مطالعات ساختار و کارکرد شهری، سال ششم، شماره‌ی بیست و یک، زمستان ۱۳۹۸، صفحات ۱۰۹-۸۵

ارزیابی و پهنه‌بندی آسیب‌پذیری لرزه‌ای بافت فرسوده مرکزی شهر سنندج، با ملاحظات پدافند غیر عامل، با استفاده از مدل IHWP و GIS

فرهاد فلاحی[۱]
دکتر فرزین چاره جو[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۱/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۷/۲۵

چکیده

باتوجه به رشد جهانی شتابزده در جمعیت شهرنشینی و تمرکز امکانات و زیرساختها در شهرها، درصورت وقوع زلزله، آسیب‌پذیری شهر بسیار گسترده بوده و جان و مال افراد زیادی را تهدید خواهد کرد. بنابراین، ارائه راه حلهای منطقی جهت برنامه‌ریزی صحیح و اعمال اصول پدافند غیر عامل می تواند روشی کارآمد جهت تامین امنیت شهروندان در سطوح پیشگیری، مقابله و اقدامات پس از بحران باشد. این پژوهش با استفاده از روش‌های اسنادی، توصیفی و تحلیلی در بافت فرسوده شهر سنندج انجام شده است. جهت دستیابی به اهداف پژوهش، ابتدا با بهره‌گیری از مطالعات کتابخانه ای، شاخص‌های پدافند غیرعامل جهت بررسی آسیب‌پذیری بافت شهری در برابر زلزله استخراج گردید. سپس با بهره‌گیری از تکنیک دلفی و نظریات کارشناسان، سطح اهمیت شاخص‌های موثر بر میزان آسیب پذیری مشخص شدند. در ادامه، وزن هر یک از شاخص‌ها با استفاده از مدل IHWP که ترکیبی از منطق فازی و تحلیل سلسله مراتبی است، محاسبه شده است. در مرحله پایانی، با توجه به بررسی‌های صورت گرفته؛ سطح آسیب‌پذیری بافت فوق به لحاظ پدافند غیر عامل محاسبه و مطابق آن در نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی، نقشه آسیب‌پذیری آن موردبررسی قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهد با حرکت از بدنه محلات به عمق، بر میزان آسیب‌پذیری بناها افزوده شده است. نتایج همچنین نشان می‌دهد که ۲۶/۸۰٪ از ساختمانها دارای بیشترین میزان آسیب پذیری، ۳۶/۶٪ آسیب پذیری زیاد، ۲۳/۰۳٪ از آسیب‌پذیری متوسط، ۹/۰۶٪ از آسیب پذیری کم و ۴/۳۶٪ از کمترین میزان آسیب پذیری برخوردار بوده‌اند.

کلید واژگان: آسیب پذیری، زلزله، IHWP، پدافند غیر عامل، بافت فرسوده شهر سنندج.

---

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد طراحی شهری، گروه شهرسازی، واحد سنندج، دانشگاه آزاد اسلامی، سنندج، ایران
[۲] استادیار گروه شهرسازی، واحد سنندج، **دانشگاه آزاد اسلامی**، سنندج، ایرانf.charehjoo@iausdj.ac.ir

۱- مقدمه

نیاز به امنیت همیشه یکی از نیازهای اصلی انسان به شمار رفته است. انسان ازآغاز آفرینش تا به امروز، همواره در معرض تهدیدات ناشی از جنگ‌ها، تهاجمات، بلایای طبیعی و انسانی بوده است و همین مسئله خود موجب وارد آمدن آسیب‌های جانی و مالی بسیاری بر آنها شده است (اخباری و احمدی مقدم، ۱۳۹۳) (Ghanbarpour et al., 2017).

این درحالیست که در عصر حاضر، تحولات اقلیمی، اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور ها در سراسر دنیا و ظهور و توسعه فناوری‌های روز دنیا، اگرچه در بطن خود اثرات مثبت زیادی را به همراه داشته است، اما تاثیرات نامطلوب بسیاری را نیز بر ساختار شهرها وارد آورده است. به طوریکه هر ساله بیش از پیش مخاطرات طبیعی، جان و مال انسان‌ها و ساختارهای شهری را با مخاطرات بسیاری روبرو ساخته است (امیریان، ۱۳۹۷).

در این میان، زلزله به عنوان یکی از پرمخاطره‌ترین بلای طبیعی در عصر حاضر شناخته شده است که در مدت زمان کوتاهی، به لحاظ روانی، جانی و مالی خسارات جبران ناپذیری را بر جوامع انسانی تحمیل نموده است (عیسی لو و دیگران، ۱۳۹۵). نواحی زلزله خیز دنیا عمدتا به صورت یک سلسله زنجیروار در امتداد رشته کوه‌های آلپ تا هیمالیا کشیده شده‌اند که کشور ایران نیز بخشی از کمربند آلپ-هیمالیا-قفقاز به شمار می‌رود. فلات ایران به لحاظ وقوع زلزله و مستعد بودن آن، یکی از پر فعالیت‌ترین مناطق در جهان به شمار می‌رود. بنابر آمار موجود از هر ۱۵۳ زلزله ویرانگر در سراسر دنیا، ۱۷,۶ درصد آن در ایران بوقوع پیوسته است. در طی چند دهه اخیر حدود ۱۱۰۰ زلزله مخرب در دنیا اتفاق افتاده است که بنابر نظریات موجود، حدود صد و پنجاه هزار در این زلزله جان خود را از دست داده‌اند، که عامل ۹۰ درصد این خسارات جانی، بناها و ساختمان هایی بوده اند که از امنیت و استحکام لازم برخوردار نبوده‌اند (ساسان پور و دیگران، ۱۳۹۶) (المدرسی و میردهقان اشکذری، ۱۳۹۷).

در این بین، به دلیل رشد سریع شهرنشینی و روبرو شدن شهرها با تمرکز بیشتر جمعیت، تراکم ساختمان ها و تاسیسات، رشد جهانی شتاب‌زده در جمعیت شهرنشینان آسیب‌پذیر و تمرکز امکانات و زیرساخت ها در شهرها، درصورت وقوع زلزله، آسیب‌پذیری شهر بسیار گسترده بوده و جان و مال افراد زیادی را تهدید خواهد کرد (آروین، فرجی و دیگران، ۱۳۹۷). گستردگی تهدیدات ناشی ازاین بحران طبیعی به گونه‌ای است که هیچ نقطه‌ای بر روی کره زمین نه از آن مصون بوده است و نه می‌توان ادعا نمود که مصون خواهد بود. لذا باید پذیرفت که آرامش موجود، از تداوم دائمی برخوردار نخواهد بود؛ بنابراین در این چنین شرایطی، حفظ و تقویت بنیه آمادگی دفاعی در همه ابعاد و مهمتر از همه پدافند غیر عامل، به عنوان یک فرایند پیوسته و توسعه پذیر کاملا روشن است (حسینی و کاملی، ۱۳۹۴).

بنابراین، ارائه راه حل‌های روشن و منطقی جهت برنامه‌ریزی صحیح، شناخت فضاهای شهری و طراحی مناسب آنها می‌تواند به عنوان راهی کارآمد جهت برآورده ساختن نیازهای مختلف شهروندان در سه سطح پیشگیری، مقابله و اقدامات پس از بحران تلقی شود. تا از این طریق، شرایط مطلوبی را برای ارائه راه حل‌های کارآمد و مؤثرتر جهت پیش‌بینی و مقابله با خطرات در سطوح مختلف مدیریت سوانح ایجاد نمود (Hernantes et al., 2019) (Desouza & Flanery, 2013).

با توجه به اهمیت موضوع و عدم ارائه یک تحقیق جامع و مفید انجام شده در رابطه با این مسئله در شهر سنندج، تصمیم برآن شد که مطالعات این موضوع در بافت فرسوده شهر سنندج انجام شود. علی‌رغم اهمیت چشمگیر اقتصادی و عملکردی این محدوده، حضور شرایط و وضعیت نامطلوب و نامساعد در وضعیت کیفی مسکن، شرایط نامطلوب جانمایی و استقرار عناصر کالبدی و کاربری‌های ناسازگار شهری، شبکه معابر نفوذناپذیر و ناکارآمد، بافت فشرده، وضعیت نامطلوب استقرار تاسیسات زیربنایی شهر، فقر در دسترسی به فضاهای سبز و باز شهری در این محدوه از جمله مسائلی هستند که موجب افزایش آسیب‌پذیری کالبدی و اجتماعی شده است که در صورت بروز بحران، چه در حین خطر و چه در زمان کمک‌رسانی بعد از بحران، خطرپذیری و ناپایداری بالای آن می‌تواند خسارات بزرگی را به بار بیاوردکه همین مسئله لزوم توجه بیشتر به بهسازی و افزایش پایداری کالبدی این بافت را افزایش خواهد داد.

۲- مبانی نظری و پیشینه تحقیق

مدیریت بحران و پدافند غیرعامل

مدیریت بحران به معنی قابلیت درک حساسیت و اهمیت وضعیت پیش رو می‌باشد، فرایندی که در طی آن بدترین حالت وضعیت پیش‌بینی شده و سپس با برنامه‌ریزی صحیح، اثرات آن را به حداقل رسانید. در همین راستا، حفظ ایمنی و امنیت شهروندان در مواقع پیش و بعد از بحران امروزه به یکی از مهمترین موضوعات حوزه برنامه‌ریزی شهری تبدیل شده است (Coombs & Laufer, 2018).

