آمایش سرزمین
دورهٔ نهم، شمارهٔ دوم، پاییز و زمستان ۱۳۹۶
صفحات ۳۶۲ – ۳۳۳

Print ISSN: 2008-7047
Online ISSN: 2423-6268
http://jtcp.ut.ac.ir

ارزیابی آسیب‌پذیری مکانی زیرساخت‌های استان اردبیل با رویکرد پدافند غیرعامل

افشار سیدین[۱*]، سعید امینی ورکی[۲]، حسین رستمی[۳]، محمدحسین یزدانی[۴]

۱. کارشناس ارشد، دانشکدهٔ علوم انسانی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
۲. کارشناس ارشد، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران
۳. کارشناس ارشد، دانشکدهٔ علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
٤. استادیار، دانشکدهٔ علوم انسانی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۱/۱۸؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۵/۱۰)

چکیده

با توجه به موقعیت استراتژیک ایران در منطقهٔ خاورمیانه و تهدیدات مستمر کشورهای همسایه و غیرهمسایه، متأسفانه پروژه‌ها و تأسیسات اقتصادی و زیربنایی بدون ملاحظات دفاعی و امنیتی به‌صورت هدفی عریان و تهدیدی دردسترس دشمن و هرگونه تهاجمی استقرار یافته است. تحقیق حاضر به روش کاربردی و توسعه‌ای با هدف مطالعه و بررسی آسیب‌پذیری مکانی زیرساخت‌های استان اردبیل از منظر پدافند غیرعامل با استفاده از شیوهٔ تحلیل شبکه‌ای (ANP) در محیط GIS به‌منظور پهنه‌بندی آسیب‌پذیری زیرساخت‌های استان اردبیل همراه با ۲۷ شاخص تأثیرگذار در قالب ۴ مؤلفهٔ محیط فیزیکی، محیط زیستی بیولوژیکی، دسترسی و زیرساخت‌ها انجام پذیرفته است. نتایج به‌دست‌آمده از بررسی الگوهای پراکنش فضایی و پهنه‌بندی آسیب‌پذیری نشان می‌دهد که توزیع فضایی زیرساخت‌های استان اردبیل از نوع خوشه‌ای (نداشتن پراکندگی) است و از نظر آسیب‌پذیری ۷ درصد از پهنهٔ سرزمین در آسیب‌پذیری خیلی زیاد هستند که خود این پهنه‌ها متراکم‌ترین نقاط جمعیتی و زیرساختی را دارند. علت این مسئله وضعیت نامناسب شاخص‌های کالبدی و تمرکز نهادهای مدیریتی، صنعتی و نظامی در این مناطق از استان اردبیل است.

پرتال جامع علوم انسانی

کلیدواژگان

استان اردبیل، آسیب‌پذیری، پدافند غیرعامل، زیرساخت، GIS.

* نویسندهٔ مسئول، رایانامه: afsharazarian@yahoo.com

مقدمه

امروزه یکی از جنبه‌های مهم و درخور توجه در برنامه‌ریزی توسعه‌ای، تأکید و توجه به آسیب‌پذیری کشور و از همه مهم‌تر آسیب‌پذیری زیرساخت‌ها در مقابل تهدیدات ناشی از جنگ و بلایای طبیعی است (امینی و دیگران، ۱۳۹۳: ٦). زیرساخت‌ها به‌دلیل تأثیرمحوربودن نسل جدید جنگ‌ها، اهداف جذابی برای نیروهای متخاصم به شمار می‌آیند (یزدانی و دیگران، ۱۳۹٤: ۱۱۳)؛ چراکه ازکارافتادن زیرساخت‌ها و تأسیسات مهم و حیاتی به‌عنوان قلب نظام به برهم‌خوردن تعادل سیستم‌های کنترل و عملیات و مراکز مهم تصمیم‌گیری در حیات جوامع انسانی منجر می‌شود (صارمی و حسینی امینی، ۱۳۹۰: ٥٦).

در حال حاضر آمایش منطقه‌ای عبارت است از تأکید بر بعد دفاع پیشگیرانه در برابر تهاجمات دشمن و عوامل انسانی. این در حالی است که شناسایی ویژگی های طبیعی توپوگرافیکی، ژئومورفولوژی و زمین‌شناسی مناطق و اشکال متنوع ساختاری رهنمون‌یافته روی زمین، از اقدامات مؤثر و زیربنایی در آمایش ناحیه‌ای و منطقه‌ای کشورها قلمداد می‌شود (دانشور، ۱۳۹۱: ۱۲۰۳). در کل آرایش زمین مانع دسترسی متجاوزان به محل می‌شود یا در ایجاد تأخیر در دسترسی مؤثر است؛ لذا با توجه به رویکرد آمایش منطقه‌ای، استان اردبیل از دو منظر، تهدید قلمداد شده است:

اولاً با توجه به نشست‌گاه کاربری‌ها در استان اردبیل از لحاظ مورفولوژی و قرارگیری اکثر زیرساخت‌های فیزیکی در یک دشت پهن، از نظر برنامه‌ریزی ناحیه‌ای و منطقه‌ای هیچ‌گونه ملاحظات امنیتی در استتار، اختفا و پراکندگی در استحکامات، تأسیسات و تجهیزات و موقعیت استقرار زیرساخت ها و کاربری ها با توجه به اصل پراکندگی از اصول ملاحظات آمایشی و دفاعی در جهت کاهش آسیب‌پذیری را ندارد و این خود تهدیداتی را در آینده متضمن خواهد شد. ثانیاً در بررسی روند کلی شرایط منطقه، به‌ویژه خاورمیانه، کشور ایران به‌عنوان سرزمینی شناخته می‌شود که همواره در معرض مخاطرات گوناگون طبیعی و غیرطبیعی قرار دارد. موقعیت خاص ژئوپلیتیکی و ژئواستراتژیکی ایران، وجود منابع زیرزمینی بی شمار و تشکیل حکومتی اسلامی سبب گشته این کشور در سال های متمادی در معرض تهدیدات و تعارضات گوناگون خارجی قرار گیرد. از این رو متأسفانه در کشور ما با آگاهی از این موقعیت خاص، پروژه ها و تأسیسات

اقتصادی و زیربنایی بدون رعایت یا دخالت ملاحظات و تمهیدات دفاعی و امنیتی ساخته شده یا توسعه یافته اند و به‌صورت هدفی عریان و در عین حال درخور توجه دردسترس دشمن و کشورهای مهاجم قرار گرفته اند. استان اردبیل نیز به نوعی از این قاعده مستثنا نبوده است. این استان نیز با توجه به قرارگرفتن در شمال غرب کشور به‌دلیل برخورداری از یک موقعیت استراتژیک خاص، در زمان بروز تهدیدات می تواند به‌عنوان یکی از پهنه های عمدهٔ در معرض خطر و تهدید مطرح شود. از آنجا که اقدامات آمایشی و منطقه‌ای علاوه بر نقش بازدارندگی، از خسارت مالی و تجهیزات و تأسیسات حیاتی و حساس نظامی و غیرنظامی و تلفات انسانی جلوگیری می‌کند، این اصل باعث شد که به سنجش آسیب‌پذیری زیرساخت‌ها به‌عنوان شریان‌های حیاتی یک استان و کشور، توجه کند و شناخت حاصل از میزان آسیب‌پذیری را برای ایجاد مصونیت های زیرساختی به کار گیرد. این مسئله با کاربست فناوری اطلاعات ازجمله سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی در مراحل شناخت و تحلیل داده‌ها سهل‌الوصول‌تر، دقیق‌تر و جامع خواهد بود. به همین دلیل پژوهش حاضر با هدف شناخت و ارزیابی آسیب‌پذیری و با کمک‌گرفتن از ابزار مناسب و دقیق با رویکرد پدافند غیرعامل، به ارزیابی آسیب‌پذیری مکانی زیرساخت های استان اردبیل، با توجه به نقش و جایگاه این استان در (همسایگی با کشور آذربایجان) از نظر استراتژیک مبادرت خواهد کرد که این خود بر اساس سیاست های کلی نظام درخصوص پدافند غیرعامل کشور، مصوب مجمع تشخیص مصلحت نظام (برنامه‌ریزی و تدوین راهبردهایی به‌منظور ارتقای امنیت و کاهش آسیب‌پذیری در پهنهٔ کشور در زمان بحران) صورت گرفته که در این پژوهش، درخور اهمیت برای مطالعه واقع شده است.

مبانی نظری

آمایش دفاعی: سازمان‌دهی مناسب اماکن و فعالیت‌های نظامی کشور به‌منظور بهره‌برداری صحیح و منطقی از توان‌ها و استعدادها در جهت نیل به هدف و استراتژی دفاعی کشور است (فرزام شاد، ۱۳۸٤: ۱۳۷). در تعریفی دیگر، نوع چیدمان مراکز و فعالیت‌های استراتژیک کشور بر اساس قابلیت دفاع را آمایش دفاعی گویند (حسینی امینی و پریزادی، ۱۳۸۹: ١٤).

پدافند غیرعامل:[1] به مجموعه اقداماتی اطلاق می‌شود که مستلزم به‌کارگیری جنگ‌افزار و تسهیلات نیست و با اجرای آن می‌توان از واردشدن خسارت مالی به تجهیزات تأسیسات حیاتی، حساس و مهم نظامی و غیرنظامی و تلفات انسانی جلوگیری کرد یا میزان خسارات و تلفات ناشی از حملات و بمباران‌های 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 ضعفی که توسط دشمن مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد تا دشمن به‌طور غیرمجاز به دارایی‌های یک زیرساخت دسترسی پیدا کند و متعاقباً به آنها خسارت وارد کرده یا آنها را سرقت کند (نورالهی و دیگران، ۱۳۹٤: ٤۹).

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 برطرف‌کردن خلأهای حفاظتی و پدافندی فراهم می‌آورد (مشهدی و امینی ورکی، ۱۳۹٤: ۷٤).

آسیب‌پذیری مکانی:[3] به میزانی از تفاوت‌های ظرفیتی مکان زیرساخت متأثر از وقوع تهدیدات که بر اساس ویژگی‌ها و شاخص‌های جغرافیایی و پدافند غیرعامل اطلاق می‌شود.

نظریهٔ استراتژی انهدام مراکز ثقل (حلقه‌های استراتژیک واردن)

استراتژی انهدام مراکز ثقل بر این مبناست که مهم‌ترین وظیفه در طرح‌ریزی جنگ، شناسایی مراکز ثقل کشور مورد تهاجم بوده و چنانچه این مراکز با دقت شناسایی و هدف‌گیری شوند، کشور مورد تهاجم در اولین روزهای جنگ طعم شکست نظامی را می‌چشد و در کوتاه‌ترین مدت به خواسته‌های کشور مهاجم تن می‌دهد و تسلیم می‌شود (جلالی فراهانی، ۱۳۹۱: ۱۱). در استراتژی

1. Passive Defense
2. Vulnerability
3. Place Vulnerability

مذکور مراکز ثقل یک کشور به‌صورت پنج حلقه و به شکل دوایری متحدالمرکز هستند:

۱. حلقهٔ اول: رهبری ملی؛

۲. حلقهٔ دوم: محصولات کلیدی؛

۳. حلقهٔ سوم: زیرساخت‌های حمل‌ونقل؛

٤. حلقهٔ چهارم: جمعیت و ارادهٔ ملی؛

۵. حلقهٔ پنجم: نیروهای عملیاتی.

پیشینهٔ تحقیق

درزمینهٔ آمایش دفاعی و اصول و ملاحظات آن در طراحی و برنامه‌ریزی ناحیه‌ای منطقه‌ای و شهری در سطوح مختلف جغرافیایی، تحقیقات و پژوهش‌های متعددی با نگرش‌های مختلف صورت گرفته است که در این تحقیق سعی شده است تا جایی که مطالعات دردسترس بوده، خلاصه‌ای از اهداف و نتایج این مطالعات در دو بخش پژوهش‌های خارجی و داخلی آورده شود.

هاوس کن و دیگران (۲۰۰۱)، در مقاله‌ای با هدف بررسی دفاع عامل در مقابل پدافند غیرعامل به نقش تهاجم استراتژی و چگونگی تعیین تعادل بین حفاظت از یک شیء (دفاع غیرعامل) و جلوگیری از آسیب‌پذیری آن و نابودکردن شیء (دفاع فعال) پرداخته‌اند. نتیجهٔ پژوهش به‌صورت قیاسی تعادلی بین حمله و دفاع را در برابر آسیب‌پذیری تعیین می‌کند و تأثیر آنها را بر هم می‌سنجد. «استفادهٔ بهینه از ساختارهای پدافند غیرعامل»، عنوان پژوهشی است که با هدف تعیین کمیت آسیب‌پذیری زیرساخت‌ها، عناصر در معرض خطر انسان، جاده‌ها و... در مقابل بلایای طبیعی به‌ویژه بهمن، به ارزیابی میزان آسیب‌پذیری فیزیکی با استفاده از مدل (اف ام) پرداخته است (پل فاویر و دیگران، ۲۰۱۲).

جوهانسون و همکاران (۲۰۱۳) در پژوهشی با عنوان «ارزیابی قابلیت اطمینان و آسیب‌پذیری زیرساخت‌های حیاتی: مقایسهٔ دو روش درزمینهٔ سیستم‌های انرژی» دو روش اصلی را برای کسب دانش مورد نیاز برای طراحی و بهبود زیرساخت‌های حیاتی پیشنهاد کرده‌اند که عبارت‌اند از: تجزیه‌وتحلیل قابلیت اطمینان و تحلیل آسیب‌پذیری. در ادامه نیز برای هرکدام، روش جداگانه‌ای

را برای سنجش پیشنهاد داده‌اند. وایت و همکاران (۲۰۱٤) 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 نظریهٔ بازی ارائه می‌دهند. روئدا و کال (۲۰۱۷) در پژوهشی با عنوان «استفاده از ماتریس وابستگی متقابل برای کاهش حملات هدفمند در شبکه‌های وابسته» به بررسی حملات هدفمند به یک گره شبکه‌های مخابراتی که به‌طور مستقیم به یک گره شبکهٔ برق متصل شده است و بالعکس، پرداخته‌اند.

«پدافند غیرعامل برای مراکز حساس در مقیاس ناحیه‌ای»، عنوان مقاله‌ای است که در آن به نقش اجرایی آمایش دفاعی در ناحیه و منطقه در شرایط مقاومت و کاهش خسارت ارائه شده است (شیعه و همکاران، ۱۳۸٦). افشار و دیگران (۱۳۹۳)، در مقاله‌ای با هدف دسته‌بندی و ارائهٔ مدل مفهومی جامعی برای آسیب‌پذیری سیستم‌های کنترل و واحدهای صنعتی و زیرساخت‌های حیاتی، الگوی جلوگیری از نفوذ و حملات سایبری را ارائه کرده‌اند. سیدین (۱۳۹٤)، در پژوهشی با عنوان بررسی آسیب‌پذیری شهر اردبیل به مدل‌سازی و پهنه‌بندی آسیب‌پذیری زیرساخت‌های شهر اردبیل با استفاده از مدل ANP در محیط GIS برای مدیریت بحران شرایط جنگ پرداخته است. نورالهی و دیگران (۱۳۹٤)، در مقاله‌ای با ارائهٔ الگوی ارزیابی خطرپذیری ریسک با رویکرد آمایشی، مفاهیم درون‌زیرساختی و بین‌زیرساختی را در روابط شبکهٔ زیرساخت تبیین کرده‌اند. امان‌پور و دیگران (۱۳۹۵)، در پژوهشی درزمینهٔ پدافند غیرعامل، با پرداختن به مسئلهٔ آسیب‌پذیری شهر کوهدشت به روش توصیفی تحلیلی با استفاده از مدل AHP FUZZY میزان آسیب‌پذیری زیرساخت‌های نواحی سه‌گانهٔ این شهر را با رعایت اصول هم‌جواری ارائه می‌دهند.

