالبدی است. آن‌ها تأکید کردند که برای افزایش تاب‌آوری، باید این ابعاد به‌صورت هماهنگ مورد توجه قرار گیرند. کاتر و همکاران (2008) مدل مکان‌محور تاب‌آوری را توسعه دادند که نشان می‌دهد تاب‌آوری جوامع به میزان آسیب‌پذیری اقتصادی و اجتماعی وابسته است. آن‌ها بر اهمیت مشارکت مردمی و شبکه‌های اجتماعی در کاهش اثرات زلزله تأکید کردند. مک‌دانلد (2009) مدل دیگری را پیشنهاد کرد که در آن مدیریت ریسک، آموزش و سیاست‌های مقاوم‌سازی شهری به‌عنوان عوامل کلیدی در تاب‌آوری شهرها معرفی شده‌اند.

در حوزه ساختار کالبدی، گادشالک (2003) نشان داد که تراکم شهری، کیفیت ساخت‌وساز، الگوهای کاربری زمین و میزان دسترسی به فضاهای باز در میزان خسارت زلزله تأثیرگذار هستند. تحقیقات الکساندر (2013) تأکید کرده‌اند که شهرهایی با فضاهای باز بیشتر و دسترسی مناسب به مسیرهای امدادی، تاب‌آوری بیشتری در برابر زلزله دارند. تیکواکی و همکاران (2011) پیشنهاد کردند که استفاده از فناوری‌های نوین در ساخت‌وساز مانند بتن مسلح و سیستم‌های کنترل ارتعاش می‌تواند آسیب‌پذیری ساختمان‌ها را کاهش دهد. در زمینه مقررات و استانداردهای لرزه‌ای، تحقیقات زارع و همکاران (2020) نشان داده‌اند که عدم رعایت آیین‌نامه‌های لرزه‌ای در ایران یکی از دلایل اصلی تخریب ساختمان‌ها در زلزله‌های اخیر بوده است.

از منظر تاب‌آوری اجتماعی، آلدرچ و مایر (2015) تأکید کردند که سرمایه اجتماعی و شبکه‌های اجتماعی قوی، بازیابی پس از زلزله را تسریع می‌کنند. ناکاگوا و شا (2004) مطالعاتی روی زلزله ۲۰۱۱ ژاپن انجام دادند و دریافتند که جوامعی که از حس همبستگی و مشارکت بالاتری برخوردارند، سریع‌تر به شرایط عادی بازمی‌گردند. مطالعات جالایر و همکاران (2017) در ایران نشان داده که ضعف در فرهنگ مدیریت بحران و نبود برنامه‌های مشارکتی یکی از چالش‌های اصلی در افزایش تاب‌آوری اجتماعی است. پاتون (2003) بر نقش آموزش عمومی در کاهش خسارات زلزله تأکید کرده و نشان داده که کشورهایی مانند ژاپن و آمریکا، با اجرای برنامه‌های گسترده آموزشی، توانسته‌اند تلفات ناشی از زلزله را کاهش دهند.

در حوزه تاب‌آوری اقتصادی، هلگت و همکاران (2010) بیان کردند که زلزله‌های بزرگ می‌توانند تا ۱۰٪ از تولید ناخالص داخلی یک کشور را از بین ببرند. اشقی و لارسن (2008) در بررسی زلزله بم و کرمانشاه دریافتند که به دلیل نبود بیمه‌های جامع و وابستگی اقتصادی به زیرساخت‌های سنتی، ایران در بازیابی اقتصادی پس از زلزله با چالش‌های اساسی مواجه است. کونروت (1996) پیشنهاد کرد که بیمه زلزله و سیاست‌های حمایتی دولت می‌توانند در کاهش آسیب‌های اقتصادی نقش مهمی ایفا کنند. کاوالو و نوی (2011) تأکید کردند که متنوع‌سازی اقتصادی در شهرهای زلزله‌خیز، مانند تقویت صنایع غیرمتمرکز، می‌تواند به افزایش تاب‌آوری اقتصادی کمک کند. در سال‌های اخیر، پژوهشگران به استفاده از فناوری‌های نوین در مدیریت بحران زلزله توجه کرده‌اند. ژانگ و همکاران (2019) نشان دادند که مدل‌های پیش‌بینی مبتنی بر هوش مصنوعی توانسته‌اند تا ۷۰٪ دقت در پیش‌بینی شدت آسیب‌های زلزله را افزایش دهند. تاوکولی و کشاورز (2018) در ایران تحقیقاتی را درباره نقش سیستم‌های اطلاعات مکانی (GIS) در کاهش آسیب‌های زلزله انجام داده‌اند و نشان داده‌اند که این فناوری می‌تواند در بهبود مدیریت بحران مؤثر باشد. آلن و همکاران (2009) تأکید کردند که سیستم هشدار سریع زلزله در ژاپن و کالیفرنیا توانسته زمان واکنش را تا ۳۰ ثانیه افزایش دهد که می‌تواند جان هزاران نفر را نجات دهد.

ابعاد تاب‌آوری و شاخص‌های آن در برابر زلزله:

شاخص‌های تاب‌آوری به اندازه‌گیری پیشرفت‌های به دست آمده در بهبود تاب‌آوری جوامع و مقایسه کشورهای مختلف کمک می‌کنند. با این حال، به دلیل پیچیدگی و تفاوت‌های مکانی، تعریف یک شاخص ثابت برای تاب‌آوری و اندازه‌گیری آن دشوار است. از این رو، نیاز به ساخت شاخص‌های مناسب برای تاب‌آوری وجود دارد.

مهم‌ترین معیارها شامل اعتماد، رهبری، کارایی جمعی، سرمایه اجتماعی، انسجام اجتماعی و مشارکت هستند. همچنین، تاب‌آوری جوامع را می‌توان در سه بعد اجتماعی، اقتصادی و زیربنایی اندازه‌گیری کرد.

روش تحقیق :

این پژوهش غیر آزمایشی از نوع همبستگی است. همچنین این تحقیق بر اساس هدف از نوع کاربردی است و از لحاظ زمانی نیز این تحقیق مقطعی است. از طرفی با توجه به نوع جمع‌آوری اطلاعات، این پژوهش در رسته پژوهش‌های میدانی محسوب می‌شود. ضمن این که جهت مطالعه منابع جهت جمع‌آوری مبانی نظری از روش اسنادی یا کتابخانه‌ای استفاده می‌شود.