به طور کلی، باتوجه به این واقعیت که مخاطرات و تهدیدهای ناشی از زلزله از اجزای لاینفک جوامع انسانی می‌باشد، جلوگیری از آنها امکان پذیر نبوده؛ اما می‌توان با مدیریت صحیح آسیب‌های ناشی از آن را کاهش داد (شیعه و دیگران، ۱۳۸۹)، لذا مدیریت ملی، محلی و شهروندان می‌توانند با به کاربستن اصول تاب‌آوری، جوامعی امن و پایدار خلق نمایند؛ تا در مواقع بحرانها، محیط انسانی آمادگی مقابله با بحران، پاسخ‌دهی و واکنش سریع و قدرت بازسازی پس از بحران را بیابد. بنابراین لازم است تا به منظور کاهش خطرات و تاثیرات ناشی از زلزله و دیگر بلایای طبیعی و افزایش ایمنی و رفاه شهروندان، توسعه و مدیریت شهرها را به سمت تاب آوری سوق داده تا بتوانند برای روبرو

شدن با بحران آمادگی لازم را داشته باشند، که این مهم نیازمند رویکردهای جامع و کلی‌نگر است (Hernantes et al., 2019).

یکی از اقدامات مهمی که می‌تواند نقش تعیین کننده‌ای در مدیریت بحران پس از وقوع زمین لرزه داشته باشد، پیش بینی‌های هوشمند جهت کاهش تاثیرات مخرب این بلایا و سوانح می‌باشد. لذا لازم است تا قبل از وقوع بحران و با انجام بررسی‌های مناسب و برنامه ریزی‌های معقولانه، موجبات کاهش اثرات و خسارات آن ها را فراهم نمود. در این راستا سازمان‌ها و ارگان‌های دخیل در فرایند پیشگیری و مدیریت بحران ملزم هستند تا علاوه بر مدیریت در داخل مجموعه خود، اقدامات لازم را در راستای پیشگیری وکنترل در امر برقراری امنیت و کمک به آسیب دیدگان را نیز فراهم نمایند. تا با داشتن شناخت عمیقی از فضاهای مورد تهدید و عوامل موثر بر کاهش صدمات بحران، عوامل مستلزم پیشگیری، آماده سازی و مصون‌سازی محیط طبیعی و مصنوع در مقابل بحران‌های مختلف شناسایی شده و هریک از حوزه‌های تخصصی در چارچوب حرفه و تخصص خود به آن بپردازند (Sim et al., 2018) (Wang et al., 2018).

پدافند غیر عامل در قالب یکی از پایدارترین روش‌های دفاع دربرابر تهدیدات و مخاطرات، قدمتی به بلندای تاریخ بشری دارد. این پدیده به عنوان یکی از شاخه‌های مدیریت بحران، به صورت مجموعه ای از تلاش‌ها و اقدامات غیرنظامی که می‌تواند موجب کاهش آسیب‌پذیری انسان، ساختمان‌ها، سازه‌ها، تجهیزات و سرمایه‌ها شده و در پیشگیری از شرایط بحرانی و کاهش تنش‌ها و مخاطرات یک سانحه اثر گذار باشد تعریف شده است (Shakibamanesh, 2015) (Ostad-Ali-Askari et al., 2018). هدف اصلی از اعمال اصول پدافند غیر عامل، پیشگیری از بحران، و در صورت وقوع بحران، توانایی کنترل شرایط و بازگشت به زمان پیش از بحران می‌باشد (Gupta et al., 2017) (Mitra et al., 2015) (Sadeghi & Haghzad, 2015).

در همین رابطه، گستره وسیع تهدیدها و مخاطرات ناشی از بلایای طبیعی و انسانی در سراسر دنیا موجب شده است که پژوهش‌های کاربردی گسترده ای در زمینه بهینه کردن سیستم‌ها و سوق دادن شهرها به سمت ایمن‌سازی، پیشگیری و مدیریت بحران صورت پذیرد (Sheikhi et al., 2018).

در طی سال‌های اخیر نیز مطالعات مختلفی به بررسی پدافند غیر عامل و مدیریت بحران پرداخته‌اند که در ادامه به توضیح برخی از آنها پرداخته خواهد شد.

ژو و همکاران (۲۰۱۸) در پژوهشی که با هدف بررسی عوامل موثر بر پدافند غیرعامل شهری، در زمان پیش و پس از بروز زمین لرزه انجام شده است نشان داده‌اند که اعمال اقدامات پیشگیرانه میتواند مهمتر از اقدامات پس از سانحه اثرگذار باشد؛ این مطالعه همچنین نشان داده است که مشارکت اجتماعی یکی از اقدامات موثر بر کاهش میزان آسیب‌پذیری در مواقع بحران می‌باشد (Xu & Lu, 2018).

دستورپور و همکاران (۲۰۱۸) در پژوهشی که با هدف بررسی میزان انعطاف‌پذیری شهر بروجرد در برابر زلزله انجام شده است نشان داده‌اند که شهر بروجرد اگرچه به لحاظ اجتماعی در وضعیت مطلوبی از انعطاف‌پذیری قرار دارد اما سطح کلی انعطاف‌پذیری به ویژه در زمینه اقتصادی و محیطی در وضعیت نامطلوبی به سر می‌برد (Dastoorpoor et al., 2018).

حسینی و همکاران (۲۰۱۸) در پژوهشی که با هدف بررسی تاثیر پدافند غیر عامل در حفظ ایمنی شهرها، در مواقع بروز بحران‌های طبیعی، به ویژه زمین لرزه صورت گرفته است نشان داده‌اند که ارتباط مستقیم، روبه افزایش و مثبتی بین طراحی و برنامه‌ریزی شهری و پدافند غیر عامل وجود دارد. لذا می‌توان با اتخاذ نوع بهینه ای از طراحی و برنامه‌ریزی شهرها، تا حدود زیادی آسیب پذیری ناشی از بحران‌های وارده را کاهش داد (Hosseini et al., 2018).

الحواصلی و همکاران (۲۰۱۸) در پژوهشی که با هدف تجمیع تمامی ابعاد پدافند غیرعامل و بررسی میزان اثرگذاری و اهمیت آنها در خلق محله‌های مسکونی ایمن و کاهش شمار تلفات جانی و ساختاری در هنگام بروز سانحه انجام شده است نشان داده‌اند که نحوه طراحی فضاهای شهری و همچنین ساختمان‌ها تاثیر مثبتی بر کاهش آسیب‌پذیری ناشی از بحران دارد، این پژوهشگران همچنین نشان داده‌اند که علاوه بر جنبه‌های کالبدی، جنبه‌های روانی طراحی فضاها را نیز در نظر داشت. نتایج حاصل از این پژوهش بر در نظر گرفتن جنبه‌های روانی در کنار جنبه‌های امنیتی در طراحی فضای داخلی و همچنین پرهیز از به کاربردن اجزای منفک در طراحی نما و جداره‌های شهری (اجزایی که به هنگام بحران امکان سقوط دارند)، ایجاد فضاهای چند عملکردی و حفاظت شده در داخل ساختمان تاکید نموده است (Alhawasli & Daneshjoo, 2018).

توکلی نیا و همکاران (۱۳۹۷) در پژوهشی که با هدف بررسی آسیب شناسی فضایی ساختار کالبدی و بافت اجتماعی منطقه شش تهران و با بهره‌گیری از متد AHP انجام شده است، نشان داده‌اند که بر اساس نظر کارشناسان، شاخص‌های تراکم جمعیتی و تراکم ساختمانی به عنوان تاثیرگذارترین عوامل مطرح شده‌اند. علاوه براین، نتایج این پژوهش همچنین نشان داده است که شاخص‌های آموزش و آگاهی، مهارت‌ها و تخصص همگی بر موضوع پدافند غر عامل تاثیرگذار هستند (توکلی نیا و دیگران، ۱۳۹۸).

گلی مختاری و همکاران (۱۳۹۷) در پژوهش که با هدف ارزیابی میزان آسیب‌پذیری محدوده شهری کاشان در برابر زلزله، با بهره‌گیری از مدل IHWP [۱] و بررسی معیارهای کیفیت ابنیه، فاصله از گسل، شتاب زمین، دانه بندی بافت، فاصله از مراکز درمانی، فضاهای باز، کانون زلزله و تاسیسات خطرزا، تعداد طبقات انجام شده است نشان داده‌اند که میزان آسیب پذیری بیش از ۵۰ درصد از ساختمان‌های محدوده مورد بررسی در وضعیت کم و بسیار کم قرار و

[۱] Inversion Hierarchical Weight Process

۳۰ درصد نیز با وضعیت آسیب‌پذیری بالا و بسیار بالا مواجه هستند (گلی مختاری و دیگران، ۱۳۹۷).

محمدپور و همکاران (۱۳۹۵) در پژوهشی با هدف تحلیل و بررسی شاخص‌های آسیب‌پذیری بافت‌های فرسوده شهری در برابر بحران زلزله در محله سیروس تهران انجام شده است با شناسایی شاخص‌های موثر بر آسیب پذیری، بررسی سطح اثر گذاری هر یک از شاخص‌ها و شناسایی نواحی حادثه خیز و تهیه نقشه پهنه بندی آسیب پذیری محلات، نشان داده‌اند که محله مورد بررسی به لحاظ ویژگی‌های آسیب‌پذیری بسیار ناپایدار بوده و باتوجه به تراکم بالای جمعیتی، درصورت بروز بحران بخش بزرگی از جمعیت را با خسارات جبران ناپذیری روبرو خواهد ساخت (محمدپور و دیگران، ۱۳۹۵).

در جدولی که در ادامه خواهد آمد، به مولفه‌های مورد بررسی در پژوهش‌های مختلف پرداخته شده است.

جدول ۱، مولفه‌های مورد بررسی آسیب پذیری بافت به تفکیک محققان مختلف.