روش تحقیق

تحقیق حاضر از نظر هدف، کاربردی- توسعه‌ای است. درواقع «این تحقیق از آنجا که به شناسایی نقاط استراتژیک و آسیب‌پذیر زیرساخت‌های استان اردبیل و ارائهٔ راهکارهای پدافند غیرعامل می‌پردازد، کاربردی است و از آنجا که در آن روش خاصی برای ارزیابی نقاط استراتژیک به کار

برده شده است که کمتر استفاده شده است، توسعه‌ای تلقی می‌شود». از نظر روش، این تحقیق از نوع تحقیقات توصیفی- تحلیلی است. روش گردآوری اطلاعات به‌صورت اسنادی، کتابخانه‌ای و پیمایش میدانی بوده است. نرم‌افزارهای استفاده‌شده در این تحقیق به تناسب کاربرد عبارت است از: نرم‌افزارهای Arc GIS ۱۰.۲ در فازهای مربوط به ورود، ذخیره و مدیریت، پردازش، تحلیل داده‌ها و همچنین تحلیل پراکنش فضایی زیرساخت‌ها و پهنه‌بندی آسیب‌پذیری و نرم‌افزار Super Decision به‌منظور وزن‌دهی لایه‌ها.

پس از تهدیدشناسی پایه و مبنایی استان اردبیل، در بخش استانداردسازی و وزن‌دهی داده‌ها، در این مرحله از طریق نظرسنجی و مصاحبه، در قالب فرمت‌های مشخص‌شده از کارشناسان مرتبط و با استفاده از فن فرایند تحلیل شبکه‌ای (نرم‌افزار Super Decision) بدان‌ها وزن داده شده است. فرایند تحلیل شبکه‌ای، فنی در تصمیم‌گیری است که بر مبنای فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی برای حل مشکلات با درنظرگرفتن بازخورد و وابستگی بنا نهاده شده است. این روش قادر است هم‌بستگی‌ها و بازخوردهای موجود بین عناصر مؤثر را در یک تصمیم‌گیری الگوسازی کند. تاکنون روش‌های متعددی در تعیین وزن استفاده شده است. روش (ANP) در تحقیق حاضر به‌منظور وزن‌دهی و اعمال ضرایب اهمیت معیارها در جهت پهنه‌بندی آسیب‌پذیری مکانی زیرساخت‌های استان اردبیل در محیط Arc GIS استفاده شده است.

محدودهٔ مورد مطالعه

استان اردبیل در شمال غرب فلات ایران و شرق فلات آذربایجان واقع شده است. این استان به شکل کشیده و طویل خود در جهت شمال- جنوب، بین مدارهای ۳۷ درجه و ٤٥ دقیقهٔ عرض شمالی و بین نصف‌النهارهای ٤٧ درجه و ۳۰ دقیقه تا ٤٨ درجه و ٥٥ دقیقهٔ طول شرقی واقع شده است. فاصلهٔ شمالی‌ترین و جنوبی‌ترین نقطهٔ آن در حدود ۲۹٥ کیلومتر و فاصلهٔ شرقی‌ترین و غربی‌ترین نقطهٔ آن ۱۳۲ کیلومتر است. مساحت این استان بالغ بر ۱۷۹٥۳ کیلومترمربع معادل ۱/۱ درصد مساحت ایران است و از لحاظ مساحت، رتبهٔ بیست‌وپنجم را بین استان‌های کشور به خود اختصاص داده است.

اردبیل استانی مرزی است که در حدود ۲۸۲/۵ کیلومتر با کشور جمهوری آذربایجان مرز مشترک دارد و از طریق دو نقطهٔ شهری بیله‌سوار و اصلاندوز با این کشور ارتباط برقرار می‌کند. همچنین، این مرز مشترک ۱۵۹ کیلومتر مرز آبی است که توسط رودهای ارس و بالهارود مشخص می‌شود و بقیهٔ مرز آن در خشکی قرار دارد. این استان از غرب با استان آذربایجان شرقی، از سمت شرق با استان گیلان و از جنوب با استان زنجان همسایه است (مقدم‌نیا و همکاران، ۱۳۹۱: ۲-۳).

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. هریک از این معیارها به شاخص‌هایی (زیر معیار) اشاره می‌کنند که موضع‌یابی نقاط تهدید در مواقع بحران را تحت‌تأثیر خود قرار می‌دهد.

با بررسی اسناد و نظریات جامعهٔ خبرگان دربارهٔ تهدید مبنا و پایه‌ای استان اردبیل، ٦ گروه از تهدیدات (نظامی، اقتصادی، اجتماعی، تروریستی، خرابکاری و سایبری) برای استان تقسیم‌بندی شدند. در هریک از تهدیدات کلان، ریز تهدیداتی وجود دارند که با توجه به نوع هدف و شرایط زمانی، در قالب ارزش عددی نهایی تهدید برای هریک از دارایی‌ها از مجموع چهار مؤلفهٔ زیر مشخص شدند:

۱. هزینهٔ استفاده از تهدید مدنظر برای دشمن؛
۲. میزان جذابیت هدف برای دشمن؛
۳. میزان کارایی هر تهدید در برابر هدف مدنظر؛
٤. سابقهٔ تهدید.

پس از اینکه جدول برآورد میزان وقوع تهدید علیه زیرساخت‌ها، طراحی شده و بین جامعهٔ نخبگان توزیع شد، امکان وقوع تهدید با توجه به این چهار مؤلفه و برای هریک از دارایی‌های واقع در استان اردبیل ارزیابی شد. در هر گروه از تهدید، برای اطمینان به شدیدترین و محتمل‌ترین ریزتهدید در ارزیابی و پهنه‌بندی شاخص‌های آسیب‌پذیری مکانی، سطح‌بندی شدت تهدید

صورت گرفت که بر اساس آن تهدیدات نظامی (هوایی و موشکی) از بیشترین امتیاز برخوردار شدند و در مدل‌سازی و وزن‌دهی زیرشاخص‌ها در GIS به‌عنوان تهدید پایه و عامل مهم سنجش در دوری و نزدیکی دارایی‌ها در مقابل یکدیگر و اعمال در استانداردسازی لایه‌های اطلاعاتی به‌منظور هم‌پوشانی قرار گرفته‌اند. جدول ۱ دسته‌بندی معیارها و شاخص‌ها به‌منظور ارزیابی میزان آسیب‌پذیری مکانی زیرساخت‌های استان اردبیل را در برابر تهدیدات احتمالی طبیعی و انسانی نشان می‌دهد.

جدول ۱. معیارها و شاخص‌های وزن‌دهی آسیب‌پذیری زیرساخت‌های استان اردبیل

کد معیار	A	B	C	D
معیار	محیط فیزیکی	محیط بیولوژیکی زیستی	شریان‌ها (دسترسی)	مراکز حیاتی (زیرساخت‌ها)
شاخص‌ها	A1 : گسل A2 : شیب A3 : ارتفاع (هیپسومتریک) A4 : جهات شیب A5 : کانون زلزله A6 : سنگ‌شناسی	B1 :تغییرات و چاه‌های عمیق و نیمه‌عمیق B2 : رودخانه‌های سطح الارضی (مسیل) B3 : پوشش گیاهی و کاربری زمین B4 : مناطق حفاظت‌شدهٔ ملی B5 : محدوده‌های جمعیتی – شهری	C1 : راه اصلی (جاده) C2 : پل و تونل C3 : شبکهٔ راه‌آهن C4 : مرز بین‌المللی مجاور همسایه C5 : شبکهٔ انتقال برق فشارقوی C6 : شبکهٔ انتقال (خطوط لوله گاز) C7 : خطوط هوایی (فلای‌های هوایی)	D1 : مراکز درمانی D2 : فرودگاه و پایانه‌های مسافربری D3 : مراکز نظامی و انتظامی D4 : انبار نفت و مراکز توزیع سوخت D5 : صنایع و معادن (صنایع و زون های صنعتی) D6 : انبار، سیلوها و سردخانه‌ها D7 : تصفیه‌خانه‌ها D8 : سدهای مخزنی D9 : صدا و سیما (فرستنده‌ها، دکل‌ها و...)

تشریح فن تحلیل شبکه و وزن‌دهی به معیارها و زیرمعیارها بر اساس آن

در این بخش برای ارزیابی و رتبه‌بندی معیارها از فرایند تحلیل شبکه‌ای استفاده شده است. در فرایند تحلیل شبکه‌ای بعد از ساخت شبکه، انجام مقایسات زوجی و تعیین هم‌بستگی‌ها و وابستگی‌ها، تشکیل سوپرماتریس قدم نهایی است که به شرح زیر بیان می‌شود:

تشکیل سوپرماتریس

این مرحله، خود به چند قسمت تقسیم می‌شود که شرح آنها در ادامه آمده است:

الف) تشکیل سوپرماتریس ویژهٔ ناموزون

با اجتماع بردارهای ویژهٔ به‌دست‌آمده از مقایسه‌های عناصر در هر ماتریس، ماتریس ویژهٔ ناموزون به دست می‌آید. بردارهای ویژه از نرمالیزه‌کردن ماتریس‌های به‌دست‌آمده در مرحلهٔ قبل حاصل می‌شوند که در حقیقت، نمایانگر اوزان نسبی است. به طوری که در جدول ۲ ارائه شده است، در قسمت ستون سمت چپ ماتریس و همچنین در قسمت فوقانی آن تمامی عناصر دسته‌های کنترلی قرار می‌گیرند.

جدول ۲. سوپرماتریس ویژهٔ ناموزون

معیارها		دسترسی								محیط بیولوژیکی					محیط فیزیکی						مراکز حیاتی(زیرساخت ها)								
	زیرمعیارها	C7	C1	C3	C6	C5	C4	C2	B2	B1	B5	B4	B3	A3	A4	A6	A2	A5	A1	D4	D6	D1	D7	D8	D5	D9	D2	D3
دسترسی	C7	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۵۱۴	۰٫۵۱۴	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۱۳۵
	C1	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۱۳۵	۰٫۱۳۵	۰٫۵۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۴۱۵	۰٫۱۰۸	۰٫۳۳۷	۰٫۳۱۰	۰٫۰۹۲	۰٫۱۲۳	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۱۴۲	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۲۰۱
	C3	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۵۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۱۷۲	۰٫۱۰۶	۰٫۱۰۱	۰٫۰۰۰	۰٫۰۵۵	۰٫۰۹۰	۱٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۱۱۶	۰٫۱۹۷	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰
	C6	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۲۸۶	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۲۵۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۱۰۵	۰٫۴۳۱	۰٫۱۸۶	۰٫۱۶۴	۰٫۴۱۱	۰٫۴۱۶	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۲۴۵	۰٫۳۳۳	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰
	C5	۰٫۲۵۰	۰٫۳۳۳	۰٫۰۰۰	۱٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۷۵۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۴۹۳	۰٫۲۰۶	۰٫۴۱۰	۰٫۲۵۰	۰٫۴۳۷	۰٫۴۱۹	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۴۹۵	۰٫۵۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰
	C4	۰٫۱۵۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۵۱۴
	C2	۰٫۰۰۰	۰٫۶۹۷	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۲۸۱	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۱۷۶	۰٫۱۱۹	۰٫۲۱۵	۰٫۰۸۱	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰
محیط بیولوژیکی	B2	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۱۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۱۶۷	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰
	B1	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۱۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۱۹۷	۰٫۱۹۷	۰٫۰۰۰	۰٫۱۲۵	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰
	B5	۱٫۰۰۰	۱٫۰۰۰	۱٫۰۰۰	۱٫۰۰۰	۱٫۰۰۰	۰٫۵۰۰	۱٫۰۰۰	۰٫۷۳۸	۰٫۵۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۱٫۰۰۰	۰٫۵۰۰	۰٫۸۳۳	۰٫۸۳۳	۰٫۸۳۳	۰٫۸۷۵	۱٫۰۰۰	۱٫۰۰۰	۱٫۰۰۰	۱٫۰۰۰	۱٫۰۰۰	۰٫۷۰۱	۱٫۰۰۰	۱٫۰۰۰	۱٫۰۰۰
	B4	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۹۲	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۹۷	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰
	B3	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۷۰	۰٫۵۰۰	۰٫۰۰۰	۱٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۵۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۲۰۲	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰
محیط فیزیکی	A3	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۶۶	۰٫۰۷۵	۰٫۰۶۴	۰٫۰۱۳	۰٫۰۷۹	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰
	A4	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۴۳	۰٫۰۴۳	۰٫۳۵۰	۰٫۳۳۸	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰
	A6	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۵۰	۰٫۳۳۱	۰٫۰۰۰	۰٫۰۳۵	۰٫۰۳۵	۰٫۰۳۱	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰
	A2	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۱٫۰۰۰	۰٫۱۳۶	۰٫۱۵۱	۰٫۰۰۰	۰٫۱۲۹	۰٫۱۰۵	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰
	A5	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۳۷۴	۰٫۳۳۷	۰٫۱۵۶	۰٫۰۰۰	۰٫۰۷۵	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۲۵
	A1	۰٫۰۰۰	۱٫۰۰۰	۱٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۱۰۳	۰٫۱۶۶	۰٫۰۰۰	۰٫۰۱۹	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۱٫۰۰۰	۱٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰
مراکز حیاتی(زیرساخت ها)	D4	۰٫۱۲۹	۰٫۰۱۲	۰٫۱۴۱	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۳۶	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۱	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۱۰	۰٫۰۹۰	۰٫۰۲۲	۰٫۰۴۱	۰٫۰۲۲	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۴۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۷۸	۰٫۱۵۵
	D6	۰٫۱۳۰	۰٫۱۰۱	۰٫۲۳۳	۰٫۲۰۱	۰٫۰۱۳	۰٫۰۱۴	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۱۳۱	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۱۲۸	۰٫۱۱۴	۰٫۰۹۷	۰٫۱۴۲	۰٫۱۳۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۳۱	۰٫۰۰۰
	D1	۰٫۱۴۲	۰٫۱۴۲	۰٫۰۰۰	۰٫۱۳۵	۰٫۱۴۲	۰٫۱۴۲	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۵	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۳۳۳	۰٫۱۱۰	۰٫۱۱۶	۰٫۰۰۰	۰٫۱۰۹	۰٫۱۰۳	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۴۰	۰٫۳۳۳	۰٫۳۳۰	۰٫۳۷۷
	D7	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۲۱۰	۰٫۱۹۵	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۳۳۲	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۱۰۶	۰٫۱۷۹	۰٫۲۰۳	۰٫۱۸۸	۰٫۱۱۱	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۱٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰
	D8	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۴۴	۰٫۱۵۲	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۱٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۳۰۴	۰٫۲۰۳	۰٫۲۳۶	۰٫۳۱۵	۰٫۲۴۷	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۱٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰
	D5	۰٫۲۱۱	۰٫۲۳۱	۰٫۵۰۰	۰٫۵۰۴	۰٫۲۱۵	۰٫۱۰۶	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۶۹	۰٫۱۵۴	۰٫۱۵۰	۰٫۱۰۷	۰٫۱۴۱	۰٫۵۰۴	۰٫۲۰۱	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۱۹۰	۰٫۱۶۴	۰٫۰۰۰
	D9	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۱۱۶	۰٫۰۳۱	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۱	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۲۸	۰٫۰۴۴	۰٫۰۳۴	۰٫۰۲۷	۰٫۰۳۹	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۱	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۲۵
	D2	۰٫۰۲۵	۰٫۲۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۹۵	۰٫۱۱۴	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۹۱	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۶۹۷	۰٫۰۵۸	۰٫۰۹۱	۰٫۰۱۹	۰٫۰۵۴	۰٫۰۵۱	۰٫۱۳۵	۰٫۱۳۵	۰٫۲۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۲۰۰	۰٫۱۲۲	۰٫۳۴۰
	D3	۰٫۲۳۱	۰٫۰۹۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۸۱	۰٫۱۳۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۲۶۹	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۴۶	۰٫۰۷۰	۰٫۱۰۷	۰٫۰۵۸	۰٫۱۳۹	۰٫۰۸۱	۰٫۰۱۴	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۴۴	۰٫۰۰۰

ب) تشکیل سوپرماتریس ویژهٔ موزون

بعد از اینکه ماتریس ویژهٔ ناموزون به دست آمد، ممکن است بعضی ستون‌ها به‌صورت ستون‌های احتمالی نبوده یا به‌عبارت ساده‌تر، حاصل جمع عناصر ستون‌ها برابر یک نباشد. در این حالت نمی‌توان گفت که تأثیر نهایی ملاک کنترلی مد نظر بر تمامی عناصر به‌درستی نشان داده شده است (جدول ۳). برای جلوگیری از این حالت، با استفاده از نتایج به‌دست‌آمده در قسمت مقایسهٔ دسته‌ها عمل می‌شود که با ضریب مقادیر نرمال‌شدهٔ متناظر هر ملاک به نسبت تأثیر خود و نرمال‌سازی نهایی ستون‌ها، ماتریس ویژهٔ موزون به دست می‌آید.

