20.1001.1.28212606.1403.7.4.4.8

فصلنامهٔ آماد و فناوری دفاعی، سال هفتم، شماره ۴ (پیاپی ۲۴)، زمستان ۱۴۰۳

مکان‌یابی مخازن سوخت به روش تاپسیس در یکی از سازمان‌های دولتی (مطالعه موردی استان فارس)

قاسم شاهسونی*[۱]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۴/۲۴ پذیرش مقاله: ۱۴۰۳/۰۷/۱۹

چکیده

موضوع مکان‌یابی مناطق استراتژیک از مسائل مطرح در حوزه‌ی آماد و پشتیبانی شرایط بحران است؛ زیرا بدین وسیله می‌توان با داشتن دو امتیاز «سرعت واکنش» و «انعطاف‌پذیری» صدمات ناشی از تغییرات ناگهانی میزان تقاضا را در زمان بروز یک بحران تا حد زیادی کاهش داد. در این راستا جهت مکان‌یابی یک مخزن سوخت استراتژیک با توجه به معیارهای «عوامل طبیعی»، «عوامل انسان ساخت» و «اصول پدافند غیرعامل» و با لحاظ زیرمعیارهایی نظیر «هیدرولوژی»، «مورفولوژی»، «فاصله از خطوط ارتباط» و «اختفا» می‌توان از میان چندین گزینه در هر منطقه بهینه‌ترین مکان را انتخاب کرد. در این پژوهش تلاش بر این است با بهره‌گیری از نظر خبرگان به وسیله‌ی پرسش‌نامه و روش بهترین–بدترین، وزن معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌های مرتبط با مکان‌یابی مخزن سوخت استراتژیک تعیین شود و در ادامه به کمک روش تاپسیس (یک روش تصمیم‌گیری چندشاخصه)، نسبت به اولویت‌بندی گزینه‌های موجود اقدام گردد. نوآوری این پژوهش، مکان‌یابی یک مخزن سوخت استراتژیک از دیدگاه امنیتی و پدافندی است. هدف اصلی پژوهش حاضر، انتخاب یک مکان کاملاً بهینه از هر نظر جهت احداث مخزن سوخت استراتژیک در منطقه‌ی مطالعاتی پژوهش(استان فارس) است. در این پژوهش با توجه به پایین بودن نرخ ناسازگاری ماتریس‌های مقایسات زوجی حاصله از نظر خبرگان می‌توان نتیجه گرفت که میان نظرات موجود تعارض بیش از حدی وجود ندارد؛ لذا با تعیین اوزان مربوط به معیارها، گزینه‌های موجود با روش تاپسیس اولویت‌بندی شدند و مشخص شد که نقطه کاندید «نزدیک شهر سورمق»، بهترین مکان جهت احداث مرکز سوخت استراتژیک است.

واژگان کلیدی: مکان‌یابی، بحران، لجستیک، روش بهترین–بدترین، تاپسیس.

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع،دانشگاه آزاد اسلامی واحد سیرجان،ایران رایانامه: *gh.shahsavani888@gmail.com*

۱. مقدمه

به سعی و تلاش جهت انتخاب بهترین مکان برای انجام یک فعالیت که بتواند با استفاده از امکانات مادی و معنوی موجود، بیشترین بهره‌وری را در راستای اهداف از پیش تعیین‌شده، تأمین کند، «مکان‌یابی» می‌گویند. به‌عبارت دیگر، یافتن محل مناسب برای یک مرکز دفاعی، تأسیسات خاص، منطقه صنعتی و... به شکلی که پارامترهای مختلفی همچون شکل منطقه، فاصله از راه‌های اصلی، فاصله از مراکز جمعیتی و... با وزن‌های مختلف در یافتن آن تأثیر داشته باشند را مکان‌یابی می‌نامند.

زندگی بشریت از دیرباز با حوادث گوناگون آمیخته بوده است. بروز حوادث مختلف پیامدهای گوناگون و غالباً منفی برای انسان داشته است و اغلب پس از بروز حوادث، بحران‌هایی نیز در سطح زندگی انسان ظهور یافته است. انسان‌ها نیز با گذر زمان و کسب تجربه از شرایط گوناگون دریافته‌اند که تنها راه برون‌رفت از یک شرایط بحرانی مدیریت آن بحران می‌باشد. در این راستا اقدامات گوناگونی جهت تقلیل خسارات احتمالی و ایجاد آمادگی و تدارکات لازم طراحی شده و می‌شود. سیستم مدیریت بحران به چهار زیرسیستم فرماندهی، عملیات، اطلاعات و لجستیک (آماد و پشتیبانی) تقسیم‌بندی می‌شود. سیستم آماد و پشتیبانی در شرایط بحران باید دارای دو فاکتور «سرعت واکنش» و «انعطاف‌پذیری» باشد تا بتواند در شرایط اضطرار کارآمد باقی بماند. درصورتی‌که سیستم آماد و پشتیبانی فاقد دو فاکتور ذکر شده باشد، به سیستم آماد و پشتیبانی سنتی تبدیل می‌شود (دارابی، ۱۳۹۰: ۶).

مکان‌یابی ذخایر سوخت استراتژیک در شرایط بحرانی یک چالش اساسی است که اهمیت امنیتی دارد. این مقاله به بررسی نیاز به مکان‌یابی ذخایر سوخت استراتژیک در شرایط بحرانی، ازجمله وقوع جنگ، بلایای طبیعی شدید و حوادث غیرمنتظره، می‌پردازد. تاکنون روش‌های منسجم جهت مکان‌یابی ذخایر سوخت استراتژیک با در نظر گرفتن دیدگاه‌های امنیتی و پدافندی ارائه نشده است. این موضوع به‌خصوص برای یگان‌های نظامی و سازمان‌های حکومتی اهمیت بسیاری دارد. عدم روش‌های تصمیم‌گیری مناسب

در مکان‌یابی ذخایر سوخت استراتژیک می‌تواند به کاهش عملکرد و کارایی در شرایط بحرانی منجر شود.

مکان‌یابی ذخایر سوخت استراتژیک در مدیریت بحران‌ها و آمادگی برای شرایط اضطراری نقش مهمی ایفا می‌کند. طراحی و اجرای سیستم‌های آماد و پشتیبانی با سرعت واکنش و انعطاف‌پذیری می‌تواند به مدیریت بحران‌ها و کاهش خسارات جهت دهد. همچنین، مکان‌یابی مناسب ذخایر سوخت استراتژیک با استفاده از روش تاپسیس[1] به بهبود آمادگی و پشتیبانی در شرایط بحرانی کمک می‌کند. این مقاله به آمادگی و مدیریت بحران‌ها از طریق مکان‌یابی مناسب ذخایر سوخت استراتژیک توجه می‌کند و اهمیت این مسئله را مورد تأکید قرار می‌دهد.

۲. مبانی نظری و پیشینه‌شناسی تحقیق

۲-۱. پیشینه‌شناسی تحقیق

«سعیدی» و همکارانش مقاله‌ای مشترک با عنوان «ملاحظات پدافند غیرعامل در مکان‌یابی مخازن ذخیره سوخت (مطالعه موردی مخازن سوخت شهران)» (۱۳۹۵) برای دومین همایش ملی آتش نشانی و ایمنی شهری ارائه کردند. نویسندگان در این مقاله با استفاده از تجارب خبرگان و روش دلفی، معیارها و شاخص‌های مربوط به مکان‌یابی مخازن ذخیره سوخت را مطرح کرده و بر اساس آن‌ها مخزن سوخت شمال تهران(شهران) را به‌عنوان مطالعه موردی، مورد بررسی و سنجش قرار داده‌اند.

«وانگ» و همکاران[2] مقاله مشترکی تحت عنوان «انتخاب یک بندر کروز مکالمه با استفاده از روش فازی-AHP: مطالعه موردی در شرق آسیا» (۲۰۱۴) در نشریه مدیریت گردشگری چاپ کرده‌اند. آن‌ها هدف اصلی پژوهش خود را شناسایی و رتبه‌بندی عوامل اصلی ترغیب خطوط کشتی‌های کروز تفریحی برای انتخاب بنادر خاص (با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی فازی) و ارائه اطلاعاتی به اپراتورهای بندری قرار داده‌اند. با این

1. TOPSIS
2. Ying Wang

کار این اپراتورها قادر خواهند بود تا ضمن بهبود استراتژی‌های مدیریتی خود، کشتی‌های تفریحی بیشتری را جذب کنند و از این طریق درآمد خود را افزایش دهند.

«کورت»[1] پژوهشی تحت عنوان «تاپسیس فازی و الگوریتم انتگرال فازی تعمیم‌یافته برای انتخاب سایت نیروگاه هسته‌ای–مطالعه موردی ترکیه» (۲۰۱۴) انجام داده است. او در این تحقیق با در نظر گرفتن معیارهای زمین‌شناسی، ظرفیت آب خنک‌کننده، عوامل اجتماعی، حمل‌ونقل و گردشگری در جهت مکان‌یابی سایت نیروگاه هسته‌ای، با استفاده از ترکیب تاپسیس فازی و الگوریتم انتگرال فازی تعمیم‌یافته نشان داد بهینه‌ترین مکان جهت احداث سایت هسته‌ای در نزدیکی فانوس اینسبورن واقع در استان سینوپ ترکیه است.

«گو و ژائو»[2] در پژوهشی با عنوان «انتخاب مکان بهینه ایستگاه شارژ خودروی الکتریکی با استفاده از تاپسیس فازی بر اساس دیدگاه پایداری» (۲۰۱۵)، به معرفی سه معیار محیطی، اقتصادی و اجتماعی و یازده زیرمعیار مرتبط با استفاده از نظر پنج خبره نسبت به وزن‌دهی به معیارها و زیرمعیارها اقدام کرده‌اند. در ادامه نیز با رویکرد فازی و استفاده از روش تاپسیس فازی به انتخاب بهینه‌ترین نقطه جهت احداث ایستگاه شارژ خودروی الکتریکی پرداختند.

«صالح و عبدالله»[3] در پژوهش خود تحت عنوان «تکنیک تعیین بهترین سایت برای ساختمان‌های مسکونی شهری با استفاده از BWM و تاپسیس فازی» (۲۰۲۱) که در مجله مهندسی و توسعه پایدار چاپ شده، به بررسی انتخاب مکان مناسب برای ساختمان‌های مسکونی شهری به‌عنوان یک چالش تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌پردازند. این مطالعه از داده‌های جمع‌آوری‌شده از شبکه‌های موبایل و نرم‌افزار Google Maps بر روی گوشی‌های هوشمند با استفاده از GPS برای مختصات موقعیت جغرافیایی استفاده می‌کند. عوامل مؤثر بر تعیین مکان مناسب بر اساس مطالعات قبلی تعیین می‌شوند. از روش بهترین–بدترین[4] برای محاسبه وزن معیارها استفاده می‌شود و سپس از روش تاپسیس

1. kurt
2. Gu& Zhao
3. Saleh & Abdullah
4. Best-Worst Method

فازی در یک محیط فازی برای رتبه‌بندی مکان‌های مختلف با استفاده از معیارهای وزن‌دار به منظور انتخاب بهترین مکان از میان مجموعه گزینه‌ها استفاده می‌شود. به پژوهش‌های حوزه نظامی در مورد مکان‌یابی در جدول (۱) اشاره شده است.

جدول شماره ۱. مروری بر مطالعات

کشور/سال چاپ	محقق و موضوع	نتایج	اهداف
ج.ا.ایران/ ۱۳۹۰	امانت ایزدی و سلطانی‌زاده/ مکان‌یابی مخازن استراتژیک سوخت در استان یزد با استفاده از آمایش جغرافیایی	انتخاب مخازن سوخت استراتژیک به‌عنوان اماکن خدمات اساسی از نظر جانمایی نظامی با استفاده از روش دلفی	– جلوگیری از بروز حوادث و بحران‌های عظیم امنیتی، زیست‌محیطی و بحران‌های ملی. – گام نهادن در راستای توسعه پایدار و بهره‌وری مطلوب از سرزمین در چهارچوب منافع ملی.
ج.ا.ایران/ ۱۳۹۶	فرهاد حسینعلی و پدرام ناظری/ مکان‌یابی تأسیسات نظامی با رویکرد پدافند غیرعامل (مطالعه موردی: استان مازندران)	مکان‌یابی صحیح تجهیزات و تأسیسات نظامی و اتخاذ تمهیدات مختلف در حفظ و حراست از آن‌ها و مطلوبیت مکان انتخابی در مقاله با توجه به اهداف	– یافتن مکانی مناسب برای تأسیسات و تجهیزات نظامی با در نظر گرفتن جنبه‌های ایمنی نظامی و پدافندی.
ج.ا.ایران/ ۱۳۹۷	پودینه و همکاران/ مکان‌یابی تأسیسات و تجهیزات نظامی بر اساس عناصر محیطی (مطالعه موردی: سواحل دریای عمان)	نتایج واکاوی داده‌ها نشان داد که شرایط مناسب مکان گزینی در نیمه غربی منطقه (مورد مطالعه منطقه ساحلی استان سیستان و بلوچستان) مساحت بیشتری را نسبت به نیمه	– انتخاب محل استقرار پروژه‌ها اعم از نظامی و غیرنظامی. – بررسی ملاحظات دفاعی و امنیتی در کنار دیگر ملاحظات از قبیل اقتصادی، فنی، فرهنگی، اجتماعی و کاربردی جهت اجرا و

		شرقی منطقه شامل می‌شود؛ لذا از شرایط مناسب‌تری برخوردار است. همچنین پراکنش مناطق مساعد برای مکان‌گزینی مراکز حساس و مهم در نیمه جنوبی منطقه از مناطق شمالی بیشتر است.	هدایت طرح‌های مرتبط با استتار و اختفا و فریب.
ج.ا.ایران/ ۱۳۹۷	جعفرزاده و همکاران/ مکان‌یابی پادگان نظامی در شهر اردبیل با رویکرد پدافند غیرعامل (با استفاده از تلفیق سنجش از دور، GIS و روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره)	با استفاده از سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی، سنجش از دور و مدل تحلیل شبکه‌ای، می‌توان مکان‌های مناسب برای قرار دادن پادگان نظامی را در شهرستان اردبیل تعیین کرد. از معیارهای مناسب برای مکان‌یابی استفاده شده است و به کمک روش‌های تحلیلی وزن‌دهی به این معیارها، پهنه‌های مناسب برای ایجاد پادگان نظامی تعیین شده‌اند.	– تعیین مکان بهینه برای پادگان نظامی در شهرستان اردبیل. – تأمین امنیت مکانی و عملکرد مأموریت‌های نظامی.
ج.ا.ایران/ ۱۳۹۹	سلیمانی کوشکی و همکاران/ مکان‌یابی پادگان نظامی با رویکرد اقلیمی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP) (مطالعه موردی: استان آذربایجان	در میان عوامل مؤثر در مکان‌یابی پادگان نظامی، عوامل اقلیمی بیشترین اهمیت را دارند. همچنین نتایج مقاله می‌تواند به تصمیم‌گیران و مسئولان نظامی کمک کند تا با	–مکان‌یابی مناسب و بهینه برای پادگان نظامی در استان آذربایجان شرقی با رویکرد اقلیمی. – بررسی تأثیر عوامل اقلیمی و محیطی بر مکان‌یابی پادگان نظامی.

