فصلنامه علوم و فنون نظامی
سال یازدهم/ شماره ۳۳، پاییز ۱۳۹۴
صص ۱۲۸-۱۰۹
تاریخ دریافت:۱۳۹۵/۰۲/۰۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۹/۰۴

پتانسیل‌یابی سایت‌های دیدبانی یگان‌های رزمی با استفاده از GIS و منطق فازی در منطقه نصرآباد اصفهان

مهدی کیخایی[۱]
کاظم رنگزن[۲]
ایوب تقی‌زاده[۳]

چکیده:

شناخت زمین و آشنایی با ویژگی‌های مختلف آن با استفاده از ابزارهای به روز و کارآمد عامل مهمی در دستیابی به برتری نظامی محسوب می‌شود. انتخاب مکان مناسب جهت استقرار سایت‌های دیدبانی و پست‌های استراق سمع در صحنه نبرد یکی از مهم‌ترین و در عین حال حساس‌ترین اقدامات فرماندهان نظامی محسوب می گردد. هدف از این پژوهش شناسایی و تعیین مناطق بهینه استقرار دیدبانها در منطقه نصرآباد اصفهان قبل از حضور فیزیکی، با در نظر گرفتن کلیه شرایط، محدودیت‌ها و قابلیت‌های موجود می‌باشد. جهت نیل به این هدف، عواملی از قبیل: شیب، جهت شیب، قابلیت دید و اختفاء، نوع لندفرم ها، زمین شناسی و نوع سازندها، نوع خاک، میزان دسترسی به شبکه راه‌ها و فاصله از دشمن مورد بررسی قرار گرفت. پس از آماده سازی داده‌ها و نقشه‌های موضوعی لازم، عملیات نرمال سازی روی لایه‌ها انجام شد. سپس توسط روش AHP و رویکرد فازی نسبت به وزن دهی لایه‌ها اقدام و با استفاده از عملگرهای فازی در محیط GIS، عملیات همپوشانی فازی (روی لایه‌ها) انجام و پهنه بندی منطقه در پنج گروه بسیار مناسب، مناسب، متوسط و ضعیف و بسیار ضعیف مشخص گردید. نتایج پژوهش با توجه به بازدیدهای میدانی انجام شده، نشان می‌دهد که محدوده‌های نیمه مرتفع و مناطقی که از نظر ژئومورفولوژی نظامی حائز اهمیت و مطابق ملاحظات این مکان‌ها با بهره گیری از حداکثر میدان دید و شعاع عمل می‌باشد به خوبی استخراج گردیده است.

واژگان کلیدی:

سیستم اطلاعات جغرافیایی، مکان‌یابی، دیدگاه، سلسله مراتبی فازی

---

۱ - کارشناس ارشد سنجش‌ازدور و GIS، مدرس دانشگاه افسری امام علی (ع)، ۰۹۱۳۱۸۶۵۱۹۳
M.keykhaee60@yahoo.com

۲ - دانشیار، مدیر گروه سنجش از دور و GIS، دانشگاه شهید چمران اهواز،

۳ - کارشناس ارشد سنجش‌ازدور و GIS، عضو هیئت‌علمی دانشگاه شهید چمران اهواز

مقدمه:

مکان‌یابی درست و اصولی مناطق حساس نظامی، یکی از مهم‌ترین اقداماتی است که موجب کاهش قابل‌توجه هزینه‌های بعدی مرتبط با فعالیت‌ها و پیشامدهای مربوط به این مناطق خواهد بود و با افزایش قابلیت پدافند غیرعامل این مناطق، ضریب امنیتی آن‌ها را افزایش و احتمال حملات دشمن و اثرات تخریبی ناشی از آن‌ها را کاهش خواهد داد (نصیری، ۱۳۸۸). مکان‌یابی، انتخاب بهترین و مطلوب‌ترین نقطه و محل استقرار است؛ به‌طوری‌که پنهان و مخفی کردن نیروی انسانی، وسایل، تجهیزات و فعالیت‌ها را به بهترین وجه امکان‌پذیر سازد. مهم‌ترین اصل پدافند، مکان‌یابی بوده و چنانچه مکان‌یابی صحیح و اصولی و مبتنی بر استفاده مناسب از عوارض طبیعی و شکل زمین انجام گیرد، هزینه‌های اجرایی سایر اصول را کاهش و کارآمدی آن‌ها را افزایش می‌دهد و نسبت به اصول دیگر مقدم‌تر است (موحدی نیا، ۱۳۸۸).

فرماندهان ازنظر سرعت، دقت و در نظر گرفتن تمامی مؤلفه‌های موردنظر کارشناسان در شناسایی، انتخاب و اشغال بهترین مواضع و استمرار آن ازنظر زمان، با خطاهای انسانی مواجه می‌باشند که بعضاً باعث ایجاد تلفات انسانی و تسلیحاتی و نیز افزایش هزینه‌ها می‌گردد. علاوه بر آن، حضور فیزیکی نیروها در منطقه شناسایی‌های میدانی وسیعی را می‌طلبد. سردرگمی یگان‌ها در بدو ورود به مناطق عملیاتی از مشکلات دیگری است که گریبان گیر فرماندهان واحدها می‌باشد. دیدبانی و پایش حرکات دشمن به‌منظور جلوگیری از غافلگیری، وظیفه ذاتی یگان‌های در خط می‌باشد. یگان‌های توپخانه دارای سه رکن اساسی شامل آتشبار، مرکز هدایت آتش و دیدبان می‌باشد؛ در صورت عدم وجود هر یک، کار این واحدها مختل می‌گردد؛ نقش دیدبان‌ها دراین‌بین نقشی انکارناپذیر است چون تا هدفی رؤیت نشود گلوله‌ای شلیک نشده و یا به هدف اصابت نخواهد کرد. محل مناسب برای دیدبان جایی است که ضمن داشتن بیشترین دید بر مواضع دشمن، اختفاء و پوشش مناسب و به راه‌های مناسب دسترسی داشته باشد (فخری و همکاران، ۱۳۸۸).

تکنیک سنجش‌ازدور و سیستم اطلاعات جغرافیایی به‌مثابه ابزاری توانمند ما را در تحلیل مسائل مختلف نظامی و شناسایی مناطق عملیاتی و تعیین مناسب‌ترین مکان‌های استقرار بدون حضور فیزیکی وسیع در مناطق و برنامه‌ریزی دقیق جهت یگان‌ها یاری می‌رساند. فرماندهان و طراحان نظامی با کمک این سامانه علاوه بر کسب اطلاعات بروز و کارآمد،

عوارض سطح زمین منطقه عملیات را به‌خوبی کنترل و هدایت می‌نمایند (ساتی ناریانا و گندران، ۲۰۰۶).

در ادامه به تعدادی از تحقیقاتی که پیرامون این پژوهش انجام‌گرفته است اشاره می‌گردد.

الف) فخری (۱۳۹۳) در پژوهشی تحت عنوان "تحلیل مکان گزینی شهرهای شمال شرق کشور با توجه به عوامل ژئوهیدروکلیمایی با رویکرد دفاع غیرعامل" (با تأکید بر مکان‌یابی) پرداخت و نتایج نشان داد که منطقه دارای قابلیت‌های ژئومورفولوژیک مناسب برای دفاع غیرعامل می‌باشد.

ب) زنگنه اسدی و همکاران (۱۳۹۲) به بررسی نقش پدیده‌های ژئومورفولوژیکی در مسائل دفاعی نواحی مرزی جنوب شرقی کشور پرداخته و منطقه موردمطالعه را به سه واحد دشت، کوهستان و رودخانه تقسیم کردند و توان‌ها و تنگناهای نظامی هر واحد را مشخص نمودند.

پ) حنفی و حاتمی (۱۳۹۲)، در تحقیقی، مناطق مساعد برای استقرار نیروهای نظامی در منطقه مرزی مهران را با کمک سامانه اطلاعاتی GIS، موردبررسی قرار داده و موفق به تولید نقشه پهنه‌بندی این منطقه گردیده‌اند.

ت) فتحی (۱۳۸۹) به تحلیل ژئومورفولوژیکی مکان گزینی مراکز نظامی موجود در دامنه‌های غربی کوهستان واقع در شهر تبریز، مراکز آموزش ۳ عجب‌شیر و گروه ۱۱ توپخانه مراغه و سایر مراکز نظامی موجود با استفاده از روش AHP اقدام نموده است.

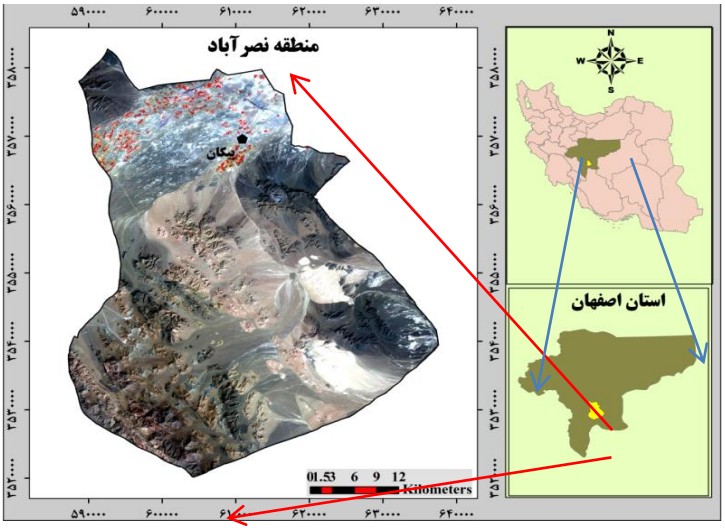
هدف از این پژوهش، پهنه بندی منطقه نصرآباد اصفهان به منظور مکان‌یابی مناسب‌ترین مواضع و سایت‌های دیدبانی و استراق سمع با در نظر گرفتن ملاحظات دفاع عامل و غیرعامل در مقابله با نیروهای دشمن با توجه به عوامل و شاخص‌های ژئومورفولوژیکی در محیط GIS و با استفاده از رویکرد فازی می‌باشد.

منطقه مورد مطالعه:

منطقه مورد مطالعه در ۶۰ کیلومتری جنوب شرقی شهر اصفهان و ۱۰ کیلومتری شرق شهرستان شهرضا می‌باشد. مساحت منطقه ۱۹۳۳ کیلومترمربع و متوسط ارتفاع منطقه ۲۰۴۰ متر می‌باشد. آب‌وهوای این منطقه خشک و بیابانی است، دارای زمستان‌های سرد و خشک و تابستان‌های گرم و خشک بوده و متوسط بارندگی در طول سال ۱۲۰ میلی‌متر است. آب‌های تحت‌الارضی آن شور بوده و پوشش گیاهی آن به علت کمی بارندگی ناچیز می‌باشد. این سرزمین از پای کوه‌های درونی رشته‌کوه‌های زاگرس بوده و از رشته‌کوه‌های:

کلاه قاضی، سیاه کوه، چاه سرخ، خورشید و رشته‌کوه محمد نوجوان تشکیل گردیده است. محدوده موردمطالعه و تصویر ماهواره‌ای لندست ۸ آن در ادامه نشان داده‌شده است (شکل شماره ۱).

لازم به ذکر است این منطقه ازنظر برگزاری رزمایش‌های نظامی حائز اهمیت بوده و می‌تواند جهت سایر مناطق حساس و درگیر درنبرد احتمالی نیز با تهیه اطلاعات موردنیاز تعمیم یابد.



شکل ۱) منطقه مورد مطالعه

تعاریف و مفاهیم نظری:

۱) مواد و روش‌ها

۲-۱) مواد و ابزار تحقیق

در این پژوهش از داده‌های زیر استفاده گردید.

- نقشه‌های توپوگرافی ۱/۲۵۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری
- نقشه‌های خاک و زمین‌شناسی ۱/۲۵۰۰۰۰، سازمان زمین‌شناسی
- نقشه رقومی ارتفاعی منطقه
- تصویر ماهواره‌ای لند ست ۸
- نقشه ژئومورفولوژی منطقه

در طی مراحل تحقیق از نرم‌افزارهای ARCGIS10.1، نرم‌افزار پردازش تصویر ENVI 4.8، نرم‌افزار MATLAB، نرم‌افزار Micro Station 2000 و Google Earth استفاده شد.

روش اجرای تحقیق

در انجام این پژوهش که یک نوع تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌باشد در کلیه مراحل اجرای این تحلیل از تئوری‌های فازی استفاده‌شده است. پس از جمع‌آوری اطلاعات و نقشه‌های لازم، عملیات استانداردسازی روی لایه‌ها انجام و توسط روش FAHP وزن‌دهی آن‌ها انجام و همپوشانی معیارها با استفاده از اپراتورهای فازی انجام و پهنه‌بندی منطقه انجام‌گرفته است. شکل (۲) روش اجرای این فرآیند را نشان می‌دهد.

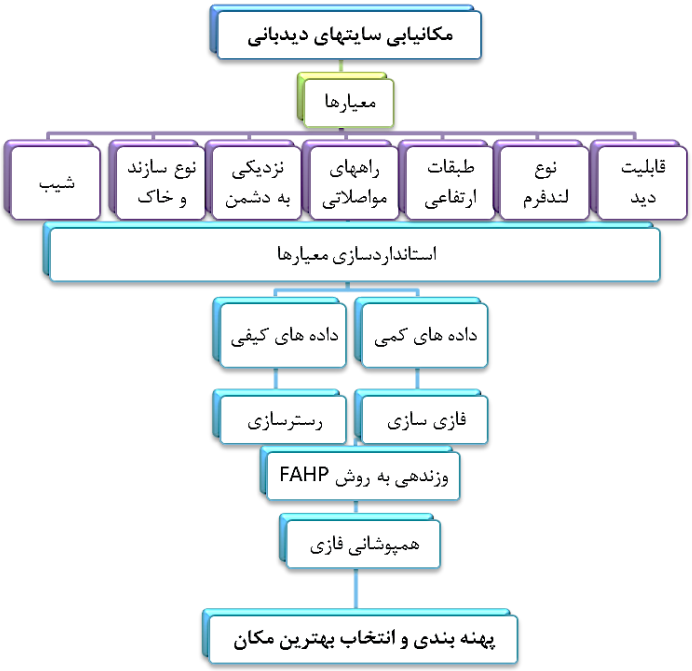
انتخاب معیار

مکان‌یابی، فرآیند پیچیده‌ای است که نیازمند شناسایی عوامل مؤثر در مکان هر تأسیسات و نیرویی می‌باشد. بنابراین برای استقرار یگان‌های گوناگون باید عوامل مؤثر شناسایی شوند و بعد لایه‌ها و نقشه‌های موردنیاز برای تحلیل تهیه و پس از ارزش‌گذاری میزان تأثیر آن‌ها، تحلیل مکان‌یابی صورت پذیرد. ضمناً بسیاری از ملاحظات تاکتیکی و موقعیت دشمن باید مورد تحلیل قرار گیرد تا مکان یک یگان به‌طور صحیح تعیین شود (فخری و همکاران، ۱۳۸۸).

به‌طور کل فرآیند مکان‌یابی را می‌توان شامل مراحل شناخت، تهیه داده‌های موردنیاز، تعیین برگ خریدهای تأثیرگذار، شناخت دقیق از محدوده مطالعاتی، آماده‌سازی داده‌ها، تهیه نقشه، تلفیق نقشه‌ها و تهیه نقشه‌های خروجی دانست (عظیمی، ۱۳۹۲).

به ملاک‌هایی که متضمن هدف و سازنده آن هستند و تصمیم‌گیرنده به‌منظور افزایش مطلوبیت، آن‌ها را مدنظر قرار می‌دهد، معیار گویند. به‌عبارت‌دیگر معیارها، استانداردها و قوانینی هستند که قضاوت و میزان اثربخشی در تصمیم‌گیری را بیان می‌کنند (عطایی، ۱۳۸۹).

شکل ۲) مدل مفهومی مراحل انجام مکان‌یابی دیدگاه‌ها



جهت انجام مکان‌یابی مناسب سایت‌های دیدبانی، با توجه به نظرات کارشناسی، معیارهـایی در نظر گرفته شد که در ادامه تشریح خواهند شد.

منطق فازی

منطق فازی برای اولین بار توسط پرفسور عسکر لطفی زاده استاد دانشـگاه برکلـی آمریکـا، برای اقدام در شرایط عدم اطمینان ارائه شـد. ایـن نظریـه قـادر اسـت بسـیاری از مفـاهیم، متغیرها و سیستم‌هایی را که نادقیق و مبهمند صورت‌بندی ریاضی بخشیده و زمینه را برای استدلال، کنترل و تصمیم‌گیری در شرایط عدم اطمینان فراهم آورد (پوراحمـد و همکـاران، ۲۰۰۷). این روش ارزیابی چند معیاری را ابتدا توماس آل ساعتی[1] (۱۹۸۰) پیشـنهاد کـرد و تاکنون کاربردهای متعددی به‌ویژه در برنامه‌ریزی منطقه‌ای داشـته اسـت (ادلـین، ۲۰۰۵)[2]. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی درواقع یکی از جامع‌تـرین سیسـتم‌هـای طراحـی شـده بـرای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است. این فرآیند که بر مبنای مقایسـات زوجـی بناشـده

[1] -Tomas.L.Saatti
[2] -Adlin,2005

است، قادر به دخالت گزینه‌های مختلف در تصمیم‌گیری می‌باشد و همچنین امکان تحلیل حساسیت روی معیارها و زیر معیارها را دارد (قدسی پور، ۲۰۰۰).

منطق FAHP تفکرات بشری را در استفاده از اطلاعات تقریبی و نامطمئن برای تصمیم‌گیری بازتاب داده است (کرسک، ۲۰۰۱)[1].

۲-۲-۳) توابع عضویت و استانداردسازی

مفهوم تابع عضویت[2] از اهمیت ویژه‌ای در تئوری مجموعه‌های فازی برخوردار می‌باشد چراکه تمام اطلاعات مربوط به یک مجموعه فازی به‌وسیله تابع عضویت آن توصیف و در تمام کاربردها و مسائل مربوط استفاده می‌شود. تابع عضویت مقدار فازی بودن یک مجموعه فازی را مشخص می‌کند (کوره‌پزان، ۱۳۸۷).

با توجه به این‌که در اندازه‌گیری معیارها، دامنه متنوعی از مقیاس‌ها مورداستفاده قرار می‌گیرد، بر همین اساس لازم است ارزش‌های موجود در لایه‌های مختلف نقشه معیار به واحدهای قابل‌مقایسه و در تناسب باهم تبدیل شوند که به آن استانداردسازی یا نرمال‌سازی گفته می‌شود (مالچفسکی، ۱۳۹۰).

یکی از روش‌های استانداردسازی، روش فازی می‌باشد. عملیات فازی سازی، ورودی‌ها را گرفته و توسط توابع عضویت مربوطه، یک درجه مناسب به هر یک نسبت می‌دهد. متغیرهای ورودی هر یک باید در محدوده‌ی رقومی تعریف‌شده خود باشند (مهجوری، ۱۳۹۰).

وزن دهی به روش Fuzzy AHP

هدف از وزن دهی معیار آن است که بتوان اهمیت هر معیار را نسبت به معیارهای دیگر بیان کرد (مالچفسکی، ۱۳۹۰).

یکی از روش‌های وزن دهی معیار مدل AHP می‌باشد این مدل یکی از سیستم‌های تصمیم‌گیری چندگانه می‌باشد که بر اساس دانش کارشناسی استوار و توسط توماس ساعتی طراحی گردیده است و امکان در نظر گرفتن معیارهای کمی و کیفی وجود دارد (عظیمی، ۱۳۹۲).

---

[1]- Karsak,2001

[2] - Membership Function

باوجوداینکه AHP، برای به دست آوردن نظر کارشناسان درباره موضوع خاص است ولی به‌درستی نحوه تفکر انسان را منعکس نمی‌کند زیرا در مقایسه‌های زوجی از اعداد دقیق استفاده می‌کند و به علت طبیعت فازی بودن مقایسه‌های زوجی، قادر نیستند به‌صراحت نظرشان را مورد برتری و اهمیت معیارها بیان کنند، به همین دلیل در قضاوت‌هایشان ارائه یک بازه را به‌جای یک عدد ترجیح می‌دهند. برای رفع این مشکل روش تحلیل سلسله مراتبی فازی ارائه گردیده است. در سال ۱۹۹۶ روشی تحت عنوان روش تحلیل توسعه‌ای[1] توسط چانگ[2] ارائه گردید که مراحل این روش در زیر شرح داده‌شده است (عطایی، ۱۳۸۹).

به‌طور خلاصه مدل Fuzzy AHP دارای مراحل زیر است:

- رسم نمودار سلسله مراتبی
- تعریف اعداد فازی به‌منظور انجام مقایسه‌های زوجی

برای انجام مقایسه‌ها نیاز به تعریف اعداد فازی و مقیاس‌های فازی می‌باشد.

- تشکیل ماتریس مقایسه زوجی با به‌کارگیری اعداد فازی

ماتریس مقایسه زوجی ($\tilde{A}$) حاوی اعداد فازی تعریف‌شده می‌باشد و به‌صورت روبرو خواهد بود.

$$\tilde{A} = \begin{bmatrix} 1 & \widetilde{a_{12}} & \dots & \widetilde{a_{1n}} \\ \widetilde{a_{21}} & 1 & \dots & \widetilde{a_{2n}} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \widetilde{a_{n1}} & \widetilde{a_{n2}} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$ رابطه (۱).

- محاسبه Si برای هر یک از سطرهای ماتریس مقایسه زوجی Si که خود یک عدد فازی مثلثی است از رابطه زیر به دست می‌آید.

$$S_i = \sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j} \times \left[\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j}\right]^{-1}$$ رابطه (۲)

که در این رابطه i بیانگر شماره سطر و j بیان‌کننده شماره ستون می‌باشد. M_{gi}^{j} در این رابطه اعداد فازی مثلثی ماتریس‌های مقایسه زوجی هستند.

روابط (۳، ۴، ۵)

$$\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j} = \left(\sum_{j=1}^{m} l_j, \sum_{j=1}^{m} m_j, \sum_{j=1}^{m} u_j\right)$$

$$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j} = \left(\sum_{i=1}^{n} l_i, \sum_{i=1}^{n} m_i, \sum_{i=1}^{n} u_i\right)$$

$$\left[\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j}\right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^{n} u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} l_i}\right)$$

---

[1] - Extant Analysis
[2] - Chang,1996

در روابط بالا l_i و m_i و u_i به ترتیب مؤلفه‌های اول تا سوم اعداد فازی هستند. رابطه (۴)

$$S_i = \sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j} \times \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^{n} u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} l_i}\right) = \left(\frac{\sum_{j=1}^{m} l_j}{\sum_{i=1}^{n} u_i}, \frac{\sum_{j=1}^{m} m_j}{\sum_{i=1}^{n} m_i}, \frac{\sum_{j=1}^{m} u_j}{\sum_{i=1}^{n} l_i}\right)$$

- محاسبه درجه بزرگی S_iها نسبت به همدیگر به‌طورکلی درجه بزرگی S_i نسبت به S_j از معادله‌ی زیر به دست می‌آید. رابطه (۵):

$$V(S_i \geq S_j) = hgt(S_i \cap S_j) = \mu_{s_i}(d) = \begin{cases} 1 \text{ if } m_i \geq m_j \\ \text{if } l_j \geq u_i \\ \dfrac{l_j - u_i}{(m_i - u_i) - (m_j - u_j)} \quad \text{otherwise} \end{cases}$$

- محاسبه وزن معیارها و گزینه‌ها در ماتریس‌های مقایسه زوجی

برای محاسبه وزن نرمال نشده معیار باید میزان بزرگی یک عدد فازی مثلثی با سایر اعداد فازی مثلثی محاسبه شود و بدین منظور از رابطه زیر استفاده می‌شود. رابطه (۶):

$$d'(A_i) = \text{Min } V(S_i \geq S_k) \quad k = 1,2,\dots,n \quad , \quad k \neq i$$

- محاسبه بردار وزن نهایی

بردار وزن نهایی از نرمال کردن بردار وزن معیارها به دست می‌آید. رابطه (۷)

$$W = \left(d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n)\right)^{t}$$

آنالیز همپوشانی

همپوشانی به ترکیب چندلایه اطلاعاتی بر اساس معیارهای تعریف‌شده توسط کاربر و تولید یک‌لایه اطلاعاتی جدید اشاره دارد (عظیمی، ۱۳۸۹). تجزیه‌وتحلیل همپوشانی در آنالیز مکانی و بسیاری از کاربردهای مکان‌یابی بهینه و مدل‌سازی مناسب است. روش‌های مختلفی برای انجام این تجزیه‌وتحلیل وجود دارد که تعدادی از آن‌ها عبارت‌اند از:

- همپوشانی وزن‌دار[1]
- همپوشانی مجموع وزن‌دار[2]
- همپوشانی فازی[3]

در این پژوهش از مدل همپوشانی فازی جهت تلفیق لایه‌ها استفاده گردید. در این روش با استفاده از عملگرهای فازی از قبیل: PRODUCT، SUM،OR، AND و GAMMA، لایه‌های

[1] - Weighted Overlay
[2] - Weighted Sum Overlay
[3] - Fuzzy Overlay

مختلف ترکیب می‌شوند. انتخاب عملگر مناسب، بستگی به ماهیت داده‌ها و نحوه تأثیر آن‌ها بر همدیگر داشته و از مهم‌ترین مراحل همپوشانی است. در این مطالعه از عملگر GAMMA جهت تلفیق لایه‌ها استفاده شد.

۲-۲-۶) عوامل مؤثر در مکان‌یابی سایت‌های دیدبانی

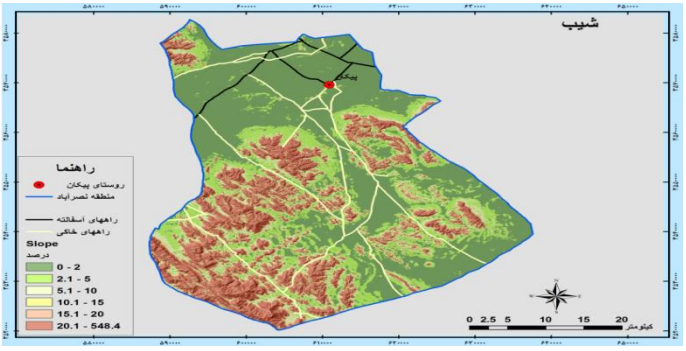
در ادامه تأثیر هر یک از فاکتورهای اثرگذار بر مکان‌یابی بررسی می‌گردد.

۲-۲-۶-۱) شیب

یکی از عوامل مهم و مؤثر در سرعت حرکت نیروهای نظامی شیب منطقه عملیات می‌باشد. بدین ترتیب شناخت ویژگی‌های توپوگرافی و ناهمواری‌های زمین در یک پهنه، از عوامل تعیین‌کننده برای طرح‌های دفاعی و تهاجمی بشمار می‌رود (آریایی، ۱۳۶۷).

کارآمدی نیروهای زمینی درگذر از اراضی شیب‌دار، به تخصص حرفه‌ای، نوع نقل‌وانتقال و وزن محموله آن‌ها وابسته است. شیب‌های محدب معمولاً نقاط کوری به وجود می‌آورند که می‌تواند مواضع را از تیررس دشمن حفظ نماید؛ این نقاط کور، کارایی مخابرات رادیویی با فرکانس بالا که از نیازمندی‌های یگان‌های نظامی است را کاهش می‌دهد (کالینز، ۱۳۸۴).

DEM منطقه موردمطالعه از نقشه‌های ۱/۲۵۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری با فرمت DGN در محیط GIS استخراج شد. لایه شیب نیز با مشتق‌گیری از لایه رستری ارتفاع ایجاد گردید. شکل (۳) نقشه شیب را نشان می‌دهد. بیشترین شیب با مساحت $۸۴۰km^2$ مربوط به شیب‌های تا ٪۲ و کمترین مساحت مربوط به شیب‌های ٪۲۰-۱۵ با مساحت $47\ km^2$ می‌باشد.

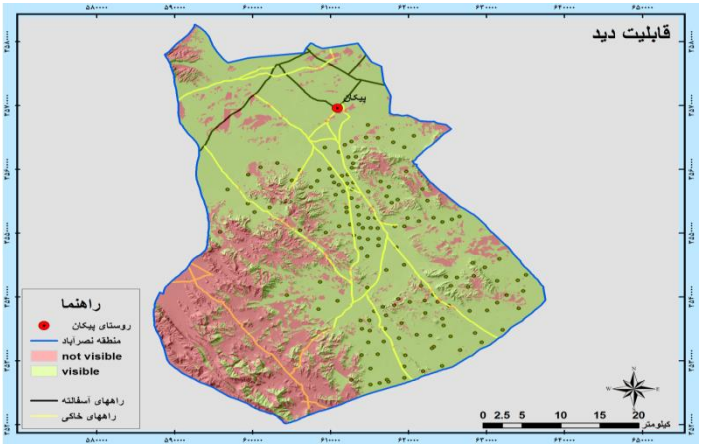


شکل (۳)

۲-۲-۶-۲) قابلیت دید و اختفاء

تحلیل قابلیت دید یکی از مهم‌ترین بخش‌های کاربرد مدل رقومی ارتفاعی در علـوم نظـامی است. عمده‌ترین بخش بررسی قابلیت دید، میزان در دید بودن نیروهای دشمن، قسمت‌های حساس، معابر وصولی و منطقه تحت عمل یگان‌ها برای نیروهای خودی و دیدبان‌ها می‌باشد (ملأ زاده، ۱۳۸۸).

این لایه با توجه به نقاطی تهیه گردیده که ما مایل هستیم این مناطق برای ما قابـل‌رؤیـت باشند این لایه نیز در محیط GIS آماده گردید که در شکل (۴) نشان داده‌شده است.

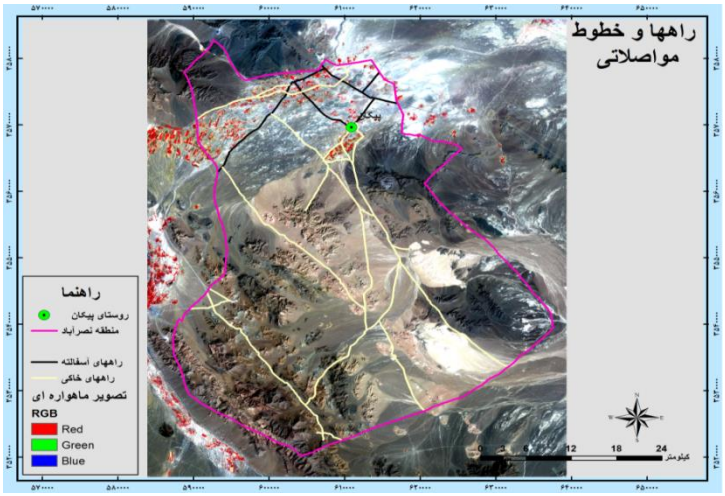


شکل (۴)

۲-۲-۶-۳) راه‌ها و خطوط ارتباطی

شناخت جاده‌ها و خطوط مواصلاتی، ازلحاظ نظامی یکی از مهم‌ترین مسائلی است کـه بایـد موردتوجه واقع گردد. در هنگام جابجایی نیروها و تجهیزات مهم‌ترین اصل، انتخاب بهتـرین مسیر با کمترین خطر و کوتاه‌ترین فاصله می‌باشد. با توجه به اینکه وسـایل موتـوری بـه دو صورت زنجیری و چرخ‌دار می‌باشند، آگاهی داشتن از وضـعیت راه‌هـا در تـردد ایـن وسـایل به‌منظور اجرای عملیات و انجام پشـتیبانی و تـدارکات از اهمیـت ویـژه‌ای برخـوردار اسـت (حدیدی و همکاران، ۱۳۸۸).

در این منطقه ۵۴ کیلومتر راه آسفالت و ۲۵۱ کیلـومتر جـاده خـاکی شناسـایی گردیـد. در شکل (۵) نقشه راه‌ها و خطوط مواصلاتی منطقه نشان داده‌شده است.



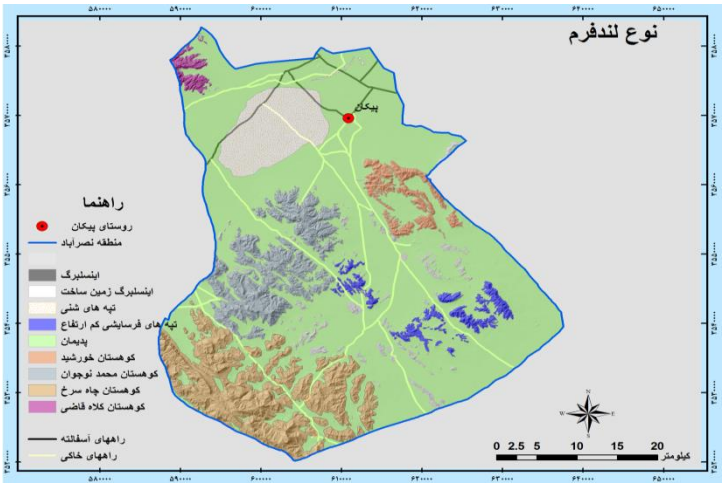
شکل (۵)

۲-۲-۶-۴) لند فرم‌ها

اشکال زمین، حکم زیربنایی رادارند که سایر عوارض بر آن‌ها واقع گردیده‌اند. این اشکال به لحاظ اهمیت نظامی در سه مقوله، شامل اراضی مرتفع، زمین‌های مسطح و فرورفتگی‌ها می‌باشد. هرکدام از این سه مقوله تأثیر منحصربه‌فردی بر تحرک و جابجایی آزادانه نیروهای زمینی و هوایی، مکان‌یابی هدف‌ها، ارسال آتش‌های مؤثر، پدافند و هماهنگ نمودن اقدامات پشتیبانی مؤثر در سطوح استراتژیک، عملیاتی و تاکتیکی دارند (کالینز،۱۳۸۴).

در عملیات نظامی در مقیاس تاکتیکی، این اشکال زمین هستند که موقعیت‌ها و مکان‌های مناسب برای پدافند و مناسب‌ترین معابر وصولی برای حملات نظامی را تعیین می‌کنند. ژئومورفولوژی نظامی در حقیقت، تأثیر عوارض و اشکال زمین و لندفرم ها را بر عملیات‌های نظامی در تمام سطوح موردتوجه قرار می‌دهد (مقیمی و همکاران، ۱۳۹۱).

نقشه ژئومورفولوژی منطقه موردمطالعه در شکل (۶) نشان داده‌شده است. این نقشه به کمک نرم‌افزار ArcGIS و تصویر ماهواره‌ای تهیه گردید. لندفرم های موجود در منطقه شامل کوهستان‌ها، اینسلبرگ ها، تپه‌های فرسایشی کم ارتفاع، دشت‌ها، رسوبات آبرفتی و مخروط افکنه ها می‌باشد. مناسب‌ترین لندفرم جهت استقرار دیدبان‌ها مناطق نیمه مرتفع، تپه‌های کم ارتفاع و اینسلبرگها می‌باشند.



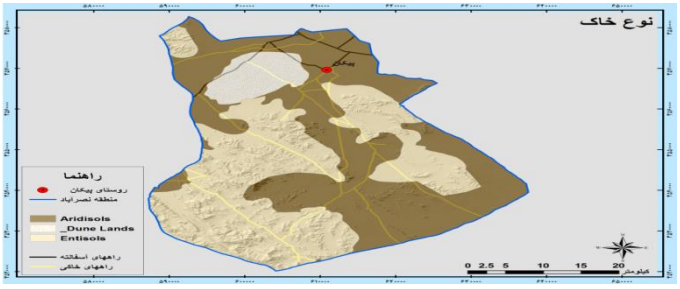
شکل (۶)

۲-۲-۶-۵) نوع سازندها و جنس خاک

آگاهی از زمین‌شناسی نظامی منطقه عملیات برای انجام مأموریت‌های نظامی امری مسلم است. کلیه نظامیان باید بدانند که زمین‌شناسی و خاک چه تأثیری بر رزم و عملیات پشتیبانی دارند. نوع سازندها، بافت، درجه مقاوم بودن و شکل ظاهری آن از ویژگی‌هایی است که باید به آن‌ها توجه کرد (کالینز، ۱۳۸۴).

سازندهای سخت و سنگی، شعاع کُشندگی مهمات متعارف را باکمانه کردن پس از برخورد، بیشتر می‌کند ولی سازندهای سست‌تر، گلوله‌های انفجاری را پس از برخورد به زمین خفه کرده و تأثیرات ترکش آن را به حداقل می‌رساند (کالینز، ۱۳۸۴).

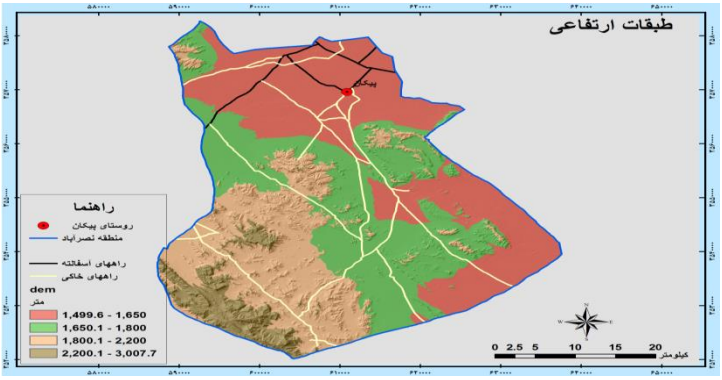
این منطقه شامل سه نوع خاک شامل اریدی سول، آنتی سول و اراضی ماسه‌بادی می‌باشد که در شکل (۷) نشان داده‌شده است.



شکل (۷)

۲-۲-۶-۶) طبقات ارتفاعی

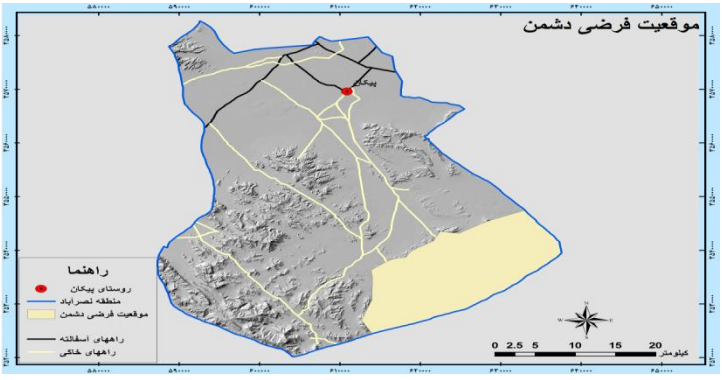
یکی از مهم‌ترین معیارهایی که در مکان‌یابی مناطق مستعد استقرار دیدبان‌ها موردنظر می‌باشد نقش ارتفاع می‌باشد چون استقرار در نقاط مرتفع‌تر میدان دید بهتری را ایجاد می‌کند ولی باید به در دسترس بودن این نقاط نیز توجه گردد. شکل (۸) طبقات ارتفاعی در منطقه را نشان می‌دهد که با توجه به متوسط ارتفاع منطقه قابل تحرک (۱۶۰۰ متر) بهترین ارتفاع استقرار بین ۱۸۰۰-۱۶۵۰ متر لحاظ گردید.



شکل (۸)

۲-۲-۶-۷) نزدیکی به موقعیت دشمن

یکی از معیارهایی که در این پژوهش در نظر گرفته‌شده است نزدیکی به موقعیت دشمن می‌باشد چراکه این مناطق ازنظر نظامی بسیار مهم می‌باشند. جنوب شرق منطقه در محدوده موردمطالعه به‌عنوان محل استقرار دشمن لحاظ گردیده که در شکل (۹) نشان داده‌شده است.



شکل (۹)

پردازش معیارها، بحث و یافته‌ها

۱) پردازش معیارها، بحث و اجرا

بعد از آماده‌سازی لایه‌های موردنظر، لازم است که برای اعمال توابع عضویت و به‌منظور استانداردسازی، لایه‌ها به‌صورت رس‌تر درآیند که این کار با استفاده از تابع فاصله اقلیدسی انجام‌گرفته است. پس از استانداردسازی داده‌ها (شکل ۱۰)، با توجه به اینکه هر یک از زیر معیارها تأثیر متفاوتی در تعیین موقعیت دارند، وزن دهی به لایه‌ها ضرورت می‌یابد. برای این کار از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی استفاده‌شده است. در این روش ابتدا اعداد فازی و مقیاس‌های فازی مورداستفاده تعیین‌شده و سپس ماتریس‌های زوجی از معیارهای مرتبط ایجاد شد. لایه‌ها به‌صورت دوبه‌دو با استفاده از اعداد فازی، توسط تصمیم‌گیرندگان مقایسه و در جداول مربوطه به‌صورت اعداد فازی وارد شدند. در جدول (۱)، اعداد فازی استفاده‌شده و مقیاس فازی مثلثی آن‌ها، آورده شده است.

جدول ۱) اعداد فازی مثلثی استفاده‌شده

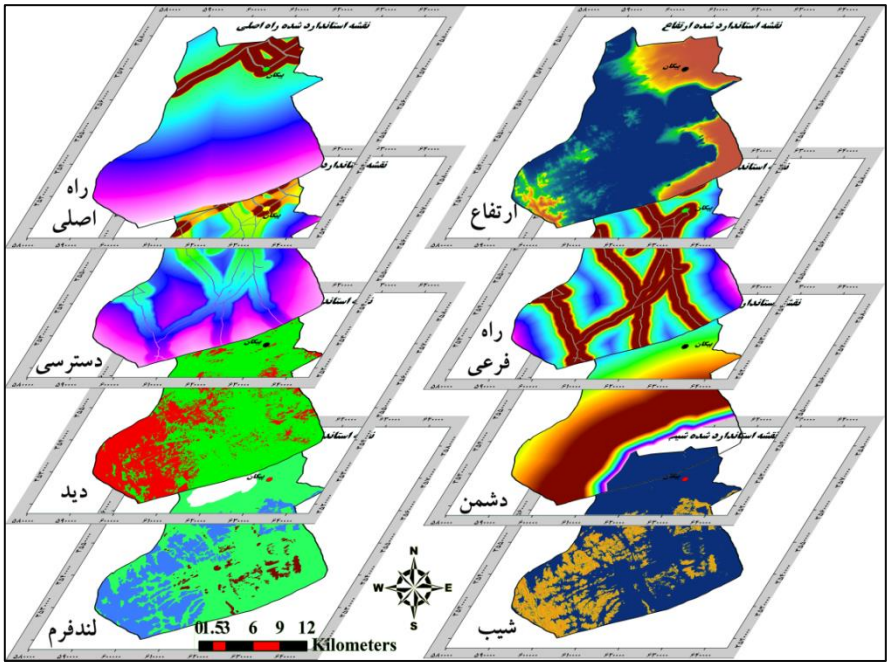
عدد قطعی	مقیاس فازی مثلثی	عدد فازی معکوس	مقیاس فازی معکوس	اهمیت معیارها
۱	(۱،۱،۱)	۱	(۱،۱،۱)	دقیقاً برابر
۲	(۰/۵،۱،۱/۵)	۰/۵	(۰/۶۶ ،۱ ،۲)	اهمیت تقریباً
۳	(۱،۱/۵ ،۲)	۰/۳۳	(۰/۵ ،۰/۶۶ ،۱)	کمی مهم‌تر
۴	(۱/۵ ،۲ ،۲/۵)	۰/۲۵	(۰/۴ ،۰/۵ ،۰/۶۶)	مهم‌تر
۵	(۲ ،۲/۵ ،۳)	۰/۲	(۰/۳۳ ،۰/۴ ،۰/۵)	خیلی مهم‌تر
۶	(۲/۵ ،۳ ،۳/۵)	۰/۱۷	(۰/۲۹ ،۰/۳۳،۰/۴)	خیلی خیلی مهم‌تر

پس از تشکیل ماتریس مقایسه زوجی و تکمیل آن، با استفاده از روش تحلیل توسعه‌ای، وزن هر یک از معیارها مشخص شد. برای انجام این کار از برنامه نوشته‌شده در محیط نرم‌افزار متلب استفاده و با واردکردن داده‌های جداول مقایسات که به‌صورت اعداد فازی بودند، وزن هر معیار مشخص شد (جدول ۲).

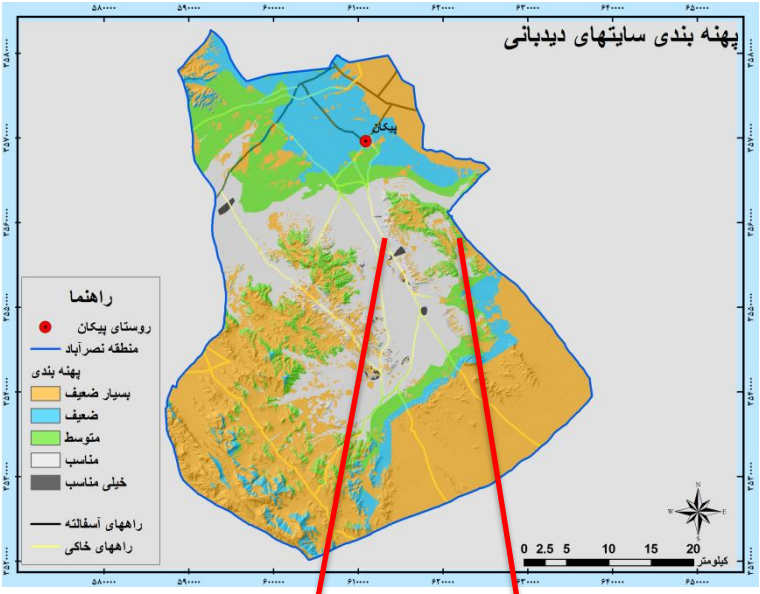
جدول ۲) اعداد فازی مثلثی استفاده‌شده

معیار	وزن	معیار	وزن
ارتفاع	۰/۱۵۳۲	لندفرم	۰/۱۰۷۹
قابلیت دید	۰/۲۷۵۱	نزدیکی به دشمن	۰/۱۳۶۳
دسترسی	۰/۲۰۵۸	راه فرعی	۰/۲۸
		راه اصلی	۰/۷۲
شیب	۰/۰۶۶۶	نوع خاک و سازند	۰/۰۵۵۱

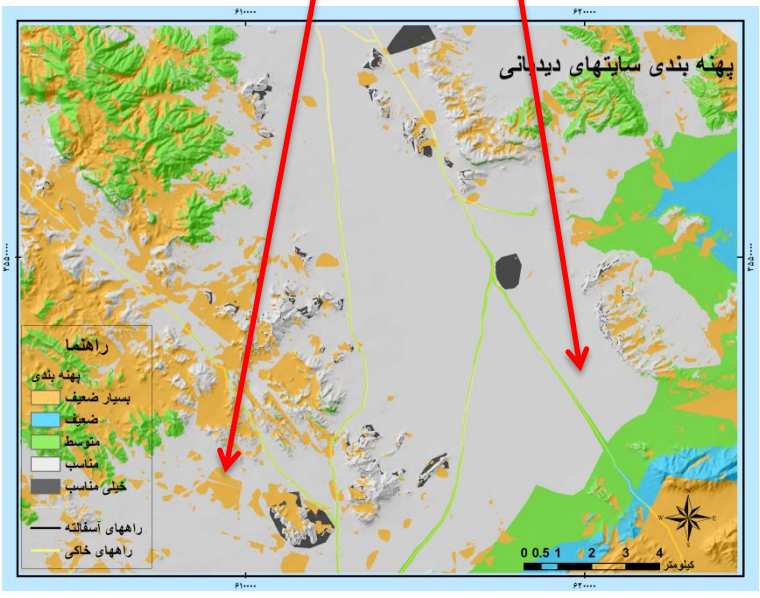
شکل ۱۰) معیارهای استانداردسازی شده با استفاده از توابع عضویت فازی



برای انجام عمل همپوشانی با روش فازی، هر نقشه معیار در وزن حاصل از روش FAHP ضرب می‌شود و نقشه نهایی استانداردشده به دست می‌آید. درنهایت همه نقشه‌ها توسط عملگر فازی گاما با ضریب ۰/۶ باهم ترکیب و بهترین گزینه‌ها انتخاب گردیدند. با انجام این عمل نقشه‌ای به دست می‌آید که مناطق مناسب برای انتخاب سایت‌های دیدبانی را نشان می‌دهد (شکل ۱۱ و ۱۲). در این نقشه، مکان‌های به‌دست‌آمده در ۵ کلاس بسیار مناسب، مناسب، متوسط، ضعیف و بسیار ضعیف دسته‌بندی‌شده‌اند.


پهنه بندی سایتهای دیدبانی
پیکان
راهنما
روستای پیکان
منطقه نصرآباد
پهنه بندی
بسیار ضعیف
ضعیف
متوسط
مناسب
خیلی مناسب
راههای آسفالته
راههای خاکی
0 2.5 5 10 15 20
کیلومتر

شکل (۱۱)


پهنه بندی سایتهای دیدبانی
راهنما
پهنه بندی
بسیار ضعیف
ضعیف
متوسط
مناسب
خیلی مناسب
راههای آسفالته
راههای خاکی
0 0.5 1 2 3 4
کیلومتر

شکل (۱۲)

۲) یافته‌ها

نتایج حاصل از پهنه‌بندی منطقه جهت تعیین مناطق مستعد استقرار دیدگاه‌ها با توجه به معیارهای لحاظ شده نشان می‌دهد که در حدود km^2 ۱۰ که تقریباً ٪۱ از کل منطقه را شامل می‌شود به‌عنوان مناطق مناسب جهت سایت‌های دیدبانی انتخاب گردیده است. انتخاب مناسب‌ترین سایت‌ها با نوع لندفرم و ژئومورفولوژی منطقه در رابطه می‌باشد. این مواضع ازلحاظ ژئومورفولوژی نظامی در مناطق با حداکثر میدان دید و قابل‌دسترس در لندفرمهایی از قبیل: تپه‌های کم ارتفاع و اینسلبرگ ها استخراج گردیده که بسیار مناسب ازلحاظ انتخاب سایت می‌باشند. بیش از ٪۹۷ از مساحت مکان‌های مطلوب در ارتفاع ۱۶۵۰-۱۸۰۰ انتخاب گردیده که با توجه به متوسط ارتفاع منطقه تسلط مناسبی بر زمین‌های اطراف خوددارند. بیش از ٪۹۲ مناطق مذکور، درشیب‌های بین ٪۵ تا ٪۷ واقع گردیده که مناسب استقرار دیدبان می‌باشد. از موارد قابل‌توجه، حداکثر فاصله‌ی ۱۰۰۰ متری این مکان‌ها از راه‌ها و خطوط مواصلاتی است که به‌منظور سهولت در تردد و تحرک حائز اهمیت می‌باشد. همچنین به علت عدم قطعیت تصمیم‌گیری‌ها و پدیده‌های طبیعی استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری معیارِ فازی می‌تواند نقش بسیار مؤثری را ایفا نماید.

نتیجه‌گیری

امروزه سیستم اطلاعات جغرافیایی نقشی محوری در عملیات‌های نظامی به عهده دارد. محاسن یک سیستم GIS نسبت به سایر فناوری‌ها، کیفیت بالای تحلیل داده‌ها و امکان تجزیه‌وتحلیل آن‌ها با روش‌های پیشرفته، مدیریت حجم زیاد اطلاعات و کاهش زمان و هزینه از مهم‌ترین محاسن و ضرورت‌ها در وجود این سامانه، در مراکز نظامی می‌باشد. در این پژوهش پس از تهیه نقشه پهنه‌بندی منطقه، بازدید و ارزیابی‌های میدانی انجام‌شده، حاکی از آن است که سیستم اطلاعات جغرافیایی همراه با تحلیل‌های تصمیم‌گیری چند معیاری فازی، به‌خوبی مکان‌های مناسب باهدف تحقیق را در این منطقه استخراج نموده و رویکرد دانش مبنای سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش‌ازدور، با ترکیب تجربه و دانش کارشناسان امر، باعث حفظ جان پرسنل، کاهش خسارات، صرفه‌جویی در زمان و هزینه‌ها درصحنه نبرد خواهد شد. از موارد بسیار مهم دیگری که لزوم توجه به این مکان‌یابی را در زمان صلح بیشتر آشکار می‌سازد در مناطق مرزی است. با توجه به نفوذ موردی اشرار از طریق مرزها و اقدام به گروگان‌گیری، شرارت و قاچاق کالا، شناسایی معابر نفوذی و انتخاب

بهترین مکان‌های دیدبانی به‌منظور رصد حرکات و تردد آن‌ها به همراه بهره‌گیری از ژئومورفولوژی منطقه امری ضروری است. اگرچه تکنولوژی و وسایل الکترونیکی بصری در عصر امروز ترقی و پیشرفت زیادی داشته است ولی هنوز اهمیت و نقش حضور فیزیکی در بسیاری از مناطق ملزم و ضروری است.

سامانه اطلاعات مکانی با تحلیل‌های مناسب برای مکان‌یابی نصب سامانه‌های پایشگر راداری و دیدبانی یکی از مواردی است که کمک شایانی به افسران اطلاعات و عملیات می‌نماید.

منابع:

- آریایی، علی اصغر.، (۱۳۶۷)، "کاربرد ژئومورفولوژی در مسائل زمین شناسی نظامی"، مجموعه مقالات سمینار جغرافیای کاربردی و جنگ، دانشگاه امام حسین (ع)، تهران.
- حدیدی، مسلم. حسینی، غلامرضا. و حمیدی، آرام.، (۱۳۸۸)، "کاربرد سنجش ازدور و GIS در عملیات نظامی"، همایش سرا سری سامانه اطلاعات مکانی ۸۸، ص ۴۰۴، تهران.
- حنفی، علی. و حاتمی، ایرج.، (۱۳۹۲)، "مکان‌یابی مناطق مساعد برای استقرار نیروهای نظامی در منطقه مرزی مهران با استفاده از GIS"، فصلنامه مدیریت نظامی، تهران، دانشگاه افسری امام علی (ع)، ص ۴۹ و ۱۰۷-۱۲۸.
- زنگنه اسدی، محمد علی. رضایی عارفی، محسن. رضایی عارفی، مرتضی. نور محمدی، علی محمد. (۱۳۹۲). نقش پدیده‌های ژئومورفولوژی در مسائل دفاعی و امنیتی نواحی مرزی جنوب شرقی کشور با استفاده از مدل تحلیلی SWOT. دو فصلنامه ژئومورفولوژی کاربردی ایران. شماره اول، ص ۴۳ – ۲۷.
- فخری، سیروس. و غلامی، یونس.، (۱۳۹۳)، "تحلیل مکان گزینی شهرهای شمال شرق کشور با توجه به عوامل ژئوهیدروکلیمایی با رویکرد دفاع غیرعامل"، اولین همایش جغرافیایی ایران، تهران، مؤسسه جغرافیا.
- فخری، مجید. و جلالی نسب، عبدالله.، (۱۳۸۸)، کاربردهای نظامی سامانه اطلاعات جغرافیایی، همایش سراسری اطلاعات مکانی ۸۸، تهران، ص ۲۰۱.
- فتحی، م. ح. (۱۳۸۹). تحلیل ژئومورفولوژیکی مکان گزینی مراکز نظامی با استفاده از RS & GIS (مطالعه موردی: دامنه‌های غربی کوهستان سهند)، پایان‌نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته جغرافیای طبیعی، دانشگاه تبریز.
- قدسی پور، حسن.، (۱۳۸۵)، "فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP"، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران.
- کالینز، جان.، (۱۳۸۴)، "جغرافیای نظامی"، ترجمه: آهنی، م. و محسنی، ب.، چاپ اول، ص (۵۸،۵۶،۴۹،۴۵،۴۳)، انتشارات دانشگاه امام حسین (ع)، تهران.
- کوره پزان دزفولی، امین.، (۱۳۸۴)، "اصول تئوری مجموعه‌های فازی و کاربردهای آن در مدل‌سازی مسائل مهندسی آب"، چاپ دوم، انتشارات جهاد دانشگاهی، تهران، ص ۳-۴۳ و ۱۷۰-۲۰۵

- عطائی، محمد.، (۱۳۸۹)، "تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی"، چاپ اول، دانشگاه شاهرود.
- عظیمی حسینی، محمد. و نظری فر، محمدهادی. و مؤمنی، رضوان.، (۱۳۹۲)، "کاربرد GIS در مکان‌یابی"، چاپ چهارم، انتشارات مهرجرد، مهرگان قلم.
- مالچفسکی، یا چک.، (۱۳۹۰)، "سامانه اطلاعات جغرافیایی و تحلیل تصمیم چندمعیاری"، ترجمه پرهیزگار، اکبر. و غفاری گیلانده، عطا.، انتشارات سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت)، تهران.
- مقیمی، ابراهیم. یمانی، مجتبی. و بیگلو، جعفر. و مرادیان، محسن. و فخری، سیروس.، (۱۳۹۰)، "تأثیر ژئومورفولوژی زاگرس جنوبی بر پدافند غیرعامل در شمال تنگه هرمز"، فصلنامه مدیریت نظامی، شماره ۴۸، ص ۹۵.
- ملازاده گنجی، یاسر.، (۱۳۸۸)، "کاربرد مدل ارتفاعی رقومی و تصاویر ماهواره‌ای در منطقه عملیاتی"، همایش سراسری سامانه اطلاعات مکانی ۸۸، ص ۴۴۴، تهران.
- موحدی نیا، جعفر.، (۱۳۸۸)، " مبانی پدافند غیرعامل"، دانشگاه مالک اشتر، ص ۷۵.
- مهجوری، رضا. (۱۳۹۱)، "سنجش توزیع مکانی سوانح آتش سوزی و تعیین بهترین محل احداث ایستگاه‌های آتش‌نشانی و مسیریابی بهینه با GIS و منطق فازی در شهر اهواز"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد RS-GIS، دانشگاه شهید چمران اهواز.
- نصیری، محمدرضا.، (۱۳۸۸)، "ارائه مدل مکان‌یابی مراکز حساس و حیاتی با توجه به اصول پدافند غیرعامل"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت، تهران.
- Adlin, A, Taylor, M.A., (2005), “consistent Method to Determine Flexible Criteria Weights for Multicriteria Transport Project Evaluation in Developing Countries”, Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, 3948 -3963.
- Karsak, E, Tolga, E., (2001), “Fuzzy multi-criteria decision -making procedure for evaluating advanced manufacturing system investments”, International Journal of Production Economics, 69, 49-64.
- Por Ahmad, A, Habibi, K., Mohammad, Zahraei, S, Nazari Adli, S. (2007), “Application of fuzzy algorithms and GIS equipment to locate Urban Case Study: City Landfill BABOLSAR”, Journal of Ecology, 2007, 33, 31-42
- Saaty T. L., (1980), “The Analytical Hierarchy Process, Planning”, Priority, Resource Allocation, USA :RWS Publications.
- Satyanarayana, P., Togendran, S., (2006), “Military application of GIS”, GIS India, Hydarabad, India.