جدول ۳. سوپرماتریس ویژهٔ موزون

معیارها		دسترسی							محیط بیولوژیکی					محیط فیزیکی						مراکز حیاتی(زیرساخت ها)							
	زیرمعیارها	C7	C1	C3	C6	C5	C4	C2	B2	B1	B5	B4	B3	A3	A4	A6	A2	A5	A1	D4	D6	D1	D7	D8	D5	D9	D2	D3
دسترسی	C7	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۱۷۳	۰٫۱۷۳	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۷۲	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۳۱۶	۰٫۰۳۳
	C1	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۳۰	۰٫۰۳۰	۰٫۳۷۲	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۴۵	۰٫۰۲۵	۰٫۰۷۵	۰٫۰۸۸	۰٫۰۲۱	۰٫۰۲۸	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۳۷	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۸۹
	C3	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۳۷۲	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۴۳	۰٫۰۱۳	۰٫۰۳۳	۰٫۰۱۸	۰٫۰۱۲	۰٫۰۲۱	۰٫۳۱۶	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۳۰	۰٫۰۴۳	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰
	C6	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۸۳	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۷۵	۰٫۰۰۰	۰٫۰۳۲	۰٫۰۹۸	۰٫۰۳۲	۰٫۰۳۷	۰٫۰۷۱	۰٫۰۷۱	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۶۳	۰٫۰۸۷	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰
	C5	۰٫۰۷۳	۰٫۰۸۳	۰٫۰۰۰	۰٫۴۹۶	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۴۹۵	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۴۷	۰٫۰۳۶	۰٫۰۴۸	۰٫۰۵۷	۰٫۰۷۵	۰٫۰۹۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۱۲۹	۰٫۱۳۷	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰
	C4	۰٫۲۲۲	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۱۸۵
	C2	۰٫۰۰۰	۰٫۱۹۷	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۱۳	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۳۶	۰٫۰۴۰	۰٫۰۳۷	۰٫۰۲۹	۰٫۰۱۸	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰
محیط بیولوژیکی	B2	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۱۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۳۵	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰
	B1	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۱۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۲۵	۰٫۰۲۵	۰٫۰۱۰	۰٫۰۱۹	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰
	B5	۰٫۰۰۲	۰٫۰۸۶	۰٫۰۱۳	۰٫۰۰۲	۰٫۰۰۲	۰٫۰۵۱	۰٫۲۵۶	۰٫۰۷۳	۰٫۵۰۰	۰٫۰۰۰	۱٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۷۶	۰٫۱۳۷	۰٫۱۳۷	۰٫۱۳۷	۰٫۱۳۳	۰٫۱۵۲	۰٫۱۲۶	۰٫۱۸۵	۰٫۱۸۵	۰٫۱۸۵	۰٫۰۷۳	۰٫۰۱۰۳	۰٫۱۸۵	۰٫۱۲۶	۰٫۱۲۶
	B4	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۹	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۱۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰
	B3	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۳۱	۰٫۰۰۰	۰٫۰۱۷	۰٫۵۰۰	۰٫۰۰۰	۱٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۷۶	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۲۱	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰
محیط فیزیکی	A3	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۲۵	۰٫۰۱۳	۰٫۰۱۸	۰٫۰۱۸	۰٫۰۱۷	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰
	A4	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۳۰	۰٫۰۴۰	۰٫۰۲۹	۰٫۰۲۸	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰
	A6	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۲۶	۰٫۰۰۰	۰٫۰۳۰	۰٫۰۲۵	۰٫۰۱۷	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰
	A2	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۸۲	۰٫۰۱۹	۰٫۰۱۳	۰٫۰۰۰	۰٫۰۱۳	۰٫۰۱۹	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰
	A5	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۲۳	۰٫۰۴۸	۰٫۰۱۲	۰٫۰۰۰	۰٫۰۲۱	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰
	A1	۰٫۰۰۰	۰٫۱۵۷	۰٫۰۲۰۹	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۱۸	۰٫۰۱۵	۰٫۰۱۲	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۱۷۹	۰٫۰۰۰
مراکز حیاتی(زیرساخت ها)	D4	۰٫۰۷۸	۰٫۰۴۲	۰٫۱۱۳	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۲۲	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۵۷	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۳۸	۰٫۰۴۶	۰٫۰۲۳	۰٫۰۲۲	۰٫۰۲۳	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۳۴	۰٫۰۸۶
	D6	۰٫۰۷۸	۰٫۰۵۱	۰٫۲۲۶	۰٫۱۶۹	۰٫۰۵۰	۰٫۰۵۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۹۱	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۶۹	۰٫۰۶۴	۰٫۰۳۶	۰٫۰۷۴	۰٫۰۴۵	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۱۲۹	۰٫۰۰۰
	D1	۰٫۱۱۷	۰٫۱۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۸۱	۰٫۰۸۷	۰٫۰۹۸	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۴۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۱۷۹	۰٫۰۵۹	۰٫۰۶۲	۰٫۰۰۰	۰٫۰۵۸	۰٫۰۵۵	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۱۸۳	۰٫۲۱۰
	D7	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۱۲۶	۰٫۰۱۷	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۲۳۳	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۱۰	۰٫۰۹۶	۰٫۱۳۷	۰٫۱۰۱	۰٫۰۵۹	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۳۵۸	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰
	D8	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۲۶	۰٫۰۹۲	۰٫۰۰۰	۰٫۹۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۱۶۳	۰٫۱۵۲	۰٫۱۳۷	۰٫۱۷۰	۰٫۱۳۳	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۸۱۵	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰
	D5	۰٫۱۲۷	۰٫۱۱۷	۰٫۳۳۸	۰٫۳۵۲	۰٫۱۴۵	۰٫۰۴۳	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۳۷	۰٫۰۸۳	۰٫۰۸۱	۰٫۰۲۶	۰٫۰۷۶	۰٫۲۲۶	۰٫۲۲۹	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۱۵۵	۰٫۰۹۱	۰٫۰۰۰
	D9	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۷۰	۰٫۰۱۹	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۱۵	۰٫۰۳۳	۰٫۰۱۸	۰٫۰۱۵	۰٫۰۲۱	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۱۶۳	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۳۳	۰٫۰۸۷
	D2	۰٫۰۴۳	۰٫۰۵۱	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۳۷	۰٫۰۴۳	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۴۹	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۳۵۹	۰٫۰۲۱	۰٫۰۳۳	۰٫۰۲۸	۰٫۰۲۹	۰٫۰۳۱	۰٫۰۷۵	۰٫۰۱۰	۰٫۱۶۳	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۹۲	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۱۹۲
	D3	۰٫۱۳۹	۰٫۱۲۷	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۲۱	۰٫۰۷۸	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۱۸۸	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۱۵	۰٫۰۰۰	۰٫۰۵۷	۰٫۰۳۱	۰٫۰۷۵	۰٫۱۵۷	۰٫۳۷۶	۰٫۳۸۹	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۳۷۰	۰٫۰۷۳	۰٫۰۰۰

ج) تشکیل ماتریس محدودشده

در هنگام رسم شبکه‌ای از عناصر و دسته‌ها، بعضی از تأثیرها به‌صورت مستقیم و آشکارا هستند و به‌صورت مستقیم رسم می‌شوند؛ ولی بسیاری از تأثیرها پنهان، در شبکه‌ای از وابستگی‌ها وجود دارد که به‌سبب نبود ارتباط مستقیم رسم نمی‌شوند. اما از قابلیت‌های بسیار مهم روش تحلیل شبکه‌ای این است که این تأثیرات را نیز در نظر بگیرد. روش تحلیل شبکه‌ای این کار را با به‌توان‌رساندن متوالی سوپرماتریس ویژهٔ موزون انجام می‌دهد. نتیجهٔ مرحله، ماتریسی است که تمام ستون‌های هر سطر آن یکسان شده است (جدول ٤). درنهایت، این اعداد یکسان‌شده رتبهٔ معیارها را به ما نشان می‌دهند.