	شرقی)	توجه به شرایط اقلیمی مکان‌های مناسب به‌عنوان بهترین مکان‌های جانمایی پادگان نظامی را تعیین کنند.	
چین/ ۲۰۱۱	شینژن و همکاران/ تحقیقات بهینه در مورد انتخاب مکان برای ایستگاه حمل‌ونقل کانتینری نظامی	ارزیابی فازی جامع می‌تواند به‌عنوان یک ابزار مؤثر جهت تصمیم‌گیری در مورد مکان‌یابی ایستگاه‌های نقل‌وانتقال کانتینر نظامی مورد استفاده قرار گیرد. این ابزار می‌تواند به برنامه‌ریزی و ساخت کامل ایستگاه‌های نقل‌وانتقال نظامی کمک کند. همچنین مقاله تأکید دارد که در عمل، باید به وضعیت و شرایط واقعی منطقه پشتیبانی توجه داشته و نیازهای پشتیبانی در زمان جنگ را به دقت در نظر گرفت تا به نتایج مطلوب برسیم.	تبیین فرایند تصمیم‌گیری در مورد انتخاب مکان برای ایستگاه‌های نقل‌وانتقال کانتینر نظامی با استفاده از تحلیل سلسله‌مراتبی و تئوری فازی.
ترکیه/ ۲۰۱۸	سنار اوغلو و همکاران/انتخاب مکان فرودگاه نظامی به روش AHP یکپارچه و PROMETHEE VIKOR	از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره می‌توان با موفقیت برای مسائل انتخاب مکان و تصمیم‌گیری چندمعیاره با تعداد محدودی از گزینه‌ها استفاده کرد.	هدف اصلی ارائه و تحلیل انتخاب مکان برای یک فرودگاه نظامی با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است. مقاله تلاش می‌کند تا بهترین مکان بین مکان‌های کاندیدا را شناسایی

			کند. هفت معیار اصلی و سی‌وسه معیار فرعی برای ارزیابی مکان‌های جایگزین با توجه به نیازهای یک فرودگاه نظامی و تأثیرات زیست‌محیطی و اجتماعی آن شناسایی شده‌اند.

تاکنون مطالعات متعددی در خصوص مهارت‌های ارتباطی بین مدیران سازمان‌های مختلف کشور انجام شده است. با مروری بر پژوهش‌های پیشین مشاهده می‌شود که در خصوص موضوع این مقاله کمتر به نقش و چگونگی تأثیر رابطه مهارت‌های ارتباطی مدیران با مؤلفه ظرفیت‌شناختی آنان در عملکرد موفقیت‌آمیز سازمان‌ها و مراکز آموزشی به‌ویژه سازمان‌های نظامی و انتظامی پرداخته شده است. ازاین‌رو، موضوع پژوهش حاضر از تازگی و بداعت برخوردار است.

۲-۲. اهمیت و ضرورت تحقیق

با بررسی پژوهش‌های انجام‌شده در حوزه مکان‌یابی درمی‌یابیم که تاکنون به موضوع مکان‌یابی ذخایر استراتژیک سوخت برای شرایط بحرانی اعم از وقوع جنگ، بلایای طبیعی شدید و... پرداخته نشده است. این موضوع به‌خصوص برای یگان‌های نظامی که باید از آمادگی رویارویی با هر شرایطی را داشته باشند و نقطه اتکایی برای سایر بخش‌های حاکمیتی باشند، حائز اهمیت فراوانی است.

همچنین تاکنون روش منسجمی جهت مکان‌یابی ذخایر سوخت با توجه به دیدگاه‌های امنیتی و پدافندی صورت نگرفته؛ درنتیجه یکی از خلأهای این حوزه، عدم روشی برای شناسایی معیارهای مناسب (امنیتی، پدافندی، لجستیکی در کنار سایر معیارهای جغرافیایی، زیست‌محیطی، اقتصادی) جهت مکان‌یابی ذخایر سوخت و اولویت‌بندی این معیارها است که به تصمیم‌گیری در زمینه انتخاب مکان مناسب برای منابع سوختی استراتژیک کمک شایانی خواهد کرد. تعریف یک روش منسجم برای مکان‌یابی مخازن سوخت استراتژیک

نه‌تنها می‌تواند توسط سایر ارگان‌های دولتی نیز مورد استفاده قرار بگیرد، بلکه در مکان‌یابی سایر اماکن حساس و استراتژیک نیز کارآمد است.

فقدان چنین مخازنی با ذخایر قابل‌توجه سوخت در شرایط بحران در عمل کلیه نقل و انتقالات را زمین‌گیر نموده و کارایی آن‌ها را به‌شدت کاهش می‌دهد؛ لذا انجام این تحقیق به شناسایی مهم‌ترین معیارها برای مکان‌یابی مخازن سوخت و اولویت‌بندی آن‌ها منجر می‌شود. با مشخص شدن این معیارها و میزان اهمیت هر یک، می‌توان هنگام جانمایی مخازن سوخت، مجموعه‌ای از نقاط مناسب شناسایی‌شده را با یکدیگر به‌درستی مقایسه نمود و درنهایت بهترین نقطه را انتخاب کرد.

در صورت عدم شناسایی این معیارها و رتبه‌بندی آن‌ها، مکان‌یابی ممکن است بر اساس معیارهایی صورت پذیرد که اهمیت چندانی نداشته و موارد بسیار مهم از دید مجریان طرح پنهان باقی بماند و در نهایت کشور در شرایط بحران یا مشکل جدی قرار خواهد گرفت.

۳-۲. مبانی نظری

۱-۳-۲. عوامل مؤثر بر مکان‌یابی مخازن سوخت استراتژیک

انتخاب یک مکان مناسب با کاربری استراتژیک در سطح کشور، یکی از گام‌های اساسی جهت مدیریت بحران است. انجام این امر، نیازمند بررسی مکان از دیدگاه‌های مختلف است. با توجه به این‌که مکان‌یابی به داده و اطلاعات مناسب با حجم بالا نیاز دارد، حجم بزرگی از اطلاعات جزئی برای معرفی مکان‌های گوناگون باید جمع‌آوری و ترکیب شوند تا پس از ارزیابی، تصمیم‌گیری مناسبی در خصوص آن صورت پذیرد. ازاین‌رو، برای مکان‌یابی ذخایر سوخت استراتژیک به سه معیار اصلی(عوامل طبیعی، عوامل انسان‌ساخت و پدافند غیرعامل) و سیزده زیرمعیار پرداختیم. در قسمت ذیل به آن‌ها اشاره می‌گردد.

۱-۱-۳-۲. عوامل طبیعی

اولین زیر معیار عوامل طبیعی، هیدرولوژی است. هیدرولوژی، علمی است که به بررسی حوزه‌های آبگیر و ارتباط اراضی با شبکه هیدروگرافی حوزه‌های مذکور در مناطق

می‌پردازد (پورمحمد، ۱۳۸۷). هیدرولوژی از عوامل مؤثر در شکل‌گیری سفره‌های آب زیرزمینی است؛ لذا میزان هیدرولوژی با سطح سفره آب زیرزمینی ارتباط مستقیم دارد (حسینی و همکاران، ۱۳۹۸). انجام ساخت‌وساز می‌تواند موجب کاهش نفوذپذیری آب و به خطر افتادن جریان‌های آب زیرزمینی شود.

دومین زیرمعیار مهم در بخش عوامل طبیعی، مورفولوژی است. مورفولوژی به معنای شکل ظاهری زمین است. در بحث تاکتیکی عملیات نظامی، اشکال زمین در مناطق مختلف، مؤلفه‌ای اصلی برای اجرای اقدامات پدافندی است. در حقیقت تأثیر اشکال زمین در جنگ‌ها از سایر عوامل نظیر تسهیلات و دیگر اقلام پشتیبانی بیشتر است (مقیمی و همکاران، ۱۳۹۱).

سومین زیر معیار قابل توجه در حوزه عوامل طبیعی، زمین‌شناسی است. هرگونه ساخت‌وساز و طرح عمرانی در ج.ا.ایران (به‌عنوان یک کشور زلزله‌خیز) به بررسی گسل‌های زمین در آن منطقه نیاز دارد (صاحبی، ۱۳۹۲).

چهارمین شاخصه‌ای که باید مورد بررسی واقع شود، کاربری اراضی است. به‌طور کلی، کاربری اراضی زمین در دشت‌ها به پنج مورد زراعی(کشاورزی)، پوشش درختی، مرتع، تاغزار و بایر تقسیم‌بندی می‌شود (وحدت‌خواه و همکاران، ۱۳۹۲).

۲-۱-۳-۲. دسترسی به عوامل انسان‌ساخت

یکی از معیارهای مهم در حوزه‌ی مکان‌یابی پایگاه‌های مدیریت بحران، میزان سطح دسترسی به شبکه ارتباطی است (رجبی و گندمی، ۱۳۹۵). زیرمعیارهای اصلی عوامل انسان‌ساخت در مکان‌یابی با لحاظ اصول پدافند غیرعامل عبارت‌اند از:

- ❖ فاصله از نقاط شهری،
- ❖ فاصله از راه‌های ارتباطی،
- 🗀 فاصله از دالان‌های هوایی (رحمتی‌نیا و مختاری، ۱۴۰۰).

۳-۱-۳-۲. پدافند غیرعامل

پدافند غیرعامل، یکی از جنبه‌های حیاتی در امنیت و پدافند کشور است؛ اجرای صحیح

این اصول و مباحث باعث تقویت مقاومت و مقابله با تهدیدات در شرایط بحرانی می‌شود. در مکان‌یابی یک کاربری استراتژیک باید اصل پدافند غیرعامل در نظر گرفته شود تا در صورت بروز بحران جنگ برای کشور، با توجه به حیاتی و مهم بودن مناطق استراتژیک، صدمات وارده احتمالی به حداقل رسانده شود. پیاده‌سازی پدافند غیرعامل در گرو هفت شاخص کلیدی و مهم است. این مفاهیم شامل «اختفا»[1] «پوشش»[2] «تفرقه»[3] «فریب»[4] «پراکندگی»[5] «اعلام خطر»[6] و «مقاوم‌سازی»[7] هستند و به انواع مختلفی از محافظت و مقاوم‌سازی نیروها و تجهیزات نسبت به تهدیدات و خسارات احتمالی اشاره می‌کنند (خاکپور و همکاران، ۱۳۹۲). در قسمت ذیل به تعریف هرکدام می‌پردازیم:

۱. **اختفا**: حفاظت تجهیزات، تأسیسات و نیروی انسانی از دید دشمن را اختفا می‌گویند. برای اختفا روش‌های گوناگونی وجود دارد.

۲. **پوشش**: به حفاظت از تجهیزات، تأسیسات و نیروی انسانی در برابر دید و تیر دشمن، پوشش می‌گویند.

۳. **تفرقه**: جداسازی و گسترش نیروی انسانی و تجهیزات از مقر اصلی به منظور کاهش صدمات و خسارات و خارج شدن از برد تسلیحات دشمن را تفرقه می‌گویند. این امر نباید باعث توقف کامل فعالیت‌ها گردد.

۴. **فریب**: کلیه‌ی اقدامات حیله‌گرانه‌ای که موجب گمراهی و برآورد اشتباه دشمن نسبت به عوامل خودی می‌شود را فریب می‌گویند.