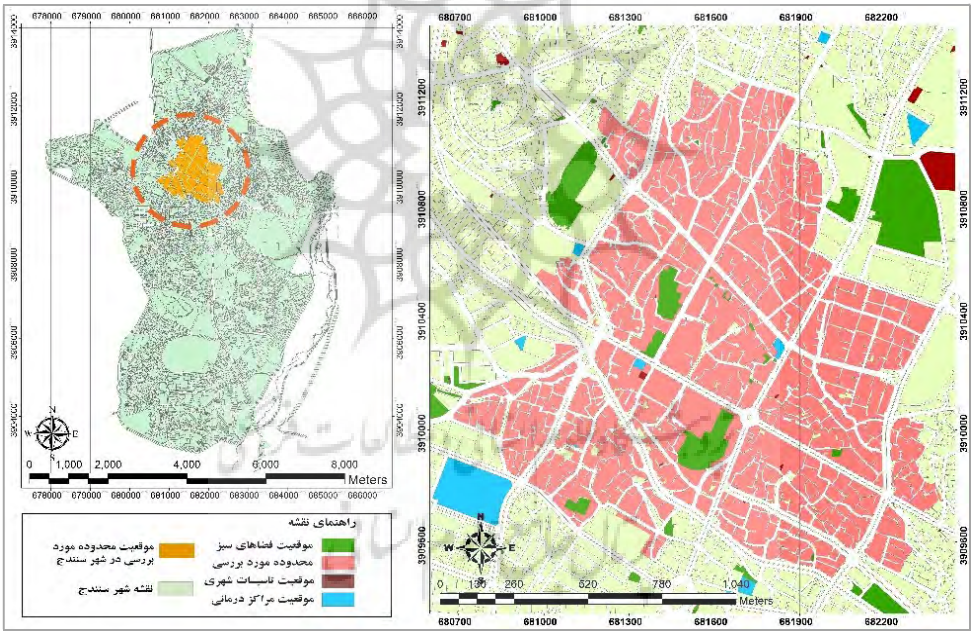
پژوهشگر / شاخص	(توکلی نیا و دیگران، ۱۳۹۸)	(گلی مختاری و دیگران، ۱۳۹۷)	(کرمی و امیریان، ۱۳۹۷)	(انوری و نظمی، ۱۳۹۶)	(کاظمی نیا و میمندی پارینی، ۱۳۹۶)	(حاجی نصیری، ۱۳۹۵)	(عیسی لو و دیگران، ۱۳۹۵)	(صیامی، نژاد، و دیگران، ۱۳۹۴)	(علی اکبری و میرزایی، ۱۳۹۴)	(ضیایی، ۱۳۹۲)
تراکم ساختمانی	*			*				*	*	*
تراکم جمعیتی	*		*	*	*	*	*	*	*	*
تعداد طبقات		*	*		*					*
دانه بندی قطعات		*	*	*						*
کیفیت ابنیه	*	*	*	*			*	*	*	*
مصالح ساخت			*		*	*				*
قدمت ابنیه					*	*	*			*
عرض معابر	*		*			*		*	*	*
فاصله از آتش نشانی	*		*			*	*		*	*
فاصله از فضای باز	*	*	*							
فاصله از مراکز درمانی	*	*	*			*	*	*	*	
فاصله از تاسیسات شهری	*	*	*		*	*				*
درصد شیب			*					*		

منبع: نگارندگان.

۳- شناخت محدوده پژوهش

پژوهش حاضر بر روی بافت فرسوده مرکزی شهر سنندج، که دارای مساحتی بالغ بر ۱۷۶,۳ هکتار بوده و بر هسته مرکزی شهر منطبق می‌باشد و تقریبا تمامی محلات بافت قدیم این شهر را در برمی‌گیرد، انجام گرفته است. شهر سنندج در گذشته‌های دور عمدتا بر اساس ضروریات اقلیمی و اجتماعی بنا شده است و به مقاوم سازی و پایداری آن در برابر بحران‌ها و حوادث به ویژه در بافت‌های فرسوده و تاریخی توجه چندانی نشده است.

بافت مذکور با برخورداری از ارزش‌های تاریخی و به عنوان قلب تپنده تجاری و اقتصادی شهر سنندج، از نقش چشمگیری در رونق بخشی به بافت مرکزی شهر سنندج برخوردار می‌باشد. علی‌رغم اهمیت روشن این محدوده، حضور شرایط و وضعیت نامطلوب و نامساعد در وضعیت کیفی مسکن، شرایط نامطلوب جانمایی و استقرار عناصر کالبدی و کاربری‌های ناسازگار شهری، شبکه معابر ناکارآمد، بافت فشرده، وضعیت نامطلوب استقرار تاسیسات زیربنایی شهر در این محدوه از جمله مسائلی هستند که موجب افزایش آسیب‌پذیری کالبدی و اجتماعی شده و مقاومت بافت را در برابر حوادث و بحران‌های غیر مترقبه افزایش داده است که در صورت بروز بحران در معرض بیشترین تهدیدات و آسیب‌ها قرار دارد و بیشترین خسارات جانی و مالی را به بار خواهد آورد.



شکل ۱، موقعیت محدوده مورد بررسی را نسبت به شهر سنندج نشان می دهد.

منبع: نگارندگان.

۳- روش شناسی پژوهش

پژوهش حاضر در زمره پژوهش‌های کاربردی قرار می‌گیرد که با بهره گیری از روش‌های اسنادی، توصیفی و تحلیل صورت گرفته است. نقشه‌های مورد نیاز پژوهش با استفاده مشاهدات میدانی و بهره‌گیری از طرح جامع و تفصیلی شهر سنندج و تحلیل آنها در نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) تهیه شده‌اند. جهت دستیابی به اهداف مدنظر پژوهش، در گام اول با بهره‌گیری از مطالعات کتابخانه‌ای، اسناد موجود و ارزیابی نتایج حاصل از مطالعات گذشته، شاخص‌های لازم جهت بررسی میزان آسیب‌پذیری بافت‌های شهری در برابر زلزله شناسایی و استخراج گردید. در مرحله بعدی پژوهش نیز با بهره‌گیری از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره نظیر فرایند تحلیل سلسله مراتبی و روش دلفی فازی و نظریات ۳۵ نفر از کارشناسان و متخصصان منتخب، سطح اهمیت شاخص‌های موثر بر میزان آسیب‌پذیری مشخص شدند. هدف از بهره-گیری از روش دلفی، رسیدن به یک توافق مطمئن بین خبرگان در رابطه با موضوعی خاص می‌باشد که با استفاده از پرسشنامه و نظرسنجی از خبرگان و متخصصان، به دفعات مختلف و باتوجه به بازخورد آنها صورت می‌پذیرد. از ویژگی‌های این روش می‌توان به ارائه پاسخ‌های بیطرفانه، تکرر دفعات ارسال سوالات و تجزیه و تحلیل‌های آماری نتایج حاصل از پرسشنامه‌ها (تبدیل داده‌های ذهنی به عینی) اشاره نمود (Hall et al., 2018) (صمدی میارکلائی و صمدی میارکلائی، ۱۳۹۶).

در مرحله بعدی پژوهش، وزن هر یک از شاخص‌ها با استفاده از مدل وزن دهی سلسله مراتبی معکوس (IHWP) که ترکیبی از روش منطق فازی[۲] و فرایند تحلیل سلسله مراتبی[۳] است، محاسبه شده است. در مرحله پایانی، با توجه به بررسی‌های صورت گرفته؛ سطح آسیب‌پذیری بافت مورد بررسی محاسبه و مطابق آن، در نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) نقشه آسیب‌پذیری آن مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

فرایند انجام مدل وزن‌دهی سلسله مراتبی معکوس (IHWP) متشکل از ۵ مرحله می‌باشد:

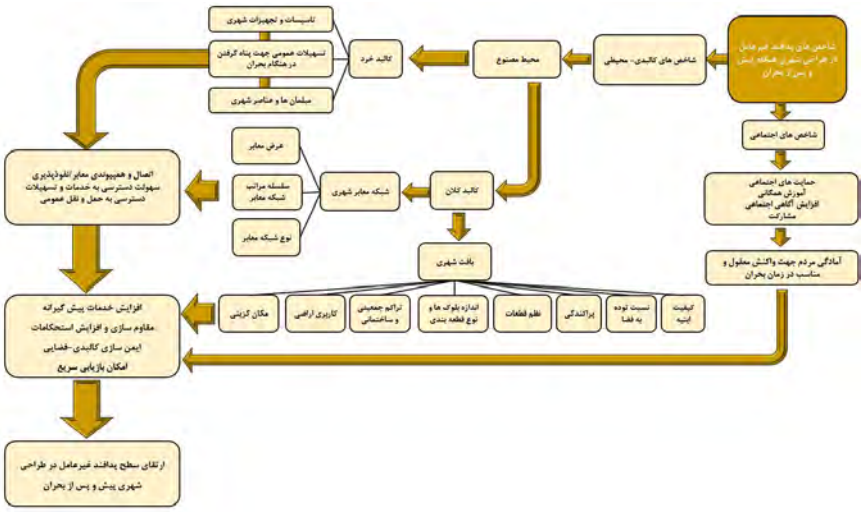
مرحله اول: انتخاب شاخص‌های موثر بر آسیب‌پذیری محدوده مورد مطالعه

برای تهیه نقشه‌های آسیب‌پذیری، ابتدا لازم است که معیارهای موثر بر این موضوع شناسایی شوند. در این پژوهش، ابتدا با مروری بر مطالعات صورت گرفته، ۱۷ مورد از مهمترین شاخص‌های موثر بر آسیب‌پذیری بافت فرسوده شهر سنندج شناسایی شدند. سپس با بهره‌گیری از روش دلفی و پرسش از متخصصان و صاحبنظران، ۱۳ شاخص: تراکم جمعیتی، تراکم ساختمانی، تعداد طبقات، دانه‌بندی قطعات بافت، کیفیت ابنیه، مصالح ساخت، قدمت ابنیه، سلسله مراتب دسترسی سواره و پیاده، درصد شیب، فاصله از آتش نشانی، فاصله از فضاهای باز، فاصله از مراکز درمانی و فاصله از تاسیسات شهری انتخاب و مورد بررسی قرار گرفتند.