جدول ٤. سوپرماتریس محدودشده

معیارها	دسترسی							محیط بیولوژیکی					محیط فیزیکی						مراکز حیاتی (زیرساخت ها)							
زیرمعیارها	C7	C1	C3	C6	C5	C4	C2	B2	B1	B5	B4	B3	A3	A4	A6	A2	A5	A1	D4	D6	D1	D7	D8	D5	D9	D2	D3
C7	۰٫۰۴۵۲	۰٫۰۴۵۲	۰٫۰۴۵۲	۰٫۰۴۵۲	۰٫۰۴۵۲	۰٫۰۴۵۲	۰٫۰۴۵۲	۰٫۰۴۵۲	۰٫۰۴۵۲	۰٫۰۴۵۲	۰٫۰۴۵۲	۰٫۰۴۵۲	۰٫۰۴۵۲	۰٫۰۴۵۲	۰٫۰۴۵۲	۰٫۰۴۵۲	۰٫۰۴۵۲	۰٫۰۴۵۲	۰٫۰۴۵۲	۰٫۰۴۵۲	۰٫۰۴۵۲	۰٫۰۴۵۲	۰٫۰۴۵۲	۰٫۰۴۵۲	۰٫۰۴۵۲	۰٫۰۴۵۲	۰٫۰۴۵۲
C1	۰٫۰۲۱۳	۰٫۰۲۱۳	۰٫۰۲۱۳	۰٫۰۲۱۳	۰٫۰۲۱۳	۰٫۰۲۱۳	۰٫۰۲۱۳	۰٫۰۲۱۳	۰٫۰۲۱۳	۰٫۰۲۱۳	۰٫۰۲۱۳	۰٫۰۲۱۳	۰٫۰۲۱۳	۰٫۰۲۱۳	۰٫۰۲۱۳	۰٫۰۲۱۳	۰٫۰۲۱۳	۰٫۰۲۱۳	۰٫۰۲۱۳	۰٫۰۲۱۳	۰٫۰۲۱۳	۰٫۰۲۱۳	۰٫۰۲۱۳	۰٫۰۲۱۳	۰٫۰۲۱۳	۰٫۰۲۱۳	۰٫۰۲۱۳
C3	۰٫۰۴۴۴	۰٫۰۴۴۴	۰٫۰۴۴۴	۰٫۰۴۴۴	۰٫۰۴۴۴	۰٫۰۴۴۴	۰٫۰۴۴۴	۰٫۰۴۴۴	۰٫۰۴۴۴	۰٫۰۴۴۴	۰٫۰۴۴۴	۰٫۰۴۴۴	۰٫۰۴۴۴	۰٫۰۴۴۴	۰٫۰۴۴۴	۰٫۰۴۴۴	۰٫۰۴۴۴	۰٫۰۴۴۴	۰٫۰۴۴۴	۰٫۰۴۴۴	۰٫۰۴۴۴	۰٫۰۴۴۴	۰٫۰۴۴۴	۰٫۰۴۴۴	۰٫۰۴۴۴	۰٫۰۴۴۴	۰٫۰۴۴۴
C6	۰٫۰۴۱۰	۰٫۰۴۱۰	۰٫۰۴۱۰	۰٫۰۴۱۰	۰٫۰۴۱۰	۰٫۰۴۱۰	۰٫۰۴۱۰	۰٫۰۴۱۰	۰٫۰۴۱۰	۰٫۰۴۱۰	۰٫۰۴۱۰	۰٫۰۴۱۰	۰٫۰۴۱۰	۰٫۰۴۱۰	۰٫۰۴۱۰	۰٫۰۴۱۰	۰٫۰۴۱۰	۰٫۰۴۱۰	۰٫۰۴۱۰	۰٫۰۴۱۰	۰٫۰۴۱۰	۰٫۰۴۱۰	۰٫۰۴۱۰	۰٫۰۴۱۰	۰٫۰۴۱۰	۰٫۰۴۱۰	۰٫۰۴۱۰
C5	۰٫۰۴۶۵	۰٫۰۴۶۵	۰٫۰۴۶۵	۰٫۰۴۶۵	۰٫۰۴۶۵	۰٫۰۴۶۵	۰٫۰۴۶۵	۰٫۰۴۶۵	۰٫۰۴۶۵	۰٫۰۴۶۵	۰٫۰۴۶۵	۰٫۰۴۶۵	۰٫۰۴۶۵	۰٫۰۴۶۵	۰٫۰۴۶۵	۰٫۰۴۶۵	۰٫۰۴۶۵	۰٫۰۴۶۵	۰٫۰۴۶۵	۰٫۰۴۶۵	۰٫۰۴۶۵	۰٫۰۴۶۵	۰٫۰۴۶۵	۰٫۰۴۶۵	۰٫۰۴۶۵	۰٫۰۴۶۵	۰٫۰۴۶۵
C4	۰٫۰۳۳۲	۰٫۰۳۳۲	۰٫۰۳۳۲	۰٫۰۳۳۲	۰٫۰۳۳۲	۰٫۰۳۳۲	۰٫۰۳۳۲	۰٫۰۳۳۲	۰٫۰۳۳۲	۰٫۰۳۳۲	۰٫۰۳۳۲	۰٫۰۳۳۲	۰٫۰۳۳۲	۰٫۰۳۳۲	۰٫۰۳۳۲	۰٫۰۳۳۲	۰٫۰۳۳۲	۰٫۰۳۳۲	۰٫۰۳۳۲	۰٫۰۳۳۲	۰٫۰۳۳۲	۰٫۰۳۳۲	۰٫۰۳۳۲	۰٫۰۳۳۲	۰٫۰۳۳۲	۰٫۰۳۳۲	۰٫۰۳۳۲
C2	۰٫۰۱۷۶	۰٫۰۱۷۶	۰٫۰۱۷۶	۰٫۰۱۷۶	۰٫۰۱۷۶	۰٫۰۱۷۶	۰٫۰۱۷۶	۰٫۰۱۷۶	۰٫۰۱۷۶	۰٫۰۱۷۶	۰٫۰۱۷۶	۰٫۰۱۷۶	۰٫۰۱۷۶	۰٫۰۱۷۶	۰٫۰۱۷۶	۰٫۰۱۷۶	۰٫۰۱۷۶	۰٫۰۱۷۶	۰٫۰۱۷۶	۰٫۰۱۷۶	۰٫۰۱۷۶	۰٫۰۱۷۶	۰٫۰۱۷۶	۰٫۰۱۷۶	۰٫۰۱۷۶	۰٫۰۱۷۶	۰٫۰۱۷۶
B2	۰٫۰۴۴۴	۰٫۰۴۴۴	۰٫۰۴۴۴	۰٫۰۴۴۴	۰٫۰۴۴۴	۰٫۰۴۴۴	۰٫۰۴۴۴	۰٫۰۴۴۴	۰٫۰۴۴۴	۰٫۰۴۴۴	۰٫۰۴۴۴	۰٫۰۴۴۴	۰٫۰۴۴۴	۰٫۰۴۴۴	۰٫۰۴۴۴	۰٫۰۴۴۴	۰٫۰۴۴۴	۰٫۰۴۴۴	۰٫۰۴۴۴	۰٫۰۴۴۴	۰٫۰۴۴۴	۰٫۰۴۴۴	۰٫۰۴۴۴	۰٫۰۴۴۴	۰٫۰۴۴۴	۰٫۰۴۴۴	۰٫۰۴۴۴
B1	۰٫۰۱۳۸	۰٫۰۱۳۸	۰٫۰۱۳۸	۰٫۰۱۳۸	۰٫۰۱۳۸	۰٫۰۱۳۸	۰٫۰۱۳۸	۰٫۰۱۳۸	۰٫۰۱۳۸	۰٫۰۱۳۸	۰٫۰۱۳۸	۰٫۰۱۳۸	۰٫۰۱۳۸	۰٫۰۱۳۸	۰٫۰۱۳۸	۰٫۰۱۳۸	۰٫۰۱۳۸	۰٫۰۱۳۸	۰٫۰۱۳۸	۰٫۰۱۳۸	۰٫۰۱۳۸	۰٫۰۱۳۸	۰٫۰۱۳۸	۰٫۰۱۳۸	۰٫۰۱۳۸	۰٫۰۱۳۸	۰٫۰۱۳۸
B5	۰٫۰۴۹۵	۰٫۰۴۹۵	۰٫۰۴۹۵	۰٫۰۴۹۵	۰٫۰۴۹۵	۰٫۰۴۹۵	۰٫۰۴۹۵	۰٫۰۴۹۵	۰٫۰۴۹۵	۰٫۰۴۹۵	۰٫۰۴۹۵	۰٫۰۴۹۵	۰٫۰۴۹۵	۰٫۰۴۹۵	۰٫۰۴۹۵	۰٫۰۴۹۵	۰٫۰۴۹۵	۰٫۰۴۹۵	۰٫۰۴۹۵	۰٫۰۴۹۵	۰٫۰۴۹۵	۰٫۰۴۹۵	۰٫۰۴۹۵	۰٫۰۴۹۵	۰٫۰۴۹۵	۰٫۰۴۹۵	۰٫۰۴۹۵
B4	۰٫۰۱۰۷	۰٫۰۱۰۷	۰٫۰۱۰۷	۰٫۰۱۰۷	۰٫۰۱۰۷	۰٫۰۱۰۷	۰٫۰۱۰۷	۰٫۰۱۰۷	۰٫۰۱۰۷	۰٫۰۱۰۷	۰٫۰۱۰۷	۰٫۰۱۰۷	۰٫۰۱۰۷	۰٫۰۱۰۷	۰٫۰۱۰۷	۰٫۰۱۰۷	۰٫۰۱۰۷	۰٫۰۱۰۷	۰٫۰۱۰۷	۰٫۰۱۰۷	۰٫۰۱۰۷	۰٫۰۱۰۷	۰٫۰۱۰۷	۰٫۰۱۰۷	۰٫۰۱۰۷	۰٫۰۱۰۷	۰٫۰۱۰۷
B3	۰٫۰۰۳۳	۰٫۰۰۳۳	۰٫۰۰۳۳	۰٫۰۰۳۳	۰٫۰۰۳۳	۰٫۰۰۳۳	۰٫۰۰۳۳	۰٫۰۰۳۳	۰٫۰۰۳۳	۰٫۰۰۳۳	۰٫۰۰۳۳	۰٫۰۰۳۳	۰٫۰۰۳۳	۰٫۰۰۳۳	۰٫۰۰۳۳	۰٫۰۰۳۳	۰٫۰۰۳۳	۰٫۰۰۳۳	۰٫۰۰۳۳	۰٫۰۰۳۳	۰٫۰۰۳۳	۰٫۰۰۳۳	۰٫۰۰۳۳	۰٫۰۰۳۳	۰٫۰۰۳۳	۰٫۰۰۳۳	۰٫۰۰۳۳
A3	۰٫۰۰۵۳	۰٫۰۰۵۳	۰٫۰۰۵۳	۰٫۰۰۵۳	۰٫۰۰۵۳	۰٫۰۰۵۳	۰٫۰۰۵۳	۰٫۰۰۵۳	۰٫۰۰۵۳	۰٫۰۰۵۳	۰٫۰۰۵۳	۰٫۰۰۵۳	۰٫۰۰۵۳	۰٫۰۰۵۳	۰٫۰۰۵۳	۰٫۰۰۵۳	۰٫۰۰۵۳	۰٫۰۰۵۳	۰٫۰۰۵۳	۰٫۰۰۵۳	۰٫۰۰۵۳	۰٫۰۰۵۳	۰٫۰۰۵۳	۰٫۰۰۵۳	۰٫۰۰۵۳	۰٫۰۰۵۳	۰٫۰۰۵۳
A4	۰٫۰۰۱۰	۰٫۰۰۱۰	۰٫۰۰۱۰	۰٫۰۰۱۰	۰٫۰۰۱۰	۰٫۰۰۱۰	۰٫۰۰۱۰	۰٫۰۰۱۰	۰٫۰۰۱۰	۰٫۰۰۱۰	۰٫۰۰۱۰	۰٫۰۰۱۰	۰٫۰۰۱۰	۰٫۰۰۱۰	۰٫۰۰۱۰	۰٫۰۰۱۰	۰٫۰۰۱۰	۰٫۰۰۱۰	۰٫۰۰۱۰	۰٫۰۰۱۰	۰٫۰۰۱۰	۰٫۰۰۱۰	۰٫۰۰۱۰	۰٫۰۰۱۰	۰٫۰۰۱۰	۰٫۰۰۱۰	۰٫۰۰۱۰
A6	۰٫۰۰۹۸	۰٫۰۰۹۸	۰٫۰۰۹۸	۰٫۰۰۹۸	۰٫۰۰۹۸	۰٫۰۰۹۸	۰٫۰۰۹۸	۰٫۰۰۹۸	۰٫۰۰۹۸	۰٫۰۰۹۸	۰٫۰۰۹۸	۰٫۰۰۹۸	۰٫۰۰۹۸	۰٫۰۰۹۸	۰٫۰۰۹۸	۰٫۰۰۹۸	۰٫۰۰۹۸	۰٫۰۰۹۸	۰٫۰۰۹۸	۰٫۰۰۹۸	۰٫۰۰۹۸	۰٫۰۰۹۸	۰٫۰۰۹۸	۰٫۰۰۹۸	۰٫۰۰۹۸	۰٫۰۰۹۸	۰٫۰۰۹۸
A2	۰٫۰۳۳۰	۰٫۰۳۳۰	۰٫۰۳۳۰	۰٫۰۳۳۰	۰٫۰۳۳۰	۰٫۰۳۳۰	۰٫۰۳۳۰	۰٫۰۳۳۰	۰٫۰۳۳۰	۰٫۰۳۳۰	۰٫۰۳۳۰	۰٫۰۳۳۰	۰٫۰۳۳۰	۰٫۰۳۳۰	۰٫۰۳۳۰	۰٫۰۳۳۰	۰٫۰۳۳۰	۰٫۰۳۳۰	۰٫۰۳۳۰	۰٫۰۳۳۰	۰٫۰۳۳۰	۰٫۰۳۳۰	۰٫۰۳۳۰	۰٫۰۳۳۰	۰٫۰۳۳۰	۰٫۰۳۳۰	۰٫۰۳۳۰
A5	۰٫۰۱۵۸	۰٫۰۱۵۸	۰٫۰۱۵۸	۰٫۰۱۵۸	۰٫۰۱۵۸	۰٫۰۱۵۸	۰٫۰۱۵۸	۰٫۰۱۵۸	۰٫۰۱۵۸	۰٫۰۱۵۸	۰٫۰۱۵۸	۰٫۰۱۵۸	۰٫۰۱۵۸	۰٫۰۱۵۸	۰٫۰۱۵۸	۰٫۰۱۵۸	۰٫۰۱۵۸	۰٫۰۱۵۸	۰٫۰۱۵۸	۰٫۰۱۵۸	۰٫۰۱۵۸	۰٫۰۱۵۸	۰٫۰۱۵۸	۰٫۰۱۵۸	۰٫۰۱۵۸	۰٫۰۱۵۸	۰٫۰۱۵۸
A1	۰٫۰۳۲۹	۰٫۰۳۲۹	۰٫۰۳۲۹	۰٫۰۳۲۹	۰٫۰۳۲۹	۰٫۰۳۲۹	۰٫۰۳۲۹	۰٫۰۳۲۹	۰٫۰۳۲۹	۰٫۰۳۲۹	۰٫۰۳۲۹	۰٫۰۳۲۹	۰٫۰۳۲۹	۰٫۰۳۲۹	۰٫۰۳۲۹	۰٫۰۳۲۹	۰٫۰۳۲۹	۰٫۰۳۲۹	۰٫۰۳۲۹	۰٫۰۳۲۹	۰٫۰۳۲۹	۰٫۰۳۲۹	۰٫۰۳۲۹	۰٫۰۳۲۹	۰٫۰۳۲۹	۰٫۰۳۲۹	۰٫۰۳۲۹
D4	۰٫۰۴۳۱	۰٫۰۴۳۱	۰٫۰۴۳۱	۰٫۰۴۳۱	۰٫۰۴۳۱	۰٫۰۴۳۱	۰٫۰۴۳۱	۰٫۰۴۳۱	۰٫۰۴۳۱	۰٫۰۴۳۱	۰٫۰۴۳۱	۰٫۰۴۳۱	۰٫۰۴۳۱	۰٫۰۴۳۱	۰٫۰۴۳۱	۰٫۰۴۳۱	۰٫۰۴۳۱	۰٫۰۴۳۱	۰٫۰۴۳۱	۰٫۰۴۳۱	۰٫۰۴۳۱	۰٫۰۴۳۱	۰٫۰۴۳۱	۰٫۰۴۳۱	۰٫۰۴۳۱	۰٫۰۴۳۱	۰٫۰۴۳۱
D6	۰٫۰۵۴۳	۰٫۰۵۴۳	۰٫۰۵۴۳	۰٫۰۵۴۳	۰٫۰۵۴۳	۰٫۰۵۴۳	۰٫۰۵۴۳	۰٫۰۵۴۳	۰٫۰۵۴۳	۰٫۰۵۴۳	۰٫۰۵۴۳	۰٫۰۵۴۳	۰٫۰۵۴۳	۰٫۰۵۴۳	۰٫۰۵۴۳	۰٫۰۵۴۳	۰٫۰۵۴۳	۰٫۰۵۴۳	۰٫۰۵۴۳	۰٫۰۵۴۳	۰٫۰۵۴۳	۰٫۰۵۴۳	۰٫۰۵۴۳	۰٫۰۵۴۳	۰٫۰۵۴۳	۰٫۰۵۴۳	۰٫۰۵۴۳
D1	۰٫۰۴۹۸	۰٫۰۴۹۸	۰٫۰۴۹۸	۰٫۰۴۹۸	۰٫۰۴۹۸	۰٫۰۴۹۸	۰٫۰۴۹۸	۰٫۰۴۹۸	۰٫۰۴۹۸	۰٫۰۴۹۸	۰٫۰۴۹۸	۰٫۰۴۹۸	۰٫۰۴۹۸	۰٫۰۴۹۸	۰٫۰۴۹۸	۰٫۰۴۹۸	۰٫۰۴۹۸	۰٫۰۴۹۸	۰٫۰۴۹۸	۰٫۰۴۹۸	۰٫۰۴۹۸	۰٫۰۴۹۸	۰٫۰۴۹۸	۰٫۰۴۹۸	۰٫۰۴۹۸	۰٫۰۴۹۸	۰٫۰۴۹۸
D7	۰٫۰۷۳۶	۰٫۰۷۳۶	۰٫۰۷۳۶	۰٫۰۷۳۶	۰٫۰۷۳۶	۰٫۰۷۳۶	۰٫۰۷۳۶	۰٫۰۷۳۶	۰٫۰۷۳۶	۰٫۰۷۳۶	۰٫۰۷۳۶	۰٫۰۷۳۶	۰٫۰۷۳۶	۰٫۰۷۳۶	۰٫۰۷۳۶	۰٫۰۷۳۶	۰٫۰۷۳۶	۰٫۰۷۳۶	۰٫۰۷۳۶	۰٫۰۷۳۶	۰٫۰۷۳۶	۰٫۰۷۳۶	۰٫۰۷۳۶	۰٫۰۷۳۶	۰٫۰۷۳۶	۰٫۰۷۳۶	۰٫۰۷۳۶
D8	۰٫۰۷۱۱	۰٫۰۷۱۱	۰٫۰۷۱۱	۰٫۰۷۱۱	۰٫۰۷۱۱	۰٫۰۷۱۱	۰٫۰۷۱۱	۰٫۰۷۱۱	۰٫۰۷۱۱	۰٫۰۷۱۱	۰٫۰۷۱۱	۰٫۰۷۱۱	۰٫۰۷۱۱	۰٫۰۷۱۱	۰٫۰۷۱۱	۰٫۰۷۱۱	۰٫۰۷۱۱	۰٫۰۷۱۱	۰٫۰۷۱۱	۰٫۰۷۱۱	۰٫۰۷۱۱	۰٫۰۷۱۱	۰٫۰۷۱۱	۰٫۰۷۱۱	۰٫۰۷۱۱	۰٫۰۷۱۱	۰٫۰۷۱۱
D5	۰٫۰۷۵۷	۰٫۰۷۵۷	۰٫۰۷۵۷	۰٫۰۷۵۷	۰٫۰۷۵۷	۰٫۰۷۵۷	۰٫۰۷۵۷	۰٫۰۷۵۷	۰٫۰۷۵۷	۰٫۰۷۵۷	۰٫۰۷۵۷	۰٫۰۷۵۷	۰٫۰۷۵۷	۰٫۰۷۵۷	۰٫۰۷۵۷	۰٫۰۷۵۷	۰٫۰۷۵۷	۰٫۰۷۵۷	۰٫۰۷۵۷	۰٫۰۷۵۷	۰٫۰۷۵۷	۰٫۰۷۵۷	۰٫۰۷۵۷	۰٫۰۷۵۷	۰٫۰۷۵۷	۰٫۰۷۵۷	۰٫۰۷۵۷
D9	۰٫۰۳۰۸	۰٫۰۳۰۸	۰٫۰۳۰۸	۰٫۰۳۰۸	۰٫۰۳۰۸	۰٫۰۳۰۸	۰٫۰۳۰۸	۰٫۰۳۰۸	۰٫۰۳۰۸	۰٫۰۳۰۸	۰٫۰۳۰۸	۰٫۰۳۰۸	۰٫۰۳۰۸	۰٫۰۳۰۸	۰٫۰۳۰۸	۰٫۰۳۰۸	۰٫۰۳۰۸	۰٫۰۳۰۸	۰٫۰۳۰۸	۰٫۰۳۰۸	۰٫۰۳۰۸	۰٫۰۳۰۸	۰٫۰۳۰۸	۰٫۰۳۰۸	۰٫۰۳۰۸	۰٫۰۳۰۸	۰٫۰۳۰۸
D2	۰٫۰۴۳۰	۰٫۰۴۳۰	۰٫۰۴۳۰	۰٫۰۴۳۰	۰٫۰۴۳۰	۰٫۰۴۳۰	۰٫۰۴۳۰	۰٫۰۴۳۰	۰٫۰۴۳۰	۰٫۰۴۳۰	۰٫۰۴۳۰	۰٫۰۴۳۰	۰٫۰۴۳۰	۰٫۰۴۳۰	۰٫۰۴۳۰	۰٫۰۴۳۰	۰٫۰۴۳۰	۰٫۰۴۳۰	۰٫۰۴۳۰	۰٫۰۴۳۰	۰٫۰۴۳۰	۰٫۰۴۳۰	۰٫۰۴۳۰	۰٫۰۴۳۰	۰٫۰۴۳۰	۰٫۰۴۳۰	۰٫۰۴۳۰
D3	۰٫۰۰۵۵	۰٫۰۰۵۵	۰٫۰۰۵۵	۰٫۰۰۵۵	۰٫۰۰۵۵	۰٫۰۰۵۵	۰٫۰۰۵۵	۰٫۰۰۵۵	۰٫۰۰۵۵	۰٫۰۰۵۵	۰٫۰۰۵۵	۰٫۰۰۵۵	۰٫۰۰۵۵	۰٫۰۰۵۵	۰٫۰۰۵۵	۰٫۰۰۵۵	۰٫۰۰۵۵	۰٫۰۰۵۵	۰٫۰۰۵۵	۰٫۰۰۵۵	۰٫۰۰۵۵	۰٫۰۰۵۵	۰٫۰۰۵۵	۰٫۰۰۵۵	۰٫۰۰۵۵	۰٫۰۰۵۵	۰٫۰۰۵۵