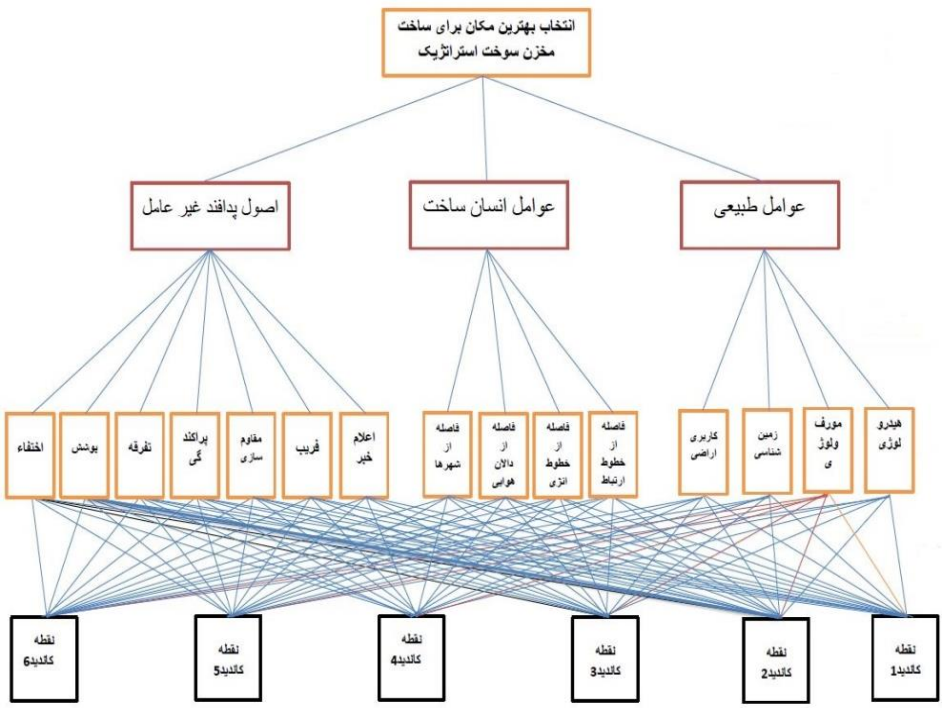
۵. **پراکندگی**: تمرکززدایی و پراکنده‌سازی تجهیزات، تأسیسات و نیروی انسانی خودی به منظور تقلیل آسیب‌های ناشی از عملیات احتمالی دشمن را پراکندگی می‌گویند.

۶. **اعلام خطر**: ایجاد آگاهی و اعلام هشدار به نیروهای خودی مبنی بر قریب‌الوقوع بودن

1. Conceament
2. Cover
3. Seperation
4. Deception
5. Dispersion
6. Early Warning
7. Fortification

عملیات تعرضی دشمن را اعلام خطر می‌گویند. اعلام خطر به وسیله‌ی رادار، دیده‌بانی بصری، آژیر، بلندگو و پیام هشداردهنده قابل انجام است.

۷. مقاوم‌سازی: احداث هرگونه استحکامات جهت خنثی‌سازی نسبی صدمات ناشی از حملات توپخانه‌ای، موشکی و... به تأسیسات و اشخاص را مقاوم‌سازی می‌گویند.



شکل شماره ۱. شمای کلی معیارها و زیرمعیارها

۲-۳-۲. معرفی مختصر معیارها و زیرمعیارها

۱) هیدرولوژی: میزان نفوذپذیری آب در زمین؛ معیار منفی و کمّی.

۲) مورفولوژی: شکل زمین؛ معیار مثبت و کمّی.

۳) زمین‌شناسی: شناسایی و بررسی فاصله گسل‌های نزدیک به محل احداث؛ معیار مثبت و کمّی.

۴) کاربری اراضی: همگرایی مخزن سوخت با کاربری زمین؛ معیار مثبت و کیفی.

۵) فاصله از خطوط ارتباطی: میزان فاصله از خطوط جاده‌ای؛ معیار منفی و کمّی.

۶) فاصله از دالان هوایی: میزان فاصله از خطوط هوایی مرسوم؛ معیار مثبت و کمّی.

۷) فاصله از خطوط انرژی: میزان فاصله از خطوط انتقال آب، برق، گاز؛ معیار مثبت و کمّی.

۸) فاصله از شهرها: میزان فاصله از مناطق دارای تراکم جمعیتی بالا؛ معیار مثبت و کمّی.

۹) اختفا: حفاظت تجهیزات، تأسیسات و نیروی انسانی از دید دشمن؛ معیار مثبت و کیفی.

۱۰) پوشش: حفاظت تجهیزات، تأسیسات و نیروی انسانی از دید و تیر دشمن؛ معیار مثبت و کیفی.

۱۱) تفرقه: تفرقه نیروی انسانی و تجهیزات نسبت به مقر اصلی و خروج آن‌ها از برد تسلیحاتی دشمن؛ معیار مثبت و کیفی.

۱۲) مقاوم‌سازی: احداث استحکامات در جهت تقلیل خسارات احتمالی ناشی از حمله دشمن؛ معیار مثبت و کیفی.

۱۳) پراکندگی: تمرکززدایی تجهیزات و نیروی انسانی در جهت تقلیل خسارات ناشی از حمله احتمالی دشمن؛ معیار مثبت و کیفی.

۱۴) فریب: گمراه‌سازی دشمن با استفاده از اقداماتی حیله‌گرانه؛ معیار مثبت و کیفی.

۱۵) اعلام خطر: ایجاد آگاهی و هشدار پیش از حمله قطعی دشمن؛ معیار مثبت و کیفی.

۳. روش‌شناسی تحقیق

ابتدا در فاز جمع‌آوری اطلاعات، پس از بررسی پژوهش‌های پیشین و استخراج معیارها و زیرمعیارهای مرتبط به معرفی گزینه‌های پیشنهادی جهت احداث مخزن سوخت استراتژیک در استان فارس می‌پردازیم. سپس در فاز پردازش و تحلیل اطلاعات، به شناسایی خبرگان و اخذ نظر آنان و وزن‌دهی به معیارها و زیر معیارها به روش بهترین–بدترین و متعاقباً تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری با توجه به داده‌های موجود پرداخته و در

پایان، اولویت‌بندی گزینه‌ها به روش تاپسیس مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۱-۳. معرفی مکان مورد مطالعه (استان فارس) و گزینه‌های پیشنهادی

استان فارس به‌عنوان یکی از استان‌های پهناور ج.ا.ایران، مطالعه موردی این پژوهش است. این استان با مساحتی در حدود ۱۲۲/۶۰۸ کیلومترمربع، چهارمین استان بزرگ ایران است. طبق برآورد جمعیتی سال ۱۴۰۰ خورشیدی مرکز آمار ایران، استان فارس با جمعیتی معادل ۵/۰۵۴/۷۰۰ تن، چهارمین استان پرجمعیت ایران به شمار می‌رود. بر اساس تقسیمات کشوری سال ۱۴۰۰ خورشیدی، استان فارس به ۳۷ شهرستان، ۹۷ بخش و ۱۲۰ شهر تقسیم شده است. این استان در جنوب غرب واقع شده و از شمال به استان‌های اصفهان و یزد، از غرب به استان‌های بوشهر و کهگیلویه‌وبویراحمد، از جنوب به استان هرمزگان و از شرق به استان کرمان محدود است.

در این پژوهش نقاط کاندید با در نظر گرفتن یک سری شاخص کلی مشخص شده‌اند. شاخص‌های اصلی انتخاب نقاط کاندید به شرح زیر است:

۱) قرار گرفتن در کنار آماد راه‌های اصلی (شاه‌راه‌های ارتباطی)؛

۲) برخورداری از شاخصه‌های اصلی پدافند غیرعامل؛

۳) قرار گرفتن در کریدورهای مختلف ورودی و خروجی استان فارس؛

۴) سهولت دسترسی؛

۵) امکان پشتیبانی از نهادهای حاکمیتی در هنگام بروز بحران‌هایی نظیر سیل، زلزله، سایر بلایای طبیعی و بحران‌های ایجادشده توسط انسان نظیر جنگ.

کاندیدهای مشخص شده با شاخص‌های فوق در قسمت زیر معرفی شده‌اند:

۱-۱-۳. کاندید شماره یک؛ نشان سورمق

سورمق از نظر موقعیت مکانی بین شهرستان آباده و شیراز قرار دارد. این منطقه با قرارگیری در مسیر کریدورهای ارتباطی ذیل از اهمیت خاصی برخوردار است.

- شیراز–اصفهان (از مسیر شهرستان‌های آباده، ایزدخواست، شهرضا، اصفهان)؛

- شیراز–یزد (از مسیر آباده، جاده ابرکوه، یزد)؛
- شیراز–کرمان (از مسیر آباده، نی‌ریز، سیرجان، کرمان)؛
- شیراز–بندرعباس (از مسیر آباده، نی‌ریز، سیرجان، بندرعباس).

۲-۱-۳. کاندید شماره دو؛ نشان سده

سده از نظر موقعیت مکانی در شمال استان فارس بین شهرستان‌های اقلید، یاسوج (مرکز کهکیلویه و بویراحمد) و شیراز قرار دارد. این منطقه با قرارگیری در مسیر آزادراه جنوب غرب ایران به شمال شرق (مسیر حرم تا حرم از مرزهای خوزستان با کشور عراق تا مشهد) و همچنین قرارگیری در مسیر کریدورهای ارتباطی بزرگ جنوب به شمال (به شرح ذیل) از اهمیت خاصی برخوردار است.

- شیراز–اصفهان (از مسیر شهرستان‌های سده، آباده، شهرضا و اصفهان به‌صورت آزادراه)؛
- شیراز–کهکیلویه و بویراحمد (از مسیر سده، یاسوج)؛
- شیراز–کرمان (از مسیر آباده، کوشک، مرودشت، شیراز، نی‌ریز، سیرجان، کرمان)؛
- شیراز–چهارمحال‌وبختیاری (از مسیر سده، سمیروم، بروجن، شهرکرد).

۳-۱-۳. کاندید شماره سه؛ نشان پلیس‌راه فسا

پلیس‌راه فسا از نظر موقعیت مکانی در مرکز استان فارس و در ۱۷۰ کیلومتری خروجی شهر شیراز به سمت نی‌ریز قرار دارد. این منطقه با قرارگیری در مسیر کریدورهای ارتباطی ذکرشده در قسمت زیر از اهمیت خاصی برخوردار است.

- شیراز–کرمان (از مسیر شهرستان‌های نی‌ریز، سیرجان، کرمان)؛
- شیراز–هرمزگان (از مسیر نی‌ریز، سیرجان، بندرعباس) و (از مسیر داراب، فورگ، بندرعباس)؛
- شیراز–اصفهان (از مسیر سروستان، شیراز، اصفهان)؛
- شیراز–بوشهر (از مسیر سروستان، شیراز، فیروزآباد، بوشهر) و (از مسیر فسا،

جهرم، فیروزآباد، بوشهر).

۴-۱-۳. کاندید شماره چهار؛ نشان نی‌ریز

نی‌ریز از نظر موقعیت مکانی در جنوب شرق استان فارس و در ۲۱۰ کیلومتری خروجی شهر شیراز به سمت سیرجان قرار دارد. این منطقه با قرارگیری در مسیر کریدورهای ارتباطی ذکرشده در قسمت زیر از اهمیت خاصی برخوردار است.

- فارس–هرمزگان (از مسیر نی‌ریز، سیرجان، بندرعباس) و (از مسیر نی‌ریز، داراب، فورگ، حاجی‌آباد، بندرعباس)؛
- شیراز–کرمان (از مسیر شهرستان‌های نی‌ریز، سیرجان، کرمان)؛
- شیراز–یزد (از مسیر نی‌ریز، مشکان، هرات، یزد)؛
- فارس–اصفهان (از مسیر نی‌ریز، ارسنجان، سعادت شهر، آباده، اصفهان)؛
- فارس–بوشهر (از مسیر نی‌ریز، فسا، جهرم، فیروزآباد، بوشهر)؛
- فارس–کهکیلویه و بویراحمد (از مسیر نی‌ریز، شیراز، اردکان، یاسوج).

۵-۱-۳. کاندید شماره پنج؛ نشان خنج

خنج از نظر موقعیت مکانی در جنوب استان فارس و در ۳۵۰ کیلومتری جنوب شهر شیراز به سمت بوشهر قرار دارد. این منطقه با قرارگیری در مسیر کریدورهای ارتباطی ذکرشده در قسمت زیر از اهمیت خاصی برخوردار است.

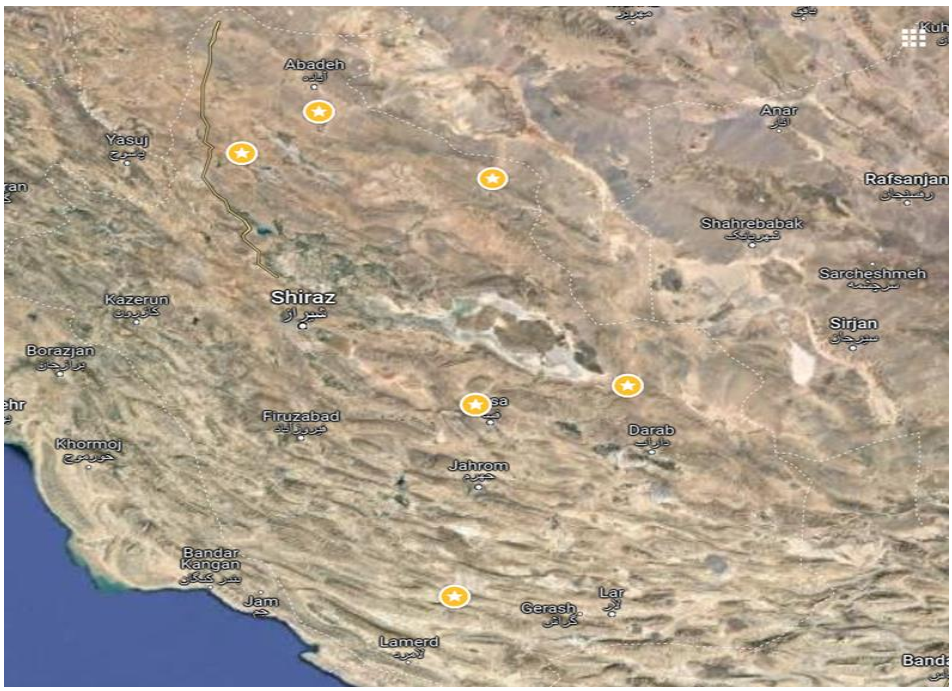
- فارس–هرمزگان (از مسیر خنج، لار، بستک، بندرعباس)؛
- فارس–بوشهر (از مسیر خنج، لامرد، گاوبندی، عسلویه، بوشهر).

۶-۱-۳. کاندید شماره شش؛ نشان بوانات

بوانات از نظر موقعیت مکانی در شمال شرق استان فارس و در حد مرزی استان فارس و یزد قرار دارد. این منطقه با قرارگیری در مسیر کریدورهای ارتباطی ذکرشده در قسمت زیر از اهمیت خاصی برخوردار است.

- فارس–یزد (از مسیر بوانات، مروست، مهریز، یزد)؛

- ❖ فارس–کرمان (از مسیر شهرستان‌های بوانات، هرابزجان، هرات، شهربابک، رفسنجان، کرمان)؛
- ❖ فارس–اصفهان (از مسیر بوانات، صفاشهر، آباده، اصفهان)؛
- ❖ فارس–هرمزگان (از مسیر بوانات، هرات، مشکان، قطرویه، سیرجان، بندرعباس).



شکل شماره ۲. نمای کلی گزینه‌ها

۲-۳. ارزیابی مختصر گزینه‌ها در هر زیرمعیار

با توجه به کیفی بودن زیرمعیار کاربری اراضی و دسته‌بندی آن به چهار مورد زراعی، پوشش درختی، مرتع و بایر می‌توان ضمن امتیازدهی به هر کاربری، زیرمعیار مربوطه را کمی‌سازی کرد.

لازم به ذکر است به دلیل اصول برنامه‌ریزی کاربری اراضی، زمین با کاربری ارضی زراعی، بدترین نوع کاربری را دارد؛ لذا کم‌ترین امتیاز برای آن لحاظ خواهد شد. پوشش مرتع به دلیل اینکه هنگام آتش‌سوزی تأثیری منفی دارد؛ لذا از مناطقی که دارای پوشش

بایر هستند، از مطلوبیت کمتری برخوردارند. این معیار نیز معیاری مثبت است؛ یعنی هرچه عدد بالاتری در کمی‌سازی دریافت کرده باشد، در نتیجه‌گیری تأثیر مطلوب بیشتری خواهد داشت.

جدول شماره ۲. امتیاز مربوط به کاربری اراضی

کاربری اراضی	امتیاز مربوطه	گزینه	کاربری اراضی	امتیاز
زراعی	۱	سورمق	بایر	۹
پوشش درختی	۳	سده	مرتع	۵
مرتع	۵	پلیس‌راه فسا	مرتع	۵
تاغزار	۷	نی‌ریز	مرتع	۵
بایر	۹	خنج	مرتع	۵
		بوانات	بایر	۹

جهت ارزیابی هیدرولوژی نقاط با استفاده از داده‌های GIS در خصوص سفره‌های زیرزمینی و فاصله آن‌ها نسبت به نقاط پیشنهادی بررسی به عمل آمد. با توجه به این نکته که هیدرولوژی هر نقطه با وجود یا عدم و فاصله نسبی از سفره زیرزمینی (در صورت وجود) ارتباط مستقیمی دارد؛ لذا اطلاعات مربوط به هیدرولوژی نقاط پیشنهادی به شرح جدول (۳) است.

لازم به ذکر است با توجه به این‌که زیرمعیار هیدرولوژی جهت احداث مخزن سوخت جنبه منفی دارد و از طرفی دیگر برای بررسی این زیرمعیار، فاصله از سفره زیرزمینی بر اساس کیلومتر محاسبه شده است؛ لذا هرچه فاصله از سفره زیرزمینی بیشتر باشد، طبیعتاً هیدرولوژی سطح خاک پایین‌تر خواهد بود؛ بنابراین با بررسی فاصله، زیرمعیار جنبه‌ی مثبت خواهد داشت.

جدول شماره ۳. اطلاعات مربوط به هیدرولوژی نقاط پیشنهادی	
نقطه پیشنهادی	فاصله از نزدیک‌ترین سفره زیرزمینی(کیلومتر)
سورمق	۸
سده	۳/۸
پلیس‌راه فسا	۲
نی‌ریز	۲
خنج	۳
بوانات	۱۴/۵

وضعیت اصول پدافند غیرعامل[۱] در نقاط پیشنهادی نیز در جدول (۴) مشخص شده است. همه معیارها مثبت هستند. هرچه میزان آن‌ها بیشتر باشد، معیار مطلوب‌تری است؛ لذا در کمی‌سازی معیارها نیز هرچه عدد بزرگ‌تری داشته باشند، نشان از مطلوبیت بالاتر خواهد بود.

جدول شماره ۴. اطلاعات مربوط به پدافند غیرعامل نقاط پیشنهادی							
زیر معیار/ گزینه	**اختفا**	**پوشش**	**تفرقه**	**پراکندگی**	**مقاوم‌سازی**	**فریب**	**اعلام خبر**
نوع معیار	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت
سورمق	زیاد	زیاد	زیاد	مابین کم و متوسط	بسیار زیاد	مابین زیاد و بسیار زیاد	مابین زیاد و بسیار زیاد

۱.اطلاعات مرتبط با پدافند غیرعامل توسط نهاد نظامی تکمیل شده است.

سده	مابین کم و متوسط	مابین بسیار کم و کم	مابین متوسط و زیاد	مابین متوسط و زیاد	بسیار کم	بسیار کم	بسیار کم
پلیس‌راه فسا	کم	بسیار زیاد	متوسط	زیاد	زیاد	کم	زیاد
نی‌ریز	زیاد	کم	کم	متوسط	مابین زیاد و بسیار زیاد	زیاد	بسیار زیاد
خنج	بسیار کم	بسیار کم	بسیار کم	بسیار کم	متوسط	متوسط	کم
بوانات	بسیار زیاد	بسیار زیاد	بسیار زیاد	بسیار زیاد	مابین زیاد و بسیار زیاد	بسیار زیاد	زیاد

سایر اطلاعات[1] مرتبط با هر گزینه در جدول (۵) قید شده است. لازم به ذکر است معیار اندازه‌گیری مورفولوژی، شیب زمین است که بر اساس درجه نوشته شده است. سایر اطلاعات آن نیز بر اساس کیلومتر است، برای مثال فاصله نقطه پیشنهادی نی‌ریز از خطوط گسل ۴ کیلومتر است که ذیل اطلاعات زمین‌شناسی نشان داده شده است. نقشه GIS هرکدام از عوامل در پیوست‌ها آورده شده است.

جدول شماره ۵. سایر اطلاعات مربوط به نقاط پیشنهادی

زیرمعیار/ گزینه	**مورفولوژی**	**زمین‌شناسی**	**فاصله از خطوط ارتباط**	**فاصله از خطوط انرژی**	**فاصله از دالان هوایی[2]**	**فاصله از شهرها**
نوع معیار	مثبت	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	مثبت

۱.بخشی از اطلاعات زیرمعیارهای عوامل طبیعی و انسان ساخت بر اساس اطلاعات موجود در فایل GIS پروژه توسعه شبکه برق کشور با پتانسیل‌سنجی انرژی‌های بادی خورشیدی استان فارس که در سال ۹۶ الی ۹۹ انجام‌شده، استخراج شده است. بخشی دیگر، از طریق نقشه‌های سازمان‌های زمین‌شناسی و برنامه و بودجه اقتباس گردیده‌اند.

۲.اطلاعات مربوط به دالان هوایی از سایت flightradar24.com استخراج شده است.

سورمق	۳	۹	۳/۸۲	۵۲	۶۷/۲	۶/۳۶
سده	۸	۸	۶	۶۸	۱۱/۴	۶/۴۶
پلیس‌راه فسا	۲	۸/۵	۱/۴۲	۷/۵	۵۲/۸	۵/۸۶
نی‌ریز	۵	۴	۱/۲۱	۳/۵	۷۱/۲	۷
خنج	۵	۱	۱/۶۷	۱	۹/۹۹	۵/۴۴
بوانات	۲/۷	۸/۲	۱۱/۵	۱۶	۱۶/۸	۱۱/۸

۳-۳. نحوه تبدیل اطلاعات کیفی به کمی

جهت تبدیل اطلاعات کیفی به کمی از جدول (۶) بهره برده‌ایم:

جدول شماره ۶. نحوه تبدیل امتیازات کیفی به کمی

امتیاز کیفی	امتیاز کمی
بسیار کم	۱
مابین بسیار کم و کم	۲
کم	۳
مابین کم و متوسط	۴
متوسط	۵
مابین متوسط و زیاد	۶
زیاد	۷
مابین زیاد و بسیار زیاد	۸
بسیار زیاد	۹

۳-۴. تصمیم‌گیری

به فرایند انتخاب یکی از راه‌حل‌های در دسترس با توجه به بعضی معیارها، تصمیم‌گیری می‌گویند. تصمیم‌گیری را می‌توان در دو دسته کلی طبقه‌بندی کرد:

الف. تصمیم‌گیری تک‌هدفه[1]: زمانی که برای تصمیم‌گیری تنها یک هدف به‌عنوان شاخص تصمیم‌گیری مطرح باشد، تصمیم‌گیری تک‌هدفه خواهد بود.

ب. تصمیم‌گیری چندمعیاره[2]: این حالت برای زمانی است که تصمیم‌گیرنده باید معیارهای گوناگون و گاهاً متناقضی را قبل از گرفتن تصمیم خود لحاظ کند. این نوع از تصمیم‌گیری پیچیده به دو دسته‌ی زیر تقسیم می‌شود:

- تصمیم‌گیری چند هدفه[3]
- تصمیم‌گیری چند شاخصه[4](اصغرپور، ۱۳۹۲).

در تصمیم‌گیری چند هدفه، در ابتدا گزینه‌ای وجود ندارد و تصمیم‌گیرنده باید با توجه به اهداف، بهترین گزینه را طراحی و ایجاد کند. درحالی‌که در تصمیم‌گیری چند شاخصه از همان ابتدا تعدادی گزینه موجود است و تصمیم‌گیرنده با توجه به معیارهای تصمیم‌گیری از بین گزینه‌ها، گزینه‌ی ایدئال را انتخاب می‌کند و یا گزینه‌ها را اولویت‌بندی می‌نماید.

۱-۴-۳. شاخص تصمیم‌گیری

به ویژگی‌ها یا پارامترهای عملکردی که برای انتخاب راهبردهای تصمیم‌گیری مطرح هستند، شاخص تصمیم‌گیری می‌گویند. این شاخص‌ها ممکن است به‌صورت کیفی باشند که برای بیان شدت آن‌ها از عبارات خیلی کم، کم، متوسط، زیاد، خیلی زیاد استفاده می‌شود. درصورتی‌که شاخص کمی باشد، شدت آن با اعداد قابل طرح است (اصغرپور، ۱۳۸۵).

1. Single Objective Decision Making (SODM)
2. Multiple Criteria Decision Making (MCDM)
3. Multiple Objective Decision Making (MODM)
4. Multiple Attribute Decision Making (MADM)

۳-۵. روش‌های تاپسیس و بهترین-بدترین

در این پژوهش از دو روش تاپسیس و بهترین-بدترین جهت حل استفاده شده است؛ مبانی نظری این روش‌ها در قسمت زیر توضیح مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۱-۵-۳. روش تاپسیس[1]

واژه تاپسیس به معنی روش ترجیح بر اساس مشابهت به راه‌حل ایدئال است. این روش در ۱۹۸۱.م توسط هوانگ و یون ابداع شده است. بر طبق این روش، تعداد m گزینه به وسیله‌ی n معیار، ارزیابی می‌شوند. همچنین روش تاپسیس بر پایه بررسی راه‌حل ایدئال مثبت و راه‌حل ایدئال منفی قرار دارد. راه‌حل ایدئال مثبت در مدل، سود را افزایش و هزینه را کاهش می‌دهد. در این روش بهینه‌ترین گزینه، کمترین فاصله را از ایدئال مثبت و بیشترین فاصله را از ایدئال منفی دارد. به‌عبارت دیگر، در رتبه‌بندی گزینه‌ها به روش تاپسیس گزینه‌هایی که بیشترین شباهت را به راه‌حل ایدئال مثبت دارند، در رتبه بالاتری قرار خواهند گرفت. این روش علاوه‌بر دقت بالا، از مزیت سهولت در انجام کار نیز برخوردار است. جهت انجام روش تاپسیس باید با مفهوم نرمال‌سازی[2] آشنا شویم.

۱-۱-۵-۳. نرمال‌سازی ماتریس تصمیم

به‌منظور حذف واحد در شاخص‌های مختلف از نرمال‌سازی (بی‌مقیاس‌سازی) انجام می‌شود. برای انجام روش تاپسیس باید مراحل زیر طی شود:

الف) نرمال‌سازی با استفاده از نُرم اقلیدسی(نرمال‌سازی‌برداری): در این روش هر یک از اعداد ماتریس تصمیم‌گیری را بر جذر مجموع مربعات عناصر ستون مربوط به آن عدد تقسیم می‌کنند.

$$r'_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} r_{ij}^2}}$$

رابطه‌ی ۱

i = 1,2, ..., m
j= 1,2, ... , n

1. Technique for order preference by similarity to ideal solution (TOPSIS)
2. Normalization

در این روش تمامی مقادیر نرمال شده بین صفر و یک هستند.

ب) به‌دست آوردن ماتریس نرمال وزنی: با داشتن بردار وزن معیارها که از تصمیم‌گیرندگان به‌دست می‌آید، و ضرب آن در ماتریس تصمیم نرمال‌شده، ماتریس نرمال وزنی حاصل می‌شود.

$$V = A' \times W_{n\times n}$$

رابطه‌ی ۲

V=ماتریس نرمال وزنی

A'=ماتریس تصمیم بی‌مقیاس شده

$W_{n\times n}$=بردار وزن معیارها

پ) با توجه به رابطه‌ی ۳ و ۴ برای هر یک از معیارها، گزینه ایدئال مثبت و گزینه ایدئال منفی به‌دست می‌آید:

$$A^{+} = \left\{ \left(\max_{i} v_{ij} \middle| j \in J \right), \left(\min_{i} v_{ij} \middle| j \in J' \right), i = 1, \dots, m \right\} = \{v_1^{+}, \dots, v_n^{+}\}$$

رابطه‌ی ۳

J=معیارهای مثبت از نوع سود

$$A^{-} = \left\{ \left(\min_{i} v_{ij} \middle| j \in J \right), \left(\max_{i} v_{ij} \middle| j \in J' \right), i = 1, \dots, m \right\} = \{v_1^{-}, \dots, v_n^{-}\}$$

رابطه‌ی ۴

J'=معیارهای منفی از نوع سود

ت) فاصله هر گزینه در هر معیار از گزینه ایدئال مثبت و ایدئال منفی بر اساس نرم اقلیدسی که در رابطه‌ی ۵ و ۶ نشان داده‌شده، محاسبه می‌شود:

$$d_i^{+} = \left\{ \sum_{j=1}^{n} \left(v_{ij} - v_j^{+} \right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \quad i = 1,\dots, m$$

رابطه‌ی ۵

d_i^{+}=فاصله‌ی گزینه‌ی i از ایدئال مثبت

$$d_i^- = \left\{\sum_{j=1}^{n}\left(v_{ij} - v_j^-\right)^2\right\}^{\frac{1}{2}} \quad i = 1,\ldots, m$$

d_i^-=فاصله‌ی گزینه‌ی i از ایدئال منفی

رابطه‌ی ۶

ث) محاسبه‌ی نزدیکی نسبی هر گزینه از گزینه ایدئال: نزدیکی نسبی هر گزینه از گزینه ایدئال از رابطه‌ی ۷ به‌دست می‌آید:

$$C_i = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+}$$

رابطه‌ی ۷

ج) گزینه‌ها به ترتیب بزرگ‌ترین C_i به‌صورت نزولی اولویت‌بندی می‌شوند.

۲-۵-۳. روش بهترین- بدترین

این روش که بر پایه‌ی ماتریس مقایسات زوجی بنا شده، در ۲۰۱۵.م توسط رضایی ابداع گردید. در این روش دو معیار به‌عنوان بهترین و بدترین انتخاب شده و بقیه گزینه‌ها در مقیاس ماتریس مقایسه زوجی با آن‌ها مقایسه می‌شوند. در این روش برای به‌دست آوردن وزن معیارها به مدل‌سازی نیاز داریم؛ در این مدل تابع هدف باید از نوع حداکثر–حداقل فرموله شود (هاشمی طباطبایی، ۱۳۹۸).

بزرگ‌ترین مزیت این روش را می‌توان در توانایی به‌دست آوردن پاسخ با پردازش داده‌های مقایسه‌ای کمتر نسبت به سایر روش‌های مشابه دانست. برای پیاده‌سازی روش BWM باید مراحل زیر را انجام داد:

۱) مشخص نمودن معیارهای تصمیم‌گیری $\{c_1, c_2, c_3, \ldots, c_n\}$: در این گام لازم است معیارهایی که برای تصمیم‌گیری باید آن‌ها را درنظرگرفت، تعیین کرد.

۲) تعیین بهترین (مهم‌ترین، مطلوب‌ترین) و بدترین (کم‌اهمیت‌ترین) معیارها.

۳) در این مرحله میزان ارجحیت بهترین معیار نسبت به سایرین با اعداد ۱ تا ۹ تعیین می‌گردد و به‌صورت $A_B = \{a_{B1}, a_{B2}, a_{B3}, \dots, a_{Bn}\}$ نمایش داده می‌شود که در آن a_{Bj} میزان اهمیت بهترین معیار را نسبت به معیار j نشان می‌دهد. به‌عنوان نمونه درصورتی‌که معیار دوم، بهترین معیار حاضر در مسئله باشد $a_{22} = 1$ خواهد بود.

۴) در مرحله چهارم میزان ارجحیت بدترین معیار نسبت به سایرین با اعداد ۱ تا ۹ تعیین می‌گردد و به‌صورت $A_w = \{a_{w1}, a_{w2}, a_{w3}, \dots, a_{wn}\}$ نمایش داده می‌شود که در آن a_{wj} میزان اهمیت بدترین معیار را نسبت به معیار j نشان می‌دهد. به‌عنوان نمونه درصورتی‌که معیار چهارم، بدترین معیار حاضر در مسئله باشد $a_{44} = 1$ خواهد بود.

۵) به‌دست آوردن اوزان بهینه معیارها $(w_1^*, w_2^*, w_3^*, \dots, w_n^*)$: برای به‌دست آوردن اوزان بهینه معیارها، در ابتدا باید با تشکیل زوج‌های $\frac{w_B}{w_j} = a_{Bj}$ و $\frac{w_j}{w_w} = a_{wj}$ نسبت به بررسی وجود ناسازگاری در مقایسات انجام‌شده، اقدام شود؛ در چنین شرایطی بدیهی است در صورت وجود ناسازگاری باید مقدار آن را کاهش دهیم تا بتوان نسبت به اعتبار مقایسات انجام‌شده، اطمینان کسب کرد. درنتیجه برای هر معیار j باید دو عبارت $\left|\frac{w_B}{w_j} - a_{Bj}\right|$ و $\left|\frac{w_j}{w_w} - a_{wj}\right|$ که حداقل‌سازی می‌شود، را حداکثر کرد. از طرفی دیگر، با توجه به عدم امکان منفی بودن وزن معیارها می‌توان مدل بهترین–بدترین را به‌صورت رابطه‌ی ۸ در نظر گرفت:

$$\min \max_j \left\{ \left|\frac{w_B}{w_j} - a_{Bj}\right|, \left|\frac{w_j}{w_w} - a_{wj}\right| \right\}$$

رابطه‌ی ۸

$$\text{s.t.}$$

$$\sum_j w_j = 1$$

$$w_j \geq 0 \text{ , for all j}$$

همچنین می‌توان مدل را به شکل رابطه‌ی ۹ نیز در نظر گرفت:

$$\begin{aligned}
&\min \epsilon \\
&\text{s.t.} \\
&\left|\frac{w_B}{w_j} - a_{Bj}\right| \le \epsilon, \text{for all j} \\
&\left|\frac{w_j}{w_w} - a_{wj}\right| \le \epsilon, \text{for all j} \\
&\sum_j w_j = 1 \\
&w_j \ge 0 \text{ , for all j}
\end{aligned}$$

رابطه‌ی ۹

رضایی، مدل روش بهترین–بدترین را به‌صورت رابطه‌ی ۱۰ ارائه داده است:

$$\begin{aligned}
&\min \epsilon \\
&\text{s.t.} \\
&\left|w_B - a_{Bj} \times w_j\right| \le \epsilon, \text{for all j} \\
&\left|w_j - a_{wj} \times w_w\right| \le \epsilon, \text{for all j} \\
&\sum_j w_j = 1 \\
&w_j \ge 0 \text{ , for all j}
\end{aligned}$$

رابطه‌ی ۱۰

۴. یافته‌های تحقیق و تجزیه‌وتحلیل داده‌ها

۴-۱.تحلیل داده‌ها

۴-۱-۱. نحوه به‌دست آوردن اوزان نهایی و حل به روش تاپسیس

در این قسمت با استفاده از روش بهترین–بدترین به محاسبه وزن معیارها و زیرمعیارهای پرداخته شده است. به این صورت که ابتدا وزن معیارها و زیرمعیارها بر اساس نظرات هر خبره محاسبه می‌شود (در رابطه‌ی ۱۰ توضیح دادیم که جمع به‌دست‌آمده در هر مرحله با یک برابر است)، سپس برای هر خبره به‌صورت جداگانه وزن زیرمعیار و معیار مربوط به آن را در هم ضرب می‌کنیم، عدد به‌دست‌آمده میزان اهمیت یا وزن آن زیرمعیار را برای آن خبره نشان می‌دهد. برای همه‌ی خبره‌ها این کار را تکرار می‌کنیم. با میانگین حسابی گرفتن از هرکدام از زیرمعیارها، وزن نهایی آن زیر معیار به‌دست می‌آید (جدول ۱۰).

لازم به ذکر است که قبل از انجام موارد فوق ابتدا نرخ ناسازگاری پاسخ‌های خبرگان به پرسش‌نامه به‌دست آورده می‌شود.

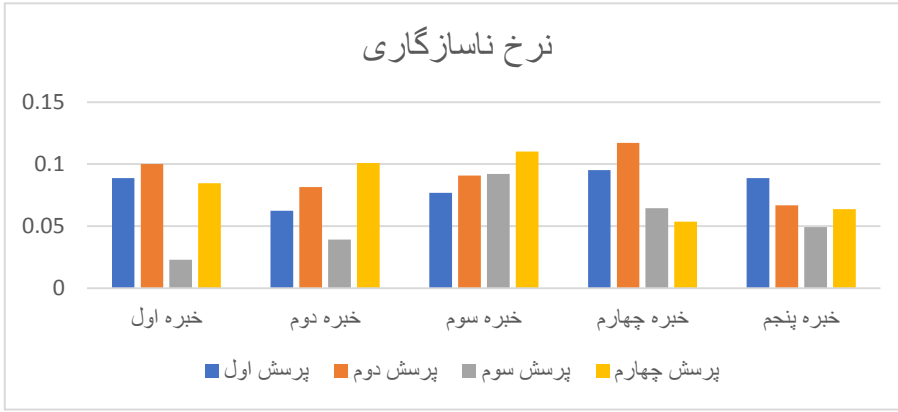
پس از به‌دست آوردن اوزان نهایی مربوط به هر زیرمعیار، نوبت حل به تاپسیس می‌رسد. ابتدا ماتریس تصمیم‌گیری را تعریف می‌کنیم (جدول ۱۱)، سپس این ماتریس را نرمالایز یا همان بی‌مقیاس می‌کنیم (جدول ۱۲)، در ادامه ماتریس به‌دست‌آمده را در اوزان نهایی (جدول ۱۰) ضرب می‌کنیم تا ماتریس بی‌مقیاس وزن‌دار شده به‌دست بیاید (جدول ۱۳). حال باید از ماتریس بی‌مقیاس وزن‌دار شده، گزینه ایدئال مثبت و ایدئال منفی را به‌دست آوریم (جدول ۱۴).

بعد از انجام مراحل ذکرشده، باید فاصله از ایدئال مثبت و ایدئال منفی را محاسبه نماییم (جدول ۱۵). در پایان نیز محاسبه‌ی نزدیکی (فاصله) نسبی هر گزینه نسبت به گزینه ایدئال انجام خواهد شد (جدول ۱۶). با انجام مراحل فوق مناسب‌ترین گزینه مشخص می‌شود (فرمول و روش حل تمامی راه‌حل‌ها در بخش تصمیم‌گیری به تفصیل بیان شده است).

پرسش‌نامه به اهمیت معیارها و زیرمعیارها مربوط می‌شود. با توجه به اینکه مبحث پدافند غیرعامل در حوزه نظامی قرار دارد و پاسخ‌دهنده باید به تعاریف اشراف کامل داشته باشد تا کیفیت پاسخگویی بالا باشد، از پنج نفر خبره در امور نظامی کمک گرفته شد.

۲-۱-۴. بررسی نرخ ناسازگاری مقایسات

در روش بهترین-بدترین گروهی با محاسبه نرخ ناسازگاری در هر پرسش‌نامه و اطمینان از عدم ناسازگاری بالا در همه‌ی پرسش‌نامه‌ها می‌توان نتیجه گرفت که کلیات داده‌های مقایسات زوجی فاقد ناسازگاری هستند (هاشمی طباطبایی، ۱۳۹۸).



نمودار شماره ۱. نرخ ناسازگاری مقایسات زوجی خبرگان

بر همین اساس و طبق پرسش‌نامه موجود، مقایسات در دو سطح معیار و زیرمعیارها صورت پذیرفته است. در سطح معیارها به دلیل وجود یک مقایسه در بین سه معیار اصلی و در سطح زیرمعیارها به دلیل وجود مقایساتی بین زیرمعیارهای عوامل طبیعی، عوامل انسان‌ساخت و اصول پدافند غیرعامل به‌صورت مجزا، سه مقایسه کلی صورت پذیرفته است؛ بدیهی است با وجود چهار مقایسه کلی در پرسش‌نامه به محاسبه چهار نرخ ناسازگاری برای هر پرسش‌نامه نیاز داریم. طبق نمودار (۱) میزان نرخ ناسازگاری در مقایسات خبرگان قابل قبول بود. به‌عبارتی، پایایی پاسخ‌های پرسش‌نامه در این مرحله مورد بررسی و تأیید قرار گرفته است.

۳-۱-۴. نتایج مربوط به وزن‌دهی به معیارها و زیرمعیارها

در روش بهترین-بدترین گروهی در صورت عدم نرخ ناسازگاری بالا در هیچ‌کدام از مقایسات هر خبره می‌توان با پیاده‌سازی این روش بر روی مقایسات زوجی هر خبره اوزان معیارها و زیرمعیارها را به‌دست آورد. همچنین جهت ادغام نظر خبرگان و محاسبه وزن نهایی هر معیار و زیرمعیار باید از اوزان به‌دست‌آمده توسط نظرات خبرگان، میانگین حسابی گرفت (هاشمی طباطبایی، ۱۳۹۸).

بر اساس مقایسات زوجی هر خبره و روش بهترین-بدترین وزن هر معیار و زیرمعیار به‌دست آمده؛ مقادیر آن در جدول‌های (۷) و (۸) مشخص شده است.

جدول شماره ۷. مقادیر وزنی به‌دست‌آمده برای معیارها بر طبق مقایسات زوجی

معیار	خبره اول	خبره دوم	خبره سوم	خبره چهارم	خبره پنجم	میانگین
عوامل طبیعی	۰,۶۴۴۴۴۴	۰,۳۱۲۵	۰,۳۰۷۶۹۲	۰,۵۷۱۴۲۸۶	۰,۶۴۴۴۴۴۴	۰,۴۹۶۱۰۲
عوامل انسان‌ساخت	۰,۱۱۱۱۱۱	۰,۱۲۵	۰,۱۵۳۸۴۶	۰,۰۹۵۲۳۸۱	۰,۱۱۱۱۱۱۱	۰,۱۱۹۲۶۱
پدافند غیرعامل	۰,۲۴۴۴۴۴	۰,۵۶۲۵	۰,۵۳۸۴۶۲	۰,۳۳۳۳۳۳۳	۰,۲۴۴۴۴۴۴	۰,۳۸۴۶۳۷
جمع	۱	۱	۱	۱	۱	۱

جدول شماره ۸. مقادیر وزنی به‌دست‌آمده برای زیرمعیارها بر طبق مقایسات زوجی

زیرمعیار	خبره اول	خبره دوم	خبره سوم	خبره چهارم	خبره پنجم
مورفولوژی	۰,۱۳۳۳۳۳	۰,۲۱۷۳۹۱	۰,۲۷۲۷۲۷	۰,۱۶۳۱۷۹۹	۰,۱۷۴۱۰۷۱
هیدرولوژی	۰,۰۷۷۷۷۸	۰,۰۸۱۵۲۲	۰,۱۸۱۸۱۸	۰,۰۸۳۶۸۲	۰,۱۱۶۰۷۱۴
زمین‌شناسی	۰,۲۲۲۲۲۲	۰,۵۷۰۶۵۲	۰,۴۵۴۵۴۵	۰,۲۱۷۵۷۳۲	۰,۶۲۹۴۶۴۳
کاربری اراضی	۰,۵۶۶۶۶۷	۰,۱۳۰۴۳۵	۰,۰۹۰۹۰۹	۰,۵۳۵۵۶۴۹	۰,۰۸۰۳۵۷۱
جمع	۱	۱	۱	۱	۱
فاصله از خطوط ارتباطی	۰,۴۸۴۶۱۵	۰,۲۰۸۸۷۷	۰,۲۸۹۴۷۴	۰,۴۹۴۶۲۳۷	۰,۶۳۹۳۴۴۳

فاصله از خطوط انرژی	۰,۰۹۲۳۰۸	۰,۵۸۷۴۶۷	۰,۴۸۶۸۴۲	۰,۰۸۶۰۲۱۵	۰,۱۱۴۷۵۴۱
فاصله از دالان هوایی	۰,۱۶۹۲۳۱	۰,۱۲۵۳۲۶	۰,۰۷۸۹۴۷	۰,۱۳۹۷۸۴۹	۰,۰۷۳۷۷۰۵
فاصله از شهرها	۰,۲۵۳۸۴۶	۰,۰۷۸۳۲۹	۰,۱۴۴۷۳۷	۰,۲۷۹۵۶۹۹	۰,۱۷۲۱۳۱۱
جمع	۱	۱	۱	۱	۱
اعلام خبر	۰,۰۳۴۸۵۱	۰,۳۴۵۰۱۷	۰,۰۳۱۴۴۷	۰,۰۳۸۳۷۳	۰,۱۹۱۰۸۲۸
فریب	۰,۱۴۹۳۶	۰,۰۲۷۱۳۶	۰,۰۷۳۳۷۵	۰,۱۳۸۱۴۲۷	۰,۰۳۱۸۴۷۱
مقاوم‌سازی	۰,۰۶۴۰۱۱	۰,۱۱۱۴۵۲	۰,۱۴۶۷۵۱	۰,۰۶۹۰۷۱۴	۰,۰۹۵۵۴۱۴
پراکندگی	۰,۰۸۹۶۱۶	۰,۲۲۲۹۰۴	۰,۰۸۸۰۵	۰,۱۰۳۶۰۷۱	۰,۰۹۵۵۴۱۴
تفرقه	۰,۰۷۴۶۸	۰,۱۴۸۶۰۳	۰,۱۱۰۰۶۳	۰,۰۸۲۸۸۵۶	۰,۰۷۶۴۳۳۱
پوشش	۰,۳۶۳۴۴۲	۰,۰۵۵۷۲۶	۰,۲۲۰۱۲۶	۰,۳۶۰۷۰۶۱	۰,۱۹۱۰۸۲۸
اختفا	۰,۲۲۴۰۴	۰,۰۸۹۱۶۲	۰,۳۳۰۱۸۹	۰,۲۰۷۲۱۴۱	۰,۳۱۸۴۷۱۳
جمع	۱	۱	۱	۱	۱

با توجه به جدول‌های (۷) و (۸) و توضیحات ارائه‌شده، می‌توان ماتریس وزن زیرمعیارها را در جدول (۹) برای هر خبره به‌صورت جداگانه در نظر گرفت.

جدول شماره ۹. ماتریس وزن زیرمعیارها برای هر خبره

زیرمعیار	خبره اول	خبره دوم	خبره سوم	خبره چهارم	خبره پنجم

مورفولوژی	۰,۰۸۵۹۲۵۹	۰,۰۶۷۹۳۴۸	۰,۰۸۳۹۱۶۱	۰,۰۹۳۲۴۵۷	۰,۱۱۲۲۰۲۴
هیدرولوژی	۰,۰۵۰۱۲۳۵	۰,۰۲۵۴۷۵۵	۰,۰۵۵۹۴۴۱	۰,۰۴۷۸۱۸۳	۰,۰۷۴۸۰۱۶
زمین‌شناسی	۰,۱۴۳۲۰۹۹	۰,۱۷۸۳۲۸۸	۰,۱۳۹۸۶۰۱	۰,۱۲۴۳۲۷۶	۰,۴۰۵۶۵۴۸
کاربری اراضی	۰,۳۶۵۱۸۵۲	۰,۰۴۰۷۶۰۹	۰,۰۲۷۹۷۲	۰,۳۰۶۰۳۷۱	۰,۰۵۱۷۸۵۷
فاصله از خطوط ارتباطی	۰,۰۵۳۸۴۶۲	۰,۰۲۶۱۰۹۷	۰,۰۴۴۵۳۴۴	۰,۰۴۷۱۰۷	۰,۰۷۱۰۳۸۳
فاصله از خطوط انرژی	۰,۰۱۰۲۵۶۴	۰,۰۷۳۴۳۳۴	۰,۰۷۴۸۹۸۸	۰,۰۰۸۱۹۲۵	۰,۰۱۲۷۵۰۵
فاصله از دالان هوایی	۰,۰۱۸۸۰۳۴	۰,۰۱۵۶۶۵۸	۰,۰۱۲۱۴۵۷	۰,۰۱۳۳۱۲۹	۰,۰۰۸۱۹۶۷
فاصله از شهر	۰,۰۲۸۲۰۵۱	۰,۰۰۹۷۹۱۱	۰,۰۲۲۲۶۷۲	۰,۰۲۶۶۲۵۷	۰,۰۱۹۱۲۵۷
اعلام خبر	۰,۰۰۸۵۱۹	۰,۱۹۴۰۷۲	۰,۰۱۶۹۳۲۸	۰,۰۱۲۷۹۱	۰,۰۴۶۷۰۹۱
فریب	۰,۰۳۶۵۱۰۲	۰,۰۱۵۲۶۴۱	۰,۰۳۹۵۰۹۸	۰,۰۴۶۰۴۷۶	۰,۰۰۷۷۸۴۹
مقاوم‌سازی	۰,۰۱۵۶۴۷۲	۰,۰۶۲۶۹۱۸	۰,۰۷۹۰۱۹۵	۰,۰۲۳۰۲۳۸	۰,۰۲۳۳۵۴۶
پراکندگی	۰,۰۲۱۹۰۶۱	۰,۱۲۵۳۸۳۶	۰,۰۴۷۴۱۱۷	۰,۰۳۴۵۳۵۷	۰,۰۲۳۳۵۴۶
تفرقه	۰,۰۱۸۲۵۵۱	۰,۰۸۳۵۸۹۱	۰,۰۵۹۲۶۴۶	۰,۰۲۷۶۲۸۵	۰,۰۱۸۶۸۳۷
پوشش	۰,۰۸۸۸۴۱۵	۰,۰۳۱۳۴۵۹	۰,۱۱۸۵۲۹۳	۰,۱۲۰۲۳۵۴	۰,۰۴۶۷۰۹۱
اختفا	۰,۰۵۴۷۶۵۳	۰,۰۵۰۱۵۳۴	۰,۱۷۷۷۹۳۹	۰,۰۶۹۰۷۱۴	۰,۰۷۷۸۴۸۵
جمع	۱	۱	۱	۱	۱

با میانگین حسابی گرفتن از جدول (۹)، وزن نهایی هر زیرمعیار مطابق جدول (۱۰) به‌دست می‌آید. این مقادیر میزان تأثیرگذاری هر یک از زیرمعیارها را بر روی نتیجه نهایی نشان می‌دهد.

جدول شماره ۱۰. مقادیر نهایی وزن هر زیرمعیار

زیرمعیار	وزن زیرمعیار
مورفولوژی	۰,۰۸۸۶۴۵
هیدرولوژی	۰,۰۵۰۸۳۲۶
زمین‌شناسی	۰,۱۹۸۲۷۶۲
کاربری اراضی	۰,۱۵۸۳۴۸۲
فاصله از خطوط ارتباطی	۰,۰۴۸۵۲۷۱
فاصله از خطوط انرژی	۰,۰۳۵۹۰۶۳
فاصله از دالان هوایی	۰,۰۱۳۶۲۴۹
فاصله از شهر	۰,۰۲۱۲۰۳
اعلام خبر	۰,۰۵۵۸۰۴۸
فریب	۰,۰۲۹۰۲۳۳
مقاوم‌سازی	۰,۰۴۰۷۴۷۴
پراکندگی	۰,۰۵۰۵۱۸۳
تفرقه	۰,۰۴۱۴۸۴۲

پوشش	۰,۰۸۱۱۳۲۲
اختفا	۰,۰۸۵۹۲۶۵
جمع	۱

۴-۲. تجزیه‌وتحلیل گزینه‌ها

۴-۲-۱. تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری، ماتریس بی‌مقیاس شده و ماتریس بی‌مقیاس وزن‌دار

با توجه به داده‌های جدول (۲) الی (۶) می‌توان ماتریس تصمیم‌گیری ارا به‌صورت جدول (۱۱) در نظر گرفت.

همچنین ماتریس بی‌مقیاس شده و ماتریس بی‌مقیاس وزن‌دار شده، به ترتیب در جداول (۱۲) و (۱۳) به‌دست‌آمده است.

جدول شماره ۱۱. ماتریس تصمیم‌گیری

معیار/ گزینه	مورفولوژی	هیدرولوژی	زمین‌شناسی	کاربری اراضی	فاصله از خطوط ارتباط[1]	فاصله از خطوط انرژی	فاصله از دالان هوایی	فاصله از شهرها	اعلام خبر	قرب	مقاوم‌سازی	پراکندگی	تفرقه	پوشش	اختفا
سورمق	۳	۸	۹	۹	۳,۸۲	۵۲	۶۷,۲	۶,۳۶	۸	۸	۹	۲	۷	۷	۷
سده	۸	۳,۸	۸	۵	۶	۶۸	۱۱,۴	۶,۴۶	۱	۱	۱	۶	۶	۲	۴
پلیس‌راه فسا	۲	۲	۸,۵	۵	۱,۴۲	۷,۵	۵۲,۸	۵,۸۶	۷	۳	۷	۷	۵	۹	۳
نیریز	۵	۲	۴	۵	۱,۴۱	۳,۵	۷۱,۲	۷	۹	۷	۸	۵	۳	۳	۷
خنج	۵	۳	۱	۵	۱,۶۷	۱	۹,۹۹	۵,۴۴	۳	۵	۵	۱	۱	۱	۱
بوانات	۲,۷	۱۴,۵	۸,۲	۹	۱۱,۵	۱۶	۱۶,۸	۱۱,۸	۷	۹	۸	۹	۹	۹	۸

جدول (۱۲) ماتریس بی‌مقیاس شده است.

جدول شماره ۱۲. ماتریس بی‌مقیاس شده

معیار/ گزینه	مورفولوژی	هیدرولوژی	زمین شناسی	کاربری اراضی	فاصله از خطوط ارتباط	فاصله از خطوط انرژی	فاصله از دالان هوایی	فاصله از شهرها	اعلام خبر	قرب	مقاوم سازی	پراکندگی	تفرقه	پوشش	اختفا
سورمق	۰,۲۵ ۸۸۸۰	۰,۴۵۷۵ ۶۱۴	۰,۵۱۸۳ ۲۹۷	۰,۵۵۶۰۲ ۱۹	۰,۲۷۷۷ ۸۲	۰,۵۹۴۳ ۹۲۵	۰,۵۹۲۰ ۰۴۵	۰,۳۴۷۸ ۱۹۲	۰,۵۰۲۹ ۵۵۷	۰,۵۲۸۶ ۵۴۹	۰,۵۳۴۰ ۵۱۸	۰,۲۷۷۳ ۵۰۱	۰,۴۹۳۷ ۴۱۹	۰,۴۶۶۶ ۶۶۷	۰,۵۱۰۵ ۲۷۵

۱. در ماتریس تصمیم‌گیری برای کمی‌سازی داده‌های زیرمعیارهای اصول پدافند غیرعامل، با توجه به مثبت بودن جنبه تمامی زیرمعیارهای اصول پدافند غیرعامل، به امتیاز بسیار زیاد، عدد ۹ و به امتیاز بسیار کم، عدد ۱ تخصیص داده شده است. همچنین برای امتیازهای مابین اعداد ۲،۴،۶و۸ در نظر گرفته شده است.

۲. فاصله از دالان هوایی عاملی منفی است؛ لذا با رنگ زرد نمایش داده شد.

	۶														
سده	۰.۶۹ ۰۳۴۸ ۱	۰.۲۱۷۳ ۴۱۷	۰.۴۶۰۷ ۳۷۵	۰.۳۰۸۹۰ ۱	۰.۴۳۶۳ ۰۶۸	۰.۷۷۷۲ ۸۲۵	۰.۱۰۰۴ ۲۹۳	۰.۳۵۳۲ ۸۸۱	۰.۰۶۲۸ ۶۹۵	۰.۰۶۶۰ ۸۱۹	۰.۰۵۹۳ ۳۹۱	۰.۴۱۶۰ ۲۵۲	۰.۴۲۳۲ ۰۷۴	۰.۱۳۳۳ ۳۳۳	۰.۲۹۱۷ ۳
پلیس راه فـا	۰.۱۷ ۲۵۸۷	۰.۱۱۴۳ ۹۰۴	۰.۴۸۹۵ ۳۳۶	۰.۳۰۸۹۰ ۱	۰.۱۰۳۲ ۵۹۳	۰.۰۸۵۷ ۲۹۷	۰.۴۶۵۱ ۴۶۴	۰.۳۲۰۴ ۷۵	۰.۴۴۰۰ ۸۶۲	۰.۱۹۸۲ ۴۵۶	۰.۴۱۵۳ ۷۳۶	۰.۴۸۵۳ ۶۲۷	۰.۳۵۲۶ ۷۲۸	۰.۶	۰.۲۱۸۷ ۹۷۵
نیریز	۰.۴۳ ۱۴۶۷ ۶	۰.۱۱۴۳ ۹۰۴	۰.۲۳۰۳ ۶۸۷	۰.۳۰۸۹۰ ۱	۰.۰۸۷۹ ۸۸۵	۰.۰۴۰۰ ۰۷۲	۰.۶۴۷۲ ۴۲۹	۰.۳۸۲۸ ۱۹۹	۰.۵۶۵۸ ۲۵۲	۰.۴۶۲۵ ۷۳	۰.۴۷۴۷ ۱۲۷	۰.۳۴۶۶ ۸۷۶	۰.۲۱۱۶ ۰۳۷	۰.۲	۰.۵۱۰۵ ۲۷۵
خنج	۰.۴۳ ۱۴۶۷ ۶	۰.۱۷۱۵ ۸۵۵	۰.۰۵۷۵ ۹۲۲	۰.۳۰۸۹۰ ۱	۰.۱۲۱۴ ۳۸۷	۰.۰۱۱۴ ۳۰۶	۰.۰۸۸۰ ۰۷۸	۰.۲۹۷۵ ۰۵۸	۰.۱۸۸۶ ۰۸۴	۰.۳۳۰۴ ۰۹۳	۰.۲۹۶۶ ۹۵۴	۰.۰۶۹۳ ۳۷۵	۰.۷۰۵ ۳۴۶	۰.۶۶۶ ۶۶۷	۰.۷۲۹ ۳۲۵
بوانات	۰.۲۳ ۲۹۹۲ ۵	۰.۸۲۹۳ ۳	۰.۴۷۲۲ ۵۵۹	۰.۵۵۶۰۲ ۱۹	۰.۸۳۶۲ ۵۴۶	۰.۱۸۲۸ ۹	۰.۱۴۸۰ ۰۱۱	۰.۶۴۵۳ ۲۵	۰.۴۴۰۰ ۸۶۲	۰.۵۹۴۷ ۳۶۷	۰.۴۷۴۷ ۱۲۷	۰.۶۴۲۰ ۳۷۷	۰.۶۳۴۸ ۱۱۱	۰.۶	۰.۵۸۳۴ ۶

جدول (۱۳) ماتریس بی‌مقیاس وزن‌دار شده است:

جدول شماره ۱۳. ماتریس بی‌مقیاس وزن‌دار شده

معیار/ گزینه	مورفولوژی	هیدرولوژی		زمین شناسی	کاربری ارامنی	فاصله از خطوط ارتباط	فاصله از خطوط انرژی	فاصله از دالان هوایی	فاصله از شهرها	اعلام خبر	فریب	ملاوم‌سازی	پراکندگی	تفرقه	پوشش	اختفا
سوره ق	۰.۰۲۲۹۳۸ ۵	۰.۰۲۳۳۵ ۹	۰.۱۰ ۲۷۷ ۲۵	۰.۰۸۸۰۴ ۵	۰.۰۱۳۳۸	۰.۰۲۱۳۴ ۲۵	۰.۰۰۸۰۶ ۶	۰.۰۰۷۳۷ ۲۸	۰.۰۲۸۰۶ ۷۳	۰.۰۱۵۳۴۳ ۳۱	۰.۰۲۱۷۶۱ ۲۱	۰.۰۱۴۰۱۱ ۲۷	۰.۰۲۰۳۸۲ ۴۹	۰.۰۳۷۸۶۱ ۷۱	۰.۰۳۸۶۷ ۸۵
سده	۰.۰۶۱۱۹۵ ۹	۰.۰۱۱۰۴ ۸	۰.۰۹ ۱۳۵ ۳۳	۰.۰۳۸۹۱ ۳۹	۰.۰۳۱۱۷ ۲۷	۰.۰۲۷۹۰ ۹۳	۰.۰۰۱۳۶ ۸۳	۰.۰۰۷۳۹ ۰۸	۰.۰۲۰۳۵۰ ۸۳	۰.۰۰۱۹۱۷ ۹۱	۰.۰۰۲۴۱۷ ۹۱	۰.۰۳۱۰۱۶ ۹	۰.۰۱۷۵۵۶ ۴۳	۰.۰۱۰۸۱۷ ۶۳	۰.۰۲۵۰۶۷ ۳۴
پلیس راه فـا	۰.۰۱۵۲۹۲	۰.۰۰۵۸۱ ۲۸	۰.۰۹ ۷۰۶ ۲۹	۰.۰۳۸۹۱ ۳۹	۰.۰۰۵۰۱ ۰۹	۰.۰۰۳۰۷ ۸۲	۰.۰۰۶۳۳ ۷۶	۰.۰۰۶۷۹ ۵	۰.۰۲۳۵۵ ۸۹	۰.۰۰۵۷۵۳ ۷۴	۰.۰۱۶۲۶۵ ۳۹	۰.۰۲۴۵۱۹ ۷۲	۰.۰۱۴۶۳۰ ۳۵	۰.۰۴۸۶۷۹ ۳۴	۰.۰۱۸۸۰۰ ۵۱
نیریز	۰.۰۳۸۴۲۷ ۳	۰.۰۰۵۸۱ ۲۸	۰.۰۴ ۵۶۷ ۶۶	۰.۰۳۸۹۱ ۳۹	۰.۰۰۴۲۶ ۹۸	۰.۰۰۱۲۳ ۶۵	۰.۰۰۸۵۴ ۶۱	۰.۰۰۸۱۱ ۶۹	۰.۰۳۱۵۷ ۵۸	۰.۰۱۳۲۲۵ ۳۹	۰.۰۱۹۳۳۳ ۳	۰.۰۱۷۵۱۴ ۰۸	۰.۰۰۸۷۷۸ ۲۱	۰.۰۱۶۲۲۶ ۴۵	۰.۰۳۳۸۶۷ ۸۵
خنج	۰.۰۳۸۲۴۷ ۳	۰.۰۰۸۷۲ ۲۱	۰.۰۱ ۱۲۱ ۹۲	۰.۰۳۸۹۱ ۳۹	۰.۰۰۵۸۹ ۳۱	۰.۰۰۰۴۱ ۰۳	۰.۰۰۱۱۹ ۹۱	۰.۰۰۶۳۰ ۸	۰.۰۱۰۵۲ ۵۳	۰.۰۰۹۵۸۹ ۵۷	۰.۰۱۲۰۸۹ ۵۶	۰.۰۰۳۵۰۲ ۸۲	۰.۰۰۲۹۲۶ ۰۷	۰.۰۰۵۴۰۸ ۸۲	۰.۰۰۶۲۶۶ ۸۴
بوانات	۰.۰۲۰۶۵۳ ۶	۰.۰۴۴۱۵ ۷	۰.۰۹ ۳۶۳ ۷۱	۰.۰۸۸۰۴ ۵	۰.۰۴۰۵۸ ۱	۰.۰۰۶۵۶ ۶۹	۰.۰۰۳۰۱ ۶۵	۰.۰۱۳۶۸ ۲۸	۰.۰۲۴۵۵ ۸۹	۰.۰۱۷۲۶۱ ۳۲	۰.۰۱۹۳۳۳ ۳	۰.۰۳۱۵۲۵ ۳۵	۰.۰۲۶۳۳۴ ۶۳	۰.۰۴۸۶۷۹ ۳۳	۰.۰۵۰۱۳۴ ۶۸

۲-۲-۴. اولویت‌بندی گزینه‌ها با پیاده‌سازی روش تاپسیس

۱-۲-۲-۴. تعیین راه‌حل ایدئال و ضد ایدئال

با به‌دست آوردن ماتریس بی‌مقیاس وزن‌دار شده می‌توان ایدئال مثبت (ایدئال) و ضد ایدئال (ایدئال منفی) را مشخص کرد. طبق رابطه ۷ و ۸ به‌صورت زیر عمل می‌کنیم:

- ❖ برای معیارهای مثبت، ایدئال مثبت، برابر بزرگ‌ترین مقدار آن معیار (ماکزیم روی ستون ماتریس وزن‌دار) است.
- ❖ برای معیارهای مثبت، ایدئال منفی، برابر کوچک‌ترین مقدار آن معیار (مینیمم روی ستون ماتریس وزن‌دار) است.

- ❖ برای معیارهای منفی، ایدئال مثبت، برابر کوچک‌ترین مقدار آن معیار (مینیمم روی ستون ماتریس وزن‌دار) است.
- ❖ برای معیارهای منفی، ایدئال منفی، برابر بزرگ‌ترین مقدار آن معیار (ماکزیمم روی ستون ماتریس وزن‌دار) است.

جدول شماره ۱۴. مقادیر ایدئال مثبت و ایدئال منفی

اختلا	پوشش	نظرقه	پراکندگی	مقاوم سازی	قریب	اعلام خبر	فاصله از شهرها	فاصله از دالان هوایی	فاصله از خطوط انرژی	فاصله از خطوط ارتباط	کاربری اراضی	زمین شناسی	هیدرولوژی	مورفولوژی	معیار/ راه‌حل ایدئال
۰٫۰۰۶۲۶۸۲	۰٫۰۰۵۴۰۸۸۲	۰٫۰۰۲۴۲۶۰۷	۰٫۰۰۳۵۰۲۸۲	۰٫۰۰۲۴۱۷۹۱	۰٫۰۰۱۹۱۷۹۱	۰٫۰۰۳۵۰۸۴	۰٫۰۰۶۳۰۸	۰٫۰۰۱۱۹۹۱	۰٫۰۰۰۴۱۰۲	۰٫۰۲۰۵۸۱	۰٫۰۲۸۹۱۳۹	۰٫۰۱۱۴۱۹۲	۰٫۰۰۵۸۱۴۸	۰٫۰۱۵۲۹۹	ایدئال منفی
۰٫۰۰۵۰۱۳۴۶۸	۰٫۰۲۸۶۷۹۳۴	۰٫۰۲۶۳۳۴۶۳	۰٫۰۳۱۵۲۵۳۵	۰٫۰۲۱۷۶۱۲۱	۰٫۰۱۷۲۶۱۲۲	۰٫۰۳۱۵۷۵۸	۰٫۰۱۳۶۸۲۸	۰٫۰۰۸۵۴۶۱	۰٫۰۲۷۹۰۹۲	۰٫۰۲۴۲۶۹۸	۰٫۰۸۸۰۲۵	۰٫۱۰۷۷۲۵	۰٫۰۲۲۱۵۷	۰٫۰۶۱۱۹۵۹	ایدئال مثبت

۲-۲-۲-۴. محاسبه فاصله از حل ایدئال مثبت و ضد ایدئال

پس از محاسبه ایدئال و ضد ایدئال، بایستی فاصله از آن محاسبه شود. طبق جدول زیر فاصله از ایدئال مثبت و ایدئال منفی محاسبه شده است.

جدول شماره ۱۵. فاصله از ایدئال مثبت و ایدئال منفی

فاصله / گزینه	فاصله از ایدئال منفی	فاصله از ایدئال مثبت
سورمق	۰,۱۲۴۵۱۳۵	۰,۰۵۰۰۱۲۴
سده	۰,۱۰۲۷۶۷۶	۰,۰۸۱۵۵۸
پلیس‌راه فسا	۰,۱۰۹۱۳۴۲	۰,۰۸۳۸۶۶۱
نیریز	۰,۰۷۷۷۵۰۲	۰,۰۹۴۸۰۴۷
خنج	۰,۰۴۴۰۴۵۱	۰,۱۳۴۵۸۷۷
بوانات	۰,۱۲۵۸۱۰۹	۰,۰۵۹۹۹۰۴

۳-۲-۲-۴. محاسبه‌ی نزدیکی (فاصله) نسبی هر گزینه از گزینه ایدئال مثبت و ایدئال منفی

در پایان نیز فاصله نسبی هر گزینه از ایدئال مثبت و منفی محاسبه می‌شود؛ داده‌های مربوط به آن در جدول ذیل قرار گرفته است.

جدول شماره ۱۶. فاصله نسبی گزینه‌ها از ایدئال منفی	
فاصله نسبی از ایدئال منفی	فاصله/گزینه
۰,۷۱۳۴۳۸۵	سورمق
۰,۵۵۷۵۳۳۲	سده
۰,۵۶۵۴۶۱۳	پلیس‌راه فسا
۰,۴۵۰۵۸۲۶	نیریز
۰,۲۴۶۵۶۷۷	خنج
۰,۶۷۷۱۲۶	بوانات

۴-۲-۲-۴. تحلیل حساسیت

تحلیل حساسیت را با روش ذیل انجام می‌دهیم: با توجه به جدول (۵-۴) داده‌های مربوط به مورفولوژی را ۵ درصد، داده‌های زمین‌شناسی را ۱۰ درصد و داده‌های فاصله از خطوط انرژی را ۷,۵ درصد افزایش می‌دهیم.

همچنین داده‌های هیدرولوژی را ۵ درصد، فاصله از خطوط ارتباط را ۱۰ درصد و فاصله از دالان هوایی را ۷,۵ درصد کاهش می‌دهیم و بهترین گزینه را شناسایی می‌نماییم. لازم به ذکر است که عوامل کیفی مانند زیرمعیارهای پدافند غیرعامل را تغییر نمی‌دهیم. جدول (۱۷) با اطلاعات جدید حاصل می‌شود.

جدول شماره ۱۷. فاصله نسبی گزینه‌ها از ایدئال منفی	
فاصله نسبی از ایدئال منفی	فاصله/گزینه
۰,۷۱۲۵۰۲۰۸	سورمق
۰,۵۵۶۳۰۴۳۸	سده
۰,۵۷۰۶۳۲۷۵	پلیس‌راه فسا
۰,۵۷۰۶۳۲۷۵	نیریز
۰,۲۴۷۲۹۵۵	خنج
۰,۶۷۶۳۷۵۵۳	بوانات

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادات

۵-۱. نتیجه‌گیری

با توجه به بررسی‌های انجام‌شده در این پژوهش می‌توان موارد ذیل را نتیجه گرفت:

۱) با توجه به جدول (۷)، نظر خبرگان و بر اساس روش بهترین-بدترین، عوامل طبیعی مهم‌ترین و عوامل انسان‌ساخت کم‌اهمیت‌ترین معیار جهت مکان‌یابی مخازن سوخت استراتژیک هستند.

۲) مقادیر بزرگ‌تر جدول (۱۰) نشان‌دهنده اهمیت بالاتر هر زیرمعیار در محاسبات پایانی است. زیرمعیار زمین‌شناسی بالاترین اهمیت را دارد، بنابراین در تحلیل حساسیت، بیشترین تأثیر را بر جواب خواهد داشت؛ بعد از آن کاربری اراضی قرار دارد. کمترین اهمیت به فاصله از دالان هوایی مربوط می‌شود. بر اساس جداول ۷، ۸، ۹ و ۱۰) مشاهده می‌شود جمع اوزان برابر با یک است که نشان از درستی محاسبات در هر مرحله دارد.

۳) محاسبات روش تاپسیس که در جدول (۱۶) نشان داده شده، نمایانگر فاصله نسبی از ایدئال منفی و مثبت است؛ بنابراین هرچه این فواصل از ایدئال منفی بیشتر باشد، گزینه موردنظر برای احداث مخازن سوخت استراتژیک مناسب‌تر است. بر این اساس، سورمق مناسب‌ترین گزینه است. پس از آن بوانات، پلیس‌راه فسا، سده، نی‌ریز و خنج در اولویت‌های بعدی قرار می‌گیرند.

۴) با مقایسه نتایج تحلیل حساسیت می‌توان نتیجه گرفت که افزایش یا کاهش ۱۰ درصدی سایر عوامل کمی مانند زمین‌شناسی یا فاصله از خطوط ارتباط تأثیر چندانی بر انتخاب گزینه مناسب نخواهد داشت و همچنان سورمق مناسب‌ترین گزینه خواهد بود. سایر نقاط پیشنهادی نیز دچار تغییر نخواهند شد ولی اگر زیرمعیار زمین‌شناسی را عاملی منفی در نظر بگیریم، با توجه به جدول (۱۹) نی‌ریز به‌عنوان مناسب‌ترین گزینه معرفی خواهد شد.

۵-۲. پیشنهادات

پیشنهادهایی که می‌توان در تحقیقات آتی از آن‌ها بهره برد به شرح زیر است:

۱) پیشنهاد می‌شود، مکان‌یابی مخازن سوخت استراتژیک با ترکیب روش‌های بهترین-بدترین و تاپسیس برای سایر استان‌های کشور انجام گردد تا مدیران کشور قادر باشند جهت رفع مشکلات احتمالی در زمان بحران اقدامات لازم را انجام دهند.

۲) با توجه به تعداد بسیارکم پژوهش‌های صورت گرفته در حوزه‌ی لجستیک بحران، پیشنهاد می‌شود در راستای جلب‌توجه نگاه ملی به این مبحث و گسترش فرهنگ مدیریت بحران، پژوهش‌های بیشتری در جهت افزایش سرعت واکنش و انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین و لجستیک در حوزه‌های گوناگون داخلی صورت پذیرد.

۳) برای ساخت مخازن سوخت استراتژیک، دانشجویان رشته عمران می‌توانند این مخازن را از لحاظ سازه‌ای مورد بررسی قرار دهند و سازه‌ای مناسب و ایدئال برای این مخازن طراحی کنند.

۴) با توجه به مشکل کمبود برق در سه‌ماهه‌ی دوم سال در ایران و عدم توازن عرضه با تقاضا، می‌توان از ترکیب روش‌های بهترین-بدترین و تاپسیس، مکان‌یابی‌هایی برای تأسیس نیروگاه‌های تولید برق پیشنهاد داد.

منابع

الف- فارسی

- امانت ایزدی، لیلا؛ سلطانی‌زاده، محمدکاظم (۱۳۹۰). «مکان‌یابی مخازن استراتژیک سوخت در استان یزد با استفاده از آمایش جغرافیایی»، ***کنفرانس مجازی ذخیره‌سازی زیرزمینی مواد هیدروکربوری***. سمنان: دانشگاه صنعتی شاهرود.
- پودینه، محمدرضا، اسماعیل‌نژاد، مرتضی؛ قائدی، سهراب؛ و شیرازی، محمدعلی (۱۳۹۷). «مکان‌یابی تأسیسات و تجهیزات نظامی بر اساس عناصر محیطی مطالعه موردی: سواحل دریای عمان»، ***نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی***، ۲۱ (۶۱)، ۱۷-۳۶.
- پورمحمد، محمدرضا (۱۳۸۷). ***برنامه شهری اراضی کاربری ریزی***، تهران: انتشارات سمت، چاپ چهارم.
- جعفرزاده، جعفر؛ ولیزاده کامران، خلیل (۱۳۹۷). «مکان‌یابی پادگان نظامی در شهر اردبیل با رویکرد پدافند غیرعامل (با استفاده از تلفیق سنجش‌ازدور، GIS و روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره)»، ***نشریه پژوهش و برنامه‌ریزی شهری***، ۹ (۳۲)، ۴۱-۵۲.
- خاکپور، براتعلی؛ وفایی، مهدی؛ و صمدی، رضا (۱۳۹۲). «نقش پدافند غیرعامل در مکان‌یابی مطلوب کاربری‌ها مطالعه موردی: کاربری مراکز تجاری و خرید در خط قطار شهری مشهد»، ***جغرافیا و مطالعات محیطی***، ۲ (۶)، ۳۰-۱۷.
- دارابی، رضا (۱۳۹۰). «راهبردهای لجستیک بحران»، ***توسعه مدیریت و منابع انسانی و پشتیبانی***، ۶ (۲۱)، ۳۴-۷.
- حسینی، سید موسی؛ ریاهی، سمانه؛ ویسی، عبدالکریم (۱۳۹۸). «تأثیر توسعه شهری بر وضعیت هیدرولوژی حوضه آبریز مطالعه موردی: شمال تهران»، ***تحلیل فضایی مخاطرات محیطی***، ۶ (۱)، ۱۱۰-۹۶.

- رجبی، آزیتا؛ گندمی، محمدمهدی (۱۳۹۵). «مکان‌یابی سوله‌های مدیریت بحران در سطح منطقه یک شهر تهران»، ***جغرافیا***، ۱۴ (۵۱)، ۱۶۰-۱۳۹.
- رحمتی‌نیا، وحید؛ مختاری، داوود (۱۴۰۰). «مکان‌گزینی مراکز دفاعی از منظر پدافند غیرعامل در مناطق شمال غرب کشور با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی GIS»، ***پدافند غیرعامل***، ۱۲ (۱)، ۸۰-۶۵.
- سعیدی، علی؛ علیزاده اوصالو، امیر؛ و علیزاده اوصالو، علی (۱۳۹۵). «ملاحظات پدافند غیرعامل در مکان‌یابی مخازن ذخیره سوخت (مطالعه موردی مخازن سوخت شهران»، ***دومین همایش ملی آتش‌نشانی و ایمنی شهری***. تهران: سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی شهرداری تهران
- سلیمانی کوشکی، رضا؛ ولیزاده کامران، خلیل؛ مختاری، داوود؛ و سعیدی، علی (۱۳۹۹). «مکان‌یابی پادگان نظامی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP) (مورد مطالعه: استان آذربایجان شرقی»، ***پژوهشنامه جغرافیای انتظامی***، ۸ (۲۹)، ۵۰-۲۷.
- مقیمی، ابراهیم؛ یمانی، مجتبی؛ بیگلو، جعفر؛ مرادیان، محسن؛ و فخری، سیروس (۱۳۹۱). «تأثیر ژئومورفولوژی زاگرس جنوبی بر پدافند غیرعامل در منطقه شمال تنگه هرمز (با تأکید بر مکان‌یابی مراکز ثقل جمعیتی)»، ***فصلنامه مدیریت نظامی***، ۱۲ (۴۸)، ۱۱۲-۷۷.
- ناظری، پدرام؛ حسینعلی، فرهاد (۱۳۹۷). «مکان‌یابی تأسیسات نظامی با رویکرد پدافند غیرعامل (مطالعه موردی: استان مازندران)»، ***نشریه پژوهش و برنامه‌ریزی شهری***، ۴ (۸)، ۱۱۰-۹۵.
- وحدت‌خواه، مجید؛ فرپور، محمدهادی؛ و سرچشمه‌پور، مهدی (۱۳۹۲). «مقایسه برخی از شاخص‌های کیفیت خاک در انواع کاربری اراضی دشت ماهان- جوپار»، ***علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک***، ۱۷ (۶۴)، ۱۱۷-۱۰۷.

ب- انگلیسی

- Qinzhen, Li, Wang Jinsong, Ren Jie, & Cao Jixia (2011).“Optimized research on selecting location for military container transport station”, ***International Conference on Transportation, Mechanical, and Electrical Engineering (TMEE)***, IEEE: 55-58.
- Saleh, A., Abdullah, M (2021). “Technique TO Determining The Best Site for Urban Residential Buildings Using BWM and Fuzzy Topsis”, ***Journal of Engineering and Sustainable Development***, 127, 85–99.
- Sennaroglu, Baha, and Gulsay Varlik Celebi (2018). “A military airport location selection by AHP integrated PROMETHEE and VIKOR methods”, ***Transportation Research Part D: Transport and Environment***, 160-173.
- Wang, Ying, Kyung-Ae Jung, Gi-Tae Yeo, and Chien-Chang Chou (2014). “Selecting a cruise port of call location using the fuzzy-AHP method: A case study in East Asia”, ***Tourism Management*** ,262-270.

COPYRIGHTS

© 2024 by the authors. Published by The National Defense University. This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) https://creativecommons.org/licenses/by/4.0