ابتدا محدوده مورد مطالعه به ۵ محله تقسیم‌بندی می‌کنیم و با روش ترکیبی (مجموع روش‌های کمی، کیفی و فرم شهری) و از لحاظ فاکتورهای : اجتماعی، اقتصادی، بافت شهری بررسی می‌شود.

- اجتماعی: (تراکم جمعیتی، سن و تحصیلات، آسیب‌پذیری، دسترسی به مراکز امدادی مدیریتی رفاهی و ویژه، نوع سکونت بومی و غیر بومی)

- اقتصادی (اشتغال، بیکاری)

- بافت شهری (تاریخی، فرسوده، فنی‌ساز جدید، غیر فنی، سازه فنی و قدیمی تراکم ساختمانی)

با استفاده از فرمول کوکران و بر اساس جمعیت منطقه ، ۳۸۴ پرسشنامه خانوار لازم بود و در محله‌های همگن توزیع گشت. ابتدا به صورت خوشه‌ای در ۵ محدوده همگن شده و بر اساس درصد جمعیت محدوده همگن شده به کل ۳۸۴ پرسشنامه توزیع صورت گرفت.

روش محله‌بندی همگن:

ابتدا با استفاده از نقشه محلات مناطق ،مرز محلات همگن با دلیل این انتخاب مشخص شد. روش کمی و فاکتور فرمی (دارای نمود کالبدی و عینی بوده و به صورت فیزیکی قابل بررسی است): نقشه شهرداری که مرز یا حدود تقریبی محله را مشخص می‌سازد. فاکتور فرمی مثل:

- الگوی توزیع فضایی ساختمانها (باز و پراکنده، فشرده، نیمه فشرده، منظم، آشفته)

- مشخصات کالبدی ساختمانها عمر ساختمان، مصالح به کاررفته، ارتفاع، کیفیت کالبدی (مرمتی، نوساز،

تخریبی)

- الگوی توزیع فضایی ساختمانها (باز و پراکنده، فشرده، نیمه فشرده، منظم، آشفته)

- مسیر خیابان‌های شهری(پیروی از مسیر خیابان و نوع خیابان) (عدم استفاده از شریانه‌های درجه ۲ در

محله‌بندی)

- کاربری زمین شهری(شعاع عملکردی کاربری‌های شاخص در سطح محله مدارس ابتدایی، مسجد، پارک

محله ای، نسبت کاربری های مختلف)

- عنصر کالبدی شاخص (امامزاده، موقوفات، میادین، مسجد، گورستان)
 - عوارض و پدیده های طبیعی (نقش پدیده های طبیعی من جمله کوه، تپه، دریاچه، رودخانه، دره در جداسازی حوزه های اجتماعی شهرها)
 - مشخصات کمی واحدهای مسکونی (بعد اجتماعی) (مساحت واحد مسکونی) زیربنا، زمین (حد متوسط ارزش ساختمان، درصد مالکیت منازل، درصد واحد مسکونی تک خانواری، تراکم فرد در واحد مسکونی)
- مراحل گسترش فیزیکی منطقه در طول زمان (شناخت مراحل توسعه شهر در مقاطع زمانی خاص)
- تهیه پرسش نامه از کارشناس شهری (سازمان اجتماعی فرهنگی شهرداری، کارشناسان امور اجتماعی استانداری، اساتید و ...) و انجام مصاحبه و رفتار مردم در قالب محدوده فضایی (مانند رفتار فرهنگی) تعیین کننده محدوده بود (از بین حدود ۴۵ کارشناس در دسترس با استفاده از فرمول کوکران ۴۰ نفر مورد پرسش قرار گرفت):

پرسش هایی که میزان همگنی درونی (اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی) محله را معلوم می کند.

پرسش هایی که حس تعلق و میزان هم پیوندی ساکنان را نشان دهد.

نمونه ای از پرسش نامه ها :

خصوصیات جمعیتی پاسخگو در جامعه آماری نمونه	
1	جنسیت: مرد زن
2	سن: 15-20 20-35 35-65
3	وضعیت تاهل: متاهل مجرد
4	دین: اسلام زرتشتی مسیحی سایر
5	محل تولد: هست نیست
6	مدت سکونت: کمتر از 5 سال 5 تا 10 10 تا 20 بیش از 20 سال

7	مدت سکونت در منطقه :					
	کمتر از 1 سال	1تا 3 سال	3 تا 10	10 تا 20	بیش از 20 سال	
8	سطح تحصیلات خود:					
	بیسواد	زیر دیپلم	دیپلم	لیسانس	فوق لیسانس	دکتر
	تحصیلات حوزوی					

میزان آگاهی شما نسبت به موارد زیر چقدر است؟							
ردیف	سوال	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم	نمی دانم
1	آیا احتمال رخداد زلزله درلنگرود وجود دارد و میزان آگاهی شما از زلزله خیز بودن منطقه چقدر است؟						
2	آیا منزل مسکونی شما در برابر زلزله متوسط تا شدید مقاوم است؟						
3	میزان آگاهی شما در زمان وقوع زلزله برای آمادگی در برابر زلزله و قرار گرفتن در مکان های امن منزل، محل کار و غیره، چقدر است؟						
4	میزان آگاهی شما از معیارها و ضوابط ایمنی مسکن در برابر زلزله احتمالی چقدر است؟						
5	میزان آگاهی شما از سازمان های مسئول مدیریت بحران و وجود گروه های امداد محله ای در سطح محله شما چقدر است؟						
6	تا چه میزان به شناسایی محل کار و خواب آشنایان و نزدیکان و خودتان را جهت کمک به زیر آوار ماندگان، پرداخته اید؟						
7	تا چه میزان به شناسایی محل های ایمن ساختمان جهت پناه گیری و قرار دادن جعبه کمک اولیه، وسائل ضروری (چادر، کلنگ و غیره)، پرداخته اید؟						
8	چقدر در زمینه تاب آوری و بازگشت به گذشته در برابر وقوع زلزله آگاهی به دست آورده اید؟						

						میزان دسترسی شما به اطلاعات خطر زلزله و طرح های مدیریت بحران چقدر است؟	9
						میزان آگاهی شما از موارد امنیتی منزل در برابر زلزله (مانند چسب زدن به شیشه ها مهاربند دیوار و غیره)، بررسی خطر آتش سوزی سیم های برق فرسوده یا نشت لوله های گاز، چقدر است؟	10

میزان مهارت های شما در زمینه های ذیل چقدر است؟							
ردیف	سوال	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم	نمی دانم
1	مهارت ارائه کمک های اولیه (تزریقات، پانسمان، تنفس مصنوعی، انتقال مصدومین، و غیره)						
2	تمرین مهارت های آمادگی و مقابله در برابر زلزله (مقاوم سازی منزل، شناسایی مکان های اسکان موقت محله، مسیرهای تخلیه اضطراری، روش برپایی چادر موقت، آماده کردن کیف وسایل ضروری و جعبه کمک های اولیه)						
3	تمرین مهارت حفاظت در برابر زلزله (پناه گرفتن، خروج از مناطق پرخطر، دریافت کمک امدادی، جستجو و نجات زیر آواردماندگان، مقاومت تا زمان دریافت کمک از نهاد مربوطه و هلال احمر)						
4	تمرین مهارت های تاب آوری و بازگشت به عقب در برابر زلزله (بالا بردن روحیه، روحیه بخشی به سایر افراد، یافتن راه های بازگشت به شرایط قبلی زندگی)						
5	کار با روش های خاموش کردن آتش و کپسول آتشنشانی						
6	نحوه چیدمان و ایمن سازی وسایل داخلی منزل						
7	شناسایی مکان فلکه آب، برق، گاز						
8	به خاطر سپاری و یادداشت تلفن های ضروری، اورژانس و آتشنشانی						

						روش های افزایش آرامش روحی خود و بالا بردن روحیه جمع	9
						روش های افزایش خصایص والای انسانی(حس ایثار، مهربانی، رحم و شفقت، وقار و نظم اجتماعی) که در زمان بحران بیشتر نمود دارد	10

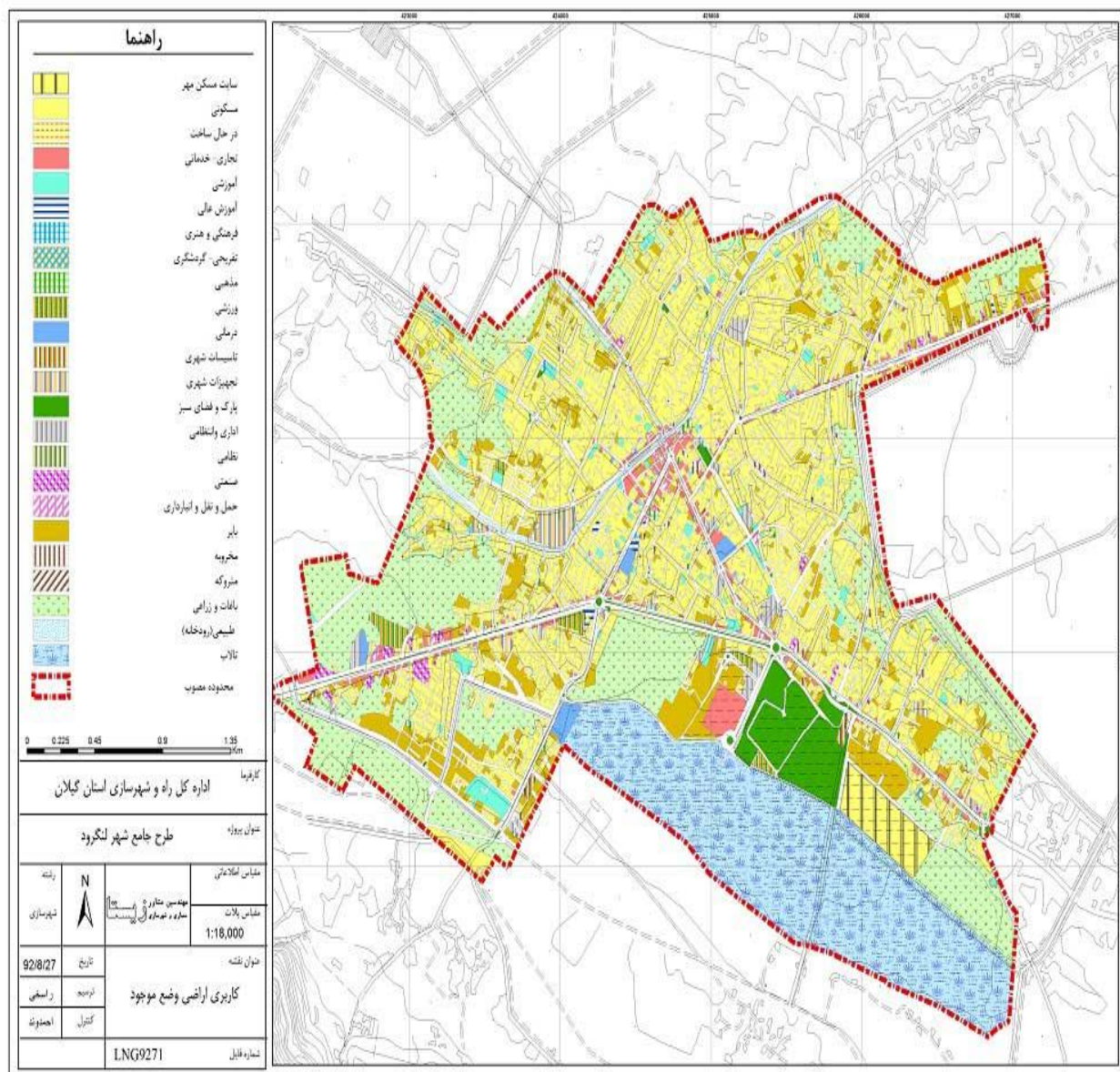
میزان اطلاع خود در ارتباط با عملکرد سازمان های مدیریت و تاب آورسازی شهری در بحران را مشخص کنید؟ (بستر نهادها)							
ردیف	سوال	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم	نمی دانم
1	میزان آگاهی شما از وجود نهاد یا سازمان هایی در ارتباط با مدیریت بحران برای امداد فوری، انتشار اخبار و آگاهی هستند، چقدر است؟						
2	میزان آگاهی شما از وجود گروه های مردم نهاد، داوطلب و امدادگر در محله برای کمک به انتشار هشدار و انتقال مردم در موقع زلزله و پس از آن هستند، چقدر است؟						
3	میزان آگاهی های شما از وجود مشوق های (مالی و فنی) برای آمادگی از طریق مشارکت با شهرداری در مورد مقاوم سازی و نوسازی مسکن خود چقدر است؟						
4	به نظر شما نهادهای دولتی در زمان وقوع بحران چقدر مسئولیت پذیرند؟						
5	میزان آشنایی و مشارکت در دوره های آموزشی مدیریت بحران و تاب آور سازی در زلزله، از طریق مراکز مدیریت بحران و سوانح طبیعی در محله، چقدر بوده است؟ (تاب آورسازی شخصی و اجتماعی، خود امدادی، روانشناسی بحران، استفاده ایمن از وسایل کار و منزل و غیره)						
شدت خسارات مالی احتمالی زلزله به اموال و املاک خود و ظرفیت جبران آنها و توانایی برگشت به شرایط شغلی و درآمدی مناسب را مشخص کنید (شدت خسارت به اموال خانواده):							