---

[۲] Fuzzy logic

[۳] AHP



نمودار ۱، ارتباط بین متغیرهای پژوهش را نشان می‌دهد.

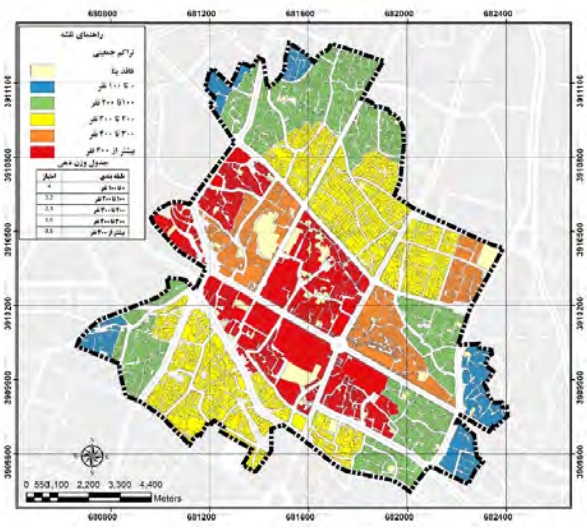
منبع: نگارندگان.

در پژوهش حاضر متغیر وابسته سطح ایمنی پیش و پس از بحران و همچنین میزان استحکام کالبد شهر در هنگام بروز بحران می باشد، که در قالب پدافند غیر عامل مورد بررسی قرار گرفته است. متغیرهای مستقل پژوهش نیز ویژگی‌های طراحی شهری، کیفیت‌های محیط مصنوع، بافت شهر و ساختار شبکه معابر شهری_کیفیت ابنیه، نسبت توده به فضا، پراکندگی، نظم قطعات، اندازه بلوک‌ها و قطعه‌بندی، تراکم جمعیتی و ساختمانی _ می‌باشند که سطوح کمی و کیفی آنها میزان پایداری کالبدی فضایی شهر را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

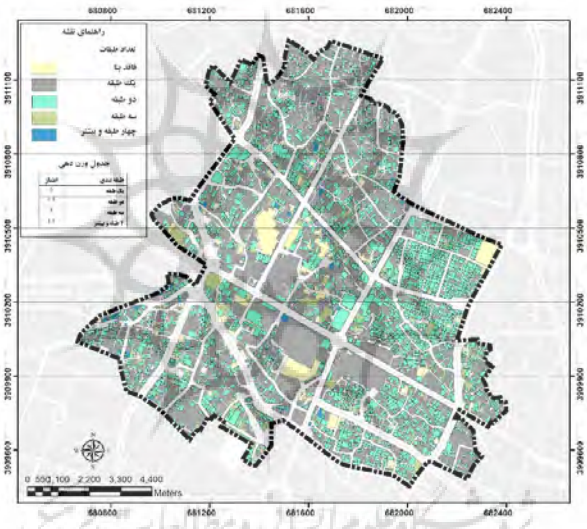
۴- انجام مدل و تجزیه و تحلیل معیارهای موثر بر آسیب پذیری بافت فرسوده شهر سنندج

- **تراکم جمعیتی و تعداد طبقات**

از آنجا تراکم جمعیتی و ساختمانی بیشترین ارتباط را با میزان مرگ و میر پس از وقوع بحران دارند، در میان معیارهای موثر بر میزان آسیب‌پذیری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند (Doocy et al., 2013). علاوه بر این، تراکم جمعیتی و تعداد طبقات نشان دهنده بار جمعیت وارده معابر اطراف را در مواقع بحران نشان می‌دهد؛ روشن است که با افزایش تراکم جمعیتی و ساختمانی، سرعت پناه‌گیری افراد و همچنین امداد رسانی با کاهش روبرو خواهد شد (گلی مختاری و دیگران، ۱۳۹۷).



نقشه۱، تراکم جمعیتی



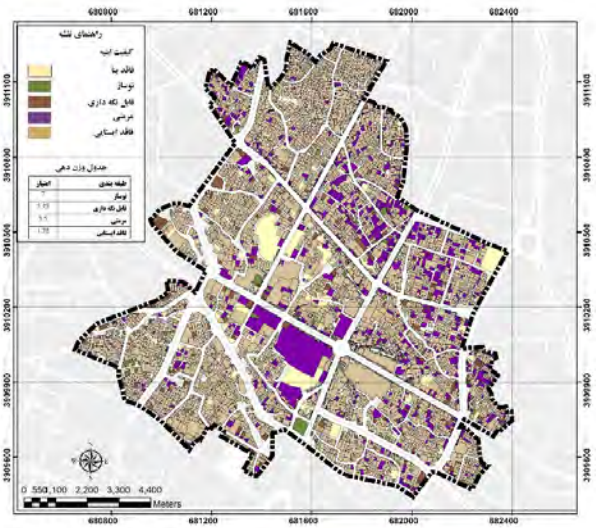
نقشه۲، تعداد طبقات

منبع: تحقیق حاضر.

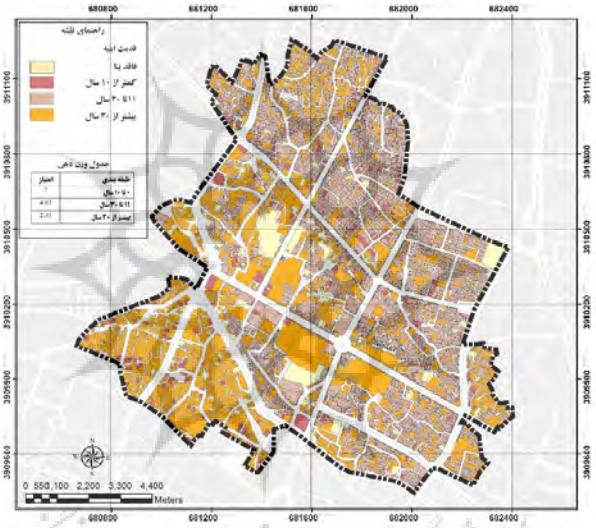
پرتال جامع علوم انسانی

- **قدمت و کیفیت ابنیه**

قدمت و کیفیت ابنیه ارتباط مستقیمی با میزان پایداری ساختمان و مقاومت آن در برابر بروز حوادث دارد. با افزایش قدمت ساختمان و کاهش کیفیت بناها، احتمال آسیب‌دیدگی آنها افزایش خواهد یافت.



نقشه۳، کیفیت ابنیه



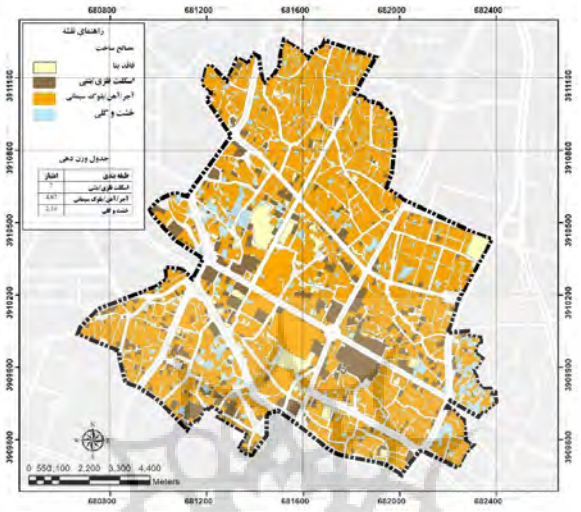
نقشه۴، قدمت ابنیه

منبع: تحقیق حاضر.

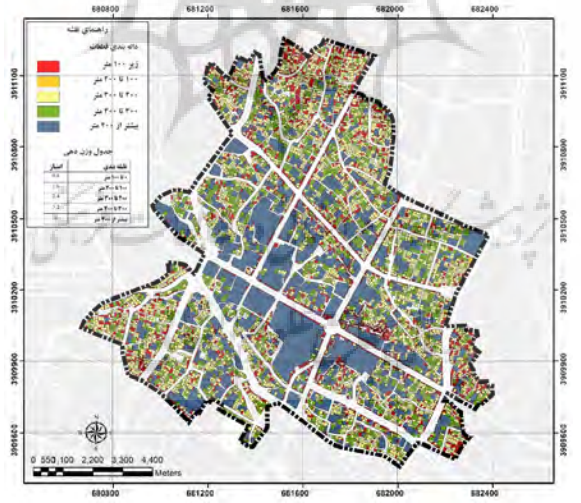
- **دانه‌بندی قطعات و مصالح ساخت**

دانه بندی قطعات نشان‌دهنده میزان فشردگی و تراکم بافت های شهری می‌باشد. روشن است که هرچه تراکم و فشردگی بیشتر باشد، آسیب‌پذیری بیشتر بوده و خدمت رسانی پس از بحران نیز با محدودیت‌های بیشتری روبرو خواهد شد.

مصالح ساخت نیز ارتباط مستقیمی با پایداری ساختمان در برابر وقوع حوادث دارد. روشن است که با ارتقای پایداری سازه‌ای ساختمان، تعداد افراد کمتری با مرگ و میر و صدمات ناشی از بحران روبرو خواهند شد. بدیهی است که سازه‌های اسکلت بتنی و فلزی نسبت به سایر مصالح موجود از پایداری بالاتری برخوردار هستند و حتی در صورت بروز بحران نیز با نسبت کمتری دچار تخریب خواهند شد. لازم به ذکر است که لزوم توجه به استعمال مصالح سبک در سازه اختمان از اهمیت ویژه ای برخوردار می‌باشد.



نقشه۵، مصالح ساخت



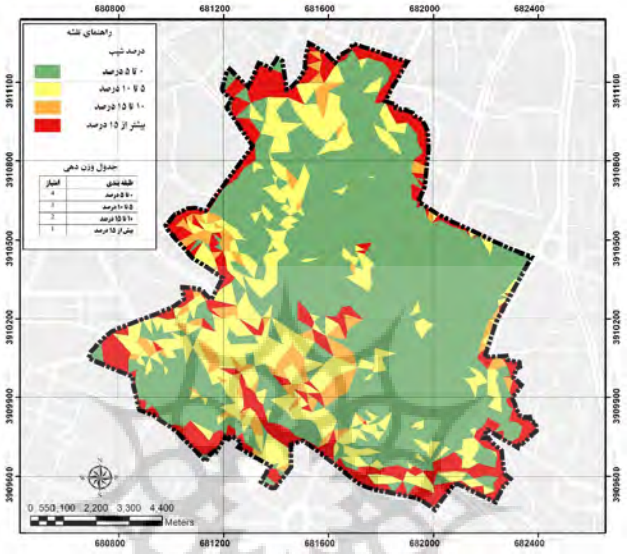
نقشه۶، دانه بندی قطعات

منبع: تحقیق حاضر.

- **نقشه درصد شیب**

در اینجا نقشه درصد شیب با استفاده از نقاط رقومی ارتفاعی و تهیه نقشه DEM محدوده در نرم افزار GIS تهیه شده است. سپس با استفاده از نرم افزار شیب‌های نقاط مختلف محدوده در درصدهای قید شده دسته‌بندی شده‌اند و نقشه آنها به صورت زیر تهیه شده است.

هرچه شیب محدوده‌ای کمتر باشد، آسیب‌پذیری ساختمان‌ها در برابر حوادث کمتر خواهد شد، متعاقبا نیز خدمات رسانی پس از بحران نیز با روند بهتری صورت خواهد گرفت.



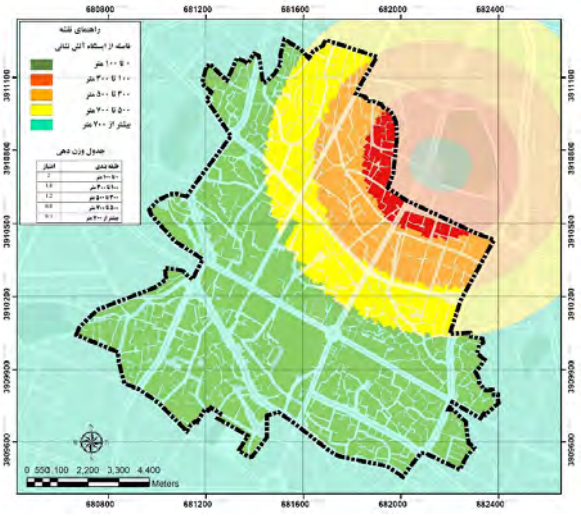
نقشه۷، درصد شیب

منبع: تحقیق حاضر.

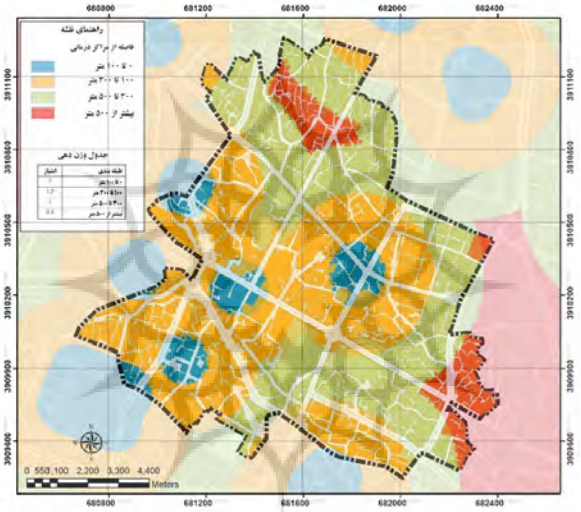
- **فاصله از مراکز درمانی و آتش نشانی**

هر چه فاصله مراکز امدادی و خدمت‌رسان با ساختمان‌ها کمتر باشد، فاصله زمانی امداد رسانی نیز کمتر خواهد بود و امکان بهره‌گیری از پتانسیل‌های خدمت رسانی این ساختمان‌ها برای مدیریت بحران به نسبت بالاتری خواهد بود.

پرتال جامع علوم انسانی



نقشه۸، فاصله از مراکز آتش نشانی



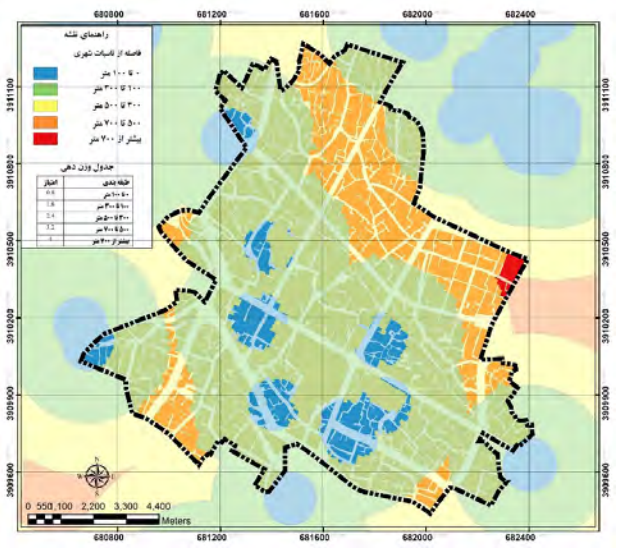
نقشه۹، فاصله از مراکز درمانی

منبع: تحقیق حاضر.

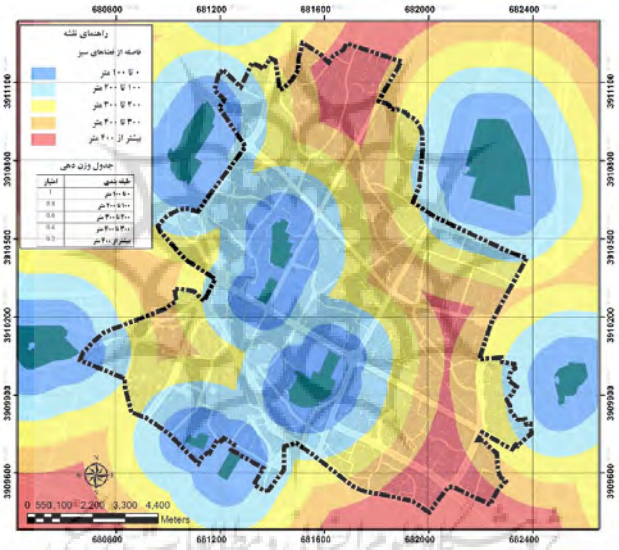
- **فاصله از فضاهای سبز و تاسیسات شهری**

منظور از فضاهای سبز، آن دسته از فضاهایی می‌باشد که در مواقع وقوع بحران، بتواند به عنوان محلی برای پناه‌گیری و اسکان موقت عمل نماید. بدیهی است که، هرچه فاصله این فضاها از ساختمان‌های مسکونی کمتر باشد، امکان بهره‌گیری از پتانسیل آنها افزایش خواهد یافت.

هرچه فاصله بناهای مسکونی و دیگر ساختمان‌ها از تاسیسات و تجهیزات شهری، به ویژه آنهایی که با احتمال انفجار همراه هستند بیشتر باشد، امکان آسیب‌پذیری انها کمتر خواهد بود.



نقشه۱۰، فاصله از تاسیسات و تجهیزات شهری



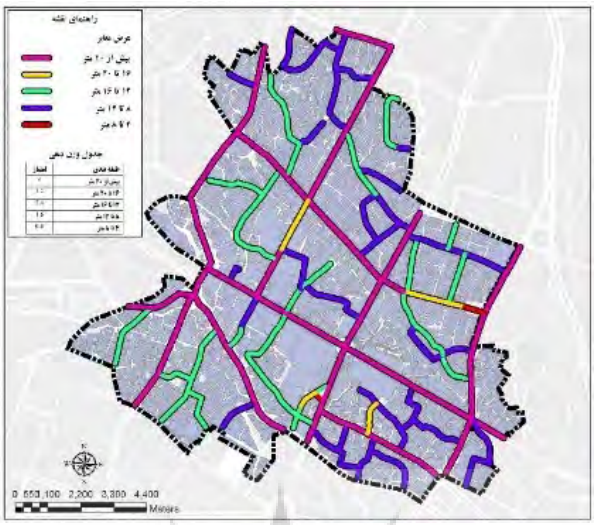
نقشه ۱۱، فاصله از فضاهای سبز

منبع: تحقیق حاضر.

- **عرض معابر**

شبکه راه‌ها حساس‌ترین بخش فضاهای عمومی شهرها به شمار می‌روند (کامران و همکاران، ۱۳۹۱). برنامه‌ریزی صحیح شبکه معابر جهت افزایش امکان خدمت‌رسانی سریع وسایل امدادی برای ارائه خدمات ضروری لازم جهت حفاظت از جان و مال مردم در مناطق آسیب دیده، به‌ویژه در

محدوده‌های تاریخی و قدیمی شهرها، که از معابر باریک و پیچ در پیچ برخوردار هستند، از اهمیت بالایی برخوردار است (Merciu et al., 2018).



نقشه۱۲، شبکه معابر

منبع: تحقیق حاضر.

مرحله دوم: تعیین اهمیت و رتبه داده ها

در این مرحله از پژوهش، ابتدا با بهره‌گیری از روش دلفی فازی، خبرگان صاحبنظر در حوزه پژوهش انتخاب شده و در رابطه با موضوع پژوهش توجیه شدند، سپس پرسشنامه پژوهش بین آنها توزیع شد. سپس بر اساس نظریات ارائه شده، وزن نهایی هر عامل تعیین گردید. عوامل موثر در شاخص‌های مورد بررسی با استفاده از روش دلفی وزن‌دهی شدند. به این صورت که شاخص با اهمیت بیشتر رتبه ۱۰ و شاخص با اهمیت کمتر رتبه ۱ را به خود اختصاص داده است. در مرحله دوم، رتبه معکوس هر یک از شاخص‌ها جهت تعیین وزن لایه، برای اعمال در مدل **IHWP** مشخص گردید.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول ۲، امتیازات دلفی و رتبه معکوس معیارهای مورد بررسی را نشان می‌دهد.

ردیف	معیار	میانگین و رتبه بر اساس روش دلفی		معکوس رتبه
		میانگین_زیرمعیار	رتبه	
۱	تراکم جمعیتی	۶/۱۸	۴	۴
۲	تراکم ساختمانی	۶/۰۹	۳	۵
۳	تعداد طبقات	۶/۸۷	۲	۶
۴	دانه بندی قطعات	۵/۱۷	۵	۳
۵	کیفیت ابنیه	۶/۵۰	۱	۷
۶	مصالح ساخت	۶/۴۴	۱	۷
۷	قدمت ابنیه	۵/۸۹	۱	۷
۸	سلسله مراتب دسترسی	۷/۲۳	۴	۴
۹	فاصله از آتش نشانی	۷/۲۷	۶	۲
۱۰	فاصله از فضای باز	۷/۵۴	۷	۱
۱۱	فاصله از مراکز درمانی	۷/۵۹	۶	۲
۱۲	فاصله از تاسیسات شهری	۵/۹۰	۴	۴
۱۳	درصد شیب	۵/۱۷	۴	۴

منبع: تحقیق حاضر.

مرحله سوم: تعیین مبانی نظری و فروض وزن‌دهی

در این مرحله از پژوهش، برای هر یک از ۱۱ معیار مورد بررسی، فرض مورد بررسی اعمال می‌شود. برای مثال، با افزایش کیفیت ابنیه، میزان آسیب‌پذیری محدوده مورد بررسی کاهش می‌یابد. و همچنین با افزایش تراکم جمعیتی، میزان آسیب‌پذیری افزایش می‌یابد. به همین ترتیب، برای دیگر معیارهای مورد بررسی، فرض لازم قید می‌گردد. فروض وزن‌دهی برای معیارهای مورد بررسی در جدول، ارائه شده است.

جدول ۳، شاخص های مورد بررسی و فروض وزن دهی را نشان می دهد.

ردیف	معیار	تاثیر بر آسیب پذیری بافت فرسوده شهر سنندج
۱	تراکم جمعیتی	تراکم جمعیتی کمتر = آسیب پذیری کمتر و پایداری بالاتر
۲	تراکم ساختمانی	تراکم ساختمانی کمتر = آسیب پذیری کمتر و پایداری بالاتر
۳	تعداد طبقات	تعداد طبقات کمتر = آسیب پذیری کمتر و پایداری بالاتر
۴	دانه بندی قطعات	دانه بندی قطعات بزرگتر = آسیب پذیری کمتر و پایداری بالاتر
۵	کیفیت ابنیه	ابنیه مقاومتر = آسیب پذیری کمتر و پایداری بالاتر
۶	مصالح ساخت	مصالح مرغوب و مقاومتر= آسیب پذیری کمتر و پایداری بالاتر
۷	قدمت ابنیه	قدمت ابنیه کمتر = آسیب پذیری کمتر و پایداری بالاتر
۸	عرض معابر	نفوذپذیری بالاتر= آسیب پذیری کمتر و پایداری بالاتر
۹	فاصله از آتش نشانی	فاصله کمتر از آتش نشانی = آسیب پذیری کمتر و پایداری بالاتر
۱۰	فاصله از فضای باز	فاصله کمتر از فضاهای سبز و باز شهری = آسیب پذیری کمتر و پایداری بالاتر
۱۱	فاصله از مراکز درمانی	فاصله کمتر از مراکز درمانی = آسیب پذیری کمتر و پایداری بالاتر
۱۲	فاصله از تاسیسات	فاصله بیشتر از تاسیات = آسیب پذیری کمتر و پایداری بالاتر
۱۳	درصد شیب	درصد شیب کمتر = آسیب پذیری کمتر و پایداری بالاتر

منبع: تحقیق حاضر.

مرحله چهارم: محاسبه وزن معیارها و زیرمعیارها

در این مرحله از پژوهش، ارزش گذاری داده‌های موجود در دو مرحله صورت می‌گیرد: ۱- در مرحله اول امتیاز اولیه هر شاخص محاسبه می‌شود و ۲- در مرحله بعدی، ارزش هر زیر معیار تعیین می شود. معادله مورد استفاده در روش تحلیل سلسله مراتبی معکوس به قرار زیر می‌باشد:

در این رابطه x برابر است با امتیاز اولیه هر شاخص $X = D / N$ (1)

D برابر است با رتبه معکوس هر شاخص

N برابر است با کلاس‌ها و زیر معیارهای هر شاخص

در این رابطه J برابر است با امتیاز بدست آمده برای طبقه‌بندی های مختلف هر شاخص $J = D - (N - I)X$ (۲)

در این رابطه I برابر است با رقم اختصاص داده شده برای طبقه بندی‌های مختلف هر شاخص

در روش مورد نظر، لایه های اطلاعاتی به صورت دو به دو مورد بررسی قرار می‌گیرند، سپس به لحاظ اهمیت در یک سلسله مراتب قرار می‌گیرند، پس از آن، هر شاخص رتبه معکوس خود را به عنوان امتیازکسب می‌نماید در انتها اطلاعات هر شاخص، بر اساس اهداف مدنظر پژوهش، رتبه بندی و امتیاز دهی می‌شوند.

جدول۴، موارد مطرح شده با بهره گیری از فرمول IHWP، به صورت زیر مورد محاسبه قرار گرفته اند.

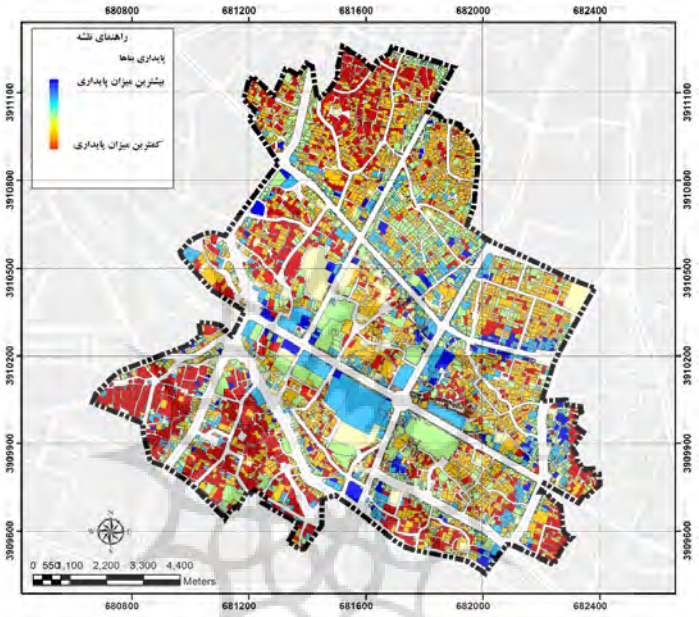
شاخص	میانگین و رتبه بر اساس روش دلفی		معکوس رتبه (D)	تعداد طبقه (N)	وزن طبقات (I)				
	میانگین	رتبه			۱	۲	۳	۴	۵
تراکم جمعیتی	۶/۱۸	۴	۴	۵	۴	۳/۲	۲/۴	۱/۶	۰/۸
تراکم ساختمانی	۶/۰۹	۳	۵	۵	۵	۴	۳	۲	۱
تعداد طبقات	۶/۸۷	۲	۶	۴	۶	۴,۵	۳	۱,۵	
دانه بندی قطعات	۵/۱۷	۵	۳	۵	۰/۶	۱/۲	۱/۸	۲/۴	۳
کیفیت ابنیه	۶/۵۰	۱	۷	۴	۷	۵/۲۵	۳/۵	۱/۷۵	
مصالح ساخت	۶/۴۴	۱	۷	۳	۷	۴/۶۷	۲/۳۳		
قدمت ابنیه	۵/۸۹	۱	۷	۳	۷	۴/۶۷	۲/۳۳		
عرض راه ها	۷/۲۳	۴	۴	۵	۰/۸	۱/۶	۲/۴	۳/۲	۴
فاصله از آتش نشانی	۷/۲۷	۶	۲	۵	۲	۱/۶	۱/۲	۰/۸	۰/۴
فاصله از فضای باز	۷/۵۴	۷	۱	۵	۱	۰/۸	۰/۶	۰/۴	۰/۲
فاصله از مراکز درمانی	۷/۵۹	۶	۲	۴	۲	۱/۵	۱	۰/۵	
فاصله از تاسیسات	۵/۹۰	۴	۴	۵	۰/۸	۱/۶	۲/۴	۳/۲	۴
درصد شیب	۵/۱۷	۴	۴	۵	۱	۲	۳	۴	

منبع: تحقیق حاضر.

مرحله پنجم: تلفیق لایه ها و تهیه نقشه نهایی آسیب‌پذیری

در این مرحله از پژوهش، پس از طبقه‌بندی شاخص‌های پژوهش و محاسبه وزن هر یک از متغییرها، ستون امتیازات محاسبه شده برای هر یک از شاخص‌ها از طریق ابزار Raster calculator در نرم افزار ARC GIS با یکدیگر جمع خواهند شد. تا از این طریق امتیاز نهایی هر واحد ساختمانی به لحاظ میزان آسیب‌پذیری در برابر بحران مشخص شود. در انتهای بررسی‌ها، نقشه نهایی آسیب‌پذیری در ۵ رده خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد دسته‌بندی می‌شوند.

نقشه خروجی نهایی



نقشه ۱۳، خروجی نهایی و جزئیات آن را نشان می دهد.

جدول ۵، تحلیل درصد آسیب پذیری را نشان می دهد.