همان طور که در جدول ٤ مشاهده می‌شود، داده‌های واقع در سطرهای ابرماتریس با یکدیگر برابر بوده و مجموع ستونی اعداد موجود در این ماتریس برابر با یک است. در چنین حالتی داده‌های موجود در سطرهای ابرماتریس، میزان ضرایب اهمیت آن شاخص را نشان می‌دهد. بنابراین می‌توان بیان کرد که ٤ شاخص مراکز نظامی و انتظامی، زون‌های صنعتی و معدنی و فرودگاه، هریک به ترتیب با میزان ضریب اهمیت ۰/۱۰۵۵، ۰/۰۷۵۷، ۰/۰۷٤۰ بیشترین و شاخص‌های معیار محیط فیزیکی، هریک با کمترین میزان ضریب اهمیت با توجه به سناریوی تهدید انسانی در جهت پهنه‌بندی، آسیب‌پذیری زیرساخت‌های استان اردبیل از منظر پدافند غیرعامل و آمایش دفاعی را به خود اختصاص می‌دهند. جدول ۵، شرح کاملی از میزان ضرایب اهمیت معیارها و زیرمعیارها را نشان می‌دهد.

بررسی وضعیت معیارها و شاخص‌ها در محدودهٔ مورد مطالعه و طریقهٔ ارزش‌گذاری آنها

پس از تعیین ضرایب اهمیت شاخص‌ها، حال نوبت به سنجش شاخص‌ها در محدودهٔ مورد مطالعه است. این مسئله با استفاده از قابلیت تحلیل شبکهٔ نرم‌افزار GIS و تنظیم لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز برای هریک از ۲۷ شاخص (در قالب ٤ معیار) در استان اردبیل صورت گرفته است. در این مرحله هریک از شاخص‌ها در قالب لایه‌های اطلاعاتی به رستر تبدیل می‌شود و طریقهٔ

ارزش‌گذاری آنها در بازهٔ ۱تا۹ برای کل فضا بـر پایـهٔ میـزان قـدرت تخریـب (شـعاع تأثیرگـذار) حملات هوایی و موشکی و میزان تأثیر آنها بر افراد و فضاهای کالبدی پس از اصابت در قالب پنج پهنهٔ آسیب‌پذیری خیلی زیاد تا آسیب‌پذیری خیلی کم تقسیم‌بندی شده است.

جدول۵. میزان ضرایب اهمیت معیارها و شاخص‌ها با استفاده از فرایند تحلیل شبکه‌ای

معیار	A: محیط فیزیکی						
ضریب اهمیت معیار	۰/۱۷۸۹						
شاخص‌ها	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	
ضریب اهمیت شاخص‌ها	۰/ ۰۲۴۹	۰/۰۳٤۰	۰/۰۰۵۳	۰/۰۰۱۰	۰/۰۰۵۸	۰/۰۰۹۸	
معیار	B: محیط بیولوژیکی- زیستی						
ضریب اهمیت معیار	۰/۱۰۳۸						
شاخص‌ها	B1	B2	B3		B4	B5	
ضریب اهمیت شاخص‌ها	۰/۰۱۳۸	۰/۲٤٤	۰/۰۰۳٤		۰/۰۱۰۷	۰/۰٤٦۵	
معیار	C: شریان‌ها (دسترسی)						
ضریب اهمیت معیار	۰/۲۵۹٦						
شاخص‌ها	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
ضریب اهمیت شاخص‌ها	۰/۰۲۱۳	۰/۰۰۷۱	۰/۰۲۲۳	۰/۰۳۳۲	۰/۰٤۹٦	۰/۰٤۰۰	۰/۰۳۵۲
معیار	D: مراکز حیاتی (زیرساخت‌ها)						
ضریب اهمیت معیار	۰/٤۵۷٦						
شاخص‌ها	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9
ضریب اهمیت شاخص‌ها	۰/۰٦۹۸	۰/۰۷٤۰	۰/۱۰۵۵	۰/۰٤۳۱	۰/۰۷۵۷	۰/۰۵۹٤	۰/۰۷۳٦	۰/۰۷۰۰	۰/۰۳۰۸

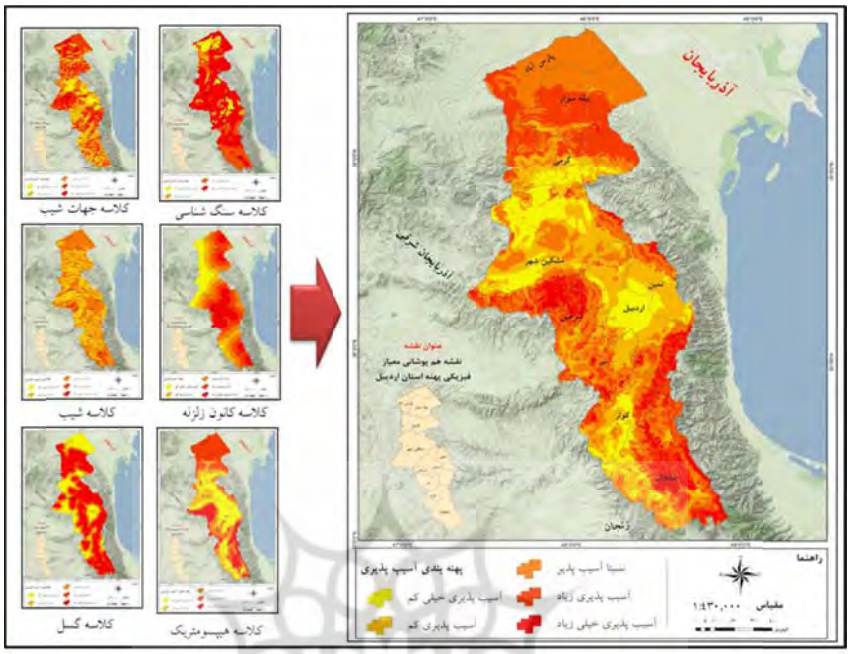
در این بین شعاع آسیب و فاصله‌های ایمن برای هرکدام از شاخص‌ها با توجه به ضوابط سازمان‌ها و ارگان‌های مرتبط و نظریات کارشناسان و خبرگان نظامی در چهار بخش زیر ارائه شده است.

معیار محیط فیزیکی (A)

عوارض طبیعی در پهنه‌بندی، پراکندگی، حـوزهٔ نفـوذ، مورفولـوژی و ماننـد آن همـواره اثـر قـاطعی می‌گذارند. گاه به‌عنوان عاملی مثبت و زمانی به‌صورت عاملی منفـی و بازدارنـده عمـل مـی‌کننـد. در هنگام برنامه‌ریزی‌های منطقه‌ای و ناحیه‌ای باید به دینامیسم محیط طبیعـی مثـل سـیل، زلزلـه، گسـل، شیب و جز آن توجه کرد. محیط طبیعی و فیزیکی به‌دلیل ایستابودن و تغییرنکردن در طـول زمـان، از اهمیت بسیاری در مباحث آمایش دفاعی و پهنه‌بندی برخوردار است؛ به طوری که بی‌تـوجهی بـه آن می‌تواند تبعات منفی و خسارت جبران‌ناپذیری را در پی داشته باشد. به همـین دلیـل در ایـن تحقیـق به‌عنوان بخش جدایی‌ناپذیر در تصمیم‌گیری چندمعیاره، تحلیـل شـبکه در نظـر گرفتـه شـده اسـت. تشریح ضوابط و مقررات اجرایی این معیار به همراه جدول ٦ و نقشه‌های استانداردسازی‌شده، بـرای هم‌پوشانی نهایی شکل ۱ این کلاس به شرح زیر است:

جدول ۶. ارزش‌گذاری زیرمعیارهای محیط فیزیکی

شاخص	نحوهٔ ارزش‌گذاری			منبع
	بازه‌ها	امتیازات	مفهوم	
هیپسومتریک (ارتفاع)	۰ تا ۸۰۰ متر	۷	آسیب‌پذیری زیاد	نظر کارشناسان مربوطه
	۸۰۰ تا ۱۲۰۰ متر	۳	آسیب‌پذیری کم	
	۱۲۰۰ تا ۱۶۰۰ متر	۱	آسیب‌پذیری بسیارکم	
	۱۶۰۰ تا ۴۰۰ متر	۵	نسبتاً آسیب‌پذیر	
	بیشتر از ۲۰۰۰ متر	۹	آسیب‌پذیری بسیار زیاد	
شیب (درجه)	۰ تا ۲ درجه	۵	نسبتاً آسیب‌پذیر	نظر کارشناسان مربوطه
	۲ تا ۵ درجه	۱	آسیب‌پذیری بسیارکم	
	۵ تا ۱۰ درجه	۳	آسیب‌پذیری کم	
	۱۰ تا ۲۰ درجه	۷	آسیب‌پذیری زیاد	
	بیشتر از ۲۰ درجه	۹	آسیب‌پذیری بسیار زیاد	
جهات شیب	شمالی	۹	آسیب‌پذیری بسیار زیاد	نظر کارشناسان مربوطه
	شرقی- شمال شرقی	۷	آسیب‌پذیری زیاد	
	شمال غربی	۵	نسبتاً آسیب‌پذیر	
	جنوب غربی- غربی	۳	آسیب‌پذیری کم	
	جنوب- جنوب شرقی	۱	آسیب‌پذیری بسیارکم	
گسل (فاصله)	۰ تا ۳ کیلومتر	۹	آسیب‌پذیری بسیار زیاد	سازمان زمین‌شناسی کشور
	۳ تا ۵ کیلومتر	۷	آسیب‌پذیری زیاد	
	۵ تا ۱۰ کیلومتر	۵	نسبتاً آسیب‌پذیر	
	۱۰ تا ۱۵ کیلومتر	۳	آسیب‌پذیری کم	
	بیشتر از ۱۵ کیلومتر	۱	آسیب‌پذیری بسیارکم	
کانون زلزله (فاصله)	۰ تا ۱۰ کیلومتر	۹	آسیب‌پذیری بسیار زیاد	سازمان زمین‌شناسی کشور
	۱۰ تا ۲۰ کیلومتر	۷	آسیب‌پذیری زیاد	
	۲۰ تا ۳۰ کیلومتر	۵	نسبتاً آسیب‌پذیر	
	۳۰ تا ۴۵ کیلومتر	۳	آسیب‌پذیری کم	
	بیشتر از ۴۰ کیلومتر	۱	آسیب‌پذیری بسیارکم	
سنگ‌شناسی	آتشفشانی دگرگونی بعضاً آهکی، آتشفشانی پیروکسین و آندزیت، آهکی آتشفشانی دگرگونی، آهکی دگرگونی آهکی سخت دگرگونی شیل آتشفشانی.	۹	آسیب‌پذیری بسیار زیاد	نظر کارشناسان مربوطه
	آهکی متامورفیک، آهکی سخت، آهکی نرم و متامورفیک، آهکی نرم و متامورفیک مارن‌های آهکی نمکی گچی	۷	آسیب‌پذیری زیاد	
	اتشفشانی و توف، آهکی و مارنی	۳	آسیب‌پذیری کم	
	دشت‌های رسوبی، دشت‌های رسوبی مواد آبرفتی، مواد آبرفتی و واریزه‌ای، سنگ‌های ماسه‌ای و کنگلومرای سطوح فرسایش‌یافتهٔ قدیمی	۱	آسیب‌پذیری بسیارکم	



شکل ۱. استانداردسازی و هم‌پوشانی کلاسه‌های محیط فیزیکی

با توجه به نقشهٔ هم‌پوشانی نهایی کلاسه‌های معیار محیط فیزیکی، منطقهٔ مورد مطالعه به ۵ پهنه با درجات آسیب‌پذیری متفاوت دسته‌بندی شد. بدین منوال بخش‌های غربی استان اردبیل در شهرستان مشکین‌شهر و جنوب شرقی در شهرستان خلخال و کوثر جزء مناطق با آسیب‌پذیری بسیار زیاد و رنگ قرمز پهنه‌بندی شده‌اند. علت این مسئله نیز جنس زمین و کوهستانی‌بودن و اغلب لرزه‌خیز و نزدیک‌بودن به خطوط گسل است. پهنه‌های شمالی استان که شهرستان پارس‌آباد و گرمی را در بر می‌گیرد، جزء مناطق با آسیب‌پذیری زیاد و نسبتاً آسیب‌پذیر و با رنگ نارنجی پهنه‌بندی شده‌اند. علت این مسئله نیز تأثیرگذاری جهات تهدید (همسایگی با آذربایجان) در زیرساخت‌ها از منظر پدافند غیرعامل است.

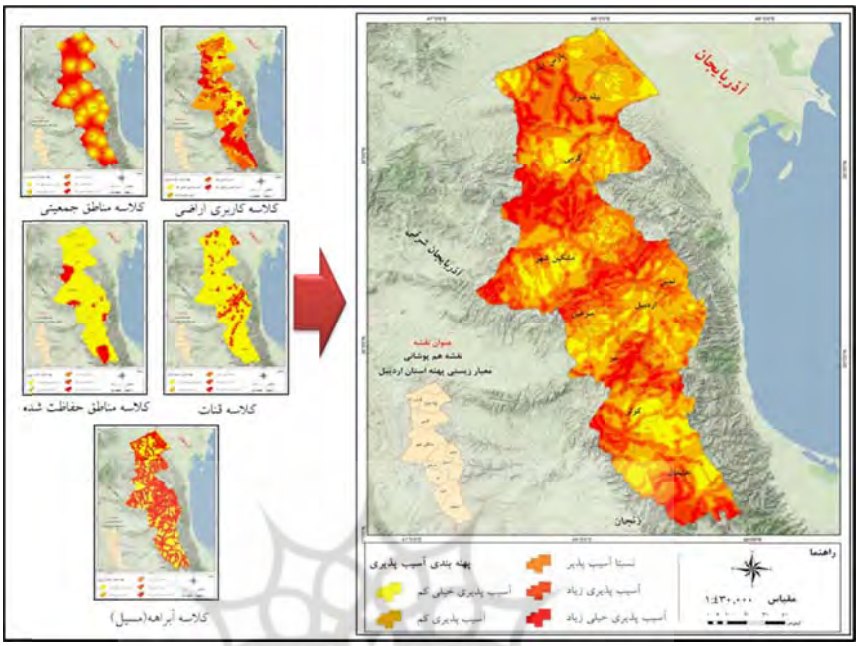
معیار زیستی- بیولوژیکی (B)

شناسایی و انتخاب عواملی که در آسیب‌پذیری زیرساخت‌ها مؤثر هستند از مراحل مهم تحقیق و مطالعه در حوزهٔ دفاع غیرعامل است. هرقدر عوامل شناسایی‌شده با واقعیت زمینی تطابق بیشتری

داشته باشد، نتیجه رضایت‌بخش‌تر خواهد بود. در این بخش نیز به تشریح مقررات و ضوابط به‌منظور اعمال نظریات کارشناسان به پهنه‌بندی آسیب‌پذیری زیرساخت‌های استان اردبیل در معیار بیولوژیکی - زیست‌محیطی پرداخته می‌شود. تشریح ضوابط و مقررات اجرایی این معیار به همراه جدول ۷ و نقشه‌های استانداردسازی‌شده، برای هم‌پوشانی نهایی شکل ۲ این کلاس به شرح زیر است:

جدول ۷. ارزش‌گذاری زیرمعیارهای زیستی- بیولوژیکی

شاخص	نحوهٔ ارزش‌گذاری			منبع
	بازه‌ها	امتیازات	مفهوم	
آبراهه (مسیل) (فاصله)	۰ تا ۵۰۰ متر	۹	آسیب‌پذیری بسیار زیاد	آیین‌نامهٔ مربوط به بستر و حریم رودخانه‌ها سایت دفتر حقوقی و بازرسی شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور
	۵۰۰ تا ۱۰۰۰ متر	۷	آسیب‌پذیری زیاد	
	۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ متر	۵	نسبتاً آسیب‌پذیر	
	۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ متر	۳	آسیب‌پذیری کم	
	بیشتر از ۲۰۰۰ متر	۱	آسیب‌پذیری بسیارکم	
قنوات و چاه‌ها (فاصله)	۰ تا ۵۰۰ متر	۹	آسیب‌پذیری بسیار زیاد	شرکت آب منطقه‌ای استان اردبیل
	۵۰۰ تا ۱۰۰۰ متر	۷	آسیب‌پذیری زیاد	
	۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ متر	۵	نسبتاً آسیب‌پذیر	
	۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ متر	۳	آسیب‌پذیری کم	
	بیشتر از ۲۰۰۰ متر	۱	آسیب‌پذیری بسیارکم	
کاربری اراضی	اراضی بایر و اغلب بدون پوشش گیاهی	۹	آسیب‌پذیری بسیار زیاد	نظر کارشناسان مربوطه
	پوشش کم گیاهان مرتعی	۷	آسیب‌پذیری زیاد	
	پوشش مرتعی نسبتاً خوب و اغلب چراگاه فصلی	۵	نسبتاً آسیب‌پذیر	
	زیر کشت نباتات و درخت‌کاری‌شده	۳	آسیب‌پذیری کم	
	پوشش جنگلی با تراکم متوسط	۱	آسیب‌پذیری بسیارکم	
مناطق حفاظت‌شده (فاصله)	۰ تا ۱۰۰۰ متر	۹	آسیب‌پذیری بسیار زیاد	سازمان حفاظت محیط‌زیست
	۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ متر	۷	آسیب‌پذیری زیاد	
	۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰ متر	۵	نسبتاً آسیب‌پذیر	
	۳۰۰۰ تا ۴۰۰۰ متر	۳	آسیب‌پذیری کم	
	بیشتر از ۴۰۰۰ متر	۱	آسیب‌پذیری بسیارکم	
مناطق شهری (فاصله)	۰ تا ۵ کیلومتر	۱	آسیب‌پذیری بسیارکم	نظر کارشناسان مربوطه
	۵ تا ۱۰ کیلومتر	۳	آسیب‌پذیری کم	
	۱۰ تا ۱۵ کیلومتر	۵	نسبتاً آسیب‌پذیر	
	۱۵ تا ۲۰ کیلومتر	۷	آسیب‌پذیری زیاد	
	بیشتر از ۲۰ کیلومتر	۹	آسیب‌پذیری بسیار زیاد	



شکل ۲. استانداردسازی و هم‌پوشانی کلاسه‌های محیط زیستی- بیولوژیکی

با توجه به نقشهٔ هم‌پوشانی نهایی کلاسه‌های معیار بیولوژیکی- زیستی، منطقهٔ مورد مطالعه به ۵ پهنه با درجات آسیب‌پذیری متفاوت دسته‌بندی شد. در این معیار، رعایت فاصلهٔ مناسب از مراکز شهری، جمعیتی و آبراهه جزء زیرمعیارهایی بودند که بیشترین امتیاز وزنی را به خود اختصاص دادند. بدین منوال بر اساس دوری یا نزدیکی مراکز حساس و مهم از مراکز شهری و قرارگرفتن در معرض مخاطرات طبیعی (سیل) و انسانی (تهاجم هوایی)، پهنه‌های شمال غربی و بخش غربی منتهی به شهر اصلاندوز به‌دلیل واقع‌شدن در شبکهٔ آبیاری مغان و سد خداآفرین در کنار مسیل قوری‌چای و بخش‌هایی از شمال شهرستان مشکین‌شهر، مسیل‌های برزندچای و درنهایت منتهی‌الیه مرز همسایگی شهرستان اردبیل و مشکین‌شهر به‌دلیل تأثیرگذاری فصلی رودخانهٔ بالیخلی چای و شبکهٔ آبیاری یامچی به مراکز شهری، آسیب‌پذیر بوده و با رنگ قرمز مشخص شده‌اند.

معیار شریان‌ها- دسترسی (C)

تشریح ضوابط و مقررات اجرایی این معیار به همراه جدول ۸ و نقشه‌های استانداردسازی‌شده،

به‌منظور هم‌پوشانی شکل ۳ این کلاس به شرح زیر است:

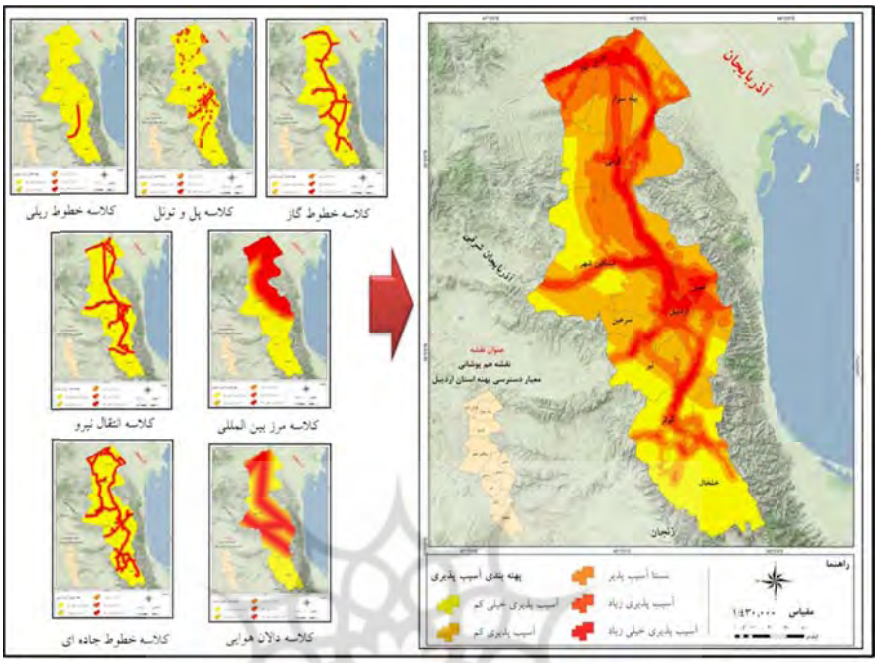
جدول ۸. ارزش‌گذاری زیرمعیارهای شریان‌ها- دسترسی

شاخص	نحوهٔ ارزش‌گذاری			منبع
	بازه‌ها	امتیازات	مفهوم	
مسیر ارتباطی (جاده) (فاصله)	۰ تا ۱۰۰۰ متر	۹	آسیب‌پذیری بسیار زیاد	فخری، ۱۳۹۱
	۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ متر	۷	آسیب‌پذیری زیاد	
	۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰ متر	۵	نسبتاً آسیب‌پذیر	
	۳۰۰۰ تا ٤۰۰۰ متر	۳	آسیب‌پذیری کم	
	بیشتر از ٤۰۰۰ متر	۱	آسیب‌پذیری بسیارکم	
راه‌آهن و تونل و پل (فاصله)	۰ تا ۱۰۰۰ متر	۹	آسیب‌پذیری بسیار زیاد	
	۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ متر	۷	آسیب‌پذیری زیاد	
	۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰ متر	۵	نسبتاً آسیب‌پذیر	
	۳۰۰۰ تا ٤۰۰۰ متر	۳	آسیب‌پذیری کم	
	بیشتر از ٤۰۰۰ متر	۱	آسیب‌پذیری بسیارکم	
مرز بین‌المللی (فاصله)	۰ تا ۲۵ کیلومتر	۹	آسیب‌پذیری بسیار زیاد	نظر کارشناسان مربوطه
	۲۵ تا ۳۰ کیلومتر	۷	آسیب‌پذیری زیاد	
	۳۰ تا ۳۵ کیلومتر	۵	نسبتاً آسیب‌پذیر	
	۳۵ تا ٤۰ کیلومتر	۳	آسیب‌پذیری کم	
	بیشتر از ٤۰ کیلومتر	۱	آسیب‌پذیری بسیارکم	
خطوط انتقال برق و انتقال گاز (فاصله)	۰ تا ۱۰۰۰ متر	۹	آسیب‌پذیری بسیار زیاد	جلسهٔ ۱۳۹٤/۱/۳۰ به پیشنهاد شمارهٔ ۹۳/۱۷۸۱٤/۳۰/۱۰۰ مورخ ۱۳۹۳/۳/۲۰ وزارت نیرو و به استناد تبصرهٔ (۲) مادهٔ (۱۸) قانون سازمان برق ایران- ابلاغیه شمارهٔ ۱۷۰۹۷/۳۵۸ تاریخ ۱۳۹۳/۱۰/۳۰ امور حقوقی مجلس
	۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ متر	۷	آسیب‌پذیری زیاد	
	۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰ متر	۵	نسبتاً آسیب‌پذیر	
	۳۰۰۰ تا ٤۰۰۰ متر	۳	آسیب‌پذیری کم	
	بیشتر از ٤۰۰۰ متر	۱	آسیب‌پذیری بسیارکم	
دالان هوایی (فاصله)	۰ تا ۵ کیلومتر	۹	آسیب‌پذیری بسیار زیاد	روستایی، فخری ۱۳۹۲
	۵ تا ۱۰ کیلومتر	۷	آسیب‌پذیری زیاد	
	۱۰ تا ۱۵ کیلومتر	۵	نسبتاً آسیب‌پذیر	
	۱۵ تا ۲۰ کیلومتر	۳	آسیب‌پذیری کم	
	بیشتر از ۲۰ کیلومتر	۱	آسیب‌پذیری بسیارکم	

نکتهٔ کوتاه دربارهٔ دالان‌های هوایی که چرا به‌عنوان عامل آسیب‌پذیر در زیرساخت‌های استان اردبیل بررسی می‌شود، این است که دالان‌های هوایی، مسیر ثابت هواپیماهاست که دارای ارتفاعی خاصی از زمین و مشخصات تعیین‌شده‌ای هستند. به دو دلیل زیرساخت‌ها و مراکز حساس و مهم نبایستی در مسیر این دالان‌ها باشند:

۱. اختلال در تجهیزات سامانهٔ ناوبری هواپیماهای مسافربری می‌تواند سقوط این هواپیماها را به همراه داشته باشد؛

۲. زیرساخت‌هایی که در مسیر راه‌های هوایی قرار دارند، می‌توانند هدف جاسوسی به‌وسیلهٔ هواپیماهای به‌ظاهر ترابری دشمن قرار گیرند.



شکل ۳. استانداردسازی و هم‌پوشانی کلاسه‌های محیط شریان‌ها- دسترسی

با توجه به نقشهٔ هم‌پوشانی نهایی کلاسه‌های معیار شریان‌ها- دسترسی، منطقهٔ مورد مطالعه به ۵ پهنه با درجات آسیب‌پذیری متفاوت دسته‌بندی شد. در این معیار، رعایت فاصلهٔ مناسب از خطوط برق و گاز، مرز بین‌المللی و دالان هوایی، جزء زیرمعیارهایی بودند که بیشترین امتیاز وزنی را به خود اختصاص دادند. همان طور که مشاهده می‌شود، هم‌پوشانی نهایی معیار شریان‌ها بیشتر در امتداد خطوط برق و گاز در استان اردبیل پهنه‌بندی شده‌اند. بیشترین آسیب‌پذیری به رنگ قرمز را در بخش‌های شمالی استان (پارس‌آباد مغان) به‌دلیل نزدیکی به مرز همسایگی آذربایجان و بخش‌های مرکزی به‌دلیل انباشتگی تجهیزات انتقال نیرو می‌توان دید.

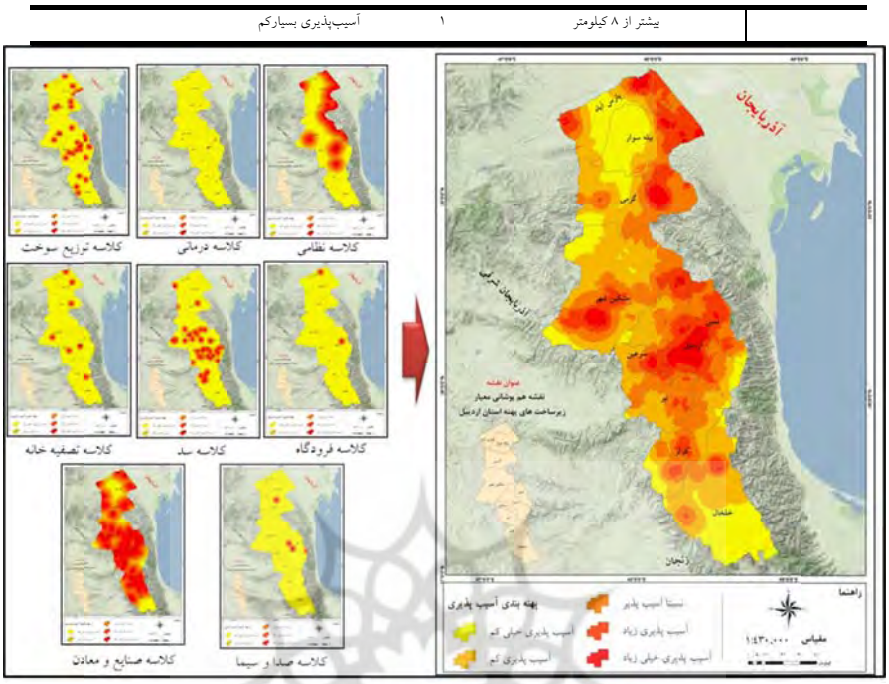
معیار مراکز حیاتی- زیرساخت‌ها (D)

از آنجا که برخی از کاربری‌ها و زیرساخت‌ها می‌توانند به‌عنوان مهم‌ترین مقاصد حملات و یورش‌های دشمن به شمار آیند، بالطبع می‌توانند اهمیتی دوجانبه نیز یابند؛ چراکه ازبین‌رفتن و انهدام این قبیل مراکز بسته به نوع آنها (حیاتی- حساس و مهم) می‌تواند آثار و تبعات گسترده‌ای