ردیف	سوال	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم	نمی دانم
1	چه میزان از اموال خانوادتان (مغازه، مسکن و غیره) در برابر زلزله آسیب پذیر است؟						
2	چقدر از وسایل درون منزل را جهت کاهش خسارات مالی در مقابل زلزله در جایی مناسب ایمن کرده اید؟						
3	چه مقدار از اموال شما (مغازه، مسکن و غیره) جهت کاهش خسارات زلزله خارج از شهر تهران است؟						
4	چه مقدار از دارایی های خانوادتان (پس انداز، اوراق و غیره) به شکلی است که در برابر زلزله آسیب نمیبینید؟						
5	چقدر منابع تامین شغل شما (مکان، ابزار و وسایل کار) در برابر زلزله آسیب پذیر است؟						

میزان ظرفیت مالی جبران خسارات به اموال و املاک خود را مشخص کنید: (ظرفیت مالی جبران خسارت خانواده):							
ردیف	سوال	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم	
1	میزان پس انداز شما و خانواده که در مواقع اضطراری جهت جبران خسارت خانواده، استفاده شود چقدر است؟						
2	در صورت از بین رفتن شغل تا چه حد با مهارت شخصی و در کمترین زمان میتوانید، جبران خسارت کنید؟						
	میزان وام (مانند وام نوسازی و مقاوم سازی مسکن) شما و خانواده چقدر است؟						
4	میزان بدهکاری شما و خانواده چقدر است؟						
5	در شرایط اضطراری به چه میزان می توان از حمایت مالی دولتی، محلی و یا خیرین جهت جبران خسارت خانواده، استفاده کنید؟						

موقعیت شهر لنگرود:

لنگرود یکی از شهرهای استان گیلان است و مرکز شهرستان لنگرود است. لنگرود از غرب با لاهیجان و از شرق با رودسر هم‌جوار است. لنگرود به جهت نزدیکی به دریای خزر همواره اهمیت استراتژیک زیادی داشته و اکنون نیز این شهر به شهر چای و برنج و ابریشم معروف است. همچنین به دلیل عبور رودخانه‌ای بزرگ از مرکز این شهر و وجود پل‌های چندصدساله بر آن، سفرنامه‌نویسان اروپایی نظیر چارلز فرانسیس مکنزی، لنگرود را به شهر ونیز در ایتالیا تشبیه کرده‌اند.



شکل 1. نقشه GIS لنگرود

تخمین خسارات به ساختمانها:

به طور کلی تخمین خسارات ناشی از زلزله به ساختمانها ارتباط مستقیم با سه پارامتر اساسی دارد. نخستین پارامتر بیشینه شتاب زمین (PGA) می باشد، که بر اساس بزرگی زلزله، محل وقوع، مشخصات ژئوتکنیک ساختگاه و مدل استهلاک انرژی در پوسته زمین تغییر می کنند. پارامتر دوم مشخصات لرزه ای ساختمان (جابجایی بام SD و شتاب بام Sa) می باشد که با مشخصات فنی اجزای سازه مرتبط است. پارامتر سوم منحنی شکست ساختمان است که روشی برای تخمین خسارت زلزله است. در این راستا، استفاده از منحنی شکست های ارائه شده در متدولوژی HAZUS یکی از متداولترین و بروزترین روشهای کاربردی تخمین خسارات زلزله به ساختمانها می باشد. در این روش برای برآورد آسیب پذیری به هر دسته ساختمان یک رفتار مشخص در نظر گرفته شده است. در این فرایند، رفتارسنجی ساختمانها در سطوح مختلف شتاب ناشی از زلزله به صورت احتمالاتی پیش بینی میشود. توانایی این روش در برآورد خسارت لرزه ای ساختمانها در چندین کشور زلزله خیز جهان مانند آمریکا، ژاپن، تایوان، ترکیه و ... به اثبات رسیده است.

بیشینه شتاب زمین (PGA) :

سامانه NHMS فرایند محاسبه بیشینه شتاب زمین (PGA) را طی دو مرحله انجام می دهد. کلیه پارامترهای مورد نیاز این دو مرحله به کمک داده های لرزه ای و ژئوتکنیکی در خارج از محیط سامانه توسط نرم افزارهای مختلف پردازش گردیده و در نهایت بصورت کدگذاری شده برای هر یک از ساختمانهای مورد نظر پیاده سازی می گردد. در مرحله نخست مقدار PGA بر روی پی سنگ لرزه ای سازه، به کمک روابط کاهندگی (مدل GMPE) محاسبه می شود. در مرحله دوم اثر تشدید کنندگی خاک به دست آمده از مشخصات ژئوتکنیکی زیر پی سازه به عنوان یک پارامتر موثر در محاسبات وارد شده و مقدار PGA در سطح زمین تخمین زده می شود.

یافته های پژوهش :

زمین شناسی اقتصادی:

توانمندی های اقتصادی محدوده مورد بررسی اگر چه در دو بخش فلزی و غیر فلزی قابل ذکر هستند ولی پوشش جنگلی مناسب می تواند بازار مناسب جهت بهره برداری اقتصادی از چوب درختان جنگلی را ایجاد نماید. وجودسنگهای ولکانیک بازیک که شدیداً زیر اثر دگرسانیهای سطحی واقع شده و کانیهای دگرسانی فراوانی را بوجود آورده اند. از مهمترین آنها انواع کانیهای رسی است که ضخامت زیادیاخاک رس را در

منطقه بوجود آورده که این مناطق مستعد کشاورزی و جنگل کاری است، از دیگر کانیهای دگرسانی منطقه می توان به سربیسیت، کلریت، اپیدوت، هماتیت و لیمونیت اشاره نمود. فراوانی بیوتیت در چند نقطه سبب شده که از جنبه اقتصادی بدان توجه شود که از مهمترین آن ماده معدنی بیوتیت در حوالی روستای کوچک پروم سرا (در حدود ۴ کیلومتری جنوب شرق املش) است که ماده معدنی بصورت الیه های عدسی شکل و بصورت ورقه های شش گوش (هگزا گونال) در اندازه های مختلف (کمتر از یک میلیمتر تا چند سانتیمتر) دیده می شود. به طور کلی در این قسمت از تحقیق به منظور بررسی و تعیین مدلی جهت تاب آوری منطقه به شاخص سازی، مدل سازی و تحلیل ارتباط بین پارامترهای ایمنی پرداخته شده است.

مدل سازی پارامترهای شاخص ایمنی:

۱- اولین مولفه تاب آوری، بعد اجتماعی است، که از تفاوت ظرفیت اجتماعی، در بین جوامع به دست می آید. به عبارت دیگر ظرفیت گروههای اجتماعی و جوامع در بازیابی یافتن از یا پاسخ مثبت دادن به سوانح است.

۲- دومین مولفه، بعد اقتصادی است، در اقتصاد، تاب آوری به عنوان واکنش و سازگاری ذاتی افراد و جوامع در برابر مخاطرات بطوری که آنها را قادر به کاهش خسارات زیانهای بالقوه ناشی از مخاطرات سازد تعریف می شود.

۳- سومین مولفه، بعد نهادی است که حاوی ویژگیهای مرتبط با تقلیل خطر، برنامه ریزی و تجربه سوانح قبلی است. در اینجا تاب آوری بوسیله ظرفیت جوامع برای کاهش خطر، اشتغال افراد محلی در تقلیل خطر، برای ایجاد پیوندهای سازمانی و بهبود و حفاظت از سیستم های اجتماعی در یک جامعه تحت تاثیر قرار می گیرد.

۴- چهارمین مولفه، بعد کالبدی- محیطی (زیرساختی) است که اساسا ارزیابی واکنش جامعه و ظرفیت بازیابی بعد از سانحه نظیر پناهگاه، واحدهای مسکونی خالی یا اجاره ای، و تسهیلات سلامتی می شود. همچنین این شاخص ها ارزیابی کلی از مقدار اموال خصوصی که ممکن است در برابر خسارت دائمی و زیان های اقتصادی احتمالی، به شکل ویژه ای آسیب پذیر باشند در اختیار قرار می دهد. زیرساخت های آسیب پذیر، شامل خانه های کم دوام که مخصوصا به یک حادثه فاجعه بار حساس هستند. در همین ارتباط متغیرهای کالبدی مهم مانند مقدار شریانهای اصلی در یک ناحیه که این نوع از زیرساخت نه تنها ابزاری را برای تخلیه های پیش از حادثه فراهم می کند بلکه به این دلیل که همانند مجرای برای تامین مواد حیاتی پس از سوانح عمل می کند در مقیاس گنجانده شده است. همچنین شامل سیستم های فیزیکی نظیر تعداد خطوط لوله، جاده ها و زیرساخت های حیاتی و بحرانی، شبکه حمل و نقل، کاربری زمین، نوع مسکن (ویلائی- آپارتمانی)، جنس مصالح، مقاومت بنا، کیفیت و قدمت بنا، مالکیت، نوع ساخت و ساز، ارتفاع ساختمانها، فضای باز ساختمان

محل سکونت، فضای سبز، تراکم محیط ساخته شده، نوع مسکن، پتانسیل دسترسی و تخلیه، ویژگی‌های جغرافیایی، شدت و تکرار مخاطرات، شناسایی مکانهای امن، شناسایی گسلها، دور شدن از مناطق آسیب پذیر، نزدیک بودن به نواحی مخاطره آمیز است.

تخمین خسارات زلزله به ساختمانها در سامانه WARED:

در مرحله نخست، محاسبه بیشینه شتاب زمین (PGA) در پی ساختمان از طریق شبیه سازی و بر اساس مدل GMPE انجام می شود. در این فرایند اثر بزرگنمایی خاک بر اساس نتایج مطالعات ژئوتکنیک لرزه ای پی سازه در محاسبات اعمال می گردد. در مرحله دوم، محاسبه پارامترهای طیف پاسخ ساختمانها از طریق مدل شبیه ساز GMPM-GK15 محاسبه می شود. در این فرایند مشخصات زلزله، نوع گسل، خصوصیات ژئوفیزیکی پوسته زمین، بیشینه شتاب زمین (PGA) و پریود ارتعاش ساختمان مورد استفاده قرار می گیرد. در مرحله سوم تخمین خسارات قابل انتظار به اجزای سازه ای و غیر سازه ای ساختمان بر اساس منحنی شکست های ارائه شده در پروژه HAZUS انجام می شود. بر این اساس خسارات احتمالی ناشی از زلزله در چهار وضعیت ناچیز، متوسط، گسترده و کامل پیش بینی می گردد. به عنوان مثال، توسط سامانه WARED خسارات ناشی از یک زلزله به بزرگی ۷ ریشتر برای ساختمان مدیریت بحران شرکت آبفا، محاسبه شده است پارامترهای لرزه ای محاسبه شده برای این ساختمان به قرار زیر است.

$$S_a = 40.51\%g - S_D = 2.55 \text{ cm.} - P_G A = 21.5\%g$$

بر اساس این تخمین، در بخش سازه ای ساختمان مدیریت بحران شرکت آبفا، خسارات ناچیز و در بخش غیر سازه ای خسارات متوسط ایجاد شده است. خسارات پیش بینی شده در بخش سازه ای شامل ایجاد ترک های کوچک در جوشکاری اتصالات و تغییر شکل های کوچک بصورت انبساطی یا پیچش در بادبندها می باشد. خسارت پیش بینی شده در بخش غیرسازه ای شامل ترک خوردگی های گسترده و بزرگ در دیوارها، فروریختن تایل های کچی سقف، جابجایی قابل توجه سنگ نما ساختمان، جابجایی قاب برخی پنجره ها، جابجایی ریل آسانسور و نشست محدود آب از لوله ها است.

تشریح خسارات زلزله:

تخمین خسارت به اجزای سازه ای و غیر سازه ای ساختمانها با هدف پیش‌بینی آسیب وارده به انواع مدل‌های ساختمانی برای یک سطح معین از لرزش زمین انجام می‌شود. اینگونه پیش‌بینی‌ها، برای ارزیابی الگوهای خرابی مورد انتظار در یک منطقه مشخص به ازای سناریوهای مختلف زمین لرزه‌های محتمل می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

بر این اساس علاوه بر شناسایی میزان آسیب‌پذیری انواع ساختمانها، امکان پیش‌بینی ساختمانهای با حداکثر خسارت در سناریوهای مختلف زلزله ممکن می‌گردد. بدین منظور توصیف خسارات ناشی از زلزله به ساختمانها، باید به گونه‌ای باشد که مدیران با مشاهده شرح خسارت ماهیت و گستره خسارت فیزیکی وارد شده به ساختمان مورد نظر را به سرعت شناسایی کنند.

این اطلاعات شامل وضعیت ایمنی، عملکرد و زیان‌های مالی ناشی از خسارت زلزله می‌باشد. بدین منظور در دستورالعمل HAZUS، تشریح خسارات ناشی از زلزله به ساختمانها برای تیرها، ستونها، دیوارها، سقف، لوله‌کشی، تجهیزات گرمایش - تهویه و ... توصیف شده است.

نتیجه‌گیری:

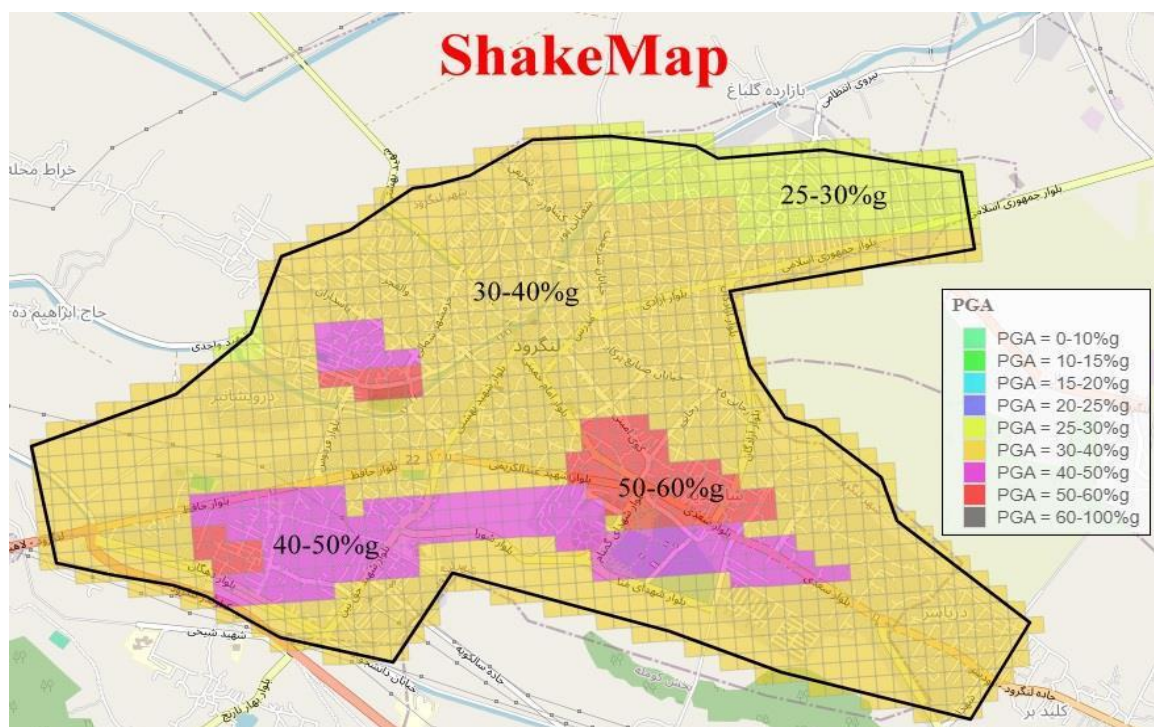
امروزه تحلیل و افزایش تاب‌آوری نسبت به سوانح طبیعی به حوزه‌های مهم و گسترده تبدیل شده است به طوریکه در حال حاضر از حرکت همزمان و متقابل توسعه پایدار و مدیریت سوانح به سمت افزایش تاب‌آوری بحث می‌شود. بر این اساس، تحلیل و افزایش تاب‌آوری سیستم‌های انسانی و محیطی در برابر سوانح طبیعی در مسیر نیل به آرمان توسعه پایدار از اهمیت ویژه‌ای برخوردار شده است.

ضروری است که تاب‌آوری و سطوح مختلف تاب‌آوری افراد و گروههای اجتماعی نیز شناخته شود و عوامل و شرایط اجتماعی، اقتصادی، نهادی و زیرساختی - کالبدی تاب‌آوری جوامع شهری و تمرکز آن در گروهها و مکانهای خاصی از قلمرو انسانی - محیطی کلانشهر تهران مورد توجه قرار گیرد. باید فهمید که چرا و چگونه تاب‌آوری در مکانها و فضاهای (محلات و بافت‌های) خاصی از شهر و نیز در بین افراد و گروه‌های مشخصی از مردم متمرکز می‌شود و چه عوامل و شرایطی باعث ایجاد و افزایش تاب‌آوری می‌باشند؟ آنچه که بطور خلاصه و در مقیاس کلان می‌توان آن را در ذیل رابطه تاب‌آوری اجتماعات شهری در برابر سوانح طبیعی قرار داد. با نگاهی به تاب‌آوری در مقابل سوانح به عنوان فرایندی برنامه‌ریزی شده، شامل مجموعه‌ای از اقدامات یا تغییرات برای تقویت ظرفیت جامعه‌سازنده در زمانی که با شوک و فشارها مواجه است، موجب تاکید بر نقش محوری انسان در برابر سوانح می‌شود. از اینرو تاب‌آوری در برابر سوانح را می‌توان به عنوان کیفیت،

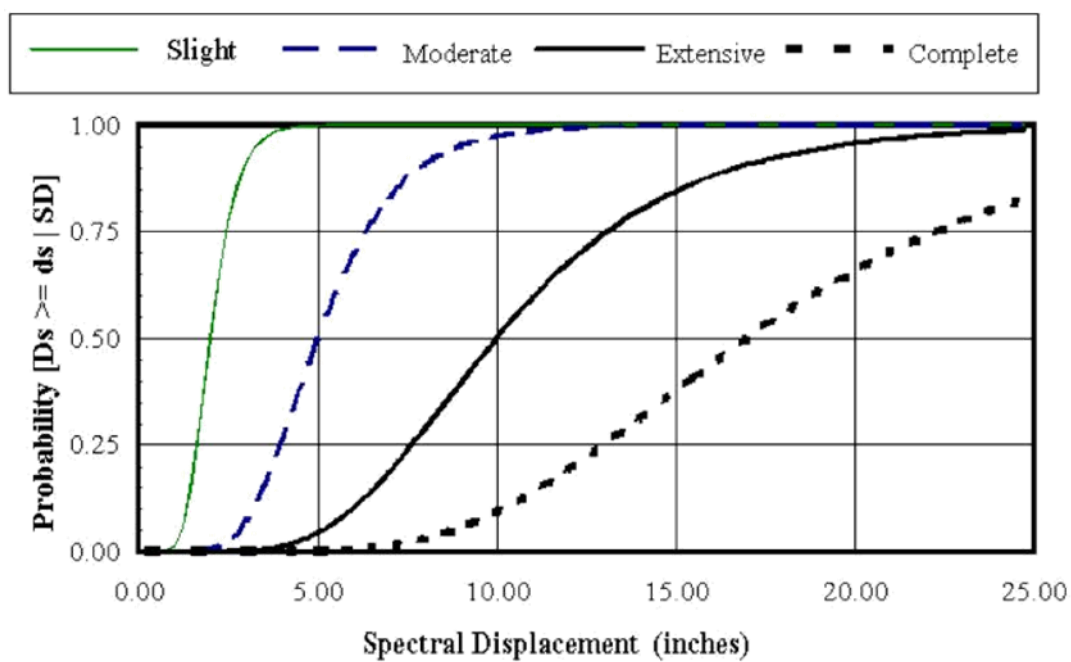
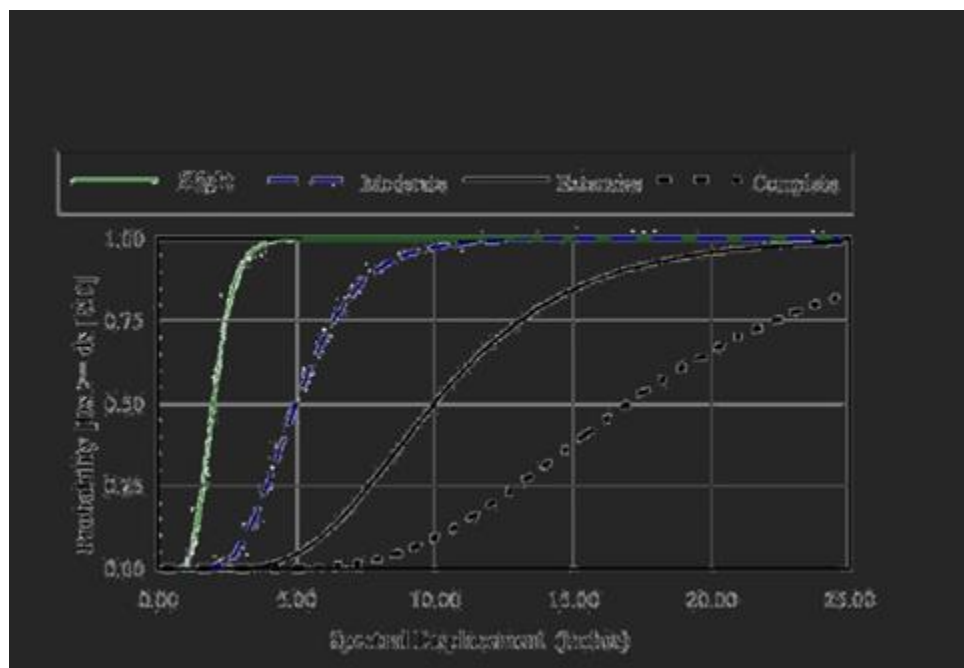
ویژگی یا نتیجه ای دانست که به وسیله فرایند هایی در جامعه ایجاد می شود تا با تقویت ظرفیتها باعث تسهیل در واکنش و بازیابی از سوانح شود. در همین ارتباط مدیریت سوانح، فرآیند واکنش انسان نسبت به سوانح را که از چهار مرحله: تقلیل خطر، آمادگی، واکنش و بازیابی تشکیل شده چرخشی می داند. این پژوهش اصولاً یک کار نظری و میدانی است که در جهت بررسی و مدیریت سوانح طبیعی، آسیب پذیری، سیاستهای تقلیل خطر بحران و همچنین جهت در برنامه ریزی و سیاست گذاریهای شهر لنگرود و شهرهای مشابه در خصوص مدیریت سوانح طبیعی می تواند استفاده شود. همچنین می تواند گامی در جهت ارتقای دانش تاب آوری اجتماعات در برابر سوانح طبیعی باشند این تحقیق کاربردی است.

محاسبه بیشینه شتاب زمین:

بر اساس محاسبات انجام شده در سامانه NHMS، بیشینه شتاب زمین ناشی از زلزله ۷/۲ ریشتری بصورت ShakMap ترسیم شده است (تصویر 2). مطابق این نقشه کمترین میزان PGA این زلزله در بخش شمالی شهر لنگرود 25-30%g و بیشترین میزان PGA این زلزله در بخش مرکزی و بافت فرسوده شهر 50-60%g خواهد بود. بر این اساس این زلزله خسارات گسترده ای به شهر لنگرود وارد خواهد کرد.



شکل 2. نقشه شبیه سازی شده پهنه بندی لرزش (ShakMap) زلزله ۷/۲ ریشتری در شهر لنگرود.



شکل 3. الگو منحنی شکست ساختمانها در پروژه HAZUS با چهار سطح خسارت ناچیز، متوسط، گسترده و کامل.

تخمین خسارات ناشی از زلزله به ساختمان های اسکان اضطراری به کمک منحنی شکست انجام شده است. ترسیم منحنی شکست ساختمانها از طریق مدل سازی کامپیوتری، روشی زمان بر و پر هزینه است. بنابراین استفاده از این روش در بسیاری از موارد به دلیل عدم تامین هزینه های مورد نیاز، غیر ممکن می باشد. سازمان FEMA آمریکا با رویکرد ارائه روش های کاربردی قابل اعتماد در مدیریت بحران، منحنی شکست ساختمانها را بصورت طبقه بندی شده ارائه نموده است. بایستی توجه داشت که منحنی شکست های پروژه HAZUS برای سیستم ساختمانی آمریکا طراحی شده است. بنابراین استفاده از این سیستم برای ساختمانهای ایران بدون در نظر گرفتن ضرایب تصحیح، نتایج نامطلوبی را به همراه خواهد داشت. مهمترین تفاوت ساختمانهای ایران و آمریکا، کیفیت پایین بتن، عدم وجود جزئیات صحیح آرماتور و شرایط اجرای نامناسب سازه ها می باشد. اما از نظر طراحی، به دلیل تشابه آیین نامه ۲۸۰۰ با دستورالعمل های ساخت و ساز آمریکا، مشکل خاصی وجود ندارد. طی سالهای اخیر برخی از محققان با هدف بومی سازی دستاوردهای پروژه HAZUS تلاش کرده اند. در این میان نسخه بومی سازی شده پروژه HAZUS در کشور ترکیه، تحت عنوان HAZTURK بیشترین تشابه را با وضعیت ساختمانهای ایران دارد. در سامانه NHMS منحنی های شکست استخراج شده از تکنیکال منوال HAZUS بر اساس ضرایب اصلاح اعمال شده در ترکیه مورد استفاده قرار گرفته است .

Reference:

1. Tapia, E., & Rezaei, H. (2019). Urban Resilience in Earthquake-Prone Cities. *Journal of Urban Planning and Development*, 145(3), 05019006.
2. Kellermann, M., & Hammer, S. (2016). Earthquake Risk Assessment and Management for Urban Areas. *Earthquake Engineering & Structural Dynamics*, 45(12), 2039-2059.
3. United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR). (2015). Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030.
4. Federal Emergency Management Agency (FEMA). (2003). HAZUS-MH Earthquake Model: Technical Manual. FEMA Publication.
5. Bucchignani, E., & Salvi, L. (2014). Seismic Hazard Assessment and Its Application for Urban Planning. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 12(5), 2133-2156.
6. Cimellaro, G. P., & Reinhorn, A. M. (2010). Performance-Based Seismic Design for Resilience. *Journal of Structural Engineering*, 136(7), 795-805.
7. Cimellaro, G. P., & Reinhorn, A. M. (2010). Performance-Based Seismic Design for Resilience. *Journal of Structural Engineering*, 136(7), 795-805.
8. Berke, P. R., & Campanella, T. J. (2006). Urban Disaster Resilience: An Integrated Approach. *The Urban Climate*, 3(1), 21-40.
9. Keim, M. E. (2008). Building Human Resilience: The Role of Public Health. *American Journal of Public Health*, 98(2), 287-292.
10. UN-Habitat. (2013). Planning for Resilient Cities. UN-Habitat Publications
11. Berkes, F., & Ross, H. (2009). Community Resilience: Toward an Integrated Approach. *Society & Natural Resources*, 22(6), 623-638.
12. Frazier, T., & Lyles, W. (2013). Defining Urban Resilience: A Comprehensive Approach. *Journal of Urban Planning and Development*, 139(1), 1-13.
13. Paton, D., & Johnston, D. (2006). Disaster Resilience: An Integrated Approach. *Journal of Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, 35(10), 1235-1250.

14. Alexander, D. E. (2013). Resilience and Disaster Risk Reduction: An Etymological Journey. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 13(11), 2707-2716.
15. Aldrich, D. P., & Meyer, M. A. (2015). Social Capital and Community Resilience. *American Behavioral Scientist*, 59(2), 135-146.
16. Cimellaro, G. P., & Reinhorn, A. M. (2010). Performance-Based Seismic Design for Resilience. *Journal of Structural Engineering*, 136(7), 795-805.
17. Godschalk, D. R. (2003). Urban Hazard Mitigation: Creating Resilient Cities. *Natural Hazards Review*, 4(3), 136-143.
18. Berkes, F., & Turner, N. (2018). Social-Ecological Resilience and Transformation. *Ecology and Society*, 23(4), 30.
19. Bryman, A. (2016). *Social Research Methods*. Oxford University Press.
20. Denscombe, M. (2010). *The Good Research Guide for Small-Scale Social Research Projects*. Open University Press.
21. Hosseini, S., & Zarei, M. (2019). A GIS-Based Approach for Urban Resilience in Earthquake-Prone Areas. *Urban Studies*, 56(6), 1093-1112.
22. Tavakol, M., & Khajavikhan, J. (2018). Role of GIS in Earthquake Risk Management in Iran. *Natural Hazards Review*, 19(4), 05019001.
23. Wikipedia contributors. (2025, March 7). Langerud. Wikipedia, The Free Encyclopedia