نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال هفدهم، شماره ۴۴، بهار ۹۶

ارزیابی آسیب‌پذیری مکانی زیرساخت‌های شهر اردبیل از منظر پدافند غیرعامل[1]

دریافت مقاله: ۹۲/۶/۱۴ پذیرش نهایی: ۹۵/۴/۲۵
صفحات:۱۹۹-۱۷۹

محمد حسن یزدانی: استادیار گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران [2]
Email: yazdani@uma.ac.ir
افشار سیدین: کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه ریزی شهری
Email: afsharazarian@yahoo.com

چکیده

پژوهش حاضر با هدف مطالعه و بررسی آسیب‌پذیری مکانی زیرساخت‌های شهر اردبیل از منظر پدافند غیرعامل با رویکردی کاربردی- توسعه ای و روشی توصیفی تحلیلی با استفاده از ۱۸ شاخص تأثیر گذار در قالب ۵ مؤلفه «شریان‌های حیاتی»، «مراکز مدیریت بحران»، «مراکز نظامی و انتظامی»، «تجهیزات شهری» و «مراکز پشتیبانی» با تهدید مبنایی هوایی و موشکی در سه اولویت انهدام راهبردی، روانی و پشتیبانی انجام پذیرفته است. اطلاعات گردآوری شده در نرم‌افزار SuperDecisio (تحلیل شبکه) وزن‌دهی، سپس در محیط GIS نقشه‌سازی شده است. نتایج به دست آمده از بررسی‌ها الگوهای پراکنش فضایی، پهنه‌بندی آسیب‌پذیری و مدل SWOT برای شهر اردبیل نشان می‌دهدکه توزیع فضایی زیرساخت های شهر اردبیل از نوع خوشه‌ای است که این الگوی استقرار با مجموع ۱۷ درصد از کل مساحت کاربری‌های اراضی شهر جزء مناطق با آسیب‌پذیری بسیار بالا برخلاف اصول و مقررات دفاع غیرعامل بوده و آسیب پذیری بالایی را در برابر تهدیدات ایجاد می‌کند.

کلید واژگان: آسیب‌پذیری مکانی، زیرساخت، پدافند غیرعامل، سیستم اطلاعات جغرافیایی، شهر اردبیل.

---

[1]. پژوهش حاضر برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه محقق اردبیلی و با همکاری شهرداری اردبیل و سازمان پدافند غیرعامل کشور انجام گرفته است.

[2]. **نویسنده مسئول:** اردبیل، دانشگاه محقق اردبیلی، کد پستی، ۱۳۱۳۱-۵۶۱۹۹

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1396.17.44.9.5]

مقدمه

عصر حاضر عصر آسیب‌پذیری شهری است، زیرا همزمان با پیچیده شدن حیات شهری، شهرها در ابعاد مختلف با مخاطرات طبیعی و بحران تکنولوژیک از یک سو، و بحران‌های اجتماعی- امنیتی از سوی دیگر مواجه می‌شوند(محمدی ده چشمه،۱۳۹۴: ۲۱۲). برنامه‌ریزی و مدیریت چگونگی کاربرد بهینه زمین به عنوان یکی از مهم‌ترین ابزارها و در عین حال، اهداف برنامه‌ریزی شهری جایگاهی حیاتی در تحقق مخاطره‌نگری در فرآیند توسعه شهری دارد(امان پور و همکاران،۱۳۹۵: ۱۳۴). چنانچه در برنامه‌ریزی شهری، مدیریت بهینه کاربری اراضی می-تواند نقش اساسی در کاهش میزان آسیب‌پذیری زیرساخت‌های شهری داشته باشد(پاریزی و کاظمی نیا،۱۳۹۳: ۱۲۰). در واقع، عدم توجه به این موضوع یعنی از کار افتادن مراکز شهر و تاسیسات مهم و حیاتی به عنوان قلب هر نظام به برهم خوردن تعادل سیستم‌های شهری و بروز دشواری‌های مختلف در حیات جوامع انسانی منجر شود و کنترل و تداوم شرایط را به دلیل از کارافتادن مراکز مهم تصمیم‌گیری و نابودی الزامات حیاتی اساسی جامعه ساکن در فضا، با چالش جدی و بحران مواجه کند(صارمی و حسینی امینی،۱۳۹۰: ۵۶). بر این اساس، اتخاذ تدابیر و روش‌هایی که میزان تخریب شهرها را در مقابل تهدیدات دشمن کاهش دهد، ضروری است و این شرایط توجه بیش از پیش صاحب‌نظران کشور به دانش پدافند غیرعامل و بهره‌گیری از روش‌های آن را سبب شده است(صیامی و همکاران، ۱۳۹۲: ۲۳).

یکی از رویکردهای مطرح در برنامه‌ریزی و ساماندهی شهرها و مجتمع های زیستی رویکرد پدافند غیرعامل به منظور کاهش مخاطرات محیطی است. این رویکرد با توجه به موقعیت حیاتی و حساس شهرهای مرزی ضمن این که آمادگی در مقابل تهاجمات نظامی را مهیا می-سازد تا حد زیادی توانایی‌های ویژه و آمادگی مواجهه با بحران‌های طبیعی و انسانی را فراهم می‌آورد. در حقیقت این آمادگی از آن جایی است که تجهیزات جدید و فناوری‌های نوینی که با هزینه گزاف احداث و مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند و ارتباط مستقیم با سایر کارکردهای شهری و ناحیه‌ای دارند هرگونه اختلال در آن‌ها، دیگر کارکردها را فلج می‌نماید؛ لذا تعیین نقاط آسیب‌پذیر و مخاطره‌آمیز کالبدی در شهرها و تقویت سازمان‌های دخیل در مدیریت بحران و امنیت، در پایداری شهرها در برابر ناامنی بسیار موثر است. با نگرش به رویکرد پدافند غیرعامل این پژوهش با تکیه بر اصول و معیارهای پدافند غیرعامل، میزان آسیب‌پذیری مکانی شهر اردبیل را شناسایی سپس با کمک گرفتن از ابزارهای مناسب و دقیق با رویکرد پدافند غیرعامل، به شناخت الگوهای پراکنش فضایی دارایی‌های شهر اردبیل، با توجه به نقش و جایگاه این شهر در مرزهای شمال غربی به عنوان یکی از مناطق مرزی و سرحدی در عین حال

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1396.17.44.9.5]

(همسایگی با کشور آذربایجان) از نظر استراتژیک مبادرت خواهد نمود، که این به نوبه خود بر اساس سیاست‌های کلی نظام در خصوص پدافند غیرعامل کشور، مصوب مجمع تشخیص مصلحت نظام (برنامه‌ریزی و تدوین راهبردهایی جهت ارتقای امنیت و کاهش آسیب‌پذیری در پهنه های مرزی پرخطر کشور در زمان بحران) صورت گرفته که در این پژوهش مورد اهمیت مطالعه واقع گردیده است.

مفاهیم و ادبیات تحقیق

پدافند غیرعامل[1]؛ به مجموعه اقداماتی اطلاق می‌گردد که مستلزم به‌کارگیری جنگ‌افزار و تسهیلات نبوده و با اجرای آن می‌توان از وارد شدن خسارت مالی به تجهیزات تأسیسات حیاتی، حساس و مهم نظامی و غیرنظامی و تلفات انسانی جلوگیری نموده و یا میزان خسارات و تلفات ناشی از حملات و بمباران‌هایی هوایی موشکی دشمن را به حداقل ممکن کاهش داد (هاشمی فشارکی، شکیبامنش،۱۳۹۰: ۲۱).

آسیب‌پذیری[2]؛ آسیب‌پذیری، میزان گسترده‌ای از حساسیت در برابر تحمل تلفات و خسارت‌هاست. در تعریف دیگری آسیب‌پذیری عبارت است از هر نقطه ضعفی که توسط دشمن مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد تا دشمن به طور غیرمجاز به دارایی‌های یک زیرساخت دسترسی پیدا کند و متعاقباً به آن‌ها خسارت وارد یا آن‌ها را سرقت کند(نورالهی و دیگران،۱۳۹۴: ۴۹).

ارزیابی آسیب‌پذیری؛ میزان آسیب‌پذیری، روشی برای ارزیابی و اندازه‌گیری وضعیت‌هایی که می‌توان آن‌ها را ردیابی کرد، به دست می‌دهد. ارزیابی صحیح و دقیق میزان آسیب‌پذیری، داده‌های مهم را برای مطالعه و برطرف کردن خلأهای حفاظتی و پدافندی فراهم می‌آورد(مشهدی و امینی ورکی، ۱۳۹۴: ۷۴).

آسیب‌پذیری مکانی[3]؛ به میزانی از تفاوت‌های ظرفیتی مکان زیرساخت متاثر از وقوع تهدیدات که بر اساس ویژگی‌ها و شاخص‌های جغرافیایی و پدافند غیرعامل اطلاق می شود.

زیرساخت و اندرکنش‌های زیرساختی

رینالدی(۲۰۰۱)، اندرکنش میان زیرساخت‌ها را به مثابه یک رابطه دوطرفه میان زیرساخت‌ها و یا یک وابستگی یک‌طرفه میان زیرساخت‌ها تعریف می‌کنند. رابطه دوطرفه بدین معنا است که وضعیت یک زیرساخت سایر زیرساخت‌ها را تحت تأثیر قرار داده و یا با توجه به وضعیت

[1]. Passive Defense
[2]. Vulnerability
[3]. Place Vulnerability

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1396.17.44.9.5]

زیرساخت‌های دیگر تحت تأثیر سایر زیرساخت‌ها قرار دارد. در یک طبقه‌بندی رینالدی و همکاران، وابستگی متقابل زیرساخت‌ها را به چهار دسته تقسیم می‌کنند:

- **وابستگی فیزیکی؛** در این نوع وابستگی خروجی یک سیستم به عنوان ورودی سیستم دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرد و بالعکس.
- **وابستگی سایبری؛** در این نوع وابستگی حالت یک سیستم، وابسته به اطلاعاتی است که از طریق یک زیرساخت اطلاعاتی تأمین می‌شود.
- **وابستگی جغرافیایی؛** دو یا تعداد بیشتری از سیستم‌ها به دلیل مجاورت جغرافیایی تحت تأثیر یک رویداد قرار می‌گیرند.

وابستگی منطقی؛ این نوع وابستگی، به وابستگی‌هایی که در انواع وابستگی قبلی جای نمی‌گیرد، اطلاق می‌شود(هوکستاد و همکاران،۲۰۱۲).

ادبیات و سوابق مطالعه و اطلاعات حاصل از آن در بررسی موضوع، راهنما و مکمل مطالعه است. به علاوه محقّق نسبت به موضوع اشراف بیشتر پیدا می‌کند و بر اطلاعات او در زمینه موضوع افزوده می‌شود. متغیرهای مورد نظر در مطالعه را شناسایی دقیق‌تر کرده و روابط علّی-معلولی آنها را بهتر درمی‌یابد. در همین راستا اگر بخواهیم به برخی از پژوهش‌های صورت گرفته در این حوزه در دو قسمت پژوهش‌های خارجی و داخل کشور اشاره گذرایی داشته باشیم، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد :

هلستروم (۲۰۰۷)، وی با ارائه یک چارچوب برنامه‌ریزی تحلیلی و فرموله کردن و کاهش آسیب‌پذیری زیرساخت‌های حیاتی، اذعان می‌کند تغییرات به وجود آمده به واسطه تکنولوژی، به عنوان یک نقطه عطف، نقش مهمی را در توسعه زیرساخت‌ها ایفا می‌کند، بنابراین پویایی چنین تغییراتی باید هنگام ارزیابی آسیب‌پذیری زیرساخت‌ها در طول زمان مد نظر قرار گیرد.

پل‌جانسک و همکاران (۲۰۱۰)، در پژوهش خود با ارزیابی سیستماتیک از آسیب‌پذیری زیرساخت‌های وابسته به هم، با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، شبکه‌های برق و گاز را در سراسر اروپا از نظر آسیب‌پذیری مورد بررسی و ارزیابی قرار داده و نقاط آسیب‌پذیر قاره را شناسایی کردند.

وایت و همکاران (۲۰۱۴)، در پژوهشی با عنوان "مدل محاسباتی آسیب‌پذیری دارایی برای حفاظت استراتژیک از زیرساخت‌های حیاتی" مدلی را برای ارزیابی آسیب‌پذیری دارایی‌ها همراه با مقیاسی از ریسک استراتژیک و احتمال شکست دارایی‌ها در مقابل حمله‌های انتحاری با استفاده از نظریه بازی ارائه می‌دهند.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1396.17.44.9.5]

امینی ورکی و همکاران(۱۳۹۳)، در پژوهش خود با بهره‌گیری از روش کیو' ضمن بهره‌گیری از نتایج پژوهش‌های ارزیابی آسیب‌پذیری در سطح شهرهای ایران پس از نیل به شناخت جامعی از عناصر و عوامل تأثیرگذار در آسیب‌پذیری شهرها، با بهره‌گیری از مشارکت متخصصان به شناسایی دیدگاه‌ها در زمینه آسیب‌پذیری شهری در ایران مبادرت نموده‌اند.

عبدالهی و همکاران(۱۳۹۳)، در پژوهشی به توسعه مفهوم اندرکنش و ارائه روشی برای استفاده از تحلیل‌های اندرکنشی در برنامه‌ریزی مدیریت بحران شهری پرداخته است. نتایج پژوهش آنها حاکی از آن است که در این روش میزان حساسیّت پهنه‌های شهری با توجه به دو عامل میزان حساسیّت دارایی‌ها و تجمّع آنها در یک پهنه شهری باید مدنظر قرار گیرد. افشار و دیگران(۱۳۹۳)، در مقاله‌ای با هدف دسته‌بندی و ارائه یک مدل مفهومی جامع برای آسیب‌پذیری سیستم‌های کنترل و واحدهای صنعتی و زیرساخت‌های حیاتی الگوی جلوگیری از نفوذ و حملات سایبری را ارائه کرده‌اند.

امان‌پور و دیگران(۱۳۹۵)، در پژوهشی در زمینه پدافند غیرعامل، با پرداختن به مسئله آسیب‌پذیری شهر کوهدشت به روش توصیفی تحلیلی با استفاده از مدل AHP FUZZY میزان آسیب‌پذیری زیرساخت‌های نواحی سه‌گانه این شهر را با رعایت اصول هم‌جواری ارائه می‌دهد.

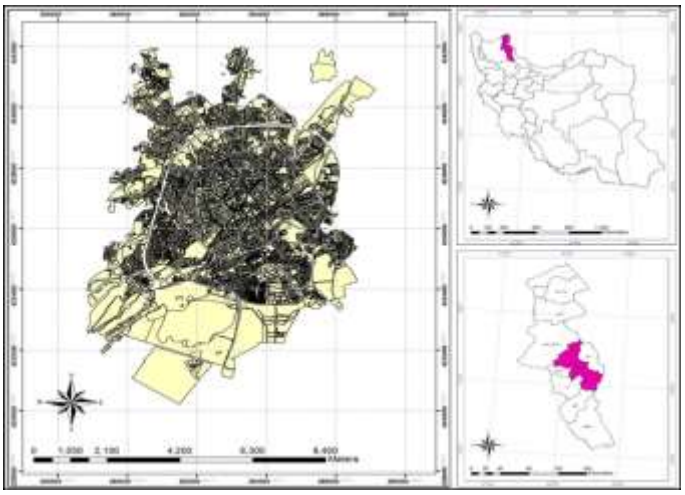
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

شهر اردبیل به عنوان مرکز استان اردبیل در بخش جنوبی حوزه آبریز قره‌سو و در میانه دشت اردبیل و در مدار ۳۸ درجه و ۱۵ دقیقه عرض شمالی و نصف‌النهار ۴۸ درجه و ۱۷ دقیقه طول شرقی در ارتفاع ۱۳۴۸ متری از سطح دریا واقع‌شده است. فاصله آن تا شهر تبریز ۲۱۹ کیلومتر و تا شهر تهران ۵۹۱ کیلومتر است. اردبیل در سال ۱۳۰۴ شمسی به شهر تبدیل‌شده است و با تأسیس استان اردبیل در سال ۱۳۷۲ شمسی شهر اردبیل به عنوان مرکز استان شناخته شده است. طبق سرشماری سال ۱۳۹۰ جمعیت شهر اردبیل ۴۸۵۱۵۳ نفر می‌باشد (مرکز آمار ایران،۱۳۹۰) و (استانداری اردبیل، ۱۳۹۳). شکل شماره ۱، نشان دهنده‌ی موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه می‌باشد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1396.17.44.9.5]



شکل (۱). موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه

روش تحقیق

تحقیق حاضر از نظر هدف، کاربردی- توسعه‌ای می‌باشد و از نظر روش، این تحقیق از نوع تحقیقات توصیفی- تحلیلی است. روش گردآوری اطلاعات به صورت اسنادی، کتابخانه‌ای و پیمایش میدانی بوده است. در این تحقیق به تناسب کاربرد روش‌ها از GIS در فازهای مربوط به تحلیل پراکنش فضایی زیرساخت ها و پهنه بندی آسیب‌پذیری استفاده شده است.

پس از تهدیدشناسی پایه و مبنایی شهر اردبیل، در بخش استانداردسازی و وزن‌دهی داده‌ها، این مرحله از طریق نظرسنجی و مصاحبه، در قالب فرمت‌های مشخص شده از کارشناسان مرتبط و با استفاده از فن فرایند تحلیل شبکه‌ای (نرم‌افزار Super Decision) بدان‌ها وزن داده شده است؛ در نهایت از مدل سوات(SWOT) برای ارزیابی نقاط قوت، ضعف، فرصت و تهدید جهت ارائه راهبردهای بهینه به منظور کاهش آسیب‌پذیری مکانی زیرساخت ها در شهر اردبیل بهره گرفته شده است.

بحث و یافته‌های تحقیق

پهنه‌بندی آسیب‌پذیری مکانی زیرساخت‌ها را می‌توان تابع معیارهایی دانست که نسبتی خاص با شرایط منطقه در وضعیت تهدید در ابعاد انسانی و طبیعی دارند(یزدانی و همکاران،۱۳۹۴). هر یک از این معیارها بر شاخص‌ها (زیر معیار) اشاره دارند که موضع یابی نقاط تهدید در مواقع بحران را تحت تأثیر خود قرار می‌دهد. با بررسی اسناد و نظریات جامعه

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1396.17.44.9.5]

خبرگان در باب تهدید مبنا و پایه‌ای شهر اردبیل، ۶ گروه از تهدیدات(نظامی، اقتصادی، اجتماعی، تروریستی، خرابکاری و سایبری) برای شهر تقسیم‌بندی شدند. در هر یک از تهدیدات کلان، ریز تهدیداتی وجود دارند که با توجه به نوع هدف و شرایط زمانی در قالب ارزش عددی نهایی تهدید برای هر یک از دارایی‌ها از مجموع چهار مؤلفه زیر مشخص شدند:

۱. هزینه استفاده از تهدید مورد نظر برای دشمن؛
۲. میزان جذابیت هدف برای دشمن؛
۳. میزان کارایی هر تهدید در برابر هدف مورد نظر؛
۴. سابقه تهدید.

پس از اینکه جدول برآورد میزان وقوع تهدید علیه زیرساخت‌ها، طراحی و بین جامعه نخبگان توزیع شد، امکان وقوع تهدید با توجه به این چهار مؤلفه و نسبت به هر یک از دارایی‌های واقع در شهر اردبیل مورد ارزیابی قرار گرفته شد. در هر گروه از تهدید جهت اطمینان به شدیدترین و محتمل‌ترین ریز تهدید در ارزیابی و پهنه بندی شاخص‌های آسیب‌پذیری مکانی، سطح‌بندی شدت تهدید صورت گرفت که بر اساس آن تهدیدات نظامی(هوایی و موشکی) از بالاترین امتیاز برخوردار شدند و در مدل‌سازی و وزن‌دهی زیرشاخص‌ها در GIS به عنوان تهدید پایه و یک عامل مهم سنجش در دوری و نزدیکی دارایی‌ها نسبت به یکدیگر و اعمال در استانداردسازی لایه‌های اطلاعاتی جهت هم‌پوشانی قرار گرفته‌اند. جدول ۱ دسته‌بندی معیارها و شاخص‌ها به منظور ارزیابی میزان آسیب‌پذیری مکانی زیرساخت‌های شهر اردبیل را در برابر تهدیدات احتمالی نشان می‌دهد.

جدول (۱). فهرست ۱۸ عنصر استخراجی از لایه‌ها و گروه بندی آن‌ها

کد معیار	معیارها (دسته)	شاخص‌ها	کد شاخص	کد معیار	معیارها(دسته)	شاخص‌ها	کد شاخص
A	شریان‌های حیاتی	پست انتقال گاز	A_1	C	مراکز نظامی و انتظامی	پادگان‌های نظامی	C_1
		نیروگاه‌های برق	A_2			پاسگاه های انتظامی	C_2
		مخابرات	A_3			زندان	C_3
		مخازن آب	A_4	D	تجهیزات شهری	پایانه‌های مسافربری	D_1
		مخازن سوخت	A_5			مراکز ورزشی	D_2
B	مراکز مدیریت بحران	استانداری	B_1	E	مراکز پشتیبانی	بیمارستان‌ها	E_1
		ادارات کل	B_2			مراکز اقتصادی و صنعتی	E_2
		صدا و سیما	B_3			مراکز آموزش عالی	E_3
		مراکز امداد رسانی	B_4			انبارهای مواد غذایی	E_4

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1396.17.44.9.5]

***تشریح فن تحلیل شبکه‌ای و وزن‌دهی به معیارها و زیر معیارها بر اساس آن**

در این بخش برای ارزیابی و رتبه‌بندی معیارها از فرایند تحلیل شبکه ای استفاده شده است. در فرایند تحلیل شبکه ای بـد از ساخت شبکه، انجام مقایسات زوجی و تعیین همبستگی‌ها و وابستگی‌ها، تشکیل سوپر ماتریس قدم نهایی است(مالچیفسکی،۱۳۹۰) که پس از اعمال آن به صورت ماتریس ناموزون و تبدیل به موزون در نهایت رتبه معیارها(جدول ۲) را در ماتریس محدود شده به ما نشان می‌دهند. همان طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، داده های واقع در سطرهای ابر ماتریس با یکدیگر برابر بوده و مجموع ستونی اعداد موجود در این ماتریس برابر با یک می‌باشد. در چنین حالتی داده‌های موجود در سطرهای ابر ماتریس، میزان ضرایب اهمیت آن شاخص را نشان می‌دهد. بنابراین، می‌توان بیان داشت که ۳ شاخص مخازن سوخت، پست‌های برق و پادگان‌های نظامی هر یک به ترتیب با میزان ضریب اهمیت ۰,۰۹۷،۰,۰۸۸ و ۰,۰۸۶ بیشترین و سه شاخص مراکز آموزش عالی، ادارات و استانداری اردبیل به ترتیب هر یک با میزان ضریب اهمیت ۰,۰۰۷،۰,۰۱۸ و ۰,۰۲۶ کمترین میزان اهمیت را در پهنه‌بندی آسیب-پذیری زیرساخت‌های شهر اردبیل از منظر پدافند غیر عامل به خود اختصاص می‌دهند. جدول ۳، شرح کاملی از میزان ضرایب اهمیت معیارها و زیر معیارها را نشان می‌دهد.

جدول (۲). سوپر ماتریس محدود شده

	۰,۰۱۶۶	۰,۰۱۶۶	۰,۰۱۶۶	۰,۰۱۶۶	۰,۰۱۶۶	۰,۰۱۶۶	۰,۰۱۶۶	۰,۰۱۶۶	۰,۰۱۶۶	۰,۰۱۶۶	۰,۰۱۶۶	۰,۰۱۶۶	۰,۰۱۶۶	۰,۰۱۶۶	۰,۰۱۶۶	۰,۰۱۶۶	۰,۰۱۶۶	۰,۰۱۶۶	۰,۰۱۶۶	۰,۰۱۶۶	۰,۰۱۶۶	۰,۰۱۶۶
	۰,۰۳۶۱	۰,۰۳۶۱	۰,۰۳۶۱	۰,۰۳۶۱	۰,۰۳۶۱	۰,۰۳۶۱	۰,۰۳۶۱	۰,۰۳۶۱	۰,۰۳۶۱	۰,۰۳۶۱	۰,۰۳۶۱	۰,۰۳۶۱	۰,۰۳۶۱	۰,۰۳۶۱	۰,۰۳۶۱	۰,۰۳۶۱	۰,۰۳۶۱	۰,۰۳۶۱	۰,۰۳۶۱	۰,۰۳۶۱	۰,۰۳۶۱	۰,۰۳۶۱
	۰,۰۲۶۵	۰,۰۲۶۵	۰,۰۲۶۵	۰,۰۲۶۵	۰,۰۲۶۵	۰,۰۲۶۵	۰,۰۲۶۵	۰,۰۲۶۵	۰,۰۲۶۵	۰,۰۲۶۵	۰,۰۲۶۵	۰,۰۲۶۵	۰,۰۲۶۵	۰,۰۲۶۵	۰,۰۲۶۵	۰,۰۲۶۵	۰,۰۲۶۵	۰,۰۲۶۵	۰,۰۲۶۵	۰,۰۲۶۵	۰,۰۲۶۵	۰,۰۲۶۵
	۰,۰۶۰۶	۰,۰۶۰۶	۰,۰۶۰۶	۰,۰۶۰۶	۰,۰۶۰۶	۰,۰۶۰۶	۰,۰۶۰۶	۰,۰۶۰۶	۰,۰۶۰۶	۰,۰۶۰۶	۰,۰۶۰۶	۰,۰۶۰۶	۰,۰۶۰۶	۰,۰۶۰۶	۰,۰۶۰۶	۰,۰۶۰۶	۰,۰۶۰۶	۰,۰۶۰۶	۰,۰۶۰۶	۰,۰۶۰۶	۰,۰۶۰۶	۰,۰۶۰۶
	۰,۰۴۰۱	۰,۰۴۰۱	۰,۰۴۰۱	۰,۰۴۰۱	۰,۰۴۰۱	۰,۰۴۰۱	۰,۰۴۰۱	۰,۰۴۰۱	۰,۰۴۰۱	۰,۰۴۰۱	۰,۰۴۰۱	۰,۰۴۰۱	۰,۰۴۰۱	۰,۰۴۰۱	۰,۰۴۰۱	۰,۰۴۰۱	۰,۰۴۰۱	۰,۰۴۰۱	۰,۰۴۰۱	۰,۰۴۰۱	۰,۰۴۰۱	۰,۰۴۰۱
	۰,۰۹۱۱	۰,۰۹۱۱	۰,۰۹۱۱	۰,۰۹۱۱	۰,۰۹۱۱	۰,۰۹۱۱	۰,۰۹۱۱	۰,۰۹۱۱	۰,۰۹۱۱	۰,۰۹۱۱	۰,۰۹۱۱	۰,۰۹۱۱	۰,۰۹۱۱	۰,۰۹۱۱	۰,۰۹۱۱	۰,۰۹۱۱	۰,۰۹۱۱	۰,۰۹۱۱	۰,۰۹۱۱	۰,۰۹۱۱	۰,۰۹۱۱	۰,۰۹۱۱
	۰,۰۸۸۸	۰,۰۸۸۸	۰,۰۸۸۸	۰,۰۸۸۸	۰,۰۸۸۸	۰,۰۸۸۸	۰,۰۸۸۸	۰,۰۸۸۸	۰,۰۸۸۸	۰,۰۸۸۸	۰,۰۸۸۸	۰,۰۸۸۸	۰,۰۸۸۸	۰,۰۸۸۸	۰,۰۸۸۸	۰,۰۸۸۸	۰,۰۸۸۸	۰,۰۸۸۸	۰,۰۸۸۸	۰,۰۸۸۸	۰,۰۸۸۸	۰,۰۸۸۸
	۰,۰۶۶۲	۰,۰۶۶۲	۰,۰۶۶۲	۰,۰۶۶۲	۰,۰۶۶۲	۰,۰۶۶۲	۰,۰۶۶۲	۰,۰۶۶۲	۰,۰۶۶۲	۰,۰۶۶۲	۰,۰۶۶۲	۰,۰۶۶۲	۰,۰۶۶۲	۰,۰۶۶۲	۰,۰۶۶۲	۰,۰۶۶۲	۰,۰۶۶۲	۰,۰۶۶۲	۰,۰۶۶۲	۰,۰۶۶۲	۰,۰۶۶۲	۰,۰۶۶۲
	۰,۰۴۷۷	۰,۰۴۷۷	۰,۰۴۷۷	۰,۰۴۷۷	۰,۰۴۷۷	۰,۰۴۷۷	۰,۰۴۷۷	۰,۰۴۷۷	۰,۰۴۷۷	۰,۰۴۷۷	۰,۰۴۷۷	۰,۰۴۷۷	۰,۰۴۷۷	۰,۰۴۷۷	۰,۰۴۷۷	۰,۰۴۷۷	۰,۰۴۷۷	۰,۰۴۷۷	۰,۰۴۷۷	۰,۰۴۷۷	۰,۰۴۷۷	۰,۰۴۷۷
	۰,۰۷۳۵	۰,۰۷۳۵	۰,۰۷۳۵	۰,۰۷۳۵	۰,۰۷۳۵	۰,۰۷۳۵	۰,۰۷۳۵	۰,۰۷۳۵	۰,۰۷۳۵	۰,۰۷۳۵	۰,۰۷۳۵	۰,۰۷۳۵	۰,۰۷۳۵	۰,۰۷۳۵	۰,۰۷۳۵	۰,۰۷۳۵	۰,۰۷۳۵	۰,۰۷۳۵	۰,۰۷۳۵	۰,۰۷۳۵	۰,۰۷۳۵	۰,۰۷۳۵
	۰,۰۹۷۰	۰,۰۹۷۰	۰,۰۹۷۰	۰,۰۹۷۰	۰,۰۹۷۰	۰,۰۹۷۰	۰,۰۹۷۰	۰,۰۹۷۰	۰,۰۹۷۰	۰,۰۹۷۰	۰,۰۹۷۰	۰,۰۹۷۰	۰,۰۹۷۰	۰,۰۹۷۰	۰,۰۹۷۰	۰,۰۹۷۰	۰,۰۹۷۰	۰,۰۹۷۰	۰,۰۹۷۰	۰,۰۹۷۰	۰,۰۹۷۰	۰,۰۹۷۰
	۰,۰۰۷۳	۰,۰۰۷۳	۰,۰۰۷۳	۰,۰۰۷۳	۰,۰۰۷۳	۰,۰۰۷۳	۰,۰۰۷۳	۰,۰۰۷۳	۰,۰۰۷۳	۰,۰۰۷۳	۰,۰۰۷۳	۰,۰۰۷۳	۰,۰۰۷۳	۰,۰۰۷۳	۰,۰۰۷۳	۰,۰۰۷۳	۰,۰۰۷۳	۰,۰۰۷۳	۰,۰۰۷۳	۰,۰۰۷۳	۰,۰۰۷۳	۰,۰۰۷۳
	۰,۰۷۷۷	۰,۰۷۷۷	۰,۰۷۷۷	۰,۰۷۷۷	۰,۰۷۷۷	۰,۰۷۷۷	۰,۰۷۷۷	۰,۰۷۷۷	۰,۰۷۷۷	۰,۰۷۷۷	۰,۰۷۷۷	۰,۰۷۷۷	۰,۰۷۷۷	۰,۰۷۷۷	۰,۰۷۷۷	۰,۰۷۷۷	۰,۰۷۷۷	۰,۰۷۷۷	۰,۰۷۷۷	۰,۰۷۷۷	۰,۰۷۷۷	۰,۰۷۷۷
	۰,۰۷۱۳	۰,۰۷۱۳	۰,۰۷۱۳	۰,۰۷۱۳	۰,۰۷۱۳	۰,۰۷۱۳	۰,۰۷۱۳	۰,۰۷۱۳	۰,۰۷۱۳	۰,۰۷۱۳	۰,۰۷۱۳	۰,۰۷۱۳	۰,۰۷۱۳	۰,۰۷۱۳	۰,۰۷۱۳	۰,۰۷۱۳	۰,۰۷۱۳	۰,۰۷۱۳	۰,۰۷۱۳	۰,۰۷۱۳	۰,۰۷۱۳	۰,۰۷۱۳
	۰,۰۱۸۸	۰,۰۱۸۸	۰,۰۱۸۸	۰,۰۱۸۸	۰,۰۱۸۸	۰,۰۱۸۸	۰,۰۱۸۸	۰,۰۱۸۸	۰,۰۱۸۸	۰,۰۱۸۸	۰,۰۱۸۸	۰,۰۱۸۸	۰,۰۱۸۸	۰,۰۱۸۸	۰,۰۱۸۸	۰,۰۱۸۸	۰,۰۱۸۸	۰,۰۱۸۸	۰,۰۱۸۸	۰,۰۱۸۸	۰,۰۱۸۸	۰,۰۱۸۸
	۰,۰۸۵۱	۰,۰۸۵۱	۰,۰۸۵۱	۰,۰۸۵۱	۰,۰۸۵۱	۰,۰۸۵۱	۰,۰۸۵۱	۰,۰۸۵۱	۰,۰۸۵۱	۰,۰۸۵۱	۰,۰۸۵۱	۰,۰۸۵۱	۰,۰۸۵۱	۰,۰۸۵۱	۰,۰۸۵۱	۰,۰۸۵۱	۰,۰۸۵۱	۰,۰۸۵۱	۰,۰۸۵۱	۰,۰۸۵۱	۰,۰۸۵۱	۰,۰۸۵۱
	۰,۰۶۵۵	۰,۰۶۵۵	۰,۰۶۵۵	۰,۰۶۵۵	۰,۰۶۵۵	۰,۰۶۵۵	۰,۰۶۵۵	۰,۰۶۵۵	۰,۰۶۵۵	۰,۰۶۵۵	۰,۰۶۵۵	۰,۰۶۵۵	۰,۰۶۵۵	۰,۰۶۵۵	۰,۰۶۵۵	۰,۰۶۵۵	۰,۰۶۵۵	۰,۰۶۵۵	۰,۰۶۵۵	۰,۰۶۵۵	۰,۰۶۵۵	۰,۰۶۵۵
	۰,۰۲۹۹	۰,۰۲۹۹	۰,۰۲۹۹	۰,۰۲۹۹	۰,۰۲۹۹	۰,۰۲۹۹	۰,۰۲۹۹	۰,۰۲۹۹	۰,۰۲۹۹	۰,۰۲۹۹	۰,۰۲۹۹	۰,۰۲۹۹	۰,۰۲۹۹	۰,۰۲۹۹	۰,۰۲۹۹	۰,۰۲۹۹	۰,۰۲۹۹	۰,۰۲۹۹	۰,۰۲۹۹	۰,۰۲۹۹	۰,۰۲۹۹	۰,۰۲۹۹

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1396.17.44.9.5]

جدول (۳). میزان ضرایب اهمیت معیارها و شاخص‌ها با استفاده از فرایند تحلیل شبکه‌ای

معیار	A: شریان حیاتی				
ضریب اهمیت معیار	۰,۳۷۶۳۱۴				
شاخص‌ها	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5
ضریب اهمیت نهایی	۰,۰۷۱۱۲۱	۰,۰۸۷۸۰۱	۰,۰۴۷۷۴۰	۰,۰۷۲۵۱۳	۰,۰۹۷۱۳۹
معیار	B: مراکز مدیریت بحران				
ضریب اهمیت معیار	۰,۱۸۱۲۶۸				
شاخص‌ها	B_1	B_2	B_3	B_4	
ضریب اهمیت نهایی	۰,۰۲۶۰۵۲	۰,۰۱۷۶۲۹	۰,۰۶۶۲۴۳	۰,۰۷۱۳۴۴	
معیار	C: مراکز نظامی و انتظامی				
ضریب اهمیت معیار	۰,۱۸۱۶۴۴				
شاخص‌ها	C_1	C_2	C_3		
ضریب اهمیت نهایی	۰,۰۸۶۱۱۲	۰,۰۶۵۴۸۷	۰,۰۳۰۰۴۵		
معیار	D: تجهیزات شهری				
ضریب اهمیت معیار	۰,۰۴۷۷۱۳				
شاخص‌ها	D_1	D_2			
ضریب اهمیت نهایی	۰,۰۲۹۸۸۳	۰,۰۱۷۸۳			
معیار	E: مراکز پشتیبانی				
ضریب اهمیت معیار	۰,۲۱۳۰۶۱				
شاخص‌ها	E_1	E_2	E_3	E_4	
ضریب اهمیت نهایی	۰,۰۶۰۵۹۴	۰,۰۷۸۷۱۳	۰,۰۰۷۲۵۴	۰,۰۶۶۵۰۰	

***بررسی وضعیت معیارها و طریقه ارزش گذاری آن‌ها**

در این مرحله هر یک از شاخص‌ها در قالب لایه‌های اطلاعاتی به رستر تبدیل شده و طریقه ارزش‌گذاری آن‌ها در بازه ۱ تا ۹ برای کل فضا بر پایه میزان قدرت تخریب (شعاع تأثیر گذار) سلاح‌های محتملی و میزان تأثیر آن‌ها بر افراد و فضاهای کالبدی پس از اصابت در قالب پنج پهنه آسیب پذیری خیلی زیاد تا آسیب پذیری خیلی کم تقسیم بندی شده است. در این بین شعاع خطر و فاصله های ایمن برای هرکدام از شاخص‌ها با توجه به ضوابط و نظرات کارشناسان در جداول (۴، ۵، ۶) اشاره شده است.

جدول(۴). نحوه ارزش گذاری شاخص استقرار در فاصله مناسب از اهداف دشمن (اهداف پشتیبان)

شاخص	نحوه ارزش گذاری			منبع
	بازه‌ها	امتیازات	مفهوم	
خدمات پشتیبان شامل:(بیمارستان‌ها، پایانه های مسافربری، ورزشگاه‌ها، مراکز آتش نشانی و هلال احمر)	۰ تا ۲۴۹ متر	۱	آسیب‌پذیری خیلی کم	مهندسین مشاور سبز سامانه،۱۳۹۳
	۲۵۰ تا ۴۹۹ متر	۳	آسیب‌پذیری کم	
	۵۰۰ تا ۷۴۹ متر	۵	آسیب‌پذیری متوسط	
	۷۵۰ تا ۱۲۴۹ متر	۷	آسیب‌پذیری زیاد	
	بیشتر از ۱۲۵۰ متر	۹	آسیب‌پذیری خیلی زیاد	

جدول (۵). نحوه ارزش گذاری شاخص استقرار در فاصله مناسب از اهداف دشمن (اهداف روانی)

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1396.17.44.9.5]

شاخص		نحوه ارزش گذاری			منبع
		بازه‌ها	امتیازات	مفهوم	
انبار داری	انبارهای مواد غذایی و (سیلوها)	۰ تا ۱۰۰ متر	۹	آسیب‌پذیری خیلی زیاد	نظر کارشناسان مربوطه
		۱۰۱ تا ۲۰۰ متر	۷	آسیب‌پذیری زیاد	
		۲۰۱ تا ۳۰۰ متر	۵	آسیب‌پذیری متوسط	
		۳۰۱ تا ۴۰۰ متر	۳	آسیب‌پذیری کم	
		بیشتر از ۴۰۰ متر	۱	آسیب‌پذیری خیلی کم	
مراکز آموزش عالی	دانشگاه‌ها در سطح ملی و...	۰ تا ۱۵۲ متر	۹	آسیب‌پذیری خیلی زیاد	نظر کارشناسان مربوطه
		۱۵۲ تا ۲۱۵ متر	۷	آسیب‌پذیری زیاد	
		۲۱۶ تا ۲۹۰ متر	۵	آسیب‌پذیری متوسط	
		۲۹۱ تا ۳۶۵ متر	۳	آسیب‌پذیری کم	
		بیشتر از ۳۶۵ متر	۱	آسیب‌پذیری خیلی کم	
تجاری	بازارچه‌ها و مجتمع‌ها	۰ تا ۱۲۵ متر	۹	آسیب‌پذیری خیلی زیاد	نظر کارشناسان مربوطه
		۱۲۶ تا ۱۶۵ متر	۷	آسیب‌پذیری زیاد	
		۱۶۶ تا ۲۰۰ متر	۵	آسیب‌پذیری متوسط	
		۲۰۱ تا ۲۷۵ متر	۳	آسیب‌پذیری کم	
		بیشتر از ۲۷۵ متر	۱	آسیب‌پذیری خیلی کم	

جدول (۶). نحوه ارزش گذاری شاخص استقرار در فاصله مناسب از اهداف دشمن (اهداف راهبردی)

شاخص		نحوه ارزش گذاری			منبع
		بازه‌ها	امتیازات	مفهوم	
اداری	ساختمان‌های دولتی و...	۰ تا ۱۵۲ متر	۹	آسیب پذیری خیلی زیاد	حسینی،۱۳۹۲
		۱۵۲ تا ۲۱۵ متر	۷	آسیب‌پذیری زیاد	
		۲۱۶ تا ۲۹۰ متر	۵	آسیب‌پذیری متوسط	
		۲۹۱ تا ۳۶۵ متر	۳	آسیب‌پذیری کم	
		بیشتر از ۳۶۵ متر	۱	آسیب‌پذیری خیلی کم	
صنعتی	انبارهای(صنعتی و...) کارخانه‌ها	۰ تا ۵۰۰ متر	۹	آسیب‌پذیری خیلی زیاد	ضوابط سازمان حفاظت محیط زیست مورخ
		۵۰۱ تا ۱۰۰۰ متر	۷	آسیب‌پذیری زیاد	
		۱۰۰۱ تا ۱۵۰۰ متر	۵	آسیب‌پذیری متوسط	
		۱۵۰۱ تا ۲۰۰۰ متر	۳	آسیب‌پذیری کم	
		بیشتر از ۲۰۰۰ متر	۱	آسیب‌پذیری خیلی کم	
تأسیسات و تجهیزات شهری	پست برق، گاز، منابع آب و مخابرات	۰ تا ۱۰۰ متر	۹	آسیب‌پذیری خیلی زیاد	ضوابط مربوط به شرکت ملی گاز ایران و حریم خطوط فشار قوی مصوبه هیبت دولت
		۱۰۱ تا ۲۰۰ متر	۷	آسیب‌پذیری زیاد	
		۲۰۱ تا ۳۰۰ متر	۵	آسیب‌پذیری متوسط	
		۳۰۱ تا ۴۰۰ متر	۳	آسیب‌پذیری کم	
		بیشتر از ۴۰۰ متر	۱	آسیب‌پذیری خیلی کم	
	پمپ بنزین و	۰ تا ۱۰۰ متر	۹	آسیب‌پذیری خیلی زیاد	دکتر زبردست

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1396.17.44.9.5]

	مراکز توزیع سوخت	۱۰۱ تا ۱۶۰ متر	۷	آسیب‌پذیری زیاد	۱۳۸۹
		۱۶۱ تا ۲۱۰ متر	۵	آسیب‌پذیری متوسط	
		۲۱۱ تا ۳۰۰ متر	۳	آسیب‌پذیری کم	
		بیشتر از ۳۰۰ متر	۱	آسیب‌پذیری خیلی کم	
نظامی	پادگان‌ها و مراکز انتظامی	۰ تا ۴۰۰ متر	۹	آسیب‌پذیری خیلی زیاد	نظر کارشناسان مربوطه
		۴۰۱ تا ۸۰۰ متر	۷	آسیب‌پذیری زیاد	
		۸۰۱ تا ۱۲۰۰ متر	۵	آسیب‌پذیری متوسط	
		۱۲۰۱ تا ۲۰۰۰ متر	۳	آسیب‌پذیری کم	
		بیشتر از ۲۰۰۰ متر	۱	آسیب‌پذیری خیلی کم	
رسانه و ارتباط جمعی	مراکز صدا و سیما	۰ تا ۱۵۲ متر	۹	آسیب‌پذیری خیلی زیاد	نظر کارشناسان مربوطه
		۱۵۲ تا ۲۱۵ متر	۷	آسیب‌پذیری زیاد	
		۲۱۶ تا ۲۹۰ متر	۵	آسیب‌پذیری متوسط	
		۲۹۱ تا ۳۶۵ متر	۳	آسیب‌پذیری کم	
		بیشتر از ۳۶۵ متر	۱	آسیب‌پذیری خیلی کم	

ادامه جدول (۷)

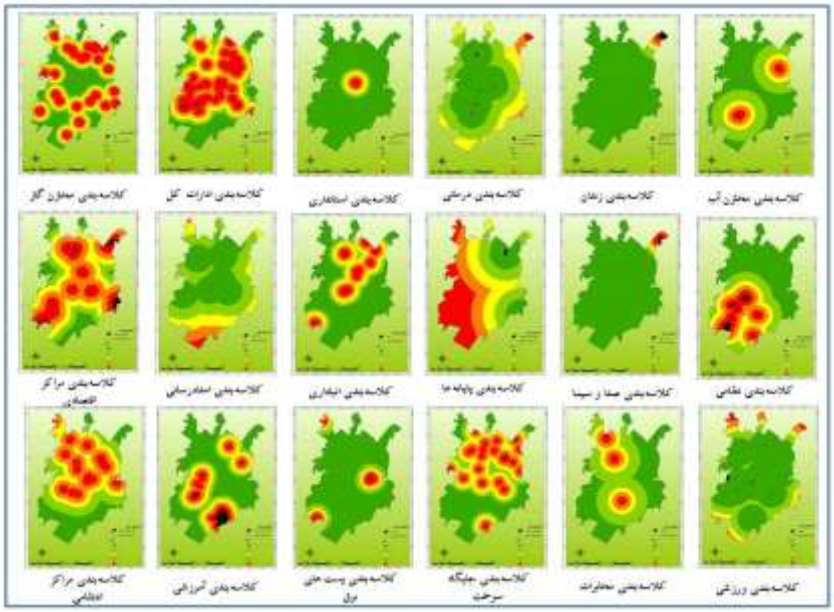
***اعمال ضرایب و هم پوشانی لایه‌ها به منظور پهنه‌بندی آسیب‌پذیری**

پس از بدست آوردن ضرایب اهمیت معیارها و زیر معیارها، اکنون نوبت به تولید لایه‌ها در تناسب با شاخص‌ها می‌باشد. برای این منظور با توجه به استانداردهای موجود و نظرات کارشناسان لایه‌های اطلاعاتی تولید گردید و با تولید لایه‌های اطلاعاتی و اعمال ضرایب اهمیت معیارها و هم پوشانی لایه‌ها، نقشه‌های ترکیبی و همچنین اولویت آسیب بر پایه هر معیار بدست آمده با هم‌پوشانی و در نهایت نقشه‌های ترکیبی آسیب‌پذیری کاربری‌های شهر اردبیل شناسایی گردید. شکل۲ نقشه‌های استانداردسازی شده پنج معیار آسیب‌پذیری زیرساخت‌های شهر اردبیل را نشان می‌دهند.

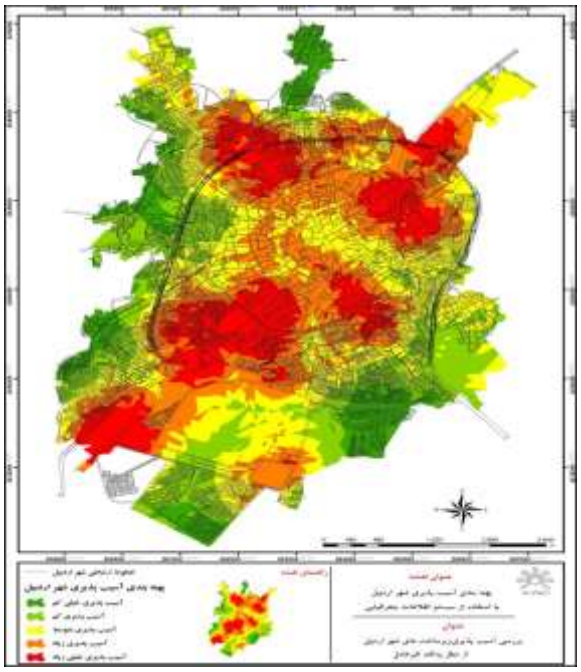
پس از مرحله استانداردسازی نقشه‌ها نوبت به برهم نهی نقشه‌های کلاسه‌بندی شده و ایجاد یک پهنه‌بندی مطلوب جهت مشخص کردن میزان آسیب‌پذیری زیرساخت‌های شهر اردبیل از منظر پدافند غیر عامل است. برای این منظور ۱۸ نقشه کلاسه‌بندی شده در مرحله پیشین هم پوشانی می‌شوند و نقشه نهایی با اعمال دستور الیمنیشن و حذف کمینه‌ها و در نهایت اعمال دستور اسموسینگ (پهنه‌بندی آسیب‌پذیری مکانی زیرساخت‌های شهر اردبیل) با اعمال ضرایب معیارها و زیر معیارها به صورت سافت‌لاین تولید می‌شود. شکل ۳ پهنه‌بندی آسیب‌پذیری مکانی شهر اردبیل از منظر پدافند غیرعامل با تهدید مبنای موشکی را نشان می‌دهد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1396.17.44.9.5]



شکل (۲). استاندارد سازی زیرمعیارها جهت اعمال هم پوشانی



شکل (۳). پهنه‌بندی آسیب‌پذیری مکانی زیرساخت‌های شهر اردبیل از منظر پدافند غیرعامل

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1396.17.44.9.5]

در این تحقیق به جهت بررسی‌های بیشتر و مشخص نمودن میزان آسیب در شرایط بحرانی و انجام تحلیل‌های موردی ضروری می‌نمود، نقشه خروجی کلاسه‌بندی و مشخصات آن دسته بندی گردند، بدین منظور با توجه به شکل ۳، نقشه پهنه‌بندی آسیب شهر اردبیل در پنج کلاس دسته‌بندی شدند: پهنه با آسیب‌پذیری خیلی کم با رنگ (سبز تیره)، وزن کلاسه بین (۲,۴۵- ۱,۳۶) و با مساحتی معادل ۴۹۴,۷ هکتار؛ پهنه با آسیب‌پذیری کم با رنگ (سبز روشن)، وزن کلاسه (۳,۰۱- ۲,۴۵) و با مساحتی معادل ۱۱۴۵,۵ هکتار؛ پهنه با آسیب‌پذیری متوسط با رنگ (زرد)، وزن کلاسه (۳,۴۴- ۳,۰۱) و با مساحتی معادل ۱۴۹۹,۶ هکتار؛ پهنه با آسیب‌پذیری زیاد با رنگ (نارنجی)، وزن کلاسه (۳,۸۹- ۳,۴۴) و با مساحتی معادل ۱۴۴۴,۸ هکتار و در نهایت پهنه با آسیب‌پذیری خیلی زیاد با رنگ (قرمز)، وزن کلاسه (۴,۷۴- ۳,۸۹) و با مساحتی معادل ۹۶۱,۲ هکتار. در مجموع ۱۷ درصد از کل مساحت کاربری‌های اراضی شهر اردبیل از نظر پدافند غیرعامل جزء مناطق با آسیب‌پذیری بسیار بالا؛۲۶ درصد جزء مناطق با آسیب‌پذیری زیاد؛۲۷ درصد جزء مناطق با آسیب‌پذیری متوسط؛۲۱ درصد جزء مناطق با آسیب‌پذیری کم و در نهایت ۹ درصد جزء مناطق با میزان آسیب‌پذیری خیلی کم در سطح کاربری‌های شهر اردبیل قرار دارند.

بررسی الگوهای پراکنش فضایی زیرساخت‌های شهر اردبیل

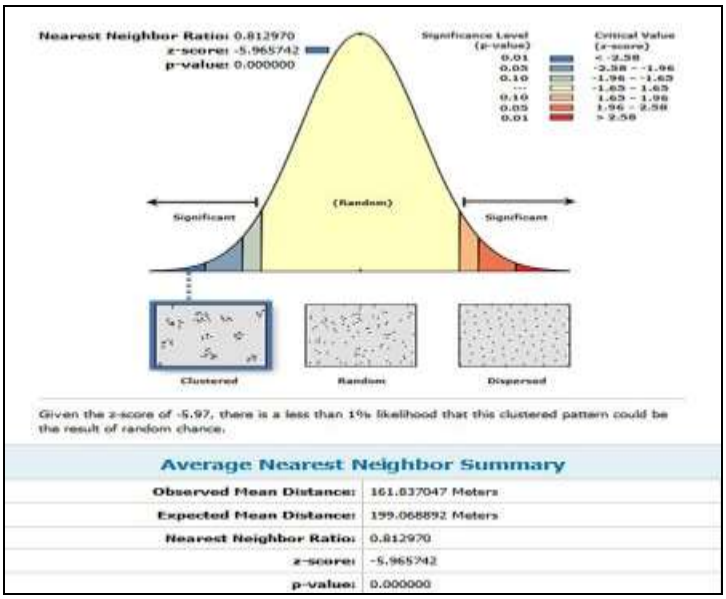
واقعیت این است که مطالعه الگوی پراکنش زیرساخت‌ها در یک فضا از طریق آمارها و آزمون‌های فضایی به درک بهتر این عناصر و آسیب‌پذیری آنها کمک می‌کند. آمار فضایی در شناسایی الگوها و روندهای موجود در عناصر زیرساختی و کشف دلایل آنها بسیار کارآمد است. میانگین نزدیک‌ترین همسایگی یکی از آزمون‌های فضایی است که برای شناخت الگوی پراکنش فضایی زیرساخت‌های شهر اردبیل و در راستای هدف پژوهش به کار گرفته شده است. نکته‌ای که باید در انجام این تحلیل به آن توجه داشت این است که محاسبات انجام شده براساس دو فرض مهم صورت می‌گیرد.:

- فرض نخست این است که پدیده‌ها و زیرساخت‌های مورد بررسی می‌توانند در هر کجای گستره شهر مورد بررسی قرار گیرند و به عبارت دیگر هیچ مانعی برای عناصر زیرساختی که در قسمت‌های حاشیه شهر اردبیل قرار گرفته‌اند وجود ندارد.
- فرض دوم این‌که علی‌رغم برخی از ارتباطات زیرساخت‌ها، در این تحلیل عناصر زیرساختی مستقل از هم در نظر گرفته می‌شوند.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1396.17.44.9.5]

همچنین باید توجه داشت که مقادیر امتیاز استانداردشده Z و P-Value نسبت به تغییر در محدوده و پهنه مورد مطالعه و سایر پارامترها حساس می‌باشد. براساس نتایج بدست آمده در شکل ۴ میانگین فاصله مشاهده شده ۱۶۱/۸۳۷۰ می‌باشد در حالی که مقدار میانگین فاصله مورد انتظار ۱۹۹/۰۶۸۸ محاسبه شده است و نسبت نزدیک‌ترین همسایگی نیز ۰/۸۱۲۹۷۰ اندازه‌گیری شده است. از آنجایی که این نسبت کوچک‌تر از ۱ است نتیجه می‌گیریم زیرساخت-های شهر اردبیل به صورت خوشه‌ای توزیع شده است. همچنین امتیاز استاندار محاسبه شده برابر با ۵/۹۶۵۷- است که با توجه به P-Value نتیجه می‌گیریم که این خوشه‌ای بودن پراکنش فضایی زیرساخت‌های شهر اردبیل از نظر آماری معنادار می‌باشد. به عبارت دیگر باتوجه به مقدار P-Value می‌توان اظهار داشت که زیرساخت‌های مورد مطالعه در شهربه صورت تصادفی توزیع نشده‌اند و به طور خوشه‌ای در فضا پراکنده‌شده‌اند. در کل با انجام این آزمون با اطمینان بیشتری می‌توان حکم به توزیع خوشه‌ای زیرساخت‌های شهر اردبیل نمود، که این مساله به دور از اصول و ملاحظات پدافند غیرعامل بوده و تشدیدکننده میزان آسیب-پذیری مکانی شهر است.



شکل (۴). نتایج آزمون متوسط نزدیک‌ترین همسایگی عناصر زیرساختی شهر اردبیل

پس از بررسی و تحلیل یافته‌های پژوهش، قدم بعدی برای کاهش آسیب‌پذیری زیرساخت‌ها در محدوده مورد مطالعه ارائه راهکار می‌باشد. در این خصوص با مشاهدات میدانی صورت

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1396.17.44.9.5]

گرفته نگارندگان و بررسی نقشه‌های موجود و مطالعه منابع مکتوب در جهت کاهش آسیب-پذیری شهر اردبیل، تدوین نقاط قوت، ضعف، فرصت و تهدید عناصر شهر اردبیل و در قالب مدل swot صورت گرفت. نقطه کلیدی مدل swot تجزیه و تحلیل دامنه‌ای از همه‌ی جنبه-های موقعیتی سیستم و در نتیجه فراهم کننده چارچوب مفیدی برای انتخاب راهبرد است. در واقع، تحلیل قوت‌ها و ضعف‌ها در محیط درونی و تحلیل فرصت‌ها و تهدیدها از محیط بیرونی جریانی نظام‌مند است که به ارایه پشتیبانی برای تصمیم‌گیری می‌پردازد. به منظور تدوین استراتژی swot شناخت عوامل چهارگانه در جهت رفع ضعف‌ها، تهدیدها و بهبود قوت‌ها و فرصت‌ها امری اجتناب‌ناپذیر تلقی می‌شود.

عوامل محیط درونی: در این مرحله نقاط قوت و ضعف داخلی محدوده مورد مطالعه شناسایی و ارزیابی شده‌اند. براساس مطالعات و شناسایی مراکز حیاتی و حساس و مهم در سطح شهر اردبیل، نقاط قوت و ضعف در قالب جداول ۷ و ۸ ارائه شده اند.

جدول (۷). تجزیه و تحلیل عوامل درونی و داخلی در مدل swot - نقاط قوت(S)

عوامل درونی و داخلی سیستمswot - نقاط قوت(S)	وزن نسبی	رتبه	امتیاز نهایی
S_1: بیشتر مراکز حیاتی و حساس شهر اردبیل از ارزش اقتصادی بالایی برخوردار هستند.	۰,۲۱	۳	۰,۶۳
S_2: وجود راه‌ها و شریان‌های پیرامون شهر امکان امدادرسانی به مراکز حیاتی را فراهم می‌سازد	۰,۱۸	۲	۰,۳۶
S_3 : دوری اکثر کاربری‌های حیاتی و حساس از کاربری‌های صنعتی در مقیاس صنایع سنگین	۰,۲۴	۴	۰,۹۴
S_4: نزدیکی رودخانه بالغلو چای به مراکز حیاتی و حساس	۰,۲۲	۲	۰,۴۴
S_5: یکنواختی نسبی بافت کالبدی شهر اردبیل از شاخص‌های ساختمانی	۰,۱۵	۱	۰,۱۵
مجموع	۱,۰۰	-	۲,۵۲

جدول (۸). تجزیه و تحلیل عوامل درونی و داخلی در مدل swot - نقاط ضعف(W)

عوامل درونی و داخلی سیستمswot – نقاط ضعف(W)	وزن نسبی	رتبه	امتیاز نهایی
W_1: بیشتر مراکز حیاتی شهر به سختی قابلیت جایگزینی دارند.	۰,۱۶	۴	۰,۶۴
W_2 : استقرار اکثر مراکز حیاتی و حساس در مرکز شهر به عنوان متراکم‌ترین بافت شهر	۰,۱۳	۳	۰,۳۹
W_3 : عدم نزدیکی مراکز حیاتی و حساس به تأسیسات و ایستگاه های آتش نشانی	۰,۱۲	۲	۰,۲۴
W_4: آسیب پذیری شهر در صورت انهدام تأسیسات و تجهیزات شهراردبیل.	۰,۱۸	۴	۰,۷۲
W_5:استقرار اکثر مراکز حیاتی و حساس در مجاورت محلات مسکونی	۰,۱۱	۳	۰,۳۳
W_6: عدم مجاورت مراکز حیاتی و حساس با فضاهای باز به جهت فرار و پناه گیری در هنگام بروز فاجعه با برای اسکان موقت پس از بحران	۰,۱۰	۲	۰,۲۰
W_7:وجود معابر کم عرض در نزدیکی مراکز حساس و حیاتی شهر	۰,۰۸	۲	۰,۱۶
W_8:تشدید ترافیک در خیابان‌های منتهی به مراکز حساس و حیاتی در هنگام وقوع بحران به دلیل انتقال مصدومین و اثرگذاری منفی بر شبکه حمل و نقل درون شهری	۰,۱۲	۲	۰,۲۴
مجموع	**۱,۰۰**	-	**۲,۹۲**

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1396.17.44.9.5]

عوامل محیط بیرونی: هدف این مرحله سنجش محیط خارجی محدوده مورد مطالعه جهت شناسایی فرصت‌ها و تهدید هایی است که شهر اردبیل در ارتباط با تحلیل عناصر دفاعی با آن مواجه است. براساس مطالعات انجام شده و بررسی محیط پیرامون محدوده مورد مطالعه، مجموعه فرصت‌ها و تهدیدهای موجود و موثر بر ناحیه از لحاظ دفاع غیرعامل در غالب کاهش آسیب‌پذیری شهر اردبیل مورد توجه و بررسی قرار گرفته‌اند که جزئیات آن در جداول ۹ و ۱۰ آورده شده است.

جدول (۹). تجزیه و تحلیل عوامل درونی و داخلی در مدل swot - نقاط فرصت(O)

عوامل بیرونی و خارجی سیستمswot – نقاط فرصت(O)	وزن نسبی	رتبه	امتیاز نهایی
O_1: آموزش و برگزاری مانور امداد و نجات برای ساکنین مجتمع‌های مسکونی واقع شده در مسیر مراکز حیاتی و حساس شهر	۰,۲۲	۴	۰,۸۸
O_2 : برنامه ریزی جهت گنجانیدن مسایل پدافند غیر عامل در پروژه های شهرک سازی	۰,۱۴	۲	۰,۲۸
O_3: استفاده از عوارض طبیعی در جهت استتار، اختفاء و پوشش تأسیسات و ابنیه‌ی حساس و حیاتی	۰,۱۷	۳	۰,۵۱
O_4 : افزایش تعداد ایستگاه های آتش نشانی در سطح شهر به ویژه نزدیکی مراکز حیاتی و حساس.	۰,۲۰	۳	۰,۶۰
O_5 : تقویت روحیه همکاری و همیاری و مسئولیت پذیری در میان شهروندان در مواقع بحران	۰,۱۲	۱	۰,۱۲
O_6 : ایجاد بانک اطلاعات شهری در خصوص مناطق پرخطر و امکان سنجی از مراکز حیاتی و حساس به ویژه تجهیزات و تأسیسات موجود در مناطق آسیب پذیر	۰,۱۵	۲	۰,۳۰
مجموع	۱,۰۰	-	۲,۶۹

جدول (۱۰). تجزیه و تحلیل عوامل درونی و داخلی در مدل swot - نقاط تهدید(T)

عوامل بیرونی وخارجی سیستمswot – نقاط تهدید(T)	وزن نسبی	رتبه	امتیاز نهایی
T1: حملات هوایی و خرابکارانه بیشتر مراکز حیاتی و حساس شهر را تهدید می‌کند.	۰,۱۹	۴	۰,۷۶
T_2: قطع ارتباط جنوب و شمال شهر در صورت انهدام مراکز حیاتی و حساس	۰,۱۵	۳	۰,۴۵
T_3: وجود کاربری‌های نظامی در مرکز شهر و خطر آسیب پذیری به بافت‌های مجاور	۰,۲۴	۴	۰,۹۶
T_4 : به خطر افتادن جان شهروندان در هنگام مراجعه به مراکز حیاتی و حساس شهر در هنگام بروز بحران	۰,۱۳	۳	۰,۳۹
T_5 : عدم آشنایی کافی شهروندان با چگونگی واکنش در برابر بحران	۰,۱۰	۲	۰,۲۰
T_6: عدم وجود قانون جامع ایمن، مدیریت واحد شهری بین سازمان‌ها و ارگان‌ها و مدیریت شهری در مواقع بروز بحران	۰,۰۸	۱	۰,۰۸
T_7 : فناوری برتر دشمن در شناسایی و آسیب رسانی به نقاط استراتژیک	۰,۱۱	۳	۰,۳۳
مجموع	**۱,۰۰**	-	**۳,۱۴**

در این مرحله چهار نوع راهبرد تعیین می شود:

الف: راهبردهای تهاجمی- SO

ب: راهبردهای تدافعی- TW

ج: راهبردهای رقابتی - OW

د: راهبردهای محافظه کارانه- ST

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1396.17.44.9.5]

برای تعیین وضعیت کلی راهبردهای منطقه از امتیاز نهایی هر بخش از (جدول۱۱) استفاده می شود.

جدول (۱۱). امتیاز نهایی برای هریک از شاخص های SWOT در تعیین راهبرد مناسب

شاخص	امتیاز
S: نقاط قوت	۲,۵۲
W: نقاط ضعف	۲,۹۲
O: فرصت ها	۲,۶۹
T: تهدید ها	۳,۱۴

بر طبق نتیجه بدست آمده در بعد برنامه‌ریزی جهت کاهش آسیب‌پذیری زیرساخت‌های شهر اردبیل از منظر دفاع غیر عامل، راهبردهای تدافعی- TW حاوی بیشترین مجاورت به همدیگر را داشته؛ لذا مسئولین باید سعی کنند با کاهش نقاط ضعف و تهدیدها به رفع آسیب‌پذیری محدوده مورد مطالعه اقدام و به سمت این راهبردها گام بردارند.

راهبردهای تدافعی- TW : با بررسی مراکز حیاتی و حساس شهر مشخص می‌شود که این شهر در زمان تهدید و بحران و یا هرگونه حادثه عمومی دیگر به دلیل طرح‌های ترافیکی، حجم ترافیک، نوع و جهت جریان ترافیک، سد معبر کسبه، عدم توزیع مناسب جمعیت و مراکز خدمات درمانی و امدادی، تراکم ساخت‌وساز، بلندمرتبه‌سازی، عدم رعایت اصول معماری و شهرسازی، ساخت و سازهای غیرمجاز و حاشیه‌نشینی و... با مشکل جدی مواجه شده و در برخی معابر به دلیل قفل شدن مسیر امدادرسانی را به‌شدت مختل یا غیرممکن خواهد کرد؛ لذا باید به این نتیجه رسید شهر اردبیل، با توجه به اولویت‌بندی مراکز ثقل جمعیتی از منظر پدافند غیرعامل از اهمیت استراتژیکی بالایی به دلیل نزدیکی با کانون بحران برخوردار است. بدین وجه ضروری می‌نماید با توجه به شاخص‌های موارد بالا، راهبردهای ذیل از دید پدافند غیرعامل و مدیریت بحران در شهر اردبیل مدنظر قرار گیرد:

TW_1: پیش‌بینی و برآورد مراکز ثقل جمعیتی شهری جهت انبار کردن و تأمین کالاهای ضروری برای مواقع مورد نیازدر صورت تهاجم هوایی (نمونه: اطراف دریاچه شورابیل).

TW_2: پیش‌بینی پد فرود اضطراری بالگرد در ساختمان‌ها و مجتمع‌ها با تمرکز جمعیتی بالا جهت امدادرسانی و پشتیبانی از حادثه دیدگان(نمونه: بام مجتمع تجاری الماس شهر واقع در میدان شریعتی).

TW_3: مطالعه و پیش‌بینی جهت احداث مراکز امداد رسانی و آتش نشانی و همچنین پناهگاه شهری در مراکزثقل جمعیتی با استفاده از مکان‌هایی نظیر زیر میدان‌ها، پارک‌ها و فضای

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1396.17.44.9.5]

سبز(نمونه: پارک معلم اردبیل حاشیه بالغلو چای، که با توجه به شکل نواری و تقسیم کردن شهر به دو قسمت شمالی و جنوبی یکی از بهترین مکان ها برای این منظور به حساب می آید.

TW_4: شناسایی اماکن با قابلیت لازم جهت استفاده در زمان تهدید دارای حداقل امکانات مناسب جهت بهره برداری در مواقع ضروری.

TW_5: رعایت اصول و ایجاد اختفا، استتار و تعریف حریم حفاظتی برای پروژه‌های مهم و زیرساختی به ویژه در مناطق اداری، نظامی(تیپ ۴۰ ارتش در ایستگاه سرعین) و تاسیساتی(شرکت نفت و مخازن سوخت در میدان جهاد)،(سیلوی آرد در میدان وحدت) شهر اردبیل.

TW_7: ساماندهی مناسب استفاده از فن‌آوری‌های نو به منظور کاهش آسیب پذیری های ناشی از وابستگی و امکان جمع آوری اطلاعات توسط دشمن(ایجاد بانک اطلاعاتی برای تاسیسات حساس و حیاتی در محیط **GIS**).

TW_8**:** ایجاد معابر موازی پیرامون مراکز حساس و حیاتی در سطح شهر حدالامکان از ایستگاه سرعین تا میدان جهاد در طول غربی و شرقی شهر به جهت تمرکز مراکز آسیب پذیر نظامی، تاسیساتی و اداری.

نتیجه گیری

نوآوری این پژوهش نسبت به سایر پژوهش‌های مشابه در تلفیق معیارها و شاخص‌های جغرافیایی با پدافند غیرعامل و ارائه مفهومی جدید برای ارزیابی آسیب‌پذیری مکانی با توجه به تهدید معیار است. در این تحقیق با مرور معیارهای که در فرایند تحلیل میزان آسیب‌پذیری مکانی زیرساخت‌های شهر اردبیل در برابر تهدیدات نظامی(موشکی و هوایی) از منظر پدافند غیرعامل تأثیرگذار هستند، به تهیه نقشه‌های معیار از آن‌ها اقدام گردید.

نتایج به‌دست آمده از نقشه پهنه‌بندی آسیب‌پذیری شهر اردبیل و الگوی استقرار زیرساخت-های شهر نشان می‌دهد که زیرساخت‌های شهر اردبیل به صورت خوشه‌ای توزیع شده است و این خوشه‌ای بودن پراکنش فضایی زیرساخت‌های شهر اردبیل از نظر آماری معنادار می‌باشد. توزیع فضایی این عناصر زیرساختی شهر دارای خوشه‌بندی زیاد و این الگوی استقرار دارای پتانسیل برای اقدامات خرابکارانه در کنار هم قرار گرفته‌اند و از منظر فضایی، الگوی استقرار عناصر زیرساختی شهر اردبیل دارای خودهمبستگی فضایی هستند، بنابراین، می‌توان چنین استنباط نمود که اصل پراکندگی به عنوان یکی از اصول اساسی پدافند غیرعامل در شهراردبیل با مجموع ۱۷ درصد از کل مساحت کاربری‌های اراضی شهر جزء مناطق با آسیب‌پذیری بسیار بالا به خوبی رعایت نشده است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1396.17.44.9.5]

منابع و ماخذ

۱. استانداری اردبیل. (۱۳۹۳). **بررسی تطبیقی استان های کشور با توجه به جایگاه استان اردبیل در سال ۱۳۹۰**، دفتر کل دفتر آمار و اطلاعات استانداری اردبیل.

۲. امان پور، سعید، مصطفی محمدی ده چشمه، علیزاده، مهدی. (۱۳۹۵). **ارزیابی آسیب پذیری زیرساخت های شهری کوهدشت با رویکرد پدافند غیرعامل**، فصلنامه آمایش سرزمین، شماره ۱، صص ۱۵۴-۱۳۳.

۳. امینی ورکی، سعید، مدیری، مهدی، زفرقندی، فتح‌الله، قنبری نسب، علی (۱۳۹۳). **شناسایی دیدگاه‌های حاکم بر آسیب‌پذیری شهرها در برابر مخاطرات محیطی و استخراج مؤلفه‌های تأثیرگذار در آن با استفاده از روش کیو**، دو فصلنامه مدیریت بحران، صص ۱۷-۵.

۴. افشار، احمد، ترمه چی، عاطفه، گلشن، عارفه، آقاییان، آزاده، شهریاری، حمیدرضا (۱۳۹۴). **ارائه یک مدل مفهومی جامع برای آسیب‌پذیری‌های سیستم کنترل واحدهای صنعتی و زیرساخت‌های حیاتی**، فصلنامه پدافند غیرعامل، شماره ۴، صص ۳۱-۲۳.

۵. پاریزی، میمندی، کاظمی نیا، صدیقه (۱۳۹۳). **پهنه بندی آسیب پذیری شهر کرمان بر اساس اصول پدافند غیرعامل**، مجله آمایش سرزمین، شماره ۱،صص۱۱۹-۱۴۴.

۶. پایگاه اطلاع‌رسانی سازمان حفاظت محیط‌زیست، قوانین و مقررات محیط‌زیست طبیعی و انسانی (www.doe.ir).

۷. حسینی، سید مجتبی (۱۳۹۲). **مکان یابی پناهگاه های عمومی و چند منظوره شهری در برابر سناریوهای تهدید، مطالعه موردی:منطقه ۶ تهران**، فصلنامه مطالعات راهبردی بسیج، شماره ۵۹، صص ۷۵-۳۹.

۸. زبردست، اسفندیار (۱۳۸۹). **کاربرد فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP) در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای**، نشریه هنرهای زیبا، شماره ۴۱، صص ۹۰-۷۹.

۹. سبز سامانه، مهندسین مشاور (۱۳۹۳). **ساماندهی سکونتگاه‌های غیررسمی مشکین‌شهر و اقدامات توانمندسازی اجتماعات آن‌ها با تأکید بر بهسازی شهری**، اردبیل: اداره کل مسکن و شهرسازی استان اردبیل.

۱۰. صارمی، حمیدرضا، حسینی امینی، حسن (۱۳۹۰). **حفاظت از تاسیسات و تجهیزات شهری با استفاده بهینه از محیط شهری با رویکرد پدافند غیرعامل(نمونه موردی شهر بروجرد)**، فصلنامه مطالعات مدیریت شهری، شماره ۶، صص۵۲-۶۷.

۱۱. صیامی، قدیر، لطیفی، غلامرضا، تقی نژاد، کاظم، زاهدی کلاکی، ابراهیم (۱۳۹۲). **آسیب شناسی پدافندی ساختار شهری با استفاده ار سیستم اطلاعات جغرافیایی مطالعه موردی گرگان**، مجله آمایش جغرافیایی فضا، شماره دهم، صص ۲۱-۴۲.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1396.17.44.9.5]

۱۲. عبدالهی، مجید، حسینی، بشیر، بهمن، احمدی توانا (۱۳۹۳). **ارائه مدل «تحلیل اندرکنشی» در مدیریت ریسک شهری جهت ارزیابی میزان حساسیت زیرساخت ها و پهنه های شهری،** دومین کنفرانس ملی مدیریت بحران و HSE در شریان های حیاتی، صنایع و مدیریت شهری، تهران، دانشگاه تهران.

۱۳. مالچفسکی، یاچک (۱۳۹۰). **سامانه اطلاعات جغرافیایی و تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاری،** مترجمان: اکبر پرهیزکار و عطا غفاری گیلانده، تهران: انتشارات سمت تهران.

۱۴. مرکز آمار ایران(۱۳۹۰). **سالنامه آماری سال** ،. سرشماری عمومی و نفوس و مسکن شهر اردبیل.

۱۵. محمدی ده‌چشمه، مصطفی،حیدری نیا، سعید (۱۳۹۴). **مدل سازی مکان همجواری کاربری های ویژه از منظر پدافند غیرعامل در کلانشهر اهواز،** فصلنامه برنامه ریزی و آمایش فضا، شماره۲،صص۲۱۱-۲۳۶.

۱۶. نورالهی، حانیه، برزگر، اکرم (۱۳۹۴). **ارایه الگوی ارزیابی خطرپذیری ریسک بر اساس تلفیق رویکردهای عملکردی و آمایشی در زیرساخت های حیاتی،** نشریه علمی پژوهشی مدیریت بحران، دوره ۵، صص ۴۷-۵۶.

۱۷. وزارت نیرو، قانون سازمان برق ایران (۱۳۹۴). **حریم خطوط هوایی انتقال و توزیع نیروی برق»،** تصویب نامه شماره ۹۳/۱۷۸۱۴/۳۰/۱۰۰ هیات وزیران.

۱۸. هاشمی فشارکی، جواد؛ شکیبامنش، امیر (۱۳۹۰). **طراحی شهری از منظر دفاع غیر عامل»،** تهران، انتشارات بوستان حمید.

۱۹. یزدانی، محمدحسن، سیدین، افشار و پارسای مقدم، مهدی (۱۳۹۴).**کاربرد پدافند غیرعامل در برنامه‌ریزی شهری،** چاپ اول، اردبیل: انتشارات محقق اردبیلی.

Hokstad, Per, Utne, Ingrid B., Vatn, Jørn, (2012). ***Risk and Interdependencies in Critical Infrastructures; A Guideline for Analysis***, Springer-Verlag London.

Hellström, T., (2007). ***Critical infrastracture and systemic vulnerability : Towards a planning framework***,Juornal of Safety Science, Volume 45, Issue 3, Pages 415-430. (doi:10.1016/j.ssci.2006.07.007).

Johansson, Jonas and Henrik Hassel, (2010). ***An approach for modelling interdependent infrastructures in the context of vulnerability analysis***, Juornal of Reliability Engineering and System Safety, Vol. 95, pages 1335–1344. (doi:10.1016/j.ress.2010.06.010).

Rinaldi, Steven M., James P. Peerenboom, and Terrence K. Kelly, (2001). ***Identifying, understanding, and analyzing critical infrastructure***

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1396.17.44.9.5]

interdependencies, IEEE Control Systems, Volume 21, Issue 6, Pages 11- (doi: 10.1109/37.969131).

White Richard, Terrance Boult, Edward Chow, (2014). ***A computational asset vulnerability model for the strategic protection of the critical infrastructure***, International Journal of Critical Infrastructure Protection, Volume 7, Issue 3, Pages 167-177, (doi:10.1016/j.ijcip.2014.06.002).

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1396.17.44.9.5]