پهنه بندی	تعداد بلوک‌های ساختمانی	درصد از کل محدوده
	۴۰۵	۴/۳۶
آسیب پذیری کم	۸۴۲	۹/۰۶
آسیب پذیری متوسط	۲۱۳۹	۲۳/۰۳
آسیب پذیری زیاد	۳۴۰۶	۳۶/۶
جمع	۹۲۸۴	۱۰۰

منبع: تحقیق حاضر.

مجموع امتیازهای بدست آمده از بررسی‌های انجام شده بر روی لایه‌های مورد بررسی از تک تک ساختمان‌های بافت فرسوده مرکزی شهر سنندج در رابطه با میزان آسیب‌پذیری این ساختمان‌ها در برابر سوانح و بحران، در ۵ طبقه فوق ارائه شده است.

۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

با نگاهی به نقشه‌های ارائه شده که نشان دهنده میزان آسیب‌پذیری ساختمان‌های بافت فرسوده مرکزی شهر سنندج می‌باشد، روشن است که آندسته از ساختمان‌هایی با مقاومت سازه‌ای بالاتر، تعداد طبقات کمتر، کیفیت ابنیه بالاتر، قدمت ابنیه پایینتر، قرار گرفته در بر معابر با عرض بیشتر و نزدیکتر به فضاهای باز و مراکز آتش نشانی از میزان آسیب‌پذیری پایینتری برخوردار بوده‌اند. همانطور که نقشه نهایی نشان می دهد که با حرکت از بدنه محلات به عمق، بر میزان ناپایداری و آسیب پذیری ساختمان‌ها افزوده شده است؛ به طوریکه ساختمان‌هایی که در بر خیابان‌های اصلی قرار دارند، به دلیل اینکه به لحاظ موقعیت مکانی امکان تعمیر و نگه داری آنها فراهم بوده است و همچنین به لحاظ برتری داشتن در دسترسی‌ها، از آسیب‌پذیری کمتری برخوردار هستند. این نتایج همچنین نشان می‌دهد که ۲۶/۸۰ درصد از محدوده مورد بررسی دارای بیشترین میزان آسیب پذیری، ۳۶,۶ درصد از آسیب پذیری زیاد، ۲۸/۰۳ درصد از آسیب پذیری متوسط، ۹/۰۶ درصد از آسیب پذیری کم و ۴/۳۶ درصد از کمترین میزان آسیب پذیری برخوردار بوده‌اند.

به طور کلی، از آنجا که مولفه‌های کالبدی فضایی شهری نظیر ساختمان‌ها و ویژگی‌های کالبدی آنها، طراحی و برنامه‌ریزی شهری، توزیع فضایی کاربری ها حجم توده و فضاها همگی نقش تعیین کننده‌ای بر شدت و میزان آسیب‌پذیری شهرها و مجتمع‌های زیستی در مقابله با بحران‌ها و سوانح دارند؛ لذا نتایج حاصل از بررسی میزان آسیب‌پذیری ساختمان‌های محدوده بافت فرسوده شهر سنندج در برابر زلزله نشان داده است که باتوجه به ماهیت قدیمی و فرسوده ساختمان‌های این بافت، پایین بودن کیفیت معماری و شاخصه‌های شهرسازی و فرسودگی بخش‌های زیادی از محلات مورد بررسی، به ویژه در عمق محلات _ از دلایل این امر می‌توان به پایین بودن نفوذ پذیری و کم بودن عرض معابر اشاره نمود_ ، آسیب‌پذیری آنها در برابر زلزله نسبتا شدید بوده و لازم است تا نسبت به مقاوم سازی، تخریب و بازسازی بخش عمده‌ای از این بافت سریعا اقدام شود تا در صورت وقوع زلزله، حداقل خسارات را در پی داشته باشد. به طور کلی نتایج حاصل از این تحقیق نشان داده است که آسیب‌پذیری و ناپایداری این بافت را به تنهایی نمی‌توان معلول یک معیار آسیب‌پذیری خاص دانست، بلکه این معضل برایند مجموعه‌ای از مشکلات و کمبودها می‌باشد که در کنار هم و به عنوان یک مجموعه، آسیب پذیری این زیستگاه‌ها را تحت تاثیر قرار داده است. که این نتایج همسو با نتایج دیگر مطالعاتی نظیر گلی مختاری و همکاران (گلی مختاری و دیگران، ۱۳۹۷)، کاظمی نیا و

همکاران (کاظمی نیا و دیگران، ۱۳۹۶)، حبیبی و همکاران (حبیبی و دیگران، ۱۳۹۵)، صیامی و همکاران (صیامی و دیگران، ۱۳۹۴) و مارسیو و همکاران (Merciu et al., 2018) می‌باشد.

در پایان مطابق نتایج بدست آمده و مشاهدات میدانی صورت گرفته، اتخاذ سیاست‌های لازم و ضروری جهت ارائه عکس العملی پویا و فعال در مقابله با بحران‌ها و حوادث پیش رو الزامی می‌باشد. از اینرو پیشنهادات زیر جهت رفع معضلات موجود و کاهش خطرپذیری ساختمان‌های محلات مختلف این بافت ارائه می‌گردد.

۱- از آنجاکه نفوذناپذیری معابر درون محله‌ای در این بافت از اصلی‌ترین مشکل ناپایداری بافت به شمار می‌رود، لذا توجه به اصل سلسله مراتب معابر شهری و تعریض معابر درون محله‌ای، جهت ایجاد فرصت‌هایی جهت تشویق صاحبان املاک جهت بازسازی و بهسازی ساختمان‌هایی که در وضعیت نامطلوبی قرار دارند و همچنین جهت افزایش پتانسیل خدمت رسانی امدادی در مواقع بروز بحران.

۲- همانطور که نقشه‌های ارائه شده نشان می‌دهند، وضعیت فضاهای سبز و باز درون محلات در سطح بسیار پایینی قرار دارد که همین خود خدمت رسانی در زمان زلزله (که بتوان برای اسکان موقت از آنها بهره برد) را با مشکل مواجه می‌سازد، لذا تزریق فضاهای سبز و کاربری‌هایی نظیر آتش نشانی، درمانگاه، بیمارستان و... که در زمان وقوع سوانح بتوان از پتانسیل‌هایشان جهت کاهش بار منفی سوانح بهره برد پیشنهاد می‌گردد.

۳- از آنجا که ساکنان این بافت را معمولا اقشار ضعیف و کم در آمد جامعه تشکیل می‌دهند، که همین خود موجب ناتوانی آنها در بهسازی و نوسازی بناهای تحت تملکشان شده است، لذا تدوین طرح‌هایی جهت اعطای وام و اعتبارات لازم به ساکنان بافت فرسوده، برای حمایت از آنها جهت مقاوم سازی، نوسازی و بهسازی ساختمان‌ها می‌تواند موثر واقع شود.

۴- از آنجا که دسترسی سریع به کاربری‌های کمک‌رسانی نظیر آتش نشانی و بیمارستان و درمانگاه از ضروریات انکارناپذیر خدمت رسانی پس از بحران می‌باشد، نقشه‌های موجود نشان می‌دهند که محلات این بافت در فواصل دورتری از این تاسیسات قرار دارند لذا بهسازی و مقاوم سازی ساختمان‌های با کاربری درمانی_به ویژه بیمارستان_ و آتش نشانی‌های موجود و همچنین لزوم اعمال بازبینی در استقرار و مکان گزینی آنها؛ به لحاظ شعاع دسترسی و فاصله زمانی پیشنهاد می‌گردد.

پرتال جامع علوم انسانی

منابع

۱. آروین، محمود؛ فرجی، امین و بذرافکن، شهرام، (۱۳۹۷)، بررسی تأثیر سرمایهٔ اجتماعی بر مدیریت ریسک زلزله با تأکید بر تاب‌آوری (مورد مطالعه: منطقهٔ ۹ شهر تهران). **مدیریت سرمایه اجتماعی**، شماره ۱، صص۱-۲۴.

۲. اخباری، محمد؛ و احمدی مقدم، محمدعلی، (۱۳۹۳)، بررسی پدافند غیرعامل در مدیریت شهری. **فصلنامه ژئوپلیتیک**، شماره ۲، صص ۳۶-۶۹.

۳. المدرسی، سید علی؛ و میردهقان اشکذری، سید احمد، (۱۳۹۷) ، تخمین خسارات ناشی از زلزله با استفاده از مدل RADIUS و GIS مطالعه موردی شهرستان اشکذر. **مخاطرات محیط طبیعی**، شماره ۱۶، صص ۸۹-۱۰۴.

۴. امیریان، سهراب، (۱۳۹۷)، بررسی الگوی فضایی آسیب پذیری شهرها از زلزله و پیشنهاد الگوی بهینه (نمونه موردی: شهر کرمانشاه). **نگرش های نو در جغرافیای انسانی**، شماره ۳، صص ۲۶۵-۲۸۴.

۵. انوری، محمدرضا؛ و نظمی، ابوالفضل، (۱۳۹۶)، مدیریت فضایی آسیب شناسی امنیت شهری و ضرورت پدافند غیر عامل در برنامه‌ریزی شهری (نمونه موردی: مناطق دو و سه شهرداری مشهد). **مجله علوم جغرافیایی**، شماره ۲۶، صص ۳۱-۴۶.

۶. توکلی نیا، جمیله؛ ضرغامی، سعید؛ تیموری، اصغر؛ و اسکندرپور، مجید، (۱۳۹۸)، تحلیلی بر آسیب شناسی فضایی از ساختار کالبدی و بافت اجتماعی شهر با رویکرد پدافند غیرعامل مورد پژوهی: منطقه شش کلانشهر تهران. **تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی**، شماره ۵۳، صص ۵۱-۷۳.

۷. حاجی نصیری، امیر، (۱۳۹۵)، **ارزیابی اسکانهای غیررسمی با معیارهای پدافند غیرعامل نمونهٔ موردی محلهٔ فرحزاد تهران** (پایان‌نامه کارشناسی ارشد). دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر قدس، دانشکده فنی و مهندسی، گروه برنامه‌ریزی شهری.

۸. حسینی، سیدبهشید؛ و کاملی، محسن، (۱۳۹۴)، معیارهای پدافند غیرعامل در طراحی معماری ساختمان های جمعی شهری. **آرمانشهر**، شماره ۱۵، صص ۲۷-۳۹.

۹. ساسان پور، فرزانه؛ شماعی، علی؛ افسر، مجید؛ و سعیدپور، شراره، (۱۳۹۶)، بررسی آسیب پذیری ساختمانهای شهر در برابر مخاطرات طبیعی (زلزله)(مطالعه موردی: محله محتشم کاشان). **مخاطرات محیط طبیعی**، شماره ۶، صص ۱۰۳-۱۲۲.

۱۰. شیعه، اسماعیل؛ حبیبی، کیومرث؛ و ترابی، کمال، (۱۳۸۹)، بررسی آسیب پذیری شبکه‌های ارتباطی شهرها در مقابل زلزله با استفاده از روش IHWP، GIS مطالعه موردی منطقه شش شهرداری تهران. **باغ نظر**، شماره ۱۳، صص ۳۵-۴۸.

۱۱. صمدی میارکلائی، حسین و صمدی میارکلائی، حمزه، (۱۳۹۶)، بکارگیری روش دلفی فازی و فرآیند تحلیل سلسله‌مراتب گروهی فازی در شناسایی و رتبه‌بندی شاخص‌های مؤثر بر توسعه کارآفرینی سازمانی. **فصلنامه علمی- پژوهشی نوآوری و ارزش‌آفرینی**، شماره ۱۱، صص ۷۴-۶۱.

۱۲. صیامی، قدیر؛ نژاد، کاظم؛ و زاهدی کلاکی، علی، (۱۳۹۴)، آسیب شناسی لرزه‌ای پهنه‌های شهری با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی معکوس((IHWPو) GISمطالعه موردی شهر گرگان). **فصلنامه ساختار و کارکرد شهری**، شماره ۹، صص ۴۳-۶۳.

۱۳. ضیایی، فاطمه، (۱۳۹۲)، **تدابیر پدافند غیرعامل در طراحی شهری؛ نمونه موردی: منطقه شش شهری تهران** (پایان‌نامه کارشناسی ارشد). دانشکده دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی، دانشکده هنر و معماری.

۱۴. عیسی لو، شهاب الدین؛ لطیفی، غلامرضا؛ و گودرزی، وحید، (۱۳۹۵)، ارزیابی آسیب پذیری کالبدی بافت منطقه یک شهر تهران در برابر زلزله احتمالی با استفاده از روش IHWPو سیستم GIS . **اطلاعات جغرافیایی سپهر**، سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، شماره ۲۵، صص ۷۳-۸۷.

۱۵. کاظمی نیا، عبدالرضا؛ و میمندی پاریزی، صدیقه، (۱۳۹۶)، پهنه بندی آسیب پذیری ساختمان های شهر کرمان در مقابل زلزله با استفاده از GIS. **مهندسی نقشه برداری و اطلاعات مکانی**، شماره ۳، صص ۳۱-۴۷.

۱۶. کامران، حسن؛ مرادی، مرتضی؛ و حسینی امینی، حسن، (۱۳۹۱)، ارزیابی بافت قدیم شهرها مبتنی بر اصول پدافند غیر عامل. دانشگاه آزاداسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، شماره۴، صص ۱-۱۳.

۱۷. کرمی، محمدرضا؛ و امیریان، سهراب، (۱۳۹۷)، پهنه بندی آسیب‌پذیری شهری ناشی از زلزله با استفاده از مدل Fuzzy-AHP، مطالعه موردی شهر تبریز. **برنامه‌ریزی توسعه کالبدی**، شماره ۷، صص ۱۱۰-۱۲۴.

۱۸. گلی مختاری، لیلا؛ شکاری بادی، علی؛ و بشکنی، زهرا، (۱۳۹۷)، ارزیابی میزان آسیب‌پذیری محدوده شهری کاشان در برابر خطر زلزله با استفاده از مدل IHPW، **مخاطرات محیط طبیعی**، شماره ۱۶، صص ۱۰۵-۱۲۶.

۱۹. محمدپور، صابر؛ زالی، نادر؛ و پوراحمد، احمد، (۱۳۹۵)، تحلیل شاخص‌های آسیب‌پذیری در بافت‌های فرسوده شهری با رویکرد مدیریت بحران زلزله (مطالعه موردی: محله سیروس تهران). **پژوهشهای جغرافیای انسانی**، شماره ۱، صص ۳۳-۵۲.

20. Alhawasli, H; & Daneshjoo, KH. (2018). Improving Residential Buildings Performance against the Explosion Using Passive Defense RequirementsCase Study: Designing a Residential Building in Damascus. **Trends in Civil Engineering and its Architecture,** 2(3): 1-8.

21. Dastoorpoor, Maryam; Bastaminia, Amir; Tazesh, Yousef; Rezaei, Mohammad reza; Saraei, Mohammad Hossein; & Safaeepour, Masoud. (2018). Assessing the capabilities of resilience against earthquake in the city of Yasuj, Iran. **Environmental Hazards**, 17(4): 310–330.
22. Desouza, Kevin C; & Flanery, Trevor H. (2013). Designing, planning, and managing resilient cities: A conceptual framework. **Cities**, (35): 89-99.
23. Doocy, Shannon; Daniels, Amy; Packer, Catherine; Dick, Anna; & Kirsch, Thomas D. (2013). The Human Impact of Earthquakes: A Historical Review of Events 1980-2009 and Systematic Literature Review. **PLoS Currents**, 5. https://doi.org/10.1371/currents.dis.67bd14fe457f1db0b5433a8ee20fb833
24. Ghanbarpour Kachoee, H.; Ataee, M. H.; & Nezafat, M. (2017). A Comparative Study of the Application of Passive Defense Strategies from the Perspective of Urban Design at International Airports: International Airports of Ben-Gurion, Munich and Singapore Changi. **Journal of History Culture and Art Research**, 6(3): 1118-1138. https://doi.org/10.7596/taksad.v6i3.983
25. Gupta, Anil Kumar; Singh, Swati; Wajih, Shiraz A; Mani, Nivedita; & Singh, A K. (2017). **Urban Resilience and Sustainability Through Peri-urban Ecosystems: Integrating CCA and DRR**. Rockefeller Foundation, USA and GEAG New Delhi India.
26. Hall, Deborah Ann; Smith, Harriet; Heffernan, Eithne; & Fackrell, Kathryn. (2018). **Recruiting and retaining participants in e-Delphi surveys for core outcome set development: Evaluating the COMiT'ID study**. **PloS One,** 13 (7), e0201378. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201378
27. Hernantes, Josune; Maraña, Patricia; Gimenez, Raquel; Sarriegi, Jose Mari; & Labaka, Leire. (2019). Towards resilient cities: A maturity model for operationalizing resilience. **Cities,** (84): 96-103.
28. Hosseini, A.; Mohammadian, M.; Naseri Manesh, A.; & Hajiaghaei Kamrani, M.. (2018). **Investigating the role of passive defense in reducing natural disasters (earthquake) to enhance security and justice of Tabriz metropolitan**. University of Mohaghghegh Ardabili, 1(1), Pp.1-18.
29. Merciu, Cristina; Ianos, Ioan; Merciu, George-Laurenţiu; Jones, Roy; & Pomeroy, George. (2018). Mapping accessibility for earthquake hazard response in the historic urban centre of Bucharest. Nat. **Hazards Earth Syst. Sci.,** 18(7) 2011-2026.
30. Mitra, Amit; Wajih, Shiraz; & Singh, Bijay. (2015). **Wheezing ecosystems, livelihood services and climate change resilience in Uttar Pradesh**. The Asian Cities Climate Change Resilience Network.
31. Ostad-Ali-Askari, Kaveh; Eslamian, Saeid; Dehghan, Shahide; Dalezios, Nicolas R; Singh, Vijay P; & Ghane, Mohsen. (2018). Design and Implementation of Reservoirs with Passive Defense Approach. **Nanoscience & Technology**, 5(2): 1-7.
32. Sadeghi, Farzad; & Haghzad, Ameneh. (2015). Application of passive defense principles and approaches in urban planning with emphasizing land use (Case Study Ramsar). **Research Journal of Fisheries and Hydrobiology**, 10(9): 34-39.
33. Shakibamanesh, Amir. (2015). Secure Urban Design in Terms of Passive Defense Approach; Analytical. Considerations for Improving Form-Based Characteristics in Iranian Cities. **Armanshahr**, 8(14): 145-164.
34. Sheikhi, M.; Rafieyan, M.; Piri, Esmeal; & Pashbandi, S. (2018). **Evaluation and Analysis of the Dimensions of Resilience in Small Towns (Case Study: Kamyaran)**, 9(32): 67-82.

35. Sim, Timothy; Wang, Dongming; Han, Ziqiang; Sim, Timothy; Wang, Dongming; & Han, Ziqiang. (2018**). Assessing the Disaster Resilience of Megacities: The Case of Hong Kong. Sustainability,** 10(4): 1-16.
36. Wang, Zhiqiang; Wang, Huimin; Huang, Jing; Kang, Jinle; & Han, Dawei. (2018). Analysis of the Public Flood Risk Perception in a Flood-Prone City: The Case of Jingdezhen City in China. **Water**, 10(11): 1-17.
37. Xu, Jiuping; & Lu, Yi. (2018). Towards an earthquake-resilient world: from post-disaster reconstruction to pre-disaster prevention. **Environmental Hazards,** 17(4): 269–275.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی