فصلنامه علمی-پژوهشی
جغرافیا و برنامه‌ریزی منطقه‌ای
سال یازدهم، شماره ۲، بهار ۱۴۰۰
صص: ۹۲۹-۹۱۴

ارزیابی میزان آسیب‌پذیری مناطق شهری با استفاده از روش سلسله مراتبی فازی(نمونه موردی: شهرستان چالوس)

سید محمود حسینی لرگانی [1*]
گروه جغرافیا، واحد چالوس، دانشگاه آزاد اسلامی، چالوس، ایران
لیلا ابراهیمی
گروه جغرافیا، واحد چالوس، دانشگاه آزاد اسلامی، چالوس، ایران

تاریخ دریافت:۱۳۹۷/۰۴/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۱/۲۷

چکیده

امروزه برنامه‌ریزی و مدیریت بحران‌ها بر اساس رویکرد پدافند غیرعامل از مهم‌ترین مسائل قابل بحث در شهرها و کلان‌شهرها می‌باشد. شهر چالوس یکی از مهم‌ترین شهرهای شمال کشور و استان مازندران می‌باشد که در طی سال پذیرایی تعداد زیادی گردشگر و توریست می‌باشد. هدف از این پژوهش ارزیابی آسیب‌پذیری مناطق شهر چالوس براساس اصول پدافند غیرعامل با تأکید بر اصول پدافند غیرعامل می‌باشد. برای رسیدن به این هدف، به شناسایی شاخص‌ها و عوامل موثر در میزان آسیب‌پذیری شهرها با استفاده از نظر کارشناسان و خبرگان پرداخته شد سپس از روش آنتروپی شانون برای وزن دهی شاخص‌ها و معیارها استفاده شد و در نهایت با استفاده از روش تاپسیس فازی، رتبه‌بندی مناطق ۱۲ گانه شهر چالوس به لحاظ میزان آسیب‌پذیری صورت گرفته است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد، که منطقه۱۴ از اولویت برتری نسبت به سایر مناطق برخوردار است. و میزان آسیب‌پذیری آن نسبت به سایر مناطق کمتر می باشد در حالی‌که منطقه ۹ با توجه به تمرکز مراکز حیاتی ، آسیب‌پذیرترین منطقه محله محسوب می‌شود.

کلیدواژگان: ***پدافند غیرعامل، آسیب‌پذیری، شریان‌های حیاتی، تأسیسات شهری، چالوس***

[1] - نویسنده مسئول:mahmoud.hosseini24436@gmail.com

مقدمه

شهرهای اولیه در نقاطی ساخته می شدند که از آب کافی، محیطی آرام و نزدیکی به راه های تجاری و... برخوردار بودند(ملکی و همکاران، ۱۳۹۰: ٤٤). اما بروز تهاجمات و تجاوزات موجب شد که اصل مهم دیگری نیز در ایجاد شهرها مورد توجه قرار گیرد و آن جاذبه دفاعی بود. از این رو انتخاب نقاط مرتفع و ایجاد دیوارهای دفاعی به عنوان یک اصل مطرح گردید(هژبرینوبری، ۱۳۹۱: ۱۰۲). این امر شامل محافظت در مقابل شرایط جوی و نیز ایجاد امنیت در برابر گزند افرادی که قصد آسیب رساندن به آن را داشته اند می شد (هویر و دو رگ، ۱۳۸٦: ٤۱) رسیدن به امنیت و توسعه پایدار را می توان با استقرار و ساخت فضاهای قابل دفاع و به کارگیری اصول پدافند غیر عامل میسر ساخت(ملکی و همکاران، ۱۳۹۰: ٤۸). با توجه به ماهیت و چند بعدی بودن مقوله امنیت و برنامه ریزی شهری می توان نتیجه گرفت که برنامه ریزی و مدیریت شهری بر اساس پایداری شهری مدیریتی جامع، واحد و همه جانبه نگر و فراتراز وضعیت موجود را می طلبد(رهنمایی و پور موسوی ،۱۳۹۰: ۲۸).

بحران شناسی بخش مهمی از فرآیند مدیریت بحران و پدافند غیر عامل را تشکیل می دهد. شناخت هر چه دقیق تر بحران و ابعاد آن به کنترل بحران و اجرای راهبردهای پدافند غیر عامل کمک شایانی می‌نماید(Branscomb,2006:6). به هنگام وقوع بحران یا اغتشاش معمولاً ارزش های اساسی یک منطقه، شهر یا کشور تهدید می شود که این ارزش های اساسی می تواند امنیت عمومی، رفاه شهری ، جان و مال شهروندان، اموال سازمانی، مشروعیت حکومت و ثبات اداری را شامل شود. لذا یکی ایز مباحث بسیار مهم در مورد ایمنی و امنیت شهری طراحی فضای قابل دفاع شهر است. در واقع پدافند غیر عامل بیشتر تأکید بر روی «مدیریت پیش از بحران» دارد؛ بطورکلی هر اقدام غیر مسلحانه ای که موجب کاهش آسیب پذیری نیروی انسانی، ساختمان ها، تاسیسات، تجهیزات، اسناد و شریان های کشور در مقابل بحران هایی با«عامل طبیعی»(خشکسالی، سیل و زلزله و رانش و لغزش و طوفان) و«عامل انسانی» (جنگ، شورش های داخلی، تحریم) گردد «پدافند غیر عامل» خوانده می‌شود (پریزادی و دیگران، ۱۳۸۹: ۱۷۸).

در آغاز دهۀ ۱۹٦۰و ۱۹۷۰میلادی برنامه‌ریزان و طراحان شهری بیشتر توجه خود را به ارتباط میان ساخت محیط و ایجاد امنیت و پیشگیری از وقوع جرم و بحران معطوف کردند. پیش از این گروهی از برنامه‌ریزان اعتقاد داشتند که ما بین این دو مسأله ارتباطی وجود ندارد، ولی جان جاکوبز با تألیف کتاب مرگ و زندگی در شهرهای بزرگ آمریکا تمامی این مسائل را به چالش کشید و رویکرد نوینی از ایمنی و امنیت شهری را پیشنهاد کرد. این رویکردها در دنیای معاصر کاربرد ویژه‌ای در ساخت محیط‌های ایمن و امن عمومی و خصوصی پیدا کرد. از این دوره به بعد تأمین ایمنی و امنیت شهری با استفاده از رویکردهای جدید به ویژه نوع به‌کارگیری کاربری‌های شهری جایگاه خاصی در برنامه‌ریزی شهری پیدا کرد(Woodson, 1992: 46).

یکی از آنها یکپارچه‌سازی کاربری‌های سازگار و مطلوب در بخشهایی از محیط‌های شهری بود که با توجه به این کاربری‌ها نه فقط در زمان شهروندان صرفه‌جویی می‌شد؛ بلکه از میزان مشکلات شهری وابسته به آن از قبیل ترافیک، شلوغی و آلودگی صوتی نیز کاسته می‌شود(Rezazadey Khoei,2008)).درایران در طی چند سال اخیر تحقیقات متعددی در این زمینه صورت گرفته استکه در ذیل به برخی از آن‌ها اشاره می‌کنیم:

تقوایی و جوزی خمسلویی (۱۳۹۱)به ارزیابی مسیرها هشت‌گانه راهپیمایی شهر اصفهان با رویکرد برنامه‌ریزی و پدافند غیرعامل شهری پرداخته‌اند. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که مسیر هشتم دارای آسیب‌پذیری بسیار زیاد،

مسیر پنجم و ششم دارای آسیب‌پذیری زیاد و مسیرهای اول، دوم، سوم، چهارم و هفتم نیز تا حدودی آسیب‌پذیر هستند. مسیر اول نیز بیشترین سازمان متولی‌های بحران را در خود دارد که به هنگام بحران از میزان کارایی آنها کاسته می‌شود بانک‌ها و مؤسسات مالی و مراکز تجاری نیز در میان کاربری‌های شهری بیشترین آسیب‌پذیری را به هنگام وقوع بحران دارند و نیاز به مراقبت ویژه دارند.

شماعی و همکاران، (۱۳۹٤) به تحلیل فضایی آسیب‌پذیری محله‌های شهری با رویکرد پدافند غیرعامل درشهر پیرانشهر پرداختند. یافته‌های پژوهش آن‌ها مشخص ساخت به ترتیب شریان‌های حیاتی با ضریب ۰/٤٦۹، مراکز مدیریت بحران با ضریب ۰/۰٤۳ و مراکز پشتیبانی مشترک با ضریب ۰/۲۰۱، تجهیزات شهری با ضریب ۰/۰۸٦ بیشترین آسیب‌پذیری و مراکز نظامی با ضریب ۰/۰٤۳ کمترین آسیب‌پذیری را به خود اختصاص دادند.

رحمانی‌فضلی و همکاران(۱۳۹۵) به ارزیابی ایمنی فضاهای روستا- شهری با تاکید بر شاخص های پدافند غیرعامل در روستا- شهر اشترینان پرداخته‌اند. یافته‌ها نشان می‌دهند که باوجود بستر طبیعی مناسب، روستا – شهر اشترینان ازنظر معیارهای پدافند غیرعامل در شرایط مناسبی قرار ندارد. درنهایت پیشنهادات و راهکارهای لازم جهت افزایش ایمنی با توجه به اصول پدافند غیرعامل با استفاده از ماتریس کمی QSPM در این روستا - شهر ارائه گردیده است.

امان‌پور و همکاران(۱۳۹۷) به ارزیابی الزامات پدافند غیرعامل در همجواری صنایع مورد شناسی: کلان‌شهر اهواز پرداخته‌اند. تحلیل یافته‌ها نشان می‌دهد که در پهنه‌های خیلی کم و کم درمجموع ۵۱/۷۳ درصد از کاربری‌ها قرار دارد و در پهنه‌های متوسط تا خیلی‌زیاد درمجموع ٤۸/۲۷ درصد تعیین شده است. نتایج نشان داد که بخش عمده‌ای از کلان‌شهر اهواز درمجموع ۱۳۸۰۱کاربری ازلحاظِ همجواری با صنایع سنگین سنگین و نیمه‌سنگین آسیب‌پذیر بوده و در شعاع تخریب این صنایع قرار گرفته‌اند. ناامن‌ترین منطقه صرف‌نظر از کاربری مسکونی، منطقهٔ ۷ است که ۱۰کاربری حیاتی، ۲٤ کاربری حساس و ۱۳کاربری مهم آسیب‌پذیر بوده و به عبارتی در شعاع تخریب صنایع موجود قرار گرفته است.

ایران به دلیل موقعیت خاص جغرافیایی و سیاسی همواره در معرض انواع خطرات طبیعی و تهدیدات انسان ساخت قرار داشته است و تلفات انسانی و خسارات مالی سنگینی متحمل شده است. چالوس یکی از شهرهای مهم توریستی و گردشگردی در شمال کشور می‌باشد. این شهر در طی سال شاهد حضور جمعیت زیادی به عنوان گردشگر و توریست می‌باشد. از این رو در جهت رفع و یا کاهش آسیب پذیری سازمان کالبدی، حفظ سرمایه انسانی، کاهش خسارات جانی و مالی و ...، ضرورت اقدام فوری رفع خطر و افزایش کارایی پس از وقوع خطر در چهار چوب اصول پدافند غیرعامل در این محدوده کاملاً محسوس است. هدف اصلی این پژوهش ارائه ارزیابی و پهنه‌بندی آسیب‌پذیری منطقه منطبق با اصول پدافند غیرعامل می باشد.

این پژوهش از لحاظ هدف، کاربردی؛ حیطه میدانی؛ ماهیت، توصیفی و نوع روش آن، به‌صورت پیمایشی از نوع دلفی است. ابتدا به کمک مطالعات کتابخانه‌ای و میدانی و تصاویر ماهواره‌ای به جمع‌آوری اطلاعات در زمینه موضوع تحقیق پرداخته شد، سپس با استفاده از نرم‌افزارهای سیستم اطلاعات جغرافیایی و نرم‌افزار گوگل ارث به پهنه‌بندی و تجزیه و تحلیل تصاویر در قالب دو تقسیم‌بندی کلی و کاربری اراضی شهری از دیدگاه پدافند

غیرعامل به صورت تهیه تحلیل مکانی و آنالیز فضایی پرداخته شد. ابزار گردآوری داده‌ها پرسشنامه بود که در اختیار این خبرگان قرار گرفت. برای ارزیابی روایی محتوایی، از نظر متخصصان در مورد میزان هماهنگی محتوای ابزار اندازه‌گیری و هدف پژوهش، استفاده و برای این منظور روش کیفی در نظر گرفته شد. در بررسی کیفی محتوا، از خبرگان درخواست شد تا پس از بررسی کیفی ابزار، بازخورد لازم را ارائه دهند که براساس آن، موارد اصلاح شدند. در قسمت دوم با استفاده از روش تاپسیس فازی به رتبه‌بندی مناطق شهر چالوس به لحاظ آسیب‌پذیری پرداخته شده است.

مبانی نظری

اصول پدافند غیرعامل مجموعه اقدام‌های بنیادی و زیربنایی است که در صورت به‌کارگیری می‌توان به هدف‌های پدافند غیر عامل مانند تقلیل خسارت و صدمه، کاهش قابلیت و توانایی سامانه‌های شناسایی و آشکارسازی هدف‌ها، هدف‌یابی و دقت هدف‌گیری تسلیحات آفندی دشمن و تحمیل هزینهٔ بیشتر نائل گردید. این اصول به طور خلاصه عبارت هستند از

۱.انتخاب عرصه‌های ایمن در جغرافیای کشور

۲.تعیین مقیاس بهینهٔ استقرار جمعیت و فعالیت در فضا

۳.پراکندگی در توزیع عملکردهای متناسب با تهدیدها و جغرافیا

٤.انتخاب مقیاس بهینه از پراکندگی و توجیه اقتصادی پروژه

۵.کوچک‌سازی و ارزان‌سازی و ابتکار در پدافند غیر عامل

٦.موازی سازی سامانههای پشتیبانی وابسته

۷.مقاوم‌سازی استحکامات و ایمن‌سازی سازه‌های حیاتی

۸. مکانیابی استقرار عملکردها

۹.استتار و نامرئیسازی

۱۰.مدیریت بحران دفاعی در صحنه‌ها

۱۱. ناتوانسازی سامانهٔ اطلاعاتی دشمن در کسب اطلاعات جاسوسی میدانی

۱۲.پوشش در همهٔ زمینه ها

۱۳.اختفا با استفاده از طبیعت

۱٤.فریب، ابتکار عمل و تنوع در کلیهٔ اقدامها

۱۵.حفاظت اطلاعات سامانه‌های حیاتی و مهم

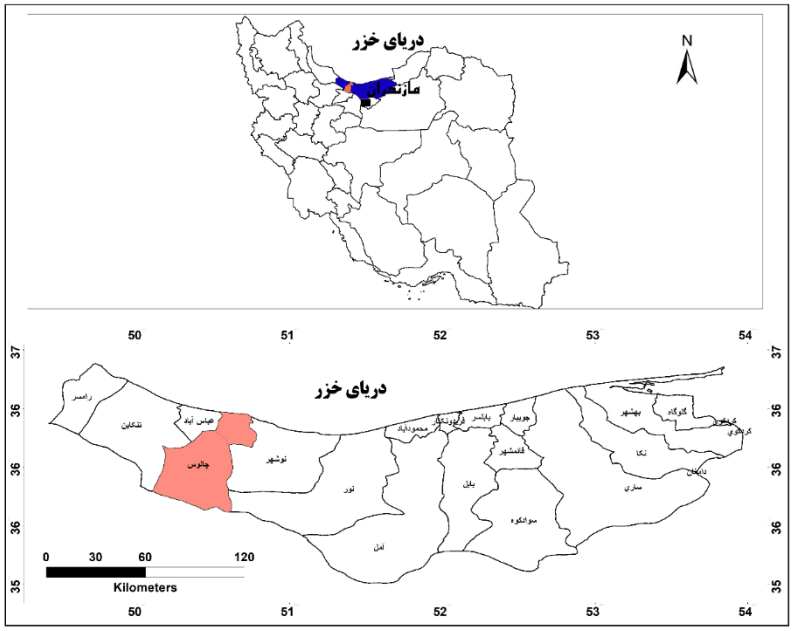
۱٦.تولید سازه های دو منظوره

اصول نخستین پدافند غیرعامل، ساده و تقریباثابت هستند، ولی کاربرد این اصول در زمینه‌های مختلف تفاوت دارند و در موردهایی پیچیده و مشکل می‌شوند (میمندی پاریزی و کاظمی‌نیا، ۱۳۹٤: ۱۲۲).

موقعیت جغرافیایی منطقه

شهر چالوس در موقعیت طول جغرافیایی ۵۱.۲۳ و عرض جغرافیایی ۳٦.٤۰ واقع شده است و ارتفاع آن از سطح دریا ۲۰/۹- متر گزارش شده است. (معاونت برنامه ریزی استانداری). شهرستان چالوس یکی از شهرهای استان مازندران

است که در شمال ایران واقع شده است، چالوس از شرق با شهرستان نوشهر، از غرب به سامان شهرستان تازه تأسیس عباس‌آباد(شهرکلارآباد) و از جنوب به حوزه‌ی شمالی آبریز البرز میانی، یعنی سامان استان البرز محدود است که خط جدا کننده از فراز بلندترین قله‌های شمال طالقان می‌گذرد. بر اساس تقسیمات کشوری در سال ۱۳۹۱ شهرستان چالوس دارای ۳ بخش مرکزی، کلاردشت و مرزن آباد است.



شکل ۱. نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه

منبع:(نگارندگان، ۱۳۹۷)

روش تحقیق

پس از تعیین اعضای پانل، سه دوره روش دلفی که انجام شد. پرسش‌نامه‌های هر دور به روش حضوری توزیع و گردآوری شدند. در دور اول فهرستی از عوامل و عناصر آسیب پذیر که از مطالعات پیشین استخراج شده بودند، در اختیار اعضای پانل قرار گرفت تا میزان اهمیت هر یک را تعیین کنند. علاوه بر این از آنان خواسته شد، که موارد دیگری که از نظر آنها می‌بایست در این فهرست قرار می‌داشت را نیز اضافه کنند. در دور دوم فهرست تکمیل شده بار دیگر در اختیاز هر یک از اعضاء قرار گرفت. در دور سوم نظرات هر یک از اعضاء در دور قبل در اختیار سایر اعضاء قرار گرفت و مجددا از آن‌ها خواسته شد تا هر یک از عناصر را مورد ارزیابی قرار دهند. پس از پایان این دور و دستیابی به اتفاق نظر، انجام روش دلفی با تکمیل و نهایی‌سازی فهرست عناصر شهری آسیب‌پذیر با رویکرد پدافند غیرعامل، خاتمه پذیرفت.

جدول ۱. فهرست عناصر استخراج شده به روش دلفی و گروه‌بندی آن‌ها

همجواری با کاربری‌های آسیب‌رسان	پست برق
	پمپ بنزین
	انبار سوخت
	تأسیسات گاز

مراکز مدیریت بحران	شهرداری
	ادارات کل
	فرمانداری
	مراکز نظامی و انتظامی
تجهیزات شهری	پایانه‌های مسافربری
	مراکز ورزشی
	آتش‌نشانی
	فرودگاه
مراکز پشتیبانی	بیمارستان‌ها
	مراکز آموزش عالی
	هلال احمر

منبع: نگارندگان، ۱۳۹۷

پس از شناسایی عناصر و معیارهای موثر در ارزیابی آسیب پذیری براساس اصول پدافند غیر عامل، معیارها به وزن دهی معیارها با استفاده از روش آنتروپی شانون پرداخته شد. آنتروپی یک مفهوم بااهمیت در علوم اجتماعی، فیزیکی و تئوری اطلاعات است. ایده روش فوق، این است که هرچه پراکندگی در مقادیر یک شاخص، بیشتر باشد، آن شاخص از اهمیت بیشتری برخوردار است. آنتروپی در نظریه اطلاعات، یک معیار عدم اطمینان است که با توزیع احتمال مشخص P_i و اندازه‌گیری این عدم اطمینان E_i توسط شانون، به صورت زیر بیان شده است:

رابطه(۱) $$E_i = \mathrm{S}(P_1.P_2.\dots.P_n) = -\mathrm{k}\sum_i^n[P_i - \mathrm{Ln}\,P_i]$$

K مقداری ثابت است و به منظور این که E_i بین صفر و یک باشد، اعمال می شود. E از توزیع احتمال P_i براساس مکانیزم آماری، محاسبه شده و مقدار آن در صورت تساوی P_i یکدیگر $(P_i = \frac{1}{n})$ ، ماکزیمم مقدار ممکن خواهد بود که بدین‌صورت محاسبه می‌شود:

رابطه (۲)

$$-\mathrm{k}\sum_{i=1}^n P_i\ - LnP_i = -k\left\{\frac{1}{n}Ln\frac{1}{n} + \frac{1}{n}Ln\frac{1}{n} + \dots + \frac{1}{n}\ Ln\frac{1}{n}\right\} = -k\left\{Ln\frac{1}{n}\left(\frac{n}{n}\right)\right\} = -k \times Ln\frac{1}{n}$$

K به عنوان مقدار ثابت، به صورت زیر محاسبه می‌شود:

رابطه (۳) $$K = \frac{1}{Ln(m)}$$

ماتریس تصمیم‌گیری، حاوی اطلاعاتی است که آنتروپی می‌تواند به عنوان معیار برای ارزیابی آن به کار می‌رود. با استفاده از این ماتریس تصمیم‌گیری، P_{ij} به صورت زیر محاسبه می‌شود:

رابطه (٤) $$P_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^m a_{ij}} \quad \forall_{i.j}$$

و آنتروپی شاخص jام (E_j) به صورت زیر محاسبه می‌شود:

رابطه (۵) $$E_j\ = -k\sum_{i=1}^m\left[P_{ij}\ Ln\ P_{ij}\ \right];\ \forall_j$$

عدم اطمینان یا درجهی انحراف d_j از اطلاعات به دست آمده برای شاخص j، بیان می کند که شاخص مربوطه j چه میزان اطلاعات مفید برای تصمیم‌گیری، در اختیار تصمیم‌گیرنده قرار می‌دهد. مقدار d_j به‌صورت زیر به دست می‌آید.

رابطه (٦) $$d_j = 1 - E_j \; ; \; \forall_j$$

سپس مقدار وزن w_j به صورت زیر به دست آمده می‌آید:

رابطه (۷) $$w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^{n} d_j} \; ; \; \forall_j$$

اگر تصمیم‌گیرنده از قبل، وزن‌دهی مشخص مثل λ_j را برای شاخص j در نظر گرفته باشد، در این صورت وزن تعدیل شده (W_j) به شرح زیر محاسبه می‌شود(کمانگر و همکاران، ۱۳۹۵: ۲۴۹):

رابطه (۸) $$w_j = \frac{\lambda_j w_j}{\sum_{j=1}^{n} \lambda_j w_j} \; ; \forall_j$$

پس از وزن‌دهی معیارها و زیرمعیارها، با استفاده از روش تاپسیس به رتبه‌بندی مناطق ۱۳ گانه شهر چالوس با رویکرد پدافند غیرعامل پرداخته شد.

مرحلهٔ اول: تشکیل ماتریس تصمیم گیری بر اساس n آلترناتیو و k شاخص f

$$A = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \cdots & \tilde{x}_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \cdots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix}$$

در این ماتریس $\tilde{x}_{ij} = (a_{ij}. b_{ij}. c_{ij})$ عملکرد گزینهٔ i (i=1,2,…,m) در خصوص معیار j (j=1,2,…,n) است.

مرحلهٔ دوم- بی مقیاس کردن ماتریس تصمیم سازی:

مقادیر شاخص هایی که در بازهای غیر از بازهٔ [۱و۰] هستند بی مقیاس می شود. بی مقیاس سازی به صورت تابع زیر انجام می شود.

رابطه ی(۹)

شاخص های مثبت $$\tilde{r}_{ij} = (\frac{aij}{cj} . \frac{bij}{cj} . \frac{cij}{cj} = c_{j^*} = \max c_{ij}$$

شاخص های منفی $$\tilde{r}_{ij} = (\frac{a_{\bar{j}}}{aij} . \frac{a_{\bar{j}}}{bij} . \frac{a_{\bar{j}}}{cij} = a_{\bar{j}} = \min a_{ij}$$

$$\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \times n} \longrightarrow i = 1.2. \ldots . n \qquad j = 1.2. \ldots . n$$

$$\tilde{R} = \begin{bmatrix} \tilde{r}_{11} & \cdots & \tilde{r}_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{r}_{m1} & \cdots & \tilde{r}_{mn} \end{bmatrix}$$

مرحلهٔ سوم- تعیین ماتریس وزنی

که از طریق روش آنتروپی شانون به دست آمده است.

مرحلهٔ چهارم- تشکیل ماتریس وزنی

رابطه ی(۱۰)

$$\tilde{V} = \tilde{r}_{ij}/\tilde{w}_{ij}$$

بنابراین ماتریس تصمیم فازی وزن دار به صورت زیر خواهد بود.

رابطه ی(۱۱) $$\tilde{V} = [\tilde{V}_{ij}]_{m\times n} \longrightarrow i = 1.2.\ldots.m;\ j = 1.2.\ldots.n$$

$$\tilde{V} = \begin{bmatrix} \tilde{v}_{11} & \cdots & \tilde{v}_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{v}_{m1} & \cdots & \tilde{v}_{mn} \end{bmatrix}$$

مرحلۀ پنجم- یافتن حل ایده آل فازی (FPIS,A*)و حل ضدایده آل فازی (FPIS,A¯)

رابطه (۱۲)

$$A^* = \{\tilde{v}_1^*.\ \tilde{v}_2^*.\ldots.\tilde{v}_n^*.\} \longrightarrow \tilde{V}^* = \max\{\tilde{v}_{ij3}\}$$
$$A^- = \{\tilde{v}_1^-.\tilde{v}_2^-\ldots.\tilde{v}_n^-.\} \longrightarrow \tilde{V}^- = \min\{\tilde{v}_{ij1}\}$$

که $\tilde{V}_i^*$ بهترین مقدار معیار i از بین تمام گزینه ها و $\tilde{V}_i^-$ بدترین مقدار معیارi از بین تمام گزینه هاست.

مرحلۀ ششم- محاسبۀ فواصل مثبت و منفی گزینه ها:

برای محاسبۀ فاصلۀ بین دو عدد فازی در نوع اعداد فازی مثلثی، از رابطۀ زیر بهره می بریم.

AوB در اینجا دو عدد فازی به صورت مقادیر فرضی زیر در نظر گرفته می شوند.

رابطه ی(۱۳) $$\tilde{A} = (a_1.b_1.c_1)\tilde{B} = (a_2.b_2.c_2)$$

و فاصلۀ بین آن‌ها چنین به دست خواهد آمد:

رابطه ی (۱٤) $$D(A.B) = \sqrt{\frac{1}{3}[(a_2 - a_1)^2 + (b_2 - b_1)^2 + (c_2 - c_1)^2]}$$

در این مرحله از روابط زیر به ترتیب برای حل ایده آل و ضدایده آل منفی استفاده خواهد شد:

رابطه ی(۱۵)

$$S^* = \sum_{j=1}^{n} d(\tilde{v}_{ij}\ .\tilde{v}^*) \longrightarrow i = 1.2.\ldots.m$$
$$S^- = \sum_{j=1}^{n} d(\tilde{v}_{ij}\ .\tilde{v}^-) \longrightarrow i = 1.2.\ldots.m$$

مرحلۀ هفتم- محاسبۀ شاخص شباهت:

رابطه ی(۱٦) $$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*}$$

مرحلۀ هشتم- رتبه بندی گزینه ها

گزینه های دارای شاخص شباهت بیشتر، شرایط بهتری دارند(علی زاده و همکاران، ۱۳۹۲: ٦٤٨).

-یافته های تحقیق

شناسایی شاخص‌ها و معیارها

۱.فاصله از مراکز پشتیبانی:

مراکز پشتیبانی شامل مراکز عالی، بیمارستان‌ها و درمانگاه‌ها و مراکز هلال احمر می‌باشند. بدیهی اســـت که پس از وقوع هر بحران تلفات جانی افراد حساس ترین نکته ای است که می‌بایست مد نظر قرار داد . فاصله از پایگاه های

اورژانس در مواقع بحران می تواند به بهبود وضعیت امدادرسانی کمک شایانی نماد و میزان آسیب ها و تلفات را کاهش دهد.

۲.همجواری با کاربری‌های آسیب رسان

حریم جایگاه‌های سوخت‌رسان، انبارهای سوخت، پست‌های برق و مرکزهای صنعتی که شامل چهار شاخص اصلی حریم جایگاه‌های سوخت‌رسانی، مرکزهای ذخیرهٔ سوخت، پست‌های برق و مرکزهای صنعتی می‌شوند. این کاربری‌ها در سطح شهر که پتانسیل آزادکردن انرژی زیادی دارند را می‌توان به عنوان کاربری‌های آسیب‌رسان در نظر گرفت.

۳. تجهیزات شهری

مجموعه مراکز، تأسیسات و تجهیزات شهری یک شهری می‌تواند به دلیل اقدامات عمدی، طبیعی و تصادفی و با منشأ طبیعی وانسانی مورد تهدید قرار گیرد. از این‌رو، خطاهای اجرایی- مدیریتی، حملات نظامی و یا اقدام تروریستی در بخش انسانی و حوادث طبیعی چون زلزله، سیل، فرونشست زمین و ... در بخش طبیعی می‌تواند به بخش‌های مختلف این زیرساخت‌ها آسیب برساند و مانع از اجرای صحیح عملکرد آن‌ها شود و دولت و جامعه را دچار چالش‌های اساسی نماید(شادمهری و همکاران، ۱۳۹۵: ۱۰۸).

تراکم جمعیتی

جمعیت و تراکم جمعیتی از عوامل موثر در تعداد تلفاتند چنین پنداشته می‌شود که با افزایش تراکم، آمار تلفات در اثر سانحه افزایش می‌یابد. دربارهٔ آسیب‌پذیری ناشی از حضور جمعیت در بافت‌های شهری، می توان تراکم جمعتی را به عنوان اصلی‌ترین شاخص منظور کرد. تراکم جمعیت عموماً به عنوان عامل تقویت کنندهٔ آسیب‌پذیری بافت‌های شهری مطرح می‌شود. هر چه تعداد تراکم جمعیتی در ناحیه‌ای کمتر باشد و توزیع متعادل‌تری داشته باشد، میزان آسیب‌پذیری کمتر خواهد شد(حبیبی و همکاران، ۱۳۸۷: ۳۰).

نسبت فضاهای پر و خالی

در شهرها به دلیل بالا بودن قیمت زمین از یک‌طرف، و محدود بودن زمین‌های قابل ساخت از طرف دیگر، و با توجه به سیاست‌هایی گه دربارهٔ محدود کردن توسعهٔ فیزیکی شهرها وجود دارد، معمولا مساحت فضاهای ساخته‌شده (پر)نسبت به فضاهای ساخته‌نشده(خالی)، بیشتر است. مناطقی که در آن‌ها نسبت سطح ساخته‌شده به فضای باز متوسط یا کم است، به لحاظ اینکه پس از تخریب، یا صدمه‌دیدن امکان امدادرسانی بهتری دارند و گریز، یا عبور از منطقه نیز راحت‌تر است، آسیب‌پذیری کمتری دارند(Branscomb, 2006: 3).

در ابتدا برای به دست آوردن اهمیت هر معیار با استفاده از روش آنتروپی شانون پرسش‌نامه‌ای دیگر تهیه شده و در اختیار ۱۵ کارشناس خبره شهرداری قرار داده شد و بعد از دادن توضیحات لازم از آن‌ها خواسته شد به مقایسه دوبه دو معیارها عددی را که نشان‌دهنده ارجحیت معیارها در مسئله ارزیابی آسیب‌پذیری دهند.

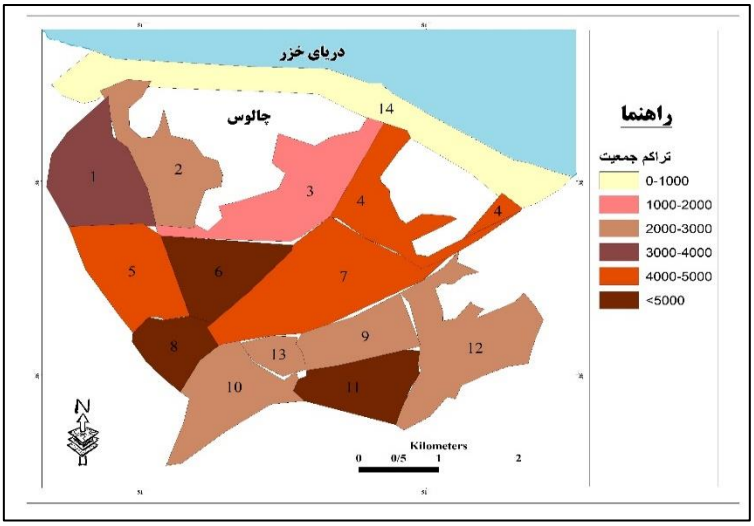
جدول ۲. ماتریس اوزان نهایی معیار ها نسبت به شاخص‌ها و معیارها

گزینه	معیار	مقدار آنتروپی (E_j)	مقدار عدم اطمینان (d_j)	وزن معیار (w_j)
	پست برق	۰/۵۷۳	0.099	۰.۲۷۸

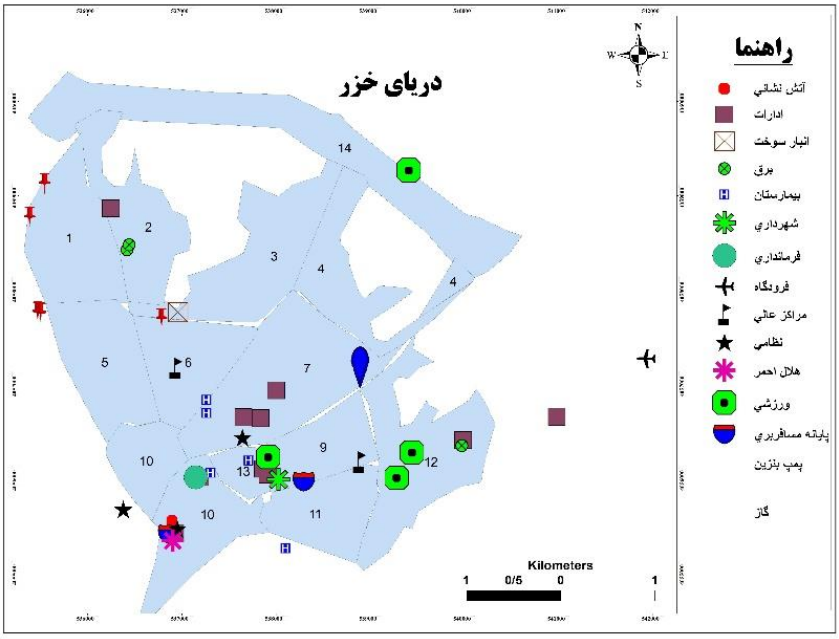
شریان‌های حیاتی	پمپ بنزین	۰/۳۱٦	0.12	۰.۲۱۲
	تأسیسات گاز	۰۲٦۹	0.133	۰.۱۱۲
	انبار سوخت	۰/٤۲۳	0.116	۰.۲٤٦
مدیریت بحران	شهرداری	۰/۱۹۸	0.089	۰.۰۸۹
	فرمانداری	۰/۲۵۵	0.148	۰.۱۰۲
	ادارات کل	۰/۰٦۷	0.024	۰.۰٤۲
	مراکز نظامی	۰/۱۸٤	0.089	۰.۰٤۸
مراکز پشتیبانی	آموزش عالی	۰/۰۹۷	0.008	۰.۰۲۳
	بیمارستان ها	۰/۳۹۸	0.089	۰.۱۳٦
	هلال احمر	۰/۲۷۵	0.059	۰.۱۱۲
تجهیزات شهری	پایانه مسافربری	۰/۰٤۲	۰.۰۰۱	۰.۰۱۲
	فرودگاه	۰/۱۱۱	۰.۷۸	۰.۰۳۱
	آتش نشانی	۰/۲٤۳	0.116	۰.۰۹۹
	مراکز ورزشی	۰/۱۷٦	۰.۰۲۱	۰.۰۸۳
نسبت فضا خالی به پر	نسبت فضا خالی به پر	۰.۱۹۸	۰.۱۲۵	۰.۱۳۸
تراکم جمعیت	تراکم جمعیت	۰.۲۰۲	۰.۱۳۵	۰.۱۰۵

منبع:(نگارندگان، ۱۳۹۷)

براساس جدول ۲ پست‌های برق با وزن ۰.۲۷۸ بیشترین اهمیت را در ارزیابی میزان آسیب‌پذیری منطقه دارا می‌باشد سپس انبار سوخت با وزن ۰.۲٤٦و پمپ‌بنزین‌ها با وزن ۰.۲۱۲ در رتبه‌های بعدی قرار دارند. در مرحله نهایی نیز خروجی ها بصورت وزن برای هر شاخص محاسبه می شود که به عنوان ورودی روش تاپسیس فازی با عنوان وزن متغیرها مورد استفاده قرار گرفت در ادامه به یافته‌های مراحل تکنیک Topsis فازی جهت اولویت‌بندی گزینه‌های مورد مطالعه می‌پردازیم. وزن نهایی معیارها در نتایج حاصل از بی مقیاس سازی در جدول(۳) نشان داده شده است.



شکل ۲. نقشه تراکم جمعیت شهر چالوس



شکل ۳. نقشه موقعیت کاربری‌های مهم و حیاتی در منطاق ١٤ گانه شهر چالوس

جدول۳. ماتریس بی‌مقیاس فازی

من اطق	شریان حیاتی	مدیریت بحران	مراکز پشتیبانی	تجهیزات شهری	تراکم جمعیت	نسبت فضا
A1	(0.111,0.333,0.556)	(0.091,0.091,0.273)	(0.091,0.091,0.273)	(0.091,0.091,0.273)	(0.273,0.455,0.636)	(0.273,0.455,0.636)
A2	(0.111,0.333,0.556)	(0.273,0.455,0.636)	(0.091,0.091,0.273)	(0.091,0.091,0.273)	(0.636,0.818,1)	(0.636,0.818,1)
A3	(0.111,0.111,0.333)	(0.091,0.091,0.273)	(0.091,0.091,0.273)	(0.091,0.091,0.273)	(0.091,0.091,0.273)	(0.455,0.636,0.818)
A4	(0.111,0.333,0.556)	(0.091,0.091,0.273)	(0.091,0.091,0.273)	(0.091,0.091,0.273)	(0.273,0.455,0.636)	(0.273,0.455,0.636)
A5	(0.111,0.111,0.333)	(0.091,0.091,0.273)	(0.091,0.091,0.273)	(0.091,0.091,0.273)	(0.273,0.455,0.636)	(0.273,0.455,0.636)
A6	(0.556,0.778,1)	(0.091,0.273,0.455)	(0.091,0.091,0.273)	(0.091,0.091,0.273)	(0.273,0.455,0.636)	(0.636,0.818,1)
A7	(0.333,0.556,0.778)	(0.636,0.818,1)	(0.455,0.636,0.818)	(0.455,0.636,0.818)	(0.273,0.455,0.636)	(0.636,0.818,1)
A8	(0.333,0.556,0.778)	(0.091,0.273,0.455)	(0.091,0.273,0.455)	(0.273,0.455,0.636)	(0.273,0.455,0.636)	(0.636,0.818,1)
A9	(0.556,0.778,1)	(0.636,0.818,1)	(0.455,0.636,0.818)	(0.636,0.818,1)	(0.636,0.818,1)	(0.636,0.818,1)
A10	(0.333,0.556,0.778)	(0.636,0.818,1)	(0.455,0.636,0.818)	(0.455,0.636,0.818)	(0.636,0.818,1)	(0.091,0.091,0.273)
A11	(0.111,0.111,0.333)	(0.091,0.091,0.273)	(0.273,0.455,0.636)	(0.273,0.455,0.636)	(0.273,0.455,0.636)	(0.273,0.455,0.636)
A12	(0.333,0.556,0.778)	(0.273,0.455,0.636)	(0.273,0.455,0.636)	(0.636,0.818,1)	(0.636,0.818,1)	(0.273,0.455,0.636)
A13	(0.333,0.556,0.778)	(0.455,0.636,0.818)	(0.636,0.818,1)	(0.455,0.636,0.818)	(0.636,0.818,1)	(0.636,0.818,1)
A14	(0.111,0.111,0.333)	(0.091,0.091,0.273)	(0.091,0.091,0.273)	(0.273,0.455,0.636)	(0.091,0.091,0.273)	(0.273,0.455,0.636)

منبع:(نگارنده ، ۱۳۹۷)

جدول۴ ماتریس بی‌مقیاس وزین فازی را نشان می‌دهد:

جدول۴. ماتریس بی‌مقیاس وزین فازی

مناطق	شریان حیاتی	مدیریت بحران	مراکز پشتیبانی	تجهیزات شهری	تراکم جمعیت	نسبت فضا
A1	(0.778,3,6.111)	(0.455,0.636,2.455)	(0.273,0.455,1.909)	(0.273,0.455,1.909)	(1.364,3.182,5.727)	(0.818,2.273,4.455)
A2	(0.778,3,6.111)	(1.364,3.182,5.727)	(0.273,0.455,1.909)	(0.273,0.455,1.909)	(3.182,5.727,9)	(1.909,4.091,7)
A3	(0.778,1,3.667)	(0.455,0.636,2.455)	(0.273,0.455,1.909)	(0.273,0.455,1.909)	(0.455,0.636,2.455)	(1.364,3.182,5.727)
A4	(0.778,3,6.111)	(0.455,0.636,2.455)	(0.273,0.455,1.909)	(0.273,0.455,1.909)	(1.364,3.182,5.727)	(0.818,2.273,4.455)
A5	(0.778,1,3.667)	(0.455,0.636,2.455)	(0.273,0.455,1.909)	(0.273,0.455,1.909)	(1.364,3.182,5.727)	(0.818,2.273,4.455)
A6	(3.889,7,11)	(0.455,1.909,4.091)	(0.273,0.455,1.909)	(0.273,0.455,1.909)	(1.364,3.182,5.727)	(1.909,4.091,7)
A7	(2.333,5,8.556)	(3.182,5.727,9)	(1.364,3.182,5.727)	(1.364,3.182,5.727)	(1.364,3.182,5.727)	(1.909,4.091,7)
A8	(2.333,5,8.556)	(0.455,1.909,4.091)	(0.273,1.364,3.182)	(0.818,2.273,4.455)	(1.364,3.182,5.727)	(1.909,4.091,7)
A9	(3.889,7,11)	(3.182,5.727,9)	(1.364,3.182,5.727)	(1.909,4.091,7)	(3.182,5.727,9)	(1.909,4.091,7)
A10	(2.333,5,8.556)	(3.182,5.727,9)	(1.364,3.182,5.727)	(1.364,3.182,5.727)	(3.182,5.727,9)	(0.273,0.455,1.909)
A11	(0.778,1,3.667)	(0.455,0.636,2.455)	(0.818,2.273,4.455)	(0.818,2.273,4.455)	(1.364,3.182,5.727)	(0.818,2.273,4.455)
A12	(2.333,5,8.556)	(1.364,3.182,5.727)	(0.818,2.273,4.455)	(1.909,4.091,7)	(3.182,5.727,9)	(0.818,2.273,4.455)
A13	(2.333,5,8.556)	(2.273,4.455,7.364)	(1.909,4.091,7)	(1.364,3.182,5.727)	(3.182,5.727,9)	(1.909,4.091,7)
A14	(0.778,1,3.667)	(0.455,0.636,2.455)	(0.273,0.455,1.909)	(0.818,2.273,4.455)	(0.455,0.636,2.455)	(0.818,2.273,4.455)

منبع: (یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۷)

رتبه بندی محلات بر اساس ترتیب نزولی می‌توان گزینه‌های موجود از مسأله را رتبه‌بندی نمود. هر گزینه‌ای که CC بزرگ‌تری داشته باشد بهتر است. نتایج در جدول ۵ آورده شده است.

جدول۵. رتبه‌بندی گزینه‌ها

مناطق	گزینه ها	فاصله تا ایده‌آل مثبت	فاصله تا ایده‌آل منفی	CC	رتبه
1	A1	10.718	14.521	0.575	6
2	A2	17.112	21.344	0.555	8
3	A3	7.885	11.366	0.59	2
4	A4	10.718	14.521	0.575	6
5	A5	9.092	12.804	0.585	3
6	A6	17.253	21.436	0.554	9
7	A7	23.478	28.705	0.55	11
8	A8	17.3	22.1	0.561	7
9	A9	28.835	34.192	0.542	14
10	A10	22.786	27.603	0.548	12
11	A11	11.864	16.368	0.58	4
12	A12	21.708	26.829	0.553	10
13	A13	25.628	30.926	0.547	13
14	A14	8.386	12.21	0.593	1

منبع:(نگارنده، ۱۳۹۷)

نتایج حاصل از رتبه‌بندی گزینه‌ها با تکنیک Topsis فازی حاکی از این است که گزینه ١٤ از اولویت برتری نسبت به سایر گزینه‌ها برخوردار است. و میزان آسیب‌پذیری آن نسبت به سایر محلات کمتر می باشد. علت این امر عمدتا تراکم بالای جمعیتی این محدوده‌ها و فضاهای خالی کم نسبت به فضاهای پر است و سازمان‌ها و ادارات مهم شهر است.، قرار گیری تأسیسات تهدیدپذیر همچون تأسیسات برق و پمپ بنزین‌ها ، انبار سوخت در مناطق ۲ و٦ نیز سبب پرمخاطره بودن این مناطق می‌شود. کمترین خطر متوجه بخش شمالی منطقه می باشد که به دور از تأسیسات پر خطر و تراکم جمعیت به دلیل تازه ساخت بودن، می شود. در مناطق مرکزی شهری(٦، ۹ و ۱۳) تراکم بسیار بیشتری از کاربری‌های حساس، حیاتی و تهدیدپذیر وجود دارد، در حالی‌که در مناطق حاشیه‌ای (۱۱، ۵ و ١٤) این تراکم به طور چشمگیر کم می‌شود. پمپ‌بنزین‌ها در همه مناطق مرکزی و غرب شهر پراکنده اند و فقط نواحی حاشیه‌ای شمالی و غرب(مناطق ۱۲، ٤ و ١٤) از خطر انفجار پمپ‌بنزین‌ها در امانند و در مقایسه با کل محدوده آسیب‌پذیری ناشی از این شاخص اندک است.

نتیجه‌گیری

با توجه به اهمیت مؤلفه های پدافند غیرعامل و اثرات آن در کاهش خسارات و صدمات تأسیسات، تجهیزات و نیروی انسانی، و لزوم تداوم فعالیت فضاها و مجاری انطباق یافته شهری در برابر تهدیدات، می‌توان ارتباط هر یک از مراحل نظام برنامه ریزی با پدافند غیرعامل را مورد سنجش و بررسی قرار داد و به ارائه پیشنهادات و راهکارهایی در این زمینه پرداخت(عرب،۱۳۹۰: ۸۳) همچنین از آنجایی‌که در شرح خدمات طرح های شهری به مطالعات پدافندغیرعامل توجه کافی نشده بوده است، کلیه مطالعات انجام پذیرفته بدون درنظر گرفتن ملاحظات پدافند غیرعامل و ملاحظات آن صورت گرفته، بدین لحاظ تهیه شرح خدمات مطالعات پدافند غیرعامل در برنامه های شهری و افزودن آن بعنوان بخشی از محورهای مطالعاتی تهیه کلیه طرح های آمایش سرزمین، کالبدی ملی و منطقه ای، طرح شهرستان، طرح مجموعه شهری، طرح جامع شهری، طرح تفصیلی و طرح های هادی شهری نقش قابل توجهی در کاهش آسیب پذیری شهرها در پی خواهد داشت و با توجه به نوپا بودن این دانش در کشور، کمک زیادی به شرکت‌های مهندسین مشاور شهرسازی و معماری که در حقیقت مسئولیت تهیه برنامه‌های شهری را بر عهده دارند می‌نماید. همچنین با توجه به اینکه در برنامه‌ریزی شهری از مرحله موضوع شناسی، سیاست‌گذاری، تصمیم‌گیری و تهیه تا تصویب سازمان های اجرایی، وزارتخانه‌ها و نهادهای متعددی دخالت دارند، سازمان پدافند غیرعامل می‌باید نقش تعیین کنندهای در مراحل سیاست‌گذاری، برنامه‌ریزی و اجرایی ملاحظات پدافند غیرعامل در فرایند تهیه برنامه های شهری در ارتباط با این سازمان ها و وزارتخانه ها ایفا نماید.

براساس نتایج به‌دست آمده همانطور که نقشه نهایی نشان می‌دهد مراکز پرجمعیت منطقه (مرکز شهر) آسیب‌پذیرترین بخش منطقه می‌باشند. یکی از مسائل قابل توجه در این تحقیق، تمرکز مناطق پشتیبانی در مرکز شهر و در آسیب‌پذیرترین بخش شهر می‌باشد. در حالی‌که این مراکز باید در نقاط امن قرار بگیرند و در سطح منطقه توزیع شوند تا در هنگام خطر امکان پشتیبانی وجود داشته باشد. از دیگر نتایج به دست آمده کمبود مناطق پشتیبانی می‌باشد که

یکی از مسائل قابل تأمل می‌باشد. وجود جایگاه‌های سوخت و انبارهای سوخت در مناطق جمعیتی نیز یکی دیگر از نتایج این تحقیق می‌باشد در حالی که این مناطق باید دور از مراکز جمعیتی باشند. برهمین اساس می‌توان پیشنهادات ذیل را ارائه داد:

۱. بهبود همکاری و تشریک مساعی نهادی بین ارگان‌های متصدی امور کالبدی شهرها
۲. تعیین ابعاد موازی کاری و واگذاری آن تقسیم وظایف در خصوص ابواب مشترک
۳. تخصیص اعتبارات مطلوب و سهل الوصول برای بهبود شرایط کالبدی بافتهای فرسوده
۴. سرمایه گذاری بر روی سرمایه های اجتماعی و به درون کشیدن مشارکت مردمی
۵. مکان‌یابی صحیح و اصولی جایگاه‌های سوخت
۶. پراکندگی و توزیع بیمارستان‌ها در سطح شهر و از بین‌بردن تمرکز آن‌ها
۷. خارج‌کردن انبار سوخت از سطح شهر
۸. مقاوم‌سازی خانه‌ها در مقابل زلزله و رعایت قوانین در این زمینه
۹. ساخت سالن‌های سینما، آمفی تئاترها،کتابخانه‌های عمومی و... در زیر زمین از جمله این موارد در شهر می‌باشد.
۱۰. طراحی فضاهای باز و عمومی در درون محلات شهری مانند پارک‌های محله‌ای،زمین‌های بازی محله‌ای و... که در مواقع بروز بحران‌های طبیعی مانند زلزله می‌تواند به مکانی برای استقرار چادرهای موقت اسکان زلزله‌زدگان تبدیل شود، به عنوان مسئله ای که فراتر از وظایف و توان بخش خصوصی می‌باشد، باید در دستور کار برنامه ریزان، طراحان و مدیران شهری قرار گیرد.
۱۱. ایجاد زیرساخت‌های مناسب جهت جمع‌آوری رواناب‌های ناشی از بارندگی

منابع

امان‌پور، سعید، محمدی‌ده چشمه، مصطفی، پرویزیان، علیرضا، (۱۳۹۷)، ارزیابی الزامات پدافند غیرعامل در همجواری صنایع مورد شناسی:کلان‌شهر اهواز»، مجله جغرافیا و آمایش شهری- منطقه‌ای، شماره ۲۶، صص ۲۲٤-۲۱۷.

الله‌یاری،احسان، توکلی‌نیا، جمیله، محرابی، علیرضا،(۱۳۹۷)، ارزیابی آسیب‌پذیری شهر با رویکرد پدافند غیر عامل(مطالعهٔ موردی: منطقهٔ ۲۰شهر تهران)، فصلنامه علمی تخصصی دانش انتظامی پلیس پایتخت، سال یازدهم، شماره ۱، پیاپی ۳٦، ص ٦۳-۹۷

حبیبی، کیومرث، (۱۳۸۷)، تعیین عوامل ساختمانی موثر در آسیب‌پذیری بافت کهن شهری زنجان با استفاده از GIS و Fuzzy Logic ، نشریهٔ هنرهای زیبا، شمارهٔ۳۳، صفحات ۳٦-۲۷.

رحمانی فضلی عبدالرضا, سعیدی راد مجید, امینی سما، (۱۳۹۵)، ارزیابی ایمنی فضاهای روستا- شهری با تاکید بر شاخص های پدافند غیرعامل (نمونه‌موردی: روستا- شهر اشترینان) ، مجله آمایش محیط، دوره۹، شماره۳٤، صص ۱۳۰-۱۰۹

بخشی شادمهری، فاطمه، زرقانی، سید هادی، خوارزمی، امیدعلی، (۱۳۹۵)، تحلیل ملاحظات پدافند غیرعامل در زیرساخت‌های شهری با تأکید بر زیرساخت آب، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، سال سی و یکم، شماره سوم، صص ۱۰٤- ۱۲۱

شماعی، علی، مصطفی‌پور، لقمان، یوسفی‌فشکی، محسن، (۱۳۹٤)، تحلیل فضایی آسیب‌پذیری محله‌های شهری با رویکرد پدافند غیرعامل درشهر پیرانشهر، نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال دوم، شمارهٔ ۳، صص ۱۱۸- ۱۰۵

کمانگر، محمد، قادری، فیروزه، کرمی، پیمان، (۱۳۹۵)، بررسی دقت روش وزن‌دهی آنتروپی شانون در تعیین عرصه‌های مناسب تغذیه مصنوعی دشت سرخون، مجله تحقیقات آب و خاک ایران، دوره ٤۷، شماره ۲، صص ۲۵۸- ۲۵۸.

میمندی پاریزی، صدیقه، کاظمی‌نیا، عبدالرضا، (۱۳۹٤)، پهنه‌بندی آسیب‌پذیری شهر کرمان براساس اصول پدافند غیر عامل، مجله آمایش سرزمین، دورهٔ هفتم، شماره اول، بهار و تابستان. ص ۱٤٤-۱۱۹.

Cuhls, k., (2007), Methods to Elicit Forecasts from Groups: Delphi and Prediction Markets Compared [online]. Munich Personal Repec Archive, http://mpra.ub.uni-muenchen.de

Hartman, T. (2007), The Delphi Method for Graduate Research, Journal of Information Technology Education, Volume 6, 2007

Linston, Harold A., and Murray Turoff. (1975). Introduction to the Delphi Method: Techniques and Applications. London: Addison-Wesley.

Rezazadey Khoei, R. (2008). Urban Defense. Institute of passive defense, Industrial University of Malek-e- Ashtar. Isfahan. P 5.

Woodson, R. (1992), Transfer inner cities from grass roots up.Journal of Wall Street, Los Angeles. P 46