در مقیاس‌های ملی- منطقه‌ای بر جای گذارد. درواقع آسیب‌دیدن چنین مراکزی می‌تواند ضمن واردساختن ضرر در حوزهٔ اقتصادی کلان، ساختار صنعتی و تولیدی منطقه را در حوزهٔ عمل نیز فلج سازد. تشریح ضوابط و مقررات اجرایی این معیار به همراه جدول ۹ و نقشه‌های استانداردسازی‌شده، برای هم‌پوشانی شکل ٤ کلاس به شرح زیر است:

جدول ۹. ارزش‌گذاری زیر معیارهای مراکز حیاتی- زیرساخت‌ها

شاخص	نحوهٔ ارزش‌گذاری			منبع
	بازه‌ها	امتیازات	مفهوم	
صنایع و معادن (فاصله)	۰ تا ۵ کیلومتر	۹	آسیب‌پذیری بسیار زیاد	دستورالعمل مادهٔ ۳ ضوابط و معیارهای استقرار صنایع و معادن
	۵ تا ۱۰ کیلومتر	۷	آسیب‌پذیری زیاد	
	۱۰ تا ۱۵ کیلومتر	۵	نسبتاً آسیب‌پذیر	
	۱۵ تا ۲۰ کیلومتر	۳	آسیب‌پذیری کم	
	بیشتر از ۲۰ کیلومتر	۱	آسیب‌پذیری بسیارکم	
فرودگاه و مراکز توزیع سوخت و مراکز انبارداری (فاصله)	۰ تا ۲ کیلومتر	۹	آسیب‌پذیری بسیار زیاد	حسینی و صدیقی ۱۳۹۳
	۲ تا ٤ کیلومتر	۷	آسیب‌پذیری زیاد	
	٤ تا ٦ کیلومتر	۵	نسبتاً آسیب‌پذیر	
	٦ تا ۸ کیلومتر	۳	آسیب‌پذیری کم	
	بیشتر از ۸ کیلومتر	۱	آسیب‌پذیری بسیارکم	
سد و تصفیه‌خانه (فاصله)	۰ تا ۲ کیلومتر	۹	آسیب‌پذیری بسیار زیاد	ضوابط و مقررات وزارت نیرو
	۲ تا ٤ کیلومتر	۷	آسیب‌پذیری زیاد	
	٤ تا ٦ کیلومتر	۵	نسبتاً آسیب‌پذیر	
	٦ تا ۸ کیلومتر	۳	آسیب‌پذیری کم	
	بیشتر از ۸ کیلومتر	۱	آسیب‌پذیری بسیارکم	
مراکز درمانی (فاصله)	۰ تا ۵۰۰ متر	۹	آسیب‌پذیری بسیار زیاد	نظر کارشناسان مربوطه
	۵۰۰ تا ۱۰۰۰ متر	۷	آسیب‌پذیری زیاد	
	۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ متر	۵	نسبتاً آسیب‌پذیر	
	۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ متر	۳	آسیب‌پذیری کم	
	بیشتر از ۲۰۰۰ متر	۱	آسیب‌پذیری بسیارکم	
مراکز نظامی (فاصله)	۰ تا ۵ کیلومتر	۹	آسیب‌پذیری بسیار زیاد	نظر کارشناسان مربوطه
	۵ تا ۱۰ کیلومتر	۷	آسیب‌پذیری زیاد	
	۱۰ تا ۱۵ کیلومتر	۵	نسبتاً آسیب‌پذیر	
	۱۵ تا ۲۰ کیلومتر	۳	آسیب‌پذیری کم	
	بیشتر از ۲۰ کیلومتر	۱	آسیب‌پذیری بسیارکم	
مراکز رادیویی و تلویزیونی (فاصله)	۰ تا ۲ کیلومتر	۹	آسیب‌پذیری بسیار زیاد	نظر کارشناسان مربوطه
	۲ تا ٤ کیلومتر	۷	آسیب‌پذیری زیاد	
	٤ تا ٦ کیلومتر	۵	نسبتاً آسیب‌پذیر	
	٦ تا ۸ کیلومتر	۳	آسیب‌پذیری کم	

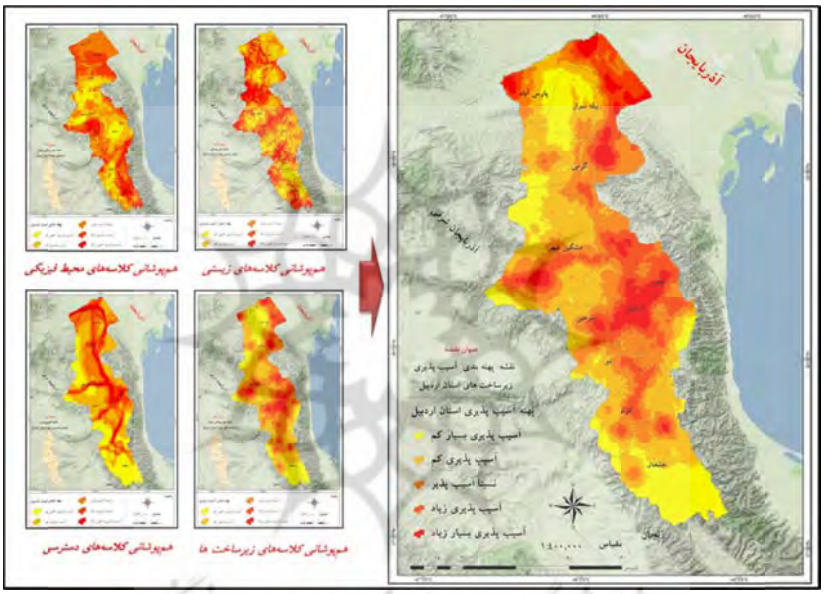


شکل ٤. استانداردسازی و هم‌پوشانی کلاسه‌های مراکز حیاتی- زیرساخت‌ها

با توجه به نقشهٔ هم‌پوشانی نهایی کلاسه‌های معیار مراکز حیاتی و زیرساخت‌ها، منطقهٔ مورد مطالعه به ۵ پهنه با درجات آسیب‌پذیری متفاوت دسته‌بندی شد. در این معیار، رعایت فاصله از مراکز نظامی، صنایع و معادن، فرودگاه و سدهای مخزنی جزء زیرمعیارهایی بودند که بیشترین امتیاز وزنی از نظر آسیب‌پذیری را به خود اختصاص دادند. همان طور که مشاهده می‌شود، هم‌پوشانی نهایی معیار مراکز حیاتی بیشتر در بخش شمال شرقی، مرکزی و غربی استان اردبیل پهنه‌بندی شده‌اند. بیشترین آسیب‌پذیری به رنگ قرمز را در بخش‌های شمال شرقی استان (پارس‌آباد به‌دلیل نزدیکی به مرز همسایگی آذربایجان) و بخش‌های مرکزی به‌دلیل انباشتگی تجهیزات و تأسیسات می‌توان دید.

اکنون پس از به‌دست‌آوردن نقشه‌های استانداردسازی‌شده نوبت به هم‌پوشانی نقشه‌های کلاسه‌بندی‌شدهٔ نهایی معیارهای چهارگانه (فیزیکی طبیعی، بیولوژیکی زیستی، شریان‌ها- دسترسی و

مراکز حیاتی- زیرساخت‌ها) و ایجاد پهنه‌بندی مطلوب به‌منظور مشخص‌کردن میزان آسیب‌پذیری استان اردبیل از منظر پدافند غیرعامل رسیده است. برای این منظور ۲۷ زیرمعیار کلاسه‌بندی‌شده در قالب ٤ معیار در مرحلهٔ پیشین هم‌پوشانی می‌شوند و نقشهٔ نهایی تولید می‌شود. البته در جهت انجام هم‌پوشانی لایه‌ها و ایجاد لایهٔ خروجی از دو عملیات ضرب عددی و جمع مبتنی بر هم‌پوشانی که با اعمال ضرایب معیارها و زیرمعیارها استفاده شده و خروجی آن به‌صورت نقشه در شکل ۵ نشان داده شده است.



شکل ۵. پهنه‌بندی آسیب‌پذیری مکانی زیرساخت‌های استان اردبیل در برابر تهدیدات نظامی

با توجه به شکل ۵، آسیب‌پذیری زیرساخت‌های استان اردبیل در پنج کلاس دسته‌بندی شدند: پهنه با آسیب‌پذیری خیلی کم با رنگ زرد، وزن کلاسه (۰/۷۵-۰/٤٥) و با مساحتی معادل ۰٤/۳۲۷۲۱٦ هکتار؛ پهنه با آسیب‌پذیری کم با رنگ کهربایی، وزن کلاسه (۰/۹۷-۰/۷۵) و با مساحتی معادل ۵۲۵۵۳۹/۱۹ هکتار؛ پهنه با آسیب‌پذیری متوسط با رنگ نارنجی، وزن کلاسه (۱/۲۲-۰/۹۷) و با مساحتی معادل ٤٤٥٦۷٦/۲۹ هکتار؛ پهنه با آسیب‌پذیری زیاد با رنگ قرمز، وزن کلاسه (۱/۵۳-۱/۲۲) و با مساحتی معادل ۳۰٦۹۸۰/٤٤ هکتار و درنهایت پهنه با آسیب‌پذیری

خیلی زیاد با رنگ زرشکی، وزن کلاسه (۲/۳۹-۱/۵۳) و با مساحتی معادل ۱۲٦٦۵۵/۲۹ هکتار از مجموع مساحت ۱۷۳۲۰٦۷ کل پهنهٔ استان اردبیل.

ارزیابی الگوهای پراکنش فضایی زیرساخت‌های استان اردبیل

شناخت الگوها و کشف روندهای موجود در داده‌های فضایی از اهمیت بسیاری در تحقیقات مختلف برخوردار است و در بسیاری از موارد پژوهشگران مایل‌اند بدانند که داده‌های آنها چگونه در فضا توزیع شده‌اند و آیا توزیع آنها در فضا از الگو یا قاعدهٔ خاصی پیروی می‌کند یا خیر؟

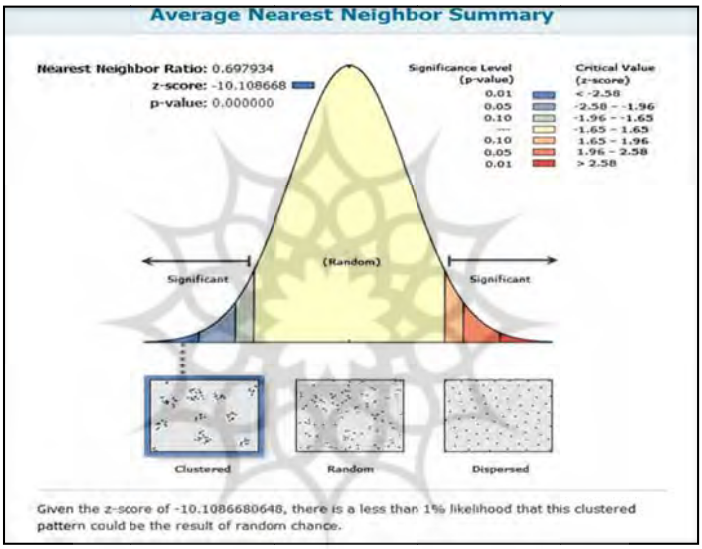
واقعیت این است که مطالعهٔ الگوی پراکنش زیرساخت‌ها در یک فضا از طریق آمارها و آزمون‌های فضایی به درک بهتر این عناصر و آسیب‌پذیری آنها کمک می‌کند. آمار فضایی در شناسایی الگوها و روندهای موجود در عناصر زیرساختی و کشف دلایل آنها بسیار کارآمد است. میانگین نزدیک‌ترین همسایگی یکی از آزمون‌های فضایی است که برای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

ـ فرض نخست این است که پدیده‌ها و زیرساخت‌های تحت بررسی می‌توانند در هر کجای گسترهٔ استان بررسی شوند و به عبارت دیگر هیچ مانعی برای عناصر زیرساختی که در قسمت‌های حاشیهٔ استان قرار گرفته‌اند، وجود ندارد. البته گفتنی است که فقط پهنهٔ استان اردبیل تحلیل شده و عناصر زیرساختی استان‌های مجاور در این تحلیل‌ها منظور نشده است.

ـ فرض دوم اینکه با وجود برخی از ارتباطات زیرساخت‌ها، در این تحلیل، عناصر زیرساختی مستقل از هم در نظر گرفته می‌شوند.

همچنین باید توجه کرد که مقادیر امتیاز استانداردشدهٔ Z و P-Value به تغییر در محدوده و پهنهٔ مورد مطالعه و سایر پارامترها حساس است. براساس نتایج به‌دست‌آمده در شکل ٦، میانگین فاصلهٔ مشاهده‌شده ۲٦۳۹/۰۱۸٦ است؛ در حالی که مقدار میانگین فاصلهٔ مورد انتظار ۳۷۸۱/۱۸۸٤ محاسبه شده است و نسبت نزدیک‌ترین همسایگی نیز ۰/٦۹۷۹۳٤ اندازه‌گیری شده است. از آنجا که این نسبت کوچک‌تر از ۱ است، نتیجه می‌گیریم زیرساخت‌های استان اردبیل به‌صورت خوشه

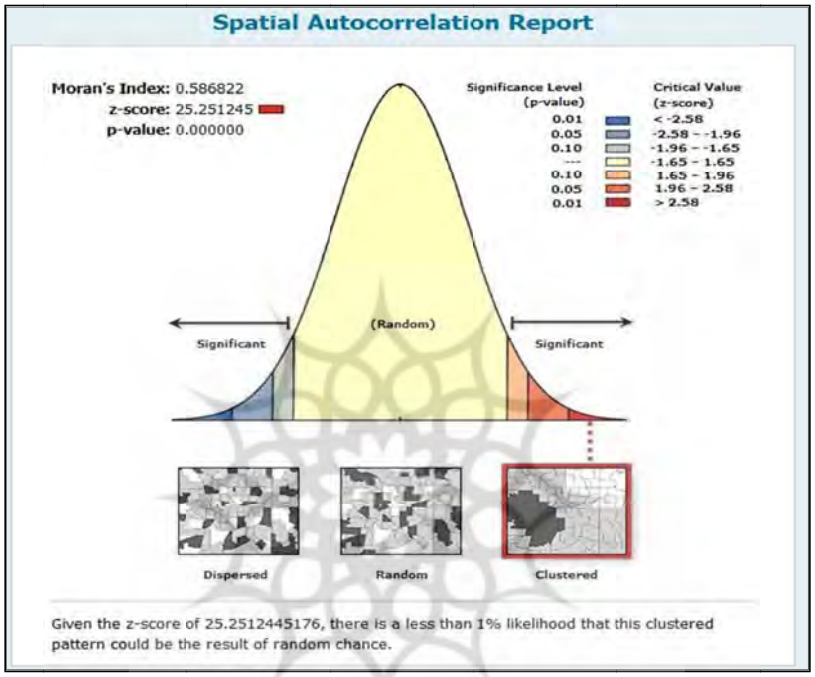
ای توزیع شده است. همچنین امتیاز استاندارد محاسبه‌شده برابر با ۱۰/۱۰۸۶۶۸۱- است که با توجه به P-Value نتیجه می‌گیریم این خوشه‌ای‌بودن پراکنش فضایی زیرساخت‌های استان اردبیل از نظر آماری معنادار است. به عبارت دیگر با توجه به مقدار P-Value می‌توان اظهار کرد که زیرساخت‌های مورد مطالعه در استان به‌صورت تصادفی توزیع نشده‌اند و به‌طور خوشه‌ای در فضا پراکنده شده‌اند. در کل با انجام این آزمون و تحلیل با اطمینان بیشتری می‌توان حکم به توزیع خوشه‌ای زیرساخت‌های استان اردبیل داد.



شکل ۶. نتایج آزمون متوسط نزدیک‌ترین همسایگی عناصر زیرساختی استان اردبیل

علاوه بر آزمون‌های متوسط نزدیک‌ترین همسایگی، آزمون خودهم‌بستگی فضایی و شاخص موران نیز دربارهٔ عناصر زیرساختی استان اردبیل محاسبه می‌شود. به طور کلی اگر مقدار شاخص موران نزدیک به عدد مثبت یک (۱+) باشد، داده‌ها دارای خودهم‌بستگی فضایی و دارای الگوی خوشه‌ای بوده و اگر مقدار شاخص موران نزدیک به عدد منفی یک (۱-) باشد، آنگاه داده‌ها ازهم‌گسسته و پراکنده هستند. البته این مقدار از نظر معناداری آماری سنجیده می‌شود. دربارهٔ این ابزار فرضیهٔ صفر آن است که «هیچ نوع خوشه‌بندی فضایی بین عناصر زیرساختی پهنهٔ استان اردبیل وجود ندارد». حال زمانی که مقدار P-Value بسیار کوچک و مقدار Z محاسبه‌شده (قدر

مطلق آن) بسیار بزرگ باشد، آنگاه می‌توان فرضیهٔ صفر را رد کرد. اگر مقدار شاخص موران بزرگ‌تر از صفر باشد، داده‌ها نوعی خوشه‌بندی فضایی را نشان می‌دهد. اگر مقدار شاخص کمتر از صفر باشد، الگوی عناصر زیرساختی پراکنده است.



شکل ۷. نتایج آزمون خودهم‌بستگی فضایی (شاخص موران) عناصر زیرساختی استان اردبیل

همان گونه که در شکل ۷ نشان داده شده است، شاخص موران برابر با ۰/۵۸٦۸۲۲ است و از آنجا که این مقدار مثبت و بیشتر از صفر است، می‌توان این نتیجه را گرفت که عناصر زیرساختی استان اردبیل خودهم‌بستگی فضایی دارند. بر اساس نتایج حاصله اگر قرار بود این عناصر زیرساختی به‌طور نرمال در پهنهٔ استان پخش شده باشد، شاخص برابر با ۰/۰۰۱۸۸۷- می‌شد. همچنین با توجه به بالابودن امتیاز استاندارد Z (برابر با۲۵/۲۵۱۲٤۵) و صفربودن مقدار P-Value می‌توان فرضیهٔ نبود خودهم‌بستگی فضایی بین عناصر زیرساختی را رد کرد و به وجود خودهم‌بستگی فضایی حکم کرد. در کل با انجام این آزمون با اطمینان بیشتری می‌توان حکم به

توزیع خوشه‌ای زیرساخت‌های استان اردبیل داد که این مسئله به دور از اصول و ملاحظات پدافند غیرعامل بوده و تشدیدکنندهٔ میزان آسیب‌پذیری مکانی زیرساخت‌ها در استان است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

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

نتایج به‌دست‌آمده از نقشهٔ پهنه‌بندی آسیب‌پذیری مکانی استان اردبیل و الگوی استقرار زیرساخت‌ها نشان می‌دهد که زیرساخت‌های استان اردبیل به‌صورت خوشه‌ای توزیع شده است و این خوشه‌ای‌بودنِ پراکنش فضایی زیرساخت‌ها در استان اردبیل، از نظر آماری معنادار است. توزیع فضایی این عناصر زیرساختی 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 استان اردبیل خودهم‌بستگی فضایی دارند؛ بنابراین می‌توان چنین استنباط کرد که اصل پراکندگی به‌عنوان یکی از اصول اساسی پدافند غیرعامل به‌خوبی در استان اردبیل رعایت نشده است.

در کل نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد ۷/۳۱ درصد از کل مساحت استان اردبیل از نظر پدافند غیرعامل جزء مناطق با آسیب‌پذیری بسیار زیاد، ۱۷/۷۲ درصد جزء مناطق با آسیب‌پذیری زیاد، ۲۵/۷۳ درصد جزء مناطق با آسیب‌پذیری متوسط، ۳۰/۳٤ درصد جزء مناطق با آسیب‌پذیری کم و درنهایت ۱۸/۹۰ درصد جزء مناطق با میزان آسیب‌پذیری خیلی‌کم در پهنهٔ استان اردبیل قرار دارند. همچنین در استان اردبیل چهار پهنهٔ آسیب‌پذیر عمده در شرایط تهدید صرف حملات موشکی شناسایی شدند؛ ازجمله بخش مرکزی استان اردبیل (امتداد شهرستان اردبیل و شهرستان نمین)، غرب استان (عمدتاً تمرکز در شهرستان مشکین‌شهر) و درنهایت بخش‌هایی از شمال و شمال شرقی و غربی استان اردبیل (امتداد شهرستان گرمی تا پارس‌آباد مغان و بخش‌هایی از اصلاندوز).

علت این مسئله وضعیت نامناسب استقرار زیرساخت‌ها در حوزه‌های نهادی مدیریتی، صنعتی و نظامی در این ناحیه‌هاست. این موضوع تا حدودی برخلاف اصول پدافند غیرعامل و آمایش دفاعی است و بایستی توجهات لازم برای کاهش آسیب‌پذیری این مراکز با توجه به تراکم زیرساخت‌ها در استان انجام شود. لذا پیشنهاد می‌شود:

– با ایجاد و توسعهٔ فضاهای امن در مراکز مهم، ایجاد مراکز مهم متعدد به‌جای مراکز حساس منفرد، اتخاذ اقداماتی به‌منظور کاهش آسیب ناشی از کاربری‌های خطرزا و افزایش میزان پراکنش مراکز مهم در سطح ناحیه‌ای به ارتقای امنیت استان در حملات نظامی که از موارد کلیدی در بحث آسیب‌رسانی و تهدید در پدافند غیرعامل به شمار می‌آید، توجه شود.

– ارزیابی آسیب‌پذیری صورت‌پذیرفته، بر مبنای آسیب‌پذیری مکانی زیرساخت‌های استان و قابلیت‌هایی است که سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی در اختیار کاربر قرار می‌دهد. با توجه به اینکه این ارزیابی تنها یکی از انواع آسیب‌پذیری‌ها را در بر می‌گیرد (آسیب‌پذیری شامل: کالبدی، ناشی از اندرکنش زیرساخت‌ها و...) توصیه می‌شود پژوهش‌های جداگانه‌ای برای ارزیابی آسیب‌پذیری زیرساخت‌ها با توجه به طیف تهدیدات محتمل در استان اردبیل انجام شود.

– تأکید بر مطالعه و بررسی عمیق آسیب‌پذیری‌های استان اردبیل در نقاط مرزی و تأسیسات مهم و حساس ازجمله نیروگاه، سدها و مخازن سوخت استان با توجه به استعداد آسیب‌پذیری این مراکز به‌دلیل برخوردارنبودن از عمق کافی سرزمینی.

– مطالعه و بررسی بستر سایبری استان و نحوهٔ استفادهٔ سازمان‌ها و ادارات و نیز ضریب نفوذپذیری و آسیب‌پذیری زیرساخت‌های فناوری اطلاعات استان درصورت بروز حملهٔ سایبری.

– بهره‌مندی از آمایش سرزمین مناسب و اصول دفاع غیرعامل با رعایت توزیع و پراکندگی موزون سرمایه‌ها در عرصه‌های امن جغرافیایی به‌منظور کاهش آسیب‌پذیری زیرساخت‌ها در آینده.

– استفاده از قابلیت‌های فوق‌العادهٔ تکنیک GIS و تحلیل شبکه در برنامه‌ریزی و پدافند غیرعامل به‌خصوص در امر استقرار کاربری‌ها (پناهگاه‌ها، مراکز امن و زیرساخت‌ها...) در جهت تعیین بهترین پهنه از نظر تهدید در طراحی مراکز حیاتی و حساس در استان اردبیل و سایر نقاط کشور ایران.

منابع

۱. 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، *دوفصلنامهٔ مدیریت بحران*، صفحات ۵-۱۷.

۲. امان‌پور، سعید؛ محمدی ده چشمه، مصطفی؛ علیزاده، مهدی (۱۳۹۵). ارزیابی آسیب‌پذیری زیرساخت‌های شهری کوهدشت با رویکرد پدافند غیرعامل، *فصلنامهٔ آمایش سرزمین*، دورهٔ هشتم، شمارهٔ اول، صفحات ۱۳۳-۱٥٤.

۳. افشار، احمد؛ ترمه‌چی، عاطفه؛ گلشن، عارفه؛ آقاییان، آزاده؛ شهریاری، حمیدرضا (۱۳۹٤). ارائهٔ یک مدل مفهومی جامع برای آسیب‌پذیری‌های سیستم کنترل واحدهای صنعتی و زیرساخت‌های حیاتی، *فصلنامهٔ پدافند غیرعامل*، سال ششم، شمارهٔ ٤، صفحات ۲۳-۳۱.

٤. پایگاه اطلاع‌رسانی سازمان زمین‌شناسی، اطلاعات زمین‌شناسی استان اردبیل (*www.gsi.ir*).

۵. پایگاه اطلاع‌رسانی شرکت آب منطقه‌ای استان اردبیل، موقعیت چاه‌های کیفی (*www.arrw.ir*).

٦. پایگاه اطلاع‌رسانی سازمان حفاظت محیط‌زیست، قوانین و مقررات محیط‌زیست (*www.doe.ir*).

۷. حنفی، علی و موسوی، میرنجف (۱۳۹۲). مکان‌یابی مراکز حساس و مهم نظامی در مناطق مرزی ایران و ترکیه با توجه به شاخص‌های هیدروژئومورفوکلیمایی با رویکرد پدافند غیرعامل، *فصلنامهٔ مدیریت نظامی*، شمارهٔ ۱۳، صفحات ٤۵-۷۲.

۸. حسینی، سیدهادی و صدیقی، ابوالفضل (۱۳۹۳). تحلیلی بر آمایش فضایی مکانی فضاهای درمانی مشهد با رویکرد پدافند غیرعامل، *فصلنامهٔ آمایش سرزمین*، شمارهٔ ۲، صفحات ۳۳۵-۳٦۱.

۹. حسینی امینی، حسن وپریزادی، طاهر (۱۳۸۹). *مفاهیم بنیادی در پدافند غیرعامل با تأکید بر شهر و ناحیه*، تهران: انتشارات مؤسسه اندیشهٔ کهن‌پرداز.

۱۰. جلالی فراهانی، غلامرضا (۱۳۹۱). *چهار گفتار در باب پدافند غیرعامل*، تهران: انتشارات نقش یاس.

۱۱. دانشور، مهدی (۱۳۹۱). ارزیابی توان‌های توپوگرافی در تدوین راهبردهای بهینه پدافند غیرعامل برای شهرهای مرزی (شهر زاوین) ، *همایش ملی شهرهای مرزی و امنیت*، صفحات ۱۲۰۲-۱۲۱۷.

۱۲. روستایی، شهرام؛ فخری، سیروس؛ فتحی، محمدحسین (۱۳۹۲). تحلیل ژئومورفولوژیکی مکان‌گزینی مراکز نظامی (دامنه‌های غربی سهند)، *پژوهش‌های جغرافیایی انسانی*، شمارهٔ ۳، صفحات ۲۰۹-۲۲۸.

۱۳. سیدین، افشار (۱۳۹۳). *بررسی آسیب‌پذیری شهر با رویکرد پدافند غیرعامل (مطالعه موردی شهر اردبیل)*، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، رشته جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه محقق اردبیلی.

۱٤. شیعه، اسماعیل؛ انام‌پور، محمد؛ حسین‌پور، هاله (۱۳۸٦). پدافند غیرعامل برای مراکز حساس در مقیاس ناحیه‌ای، *سومین کنفرانس بین‌المللی مدیریت بحران در حوادث غیرمترقبه*، تهران.

۱۵. صارمی، حمیدرضا و حسینی امینی، حسن (۱۳۹۰). حفاظت از تأسیسات و تجهیزات شهری با استفادهٔ بهینه از محیط طبیعی درون‌شهری با رویکرد پدافند غیرعامل (نمونه موردی شهر بروجرد)، *فصلنامهٔ مطالعات مدیریت شهری*، شمارهٔ ٦، صفحات ۵۲-٦۷.

۱٦. فخری، سیروس؛ مقیمی، ابراهیم ؛ بیقلو، جعفر (۱۳۹۲). تأثیر عوامل ژئومورفولوژیکی و اقلیمی زاگرس جنوبی در شمال تنگه هرمز بر دفاع غیرعامل (با تأکید بر مکان‌یابی مراکز حساس و مهم) ، *پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی*، شمارهٔ ۲، صفحات ۸۱-۹۸.

۱۷. فرزام شاد، مصطفی (۱۳۸٦). *مبانی نظری معماری در دفاع غیرعامل*، تهران: انتشارات جهان جام جم.

۱۸. موحدی‌نیا، جعفر (۱۳۸٦). *اصول و مبانی پدافند غیرعامل*، تهران: انتشارات دانشگاه مالک اشتر.

۱۹. مشهدی، حسن وامینی ورکی، سعید (۱۳۹٤). تدوین و ارائهٔ الگوی ارزیابی آسیب‌پذیری و تحلیل خطرپذیری زیرساخت‌های حیاتی، *فصلنامهٔ مدیریت بحران*، شمارهٔ ۷، صفحات ٦۹-۸۵.

۲۰. نورالهی، هانیه؛ برزگر، اکرم؛ آبادیان، فرشید؛ سلیمانی، عاطفه (۱۳۹٤). ارائهٔ الگوی ارزیابی خطرپذیری ریسک بر اساس تلفیق رویکردهای عملکردی و آمایشی در زیرساخت‌های حیاتی، *فصلنامهٔ علمی پژوهشی مدیریت بحران*، شمارهٔ ۷، صفحات ٤۷-۵٦.

۲۱. وزارت نیرو، قانون سازمان برق ایران (۱۳۹٤). *حریم خطوط هوایی انتقال و توزیع نیروی برق*، تصویب‌نامهٔ شمارهٔ ۹۳/۱۷۸۱٤/۳۰/۱۰۰ هیئت‌وزیران.

۲۲. وزارت صنایع و معادن (۱۳۹۰). دستورالعمل مادهٔ ۳ ضوابط و معیارهای استقرار صنایع، تصویب‌نامهٔ شمارهٔ ۷۸۹٤٦/ت ۳۹۱۲۷ ه مورخ ۱۳۹۰/٤/۱۵ هیئت‌وزیران.

۲۳. هاشمی فشارکی، جواد و شکیبامنش، امیر (۱۳۹۰). طراحی شهری از منظر دفاع غیرعامل، تهران: انتشارات بوستان حمید.

۲٤. یزدانی، محمدحسن؛ سیدین، افشار؛ پارسای مقدم، مهدی (۱۳۹٤). *کاربرد پدافند غیرعامل در برنامه‌ریزی شهری*، اردبیل: انتشارات محقق اردبیلی.

25. Diego F. Rueda & Eusebi Calle (2017). Using interdependency matrices to mitigate targeted attacks on interdependent networks: A case study involving a power grid and backbone telecommunications networks, *International Journal of Critical Infrastructure Protection*, Volume 16: 3-12
26. Favier, P. Bertrand, D., Eckert, N., Naaim, M (2012). Optimal de sigh of defense structures using reliability, *Journalese fiabilitedes matrix structures*.
27. Hausken, K. Levitin, G (2011). Active vs. passive defense against a strategic attacke, *World scientific*, 13(1) 1-12.
28. Jonas Johansson, Henrik Hassel, Enrico Zio (2013). Reliability and vulnerability analyses of critical infrastructures: Comparing two approaches in the context of power systems, *Reliability Engineering & System Safety*, 120, 27-38
29. Richard White, Terrance Boult, Edward Chow (2014). A computational asset vulnerability model for the strategic protection of the critical infrastructure, *International Journal of Critical Infrastructure Protection*, 7(3) 167-177.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی