

ارزیابی توانمندی‌های ژئومورفولوژیکی مناطق مرزی استان کرمانشاه با رویکرد پدافند غیرعامل

میراسدالله حجازی* - دانشیار ژئومورفولوژی، دانشکده برنامه‌ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز.
شهرام روستایی - استاد ژئومورفولوژی، دانشکده برنامه‌ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز.
سیروس فخری - استادیار ژئومورفولوژی، دانشگاه دفاع ملی ایران.
زهرا حیدری - دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشکده برنامه‌ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز.

پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۲/۰۲ تأیید نهایی: ۱۳۹۹/۰۷/۰۲

چکیده

موقعیت استراتژیک ایران در منطقه خاورمیانه و حضور مداوم تهدیدات خارجی، اتخاذ تمهیدات مختلف در حفظ و حراست از مراکز حیاتی و مهم کشور امری ضروری می‌باشد. استان کرمانشاه مرکزیت غرب کشور را دارا می‌باشد و راه اصلی ارتباطی کشور با همسایه‌های غربی محسوب می‌گردد. با توجه به نقش این استان در غرب کشور، لزوم توجه به پتانسیل‌های ژئومورفولوژیکی و بهره‌گیری از آن‌ها برای ایجاد مکان‌های مناسب با رویکرد پدافند غیرعامل یک نیاز ضروری می‌باشد که در این پژوهش به صورت جامع مورد تحلیل و واکاوی تحلیل قرار می‌گیرد. ابزارهای تحقیق شامل: نقشه‌های توپوگرافی، زمین‌شناسی، تصاویر ماهواره‌ای و هوایی منطقه و همچنین مصاحبه با کارشناسان خبره به شناسایی عوامل اثرگذار در مکان‌یابی این مراکز پرداخته شده و پس از مشخص شدن آن‌ها با استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (AHP, VIKOR) با هدف مقایسه معیارها و انتخاب بهترین مدل مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. با توجه به نقشه نهایی که بر اساس عوامل ژئومورفولوژیکی در محیط نرم افزار ARC GIS تهیه شده، مساحت پهنه‌ی مطلوب برای مکان‌گزینی مراکز حیاتی و حساس منطقه در بخش شمال و شمال غربی نسبت به مناطق جنوبی و غرب بیشتر است. به عبارتی، ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی منطقه در بخش شمالی و شمال غرب به گونه‌ای است که این مناطق شرایط مطلوب‌تری نسبت به مناطق غربی، شرقی و جنوبی برای انتخاب مکان بهینه مراکز حساس و مهم دارا می‌باشند.

واژگان کلیدی: پدافند غیرعامل، مراکز ثقل (حیاتی و حساس و مهم)، ارزیابی ژئومورفولوژیکی، مکان‌یابی، منطقه مرزی کرمانشاه.

مقدمه

موقعیت جغرافیایی و ژئوپولیتیکی ایران، در طول تاریخ این کشور را در شرایطی قرار داده است که در بیشتر منازعات جهانی مورد تعرض و یا حداقل مورد طمع کشورهای متخاصم بوده است. این موقعیت از یک طرف امتیاز و اقتدار ملی و از طرف دیگر تهدید به حساب می‌آید. توجه به نقش ژئومورفولوژی در میدان جنگ و صحنه‌های نبرد در قرن بیستم خصوصاً در خلال جنگ جهانی اول و دوم حاکی از اهمیت ویژه آن نزد برنامه ریزان و طراحان نظامی دارد (بوذری، ۱۳۸۸).

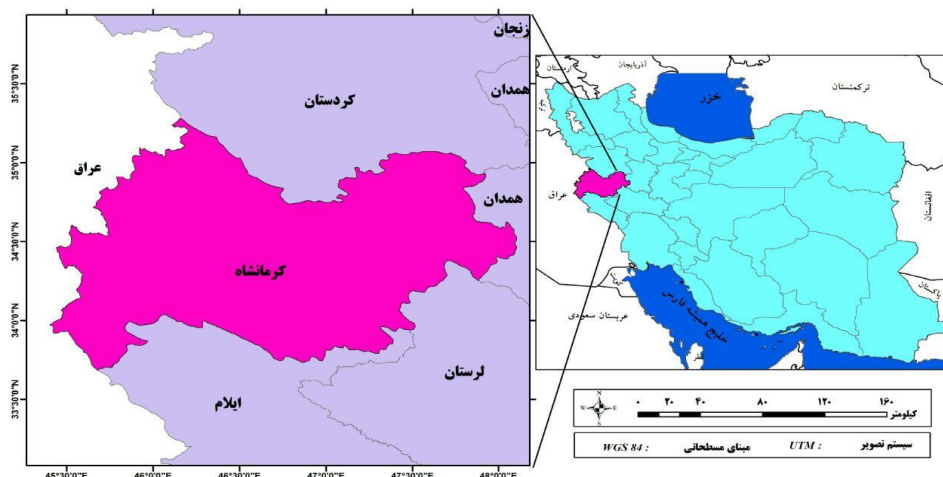
ادبیات مربوط به استفاده نظامی از زمین در طول تاریخ تقریباً و به طور کامل با عناصر ژئومورفولوژی و جغرافیای طبیعی چشم انداز مرتبط بوده است. این نوشته نشده، اما تقریباً جهانی است؛ به این معنی که زمین، سطح زمین است با ویژگی‌های زمین شناسی، جغرافیایی و بیولوژیکی که به عنوان متغیرهای ضروری محسوب می‌شوند و برای تعریف طبیعت و شکل ویژگی‌های سطح آن مورد نیاز است. این ویژگی‌های سطح شامل شکل، اندازه، برجستگی‌های مرتفع، شیب، فرسایش پذیری، قابلیت حمل و نقل، دیدگاه و تعدادی از پارامترهای تخصصی دیگر است که برای طبقه بندی سطح زمین برای اهداف نظامی استفاده می‌شود (استلر^۱، ۲۰۰۴).

شناخت وضعیت جغرافیای طبیعی مناطق و ارزیابی توان‌ها و محدودیت واحدهای ژئومورفولوژیکی جهت دفاع سرزمینی از جمله اقدامات موثری است که می‌تواند مانع بروز غافلگیری و آسیب پذیری از حملات دشمن و یا سایر اقدامات شود (آقایی و همکاران، ۱۳۹۳). هرمنطقه از نظر ژئومورفولوژیکی دارای محدودیت‌ها و توانمندی‌های در دفاع عامل و غیر عامل است که در صورت استفاده صحیح از قابلیت‌های ژئومورفولوژیکی، برتری عملیاتی و تاکتیکی به دست خواهد آمد و میزان خسارات وارده کاهش می‌یابد (پوری رحیم، ۱۳۹۳). پدافند غیر عامل به مجموعه اقداماتی اطلاق می‌شود که مستلزم به کارگیری جنگ افزار و تسلیحات نیست و با اجرای آن می‌توان از وارد شدن خسارات مالی تجهیزات و تاسیسات حیاتی، حساس و مهم نظامی و غیر نظامی و تلفات انسانی جلوگیری کرد و یا میزان خسارات و تلفات ناشی از حملات و بمباران‌های هوایی موشکی دشمن را به حداقل ممکن کاهش داد (خداوردی، ۱۳۹۶). مهمترین اصل پدافند غیر عامل مکان یابی بوده و چنانچه مکان یابی صحیح و اصولی و مبتنی بر استفاده مناسب از عوارض طبیعی و اشکال زمین انجام گیرد (مومنی، ۱۳۸۹) هزینه‌های اجرایی را کاهش و کارآمدی را افزایش می‌دهد و نسبت به اصول دیگر مقدم تر می‌شود. با این وجود، مهمترین هدف یک کشور تامین امنیت و دفاع از قلمرو سرزمینی خود می‌باشد و هر کشور با توجه به شرایط جغرافیایی و بهره‌گیری از عوامل ژئومورفولوژیکی سعی در افزایش توان تدافعی خود دارد؛ به عبارت دیگر می‌توان گفت یک برنامه ریزی دفاعی موفق و کارآمد در هر کشوری، علاوه بر نیروی انسانی آموزش دیده و تجهیزات مناسب، نیازمند توجه به توان و قابلیت‌های تدافعی لندفرم‌های ژئومورفولوژیکی بوده تا با کمترین هزینه، توان دفاعی و عملیاتی نیروها را افزایش داد و کمترین خسارت ممکن به نیرو و تجهیزات وارد گردد. در بین مناطق حساس مرزی غرب کشور، استان کرمانشاه مرکزیت غرب کشور را دارا می‌باشد و راه اصلی ارتباطی کشور با همسایه‌های غربی از این استان می‌گذرد. به علت شرایط جغرافیایی و همسایگی با جلگه بین‌النهرین و دسترسی آسان تر به داخل فلات مرکزی ایران از طریق استان کرمانشاه، این استان همواره در طول تاریخ مورد تهاجم قرار گرفته است. در واقع موقعیت استراتژیک استان کرمانشاه باعث گردیده که اکثر تهاجماتی که از جهت غربی علیه کشور صورت گرفته از طریق این استان رخ دهد. قسمت عمده ای کرمانشاه در گستره ای جغرافیایی رشته کوه زاگرس واقع شده، اما نواحی غربی و محدوده مرزی با کشور عراق دارای توپوگرافی ملایم بوده و از نظر فرم ژئومورفولوژیکی دشتی و تپه ماهوری می‌باشد. مناطق غربی استان به خاطر شرایط ژئومورفولوژیکی دارای توان کم دفاعی بوده و از طرف دیگر گذرگاه‌های مهم غرب استان که باعث دسترسی به عمق خاک کشور می‌شوند، در این قسمت واقع شده اند؛ بنابراین با توجه به نقش استراتژیک استان کرمانشاه در غرب کشور

لزوم توجه به پتانسیل های ژئومورفولوژیکی و بهره گیری از آنها جهت افزایش توان دفاعی کشور یک نیاز ضروری می‌باشد. لذا با توجه به اهمیت موضوع دفاع سرزمینی و اقدامات دفاع عامل و غیر عامل، این تحقیق سعی بر آن دارد تا با بررسی واحدهای ژئومورفولوژیکی منطقه و مدل سازی آن،ها اثرات این واحدها را در پدافند غیرعامل با رده بندی رده‌های دفاعی و با مکان یابی و مکان گزینی مناسب و بهینه مراکز حیاتی، حساس و مهم در استان کرمانشاه را با بهره گیری از مدل AHP و VIKOR مدل سازی نموده و مورد بررسی قرار دهد تا بتوان نتایج این تحقیق را در سایر مناطق تعمیم داد.

موقعیت منطقه مورد مطالعه

استان کرمانشاه با وسعت ۲۵۰۳۸ کیلومتر مربع به مرکز شهر کرمانشاه در میانه ضلع غربی کشور بین مدار جغرافیایی ۳۳ درجه و چهل دقیقه تا ۳۵ درجه و ۱۸ دقیقه شمالی از خط استوا و ۴۵ درجه و ۲۴ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۷ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ قرار گرفته و از شمال به استان کردستان از جنوب به استان ایلام و لرستان و از شرق به استان همدان و از غرب به کشور عراق محدود می شود و با این کشور ۳۳۰ کیلومتر مرز مشترک دارد. استان کرمانشاه بخش عمده‌ای از محدوده سیاسی آن در بخش رورانده و چین خورده زاگرس قرار دارد. این استان از نظر ساختار زمین شناسی، محدوده دو واحد ساختاری سنندج - سیرجان و زاگرس را در برمی گیرد زمین‌های استان از نظر زمین ریخت شناسی به دو بخش خاوری و باختری تقسیم می‌شود. بخش خاوری که مرتفع تر و به طور عمده کوهستانی است، شامل سری‌های رورانده از سنگ های آذرین و دگرگونی، سنگ‌های آهکی و دولومیتی و ... مانند کوه‌های دالخانی بیستون _ پراو، شاهو... بخش باختری فضایی است که از کوه‌های فرسایش یافته نتوژن متشکل از رسوبات گچساران، میشان آغاچاری و همچنین اراضی به نسبت مسطح و موج بین آنها تشکیل شده است مانند زمین‌های اطراف قصرشیرین، نفت شهر وسومار که این زمین ها بخش کوچکی از مساحت استان را در برمی گیرد و شیب آنها به سمت نوار مرزی با عراق به تدریج کاهش می‌یابد (شکل ۱).



شکل ۱: نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه در کشور

روش تحقیق

گردآوری اطلاعات مورد نیاز تحقیق یکی از مراحل اصلی و آغاز فرایندی است که محقق یافته‌های میدانی و کتابخانه‌های را جمع آوری می‌کند روش مورد استفاده در این پژوهش به منظور بررسی در زمره پژوهش‌های کاربردی و میدانی است. در این پژوهش از دو روش عمده کمی و کیفی به صورت مکمل استفاده می‌شود از بعد کمی، پژوهش حاضر بر اساس هدف

پژوهش، کاربردی و بر حسب نحوه گردآوری داده‌ها که به بررسی و ارزیابی قابلیت‌ها و محدودیت‌های لندفرم‌ها و واحدهای ژئومورفولوژیکی منطقه می‌پردازد. اما در بعد کیفی در تدوین این پژوهش، از ترکیب بررسی‌های اسنادی - کتابخانه‌ای، میدانی، کارتوگرافی، مدل‌سازی نرم‌افزاری استفاده می‌شود. در ادامه با استفاده از مدل‌سازی لایه‌های مختلف ژئومورفولوژیکی، منطقه از نظر قابلیت دفاع سرزمینی در رده‌های دفاع عامل و غیرعامل پهنه‌بندی می‌گردد و در نهایت، مکان‌یابی و مکان‌گزینی مراکز حساس و مهم در منطقه مورد ارزیابی قرار خواهد گرفت و خطوط پدافند را در یک نبرد زمینی مشخص می‌نماید. ابزارهای تحقیق مورد استفاده در این پژوهش به چهار دسته اصلی انواع نقشه‌ها، عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای، ابزارهای مفهومی (نرم‌افزارها) و مدل‌ها می‌باشد.

مجموعه داده‌ها و نرم افزارهای مورد استفاده

بر اساس اهداف تحقیق و به منظور بررسی و مکان‌یابی مراکز ثقل در منطقه مورد مطالعه از ابزارها و داده‌های زیر استفاده خواهد شد (جدول ۱):

جدول ۱: داده‌ها و نرم افزارهای مورد استفاده

نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱/۲۵۰۰۰ و ۱/۵۰۰۰۰ سازمان نقشه برداری کشور برای تهیه نقشه‌های رقومی ارتفاع، شیب و راههای ارتباطی
نقشه زمین شناسی با مقیاس ۱/۲۵۰۰۰ و ۱/۱۰۰۰۰۰ سازمان نقشه برداری در محیط ARC-GIS برای بررسی جنس و سن سازندها و نهشته‌ها
نقشه هیدرولوژی با مقیاس ۱/۲۵۰۰۰
داده‌ها و امار: آمار هواشناسی حاصل از ایستگاه‌های محدوده مورد مطالعه مانند دما، بارش، شناخت و تحلیل اقلیم منطقه
نرم افزار ARC-GIS و Expert Choice برای رقومی کردن نقشه‌ها، تصاویر ماهواره‌ای، تولید لایه‌ها، جداول اطلاعاتی، وزن دهی و ترسیم نقشه‌ها با خروجی‌های مختلف

در این پژوهش از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و روش ویکور استفاده شده است. بعد از تهیه لایه‌های مورد نیاز برای اندازه‌گیری ارزش نسبی عوامل موثر در مکان‌گزینی، از ابزار پرسش نامه و مصاحبه با افراد کارشناس بهره گرفته شده است. در لایه‌های بدست آمده با استفاده از مدل پهنه‌بندی و امتیازدهی به متغیرها در محیط نرم افزار ARCGIS10.5 فایل مورد نظر به رستر تبدیل شد و سپس طبقه‌بندی و امتیازدهی مورد استفاده قرار گرفت. در گام بعد هر پارامتر به

طبقاتی تقسیم شدند و به هر طبقه امتیازی داده شد که این امتیاز با توجه به تاثیر آن طبقه در تعیین محدوده‌های تحرک و فعالیت‌ها در نظر گرفته شده است. سپس لایه‌ها در هم ضرب شدند و در نهایت پیکسل‌هایی که بیشترین ارزش عددی را داشتند با رنگ‌های جداگانه روی نقشه ایجاد شد.

روش AHP یکی از معروفترین فنون تصمیم‌گیری چندمعیاره است که توماس ال ساعتی آن را در سال ۱۹۷۰ ابداع کرد. این روش هنگامی مورد استفاده قرار می‌گیرد که عمل تصمیم‌گیری با چند گزینه رقیب و معیار تصمیم‌گیری روبه‌روست. فرایند AHP ترکیب معیارهای کیفی با معیارهای کمی را به طور همزمان امکان‌پذیر می‌کند. اساس روش AHP بر مقایسه زوجی یا دو به دو بی‌گزینه‌ها و معیارهای تصمیم‌گیری است. با توجه به اینکه همه مقایسه‌ها در فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی به صورت زوجی انجام می‌گیرد، ابتدا وزن معیارها نسبت به هدف تعیین شده و سپس از آن وزن گزینه‌ها نیز نسبت به معیارها استخراج می‌شوند (قدسی پور، ۱۳۸۴). بعد از تعیین اهمیت معیارها نسبت به یکدیگر نباید نرخ سازگاری سیستم (CR) از ۰/۱ بیشتر باشد، که CR از تقسیم شاخص سازگاری (CI) بر متوسط شاخص سازگاری (RI) محاسبه می‌شود، یعنی $CR=CI/RI$. مقدار RI نیز توسط ساعتی در سال ۱۹۹۱ برای ماتریس‌های در ابعاد مختلف آماده شده است. مقدار CI نیز از رابطه (۱) محاسبه می‌شود.

رابطه (۱)

$$CI = \lambda_{max} - \frac{n}{n-1}$$

که n تعداد معیارها و λ_{max} بزرگترین مقدار ویژه است. اگر مقدار CR از ۰/۱ بیشتر شود باید در وزن‌ها تجدید نظر گردد

جدول ۲: مقادیر ترجیحات برای مقایسه‌های زوجی (ساعتی، ۲۰۰۸)

مقدار عددی	ترجیحات (قضاوت شفاهی)
۹	کاملاً مرجح (Extremely Preferred)
۷	مطلوبیت خیلی قوی (Very strongly Preferred)
۵	مطلوبیت قوی (strongly Preferred)
۳	کمی مطلوب‌تر (Moderately Preferred)
۱	مطلوبیت یکسان (Equally Preferred)
۲ و ۴ و ۶ و ۸	ترجیحات بین فواصل فوق

در این پژوهش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی در برنامه Expert choice اجرا شد که برای محاسبه وزن از روش برداری ویژه بهره گرفته است. در ادامه، نحوه محاسبه وزن به روش بردار ویژه خواهد آمد. در این روش وزن‌ها به گونه‌ای تعیین شد که روابط زیر صادق باشند (نئوپان، ۲۰۰۶).

رابطه (۲)

$$a_{11} w_1 + a_{12} w_2 + \dots + a_{1n} w_n = \lambda \cdot w_1$$

رابطه (۳)

$$a_{21} w_1 + a_{22} w_2 + \dots + a_{2n} w_n = \lambda \cdot w_2$$

رابطه (۴)

$$a_1 w_1 + a_2 w_2 + \dots + a_n w_n = \lambda \cdot w_n$$

که در آن a_{ij} ترجیح عنصر i ام بر j ام است؛ w_1 وزن عنصر i ام و λ : معرف یک عدد ثابت است (نیرما، ۲۰۰۴). این روش یک نوع میانگین‌گیری است که (هیپنستیل، ۲۰۱۶) آن را میانگین در طرق مختلف ممکن می‌داند؛ زیرا در این روش وزن عنصر i ام (w_1) طبق تعریف بالا برابر با رابطه ۵ است:

$$w_i = \frac{1}{\lambda} \sum_{j=1}^n a_{ij} w_j$$

$j = 1, 2, \dots, n$

دستگاه معادلات فوق را می‌توان به صورت رابطه ۶ نوشت:

رابطه (۶)

$$A \cdot W = \lambda \cdot A$$

که A : ماتریس مقایسه زوجی [$A=(a_{ij})$ ، W یعنی W بردار وزن و λ یک اسکالر (عدد) است. براساس تعریف، چنانچه این رابطه بین یک ماتریس (A) و بردار (W) و عدد (λ) برقرار باشد گفته می‌شود که W بردار ویژه و λ مقدار ویژه برای ماتریس A هستند (قدسی پور، ۱۳۸۴).

مدل ویکور

ویکور یک روش MADM (تصمیم‌گیری چندشاخصه که در این مدل‌ها، انتخاب یک گزینه از بین گزینه‌های موجود است، به عبارتی تصمیم‌گیری چندشاخصه به تصمیمات خاصی مانند ارزیابی، اولویت‌گذاری و یا انتخاب از بین گزینه‌های موجود است اطلاق می‌گردد) توافقی است که بر مبنای روش ال پی متریک توسعه یافته، و به منزله تابع کل در برنامه نویسی سازشی استفاده می‌شود. ویکور یکی از مدل‌های پرکاربرد در تصمیم‌گیری و انتخاب گزینه برتر است به منظور بهینه‌سازی سیستم پیچیده چندمعیاره به کار می‌رود. این مدل برای تصمیم‌گیری گسسته با معیارهای نامتناسب واحدهای اندازه‌گیری مختلف و متعارض می‌باشد که توسط اپریکوویک و تزنگ در سال ۱۹۸۸ ارائه و در سال‌های ۲۰۰۲، ۲۰۰۳، ۲۰۰۴ و ۲۰۰۷ آن را توسعه دادند. ویکور برگرفته از نام صربستانی به معنای بهینه‌سازی چندمعیاره و حل سازشی است. روش ویکور، مبتنی بر برنامه‌ریزی توافقی مسائل تصمیم‌گیری چند معیار است. تأکید این روش بر رتبه‌بندی و انتخاب از مجموعه‌ای از گزینه و تعیین راه‌حل توافقی برای مسئله با معیارهای متضاد می‌باشد. در شرایطی که فرد تصمیم‌گیرنده قادر به شناسایی و بیان برتری‌های یک مسئله در زمان شروع و طراحی آن نیست، این روش می‌تواند؛ به‌عنوان ابزاری مؤثر برای تصمیم‌گیری مطرح شود. بنابراین، این روش روی دسته‌بندی و انتخاب از یک مجموعه گزینه تمرکز داشته و جواب‌های سازشی را برای یک مسئله با معیارهای متضاد تعیین می‌کند، به طوری که قادر است تصمیم‌گیرندگان را برای دستیابی به یک تصمیم نهایی یاری دهد. در اینجا جواب سازشی نزدیک‌ترین جواب موجه به جواب ایده آل است که کلمه سازش به یک توافق متقابل اطلاق می‌گردد. تفاوت این مدل با مدل‌های تصمیم‌گیری سلسله‌مراتبی یا شبکه‌ای این است که برخلاف آنها، در این مدل مقایسات زوجی بین معیارها و گزینه‌ها صورت نمی‌گیرد و هر گزینه مستقل توسط یک معیار سنجیده و ارزیابی می‌گردد. در واقع هدف مدل ویکور تمرکز بر رتبه‌بندی و انتخاب از بین یک مجموعه راهکار در مساله‌ای با داشتن معیارهای متعارض. اگر در یک مسئله تصمیم‌گیری چندمعیاره، n معیار و m گزینه وجود داشته باشد، به منظور انتخاب بهترین گزینه با استفاده از این روش، مراحل الگوریتم پیاده‌سازی ویکور دارای گام‌های زیر است (خلیجی و همکاران، ۱۳۹۳).

مرحله اول: تشکیل ماتریس تصمیم با توجه به تعداد معیارها، تعداد گزینه‌ها و ارزیابی همه گزینه‌ها برای معیارهای مختلف ماتریس تصمیم، به صورت رابطه (۱) است. این ماتریس بر اساس n آلترناتیو m شاخص است، که در آن x_{ij} عملکرد گزینه i ($i:1,2,\dots,m$) در رابطه با معیار j ($j:1,2,\dots,n$) می‌باشد.

$$X_{ij} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & x_{mn} \end{bmatrix} \quad \text{رابطه (۷)}$$

مرحله دوم: بی‌مقیاس کردن یا استاندارد سازی ماتریس تصمیم می‌باشد. در این مرحله سعی می‌شود، معیارها با ابعاد مختلف به معیارهایی بی‌بعد تبدیل شوند، مزیت این گونه بی‌مقیاس سازی آن است که خطی بوده و کلیه نتایج آن تبدیل به یک نسبت خطی می‌شوند (بی‌مقیاس سازی خطی). از طریق رابطه زیر:

رابطه (۸)

$$n_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m r_{ij}^2}}$$

N_{ij} = ماتریس بی‌مقیاس شده r_{ij} : مقادیر اوزان

ابتدا همه ی مقادیر ماتریس را به توان ۲ رسانده و مجموع هر ستون جمع می‌گردد و سپس جذر مجموع هر ستون گرفته شده و در نهایت هریک از مقادیر، بر جذر بدست آمده تقسیم می‌گردد. پس از نرمالیزه کردن عناصر هر ستون به بازه بین ۰ و ۱ منتقل می‌گردد، پس از بی‌مقیاس سازی مجموع عناصر ستون برابر ۱ می‌گردد

مرحله ی نرمال سازی به این علت انجام می‌گیرد که شاخص‌های انتخاب شده به شاخص‌های مجرد و خالی از مقیاس تبدیل شود تا امکان جمع کردن متغیرهای مختلف با همدیگر فراهم گردد. (عالم تبریزو همکاران، ۱۳۸۸).

مرحله سوم: تعیین بردار وزن معیار است. در این مرحله با توجه به ضریب اهمیت معیارهای مختلف در تصمیم‌گیری، برداری به صورت رابطه (۹) تعریف می‌شود. به عبارت دیگر در این مرحله وزن‌ها (W_j) اختصاص یافته به هر صفت را تعیین می‌کنیم، مجموع وزن‌ها باید به گونه‌ای باشد که $0 \leq W_j \leq 1$ و $\sum W_j = 1$ به دست آید (اورتگرول، ۲۰۰۷).

$$X_{ij} = r_{ij} \cdot W_j \quad \text{رابطه (۹)}$$

مرحله چهارم: تعیین بهترین و بدترین مقدار، از میان مقادیر موجود برای هر معیار می‌باشد. بهترین مقدار (f_j^+) و بدترین مقدار (f_j^-) برای معیارها به ترتیب از روابط (۱۰ و ۱۱) محاسبه می‌شوند. در این مطالعه بهترین مقدار برای معیارها با توجه به نقشه استاندارد شده یک و بدترین مقدار صفر در نظر گرفته می‌شود.

$$f^+ = \max f_{ij} \quad \text{رابطه (۱۰)}$$

$$f^- = \min f_{ij} \quad \text{رابطه (۱۱)}$$

مرحله پنجم: محاسبه مقدار سود مندی یا حداکثر مطلوبیت (s_i) و مقدار تأسف (R_i) می‌باشد. در این مرحله مقدار S با توجه به رابطه (۱۲) و R با توجه به رابطه (۱۳) محاسبه می‌شوند:

$$S_i = \sum_{j=1}^n w_j \cdot \frac{f_j^* - f_{ij}}{f_j^* - f_{ij}^-} \quad \text{رابطه (۱۲)}$$

$$R_i = \max \left[w_j \cdot \frac{f_j^* - f_{ij}}{f_j^* - f_{ij}^-} \right] \quad \text{رابطه (۱۳)}$$

که w_j مقدار وزن برای هر معیار f_{ij} هر نقشه معیار می‌باشد.
مرحله ششم: محاسبه شاخص VIKOR (مقدار Q) می‌باشد. مقدار Q با توجه به رابطه (۷) محاسبه می‌شود:
رابطه (۱۴)

$$Q_i = v \left[\frac{S_i - S^*}{S^- - S^*} \right] + (1 - v) \left[\frac{R_i - R^*}{R^- - R^*} \right]$$

که در این رابطه:

$$R^* = \min R_i, \quad R^- = \max R_i, \quad S^* = \min S_i, \quad S^- = \max S_i$$

V : به عنوان وزنی است که براساس میزان حداکثر توافق گروه تعیین می‌گردد.
مرحله هفتم: مرتب کردن گزینه‌ها بر اساس مقادیر Q, S, R است. در این مرحله با توجه به مقادیر Q, S, R گزینه‌ها در سه گروه از کوچک‌تر به بزرگ‌تر مرتب می‌شوند بهترین گزینه موردی است که کوچکترین مقدار Q را داشته باشد به شرط آنکه در شرط زیر برقرار باشد
۱- اگر گزینه A_1 و A_2 در میان M گزینه رتبه اول و دوم را داشته باشند آنگاه:

$$Q(A_2) - Q(A_1) > 1/m - 1$$

- ۱- اگر این شرط برقرار نباشد هر دو گزینه بهترین گزینه خواهند بود؛
۲- گزینه A_1 حداقل در یکی از گروه‌های R و S به عنوان گزینه برتر شناخته شود؛
اگر این شرط برقرار نباشد، هر دو گزینه بهترین گزینه خواهند بود.

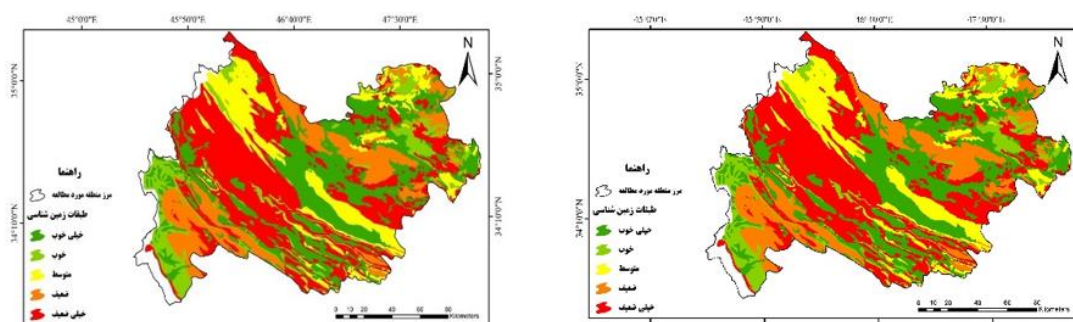
یافته‌های پژوهش

در این پژوهش از چهار معیار اصلی که مشتمل بر ۱۱ زیر معیار می‌شوند برای بررسی تاثیر ژئومورفولوژی منطقه مرزی کرمانشاه در مکانیابی مراکز حیاتی، حساس و مهم با رویکرد پدافند غیرعامل استفاده شده است. این پارامترها براساس نقشه‌های زمین‌شناسی، توپوگرافی، تصاویر ماهواره‌ای و داده‌های اقلیمی بدست آمده که در این پژوهش به بررسی آنها پرداخته می‌شود.

نقش و وضعیت پارامترهای ژئومورفولوژی در بررسی منطقه

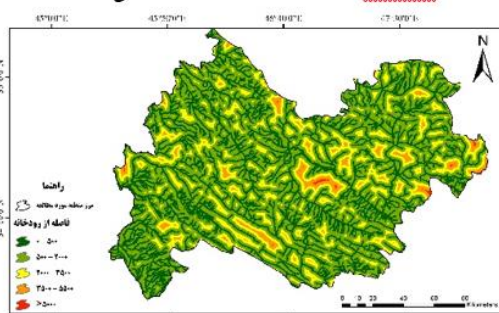
در مکانیابی کلیه مراکز حساس و مهم نظامی و غیر نظامی، انواع عملیات و هرگونه فعالیت نظامی بررسی جنس زمین، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و باید مسائلی از جمله جنس سنگ‌ها و نهشته‌های واقع در منطقه، مدنظر قرار گیرد. بررسی و تجزیه تحلیل جنس زمین منطقه نشان می‌دهد (شکل ۲) که زمین محدوده مورد مطالعه، در مناطق شمال غربی و مرکز به سمت جنوب شرقی بیشتر از رسوبات سخت گرانیت، آهک‌های ضخیم روشن و تیره و آهک کوه بیستون و رسوبات منطقه جنوب غرب، شمال شرق، تا حدودی شرق و مرکز رسوبات سست ماسه سنگی شیل و رسوبات رودخانه‌ای تشکیل شده است که در تحرکات نظامی و ساخت مراکز دارای مزیت می‌باشد. میزان و قدرت زلزله در ارتباط با لیتولوژی و سازندهای سطحی است براساس مطالعات انجام گرفته حرکات زمین لرزه در مناطق پوشیده از رسوبات سست رسی و آبرفتی، به مراتب شدیدتر از سنگ بستر است. به طور کلی قرار گرفتن هر سازه انسانی روی گسل خطرناک است، اما این خطر برای مراکز نظامی بیشتر می‌باشد، زیرا دارای انبار مهمات و سوخت هستند. بنابراین با مطالعه سیستم گسل‌های منطقه، فعال و غیرفعال بودن گسل‌ها عامل بسیار مهمی در مکان‌یابی مراکز هستند؛ چرا که وجود گسل سبب افزایش پتانسیل لرزه خیزی منطقه می‌شود. نقشه گسل‌های منطقه نشان دهنده این موضوع است که منطقه مورد مطالعه از نظر لرزه خیزی فعال می‌باشد و تنها مرکز و تا حدودی شمال شرق منطقه مورد مطالعه برای احداث مراکز مناسب می‌باشد (شکل ۳).

آب یکی از ضروری‌ترین عوامل برای احداث مراکز حیاتی و مهم است، رودخانه‌ها از جمله موانع طبیعی هستند که در پدافند غیرعامل نقش بسیار مهمی دارند و پس از کوهها به لحاظ داشتن قابلیت پدافندی در درجه دوم اهمیت قرار دارند. قابلیت پدافندی رودخانه‌ها مربوط به ویژگی‌های فیزیکی آنها مانند جنس، عمق، پهنا، سرعت جریان آب، دبی رودخانه و طول آنهاست. از جمله رودخانه‌های مهم منطقه از شرق به غرب می‌توان رودخانه قره سو، مرگ، چشمه سفید، راز آور، الوند و... اشاره کرد. جریان آب در آنها بصورت رودخانه‌های آبرفتی و دشت‌های سیلابی می‌باشد (شکل ۴). یکی از محدودیت‌های عملیات‌های نظامی در ارتباط با شبکه آبها، جنس بستر رودخانه‌هاست؛ چرا که اگر جنس بستر رودخانه‌ها از بافت ریز باشد، مانع عبور نیروها و خودروها شنی دار و چرخدار می‌شود. همچنین مراکز نظامی نباید در پایین دست سدهای مخزنی با حجم آبیگری بالا احداث شوند. سیل خیز بودن محل مراکز نظامی و دوره‌ی برگشت سیل‌های احتمالی نیز از جمله مواردی است که در ایجاد مراکز نظامی محدودیت ایجاد می‌کند.

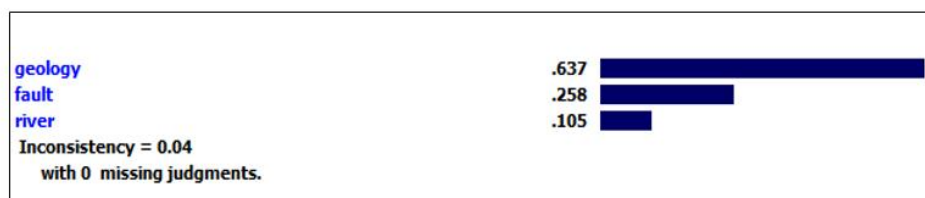


شکل ۳: نقشه گسل‌های منطقه مطالعاتی

شکل ۲: نقشه طبقه بندی زمین شناسی



شکل ۴: نقشه طبقه بندی رودخانه‌های منطقه مورد مطالعه



شکل ۵: وزن استخراج شده از طریق روش بردار ویژه برای زیرمعیارهای زمین شناسی، گسل و رودخانه.

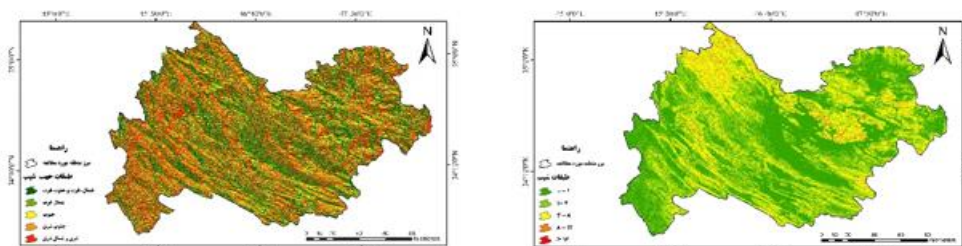
نقش و وضعیت پارامترهای توپوگرافی در بررسی منطقه

اشکال زمین یا لندفرم‌ها، تعیین کننده موقعیت‌ها و مکان‌های امن و مناسب برای دفاع هستند. شکل زمین و ارتفاع آن در نوع و نحوه‌ی اجرای پدافند عامل و غیرعامل و ساخت مواضع و زیرساخت‌ها موثر است. شیب یکی از عوامل تاثیرگذار است که شکل زمین را از طریق خصوصیات مورفولوژیکی تحت تاثیر قرار می‌دهد. سرعت حرکت نفرات و تجهیزات که

در زمین‌های مختلف حرکت می‌کنند، تحت تاثیر شیب زمین خواهد بود و شیب‌های تند، محدودیت‌هایی را در جابه‌جایی به وجود می‌آورند. شیب‌های محدب و سایر ناهمواریها سطحی، معمولاً نقاط کور یا در اصطلاح نظامی جان پناه‌ها و مواضع و زمین‌های پوشیده از دید و تیر را به وجود می‌آورند. زمین‌هایی که از دید و تیر دشمن در امان هستند، کارایی ارتباطات رادیویی با فرکانس خیلی بالا را که به خط دید وابسته است، کاهش می‌دهند. همچنین ارتفاع و میزان شیب مناطق مختلف در میزان مصرف سوخت موثر است (مقیم‌ی و همکاران، ۱۳۹۱).

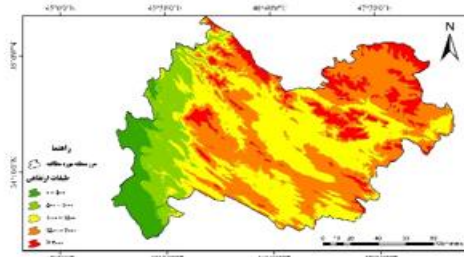
قدرت و توان رزمی نیروها در جابه‌جایی و سرعت عمل درگیری با دشمن، بررسی شیب زمین را به دنبال دارد. چنانچه شیب زمین زیاد باشد، قدرت انعطاف‌پذیری و توان و تحرک نیروها و تجهیزات خودرویی را محدود کرده و پیشروی را با مشکل مواجه می‌کند و اثرات تخریبی بیشتری به دنبال دارد. همچنین برای عبور و مرور خودروها و ادوات جنگی دشواری‌هایی را فراهم می‌کند. انتخاب مکان‌هایی با شیب زیاد برای مراکز حساس و مهم، سبب افزایش ضریب ایمنی بالای این مراکز در برابر حملات سلاح‌هایی با سهم تیر منحنی می‌شود. اگر چه شیب‌های زیاد به دلیل عملیات مهندسی زیاد، از جمله تسطیح و خاکبرداری، هزینه‌های زیادی را تحمیل می‌کنند. اما شیب‌های خیلی کم به دلیل مشکل دفع فاضلاب برای استقرار مراکز حساس و مهم با رویکرد دفاع غیرعامل مناسب نیستند. با توجه به شکل (۶) مناطق غرب به سمت جنوب، تا حدودی شرق، جنوب شرق و شمال بیشترین پراکنش و شرایط مطلوب برای احداث مراکز را دارا هستند. همچنین در شکل (۷) نقشه جهت شیب منطقه نشان داده شده است. جهت شیب مطلوب براساس جهت تهدید تعیین می‌شود، لذا با توجه به وقوع تهدید از سمت غرب، جنوب غرب و همچنین شمال غرب منطقه بهترین دامنه‌ها دامنه‌های شمالی و شمال شرقی و جنوب شرق استان می‌باشد.

معمولاً کوهها تکیه‌گاهی برای مراکز و تاسیسات مهم نظامی و پادگان‌ها شمرده می‌شوند و با کمترین نیروی انسانی، امکان حفاظت و دیده‌بانی مراکز را فراهم می‌آورند، اما ناهموار بودن بیش از حد منطقه دشواریهایی را برای تردد خودروها و تجهیزات چرخدار و سنی دار فراهم می‌کند. کمترین ارتفاع منطقه ۰ تا ۵۰۰ متر مناطق غرب و جنوب غرب نامناسب‌ترین منطقه و بیشترین ارتفاع بیشتر از ۲۰۰۰ متر مناطق شمال شرق، شمال غرب و تا حدودی مرکز مناسب‌ترین منطقه برای احداث مراکز را شامل می‌شود (شکل ۸).

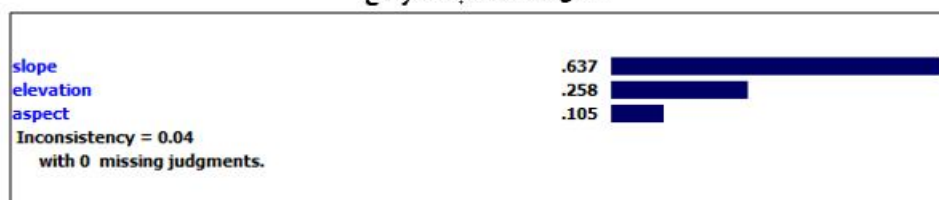


شکل ۶: نقشه طبقات شیب

شکل ۷: نقشه طبقات جهت شیب



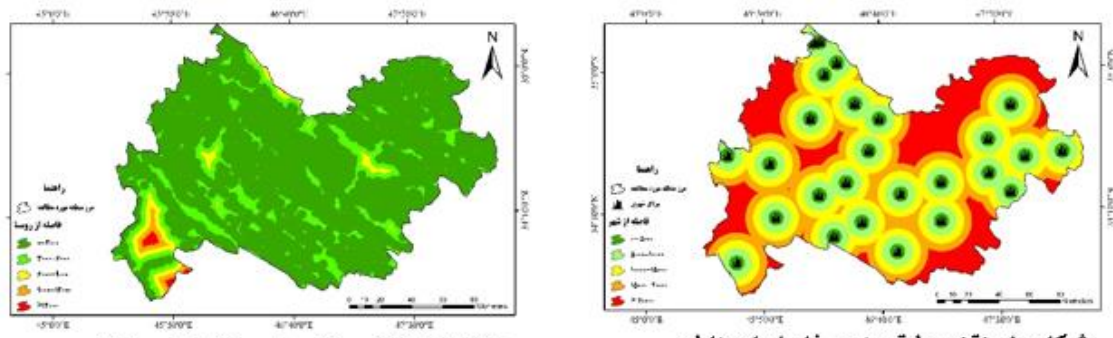
شکل ۸: نقشه طبقات ارتفاع



شکل شماره ۹: وزن استخراج شده از طریق روش بردار ویژه برای زیرمعیار شیب، جهت شیب و ارتفاع

نقش عوامل انسانی و شبکه راه در منطقه مورد مطالعه

نزدیکی مراکز حساس و مهم به شهرها، روستاها (مراکز جمعیتی) باعث ارتقای سطح ایمنی و پیشگیری از حوادث ناخواسته و غیر مترقبه از نظر دفاع غیرعامل می‌شود (شکل ۱۱ و ۱۰) فاصله از مراکز جمعیتی را نشان می‌دهد. محورهای مواصلاتی در یک منطقه حمل و نقل مواد به وسیله کامیون‌ها و تریلرها را فراهم می‌کنند. به طور کلی برای سهولت و کاهش زمان حمل و نقل و هزینه‌ها، محل استقرار مراکز حیاتی و مهم باید حتی المقدور به جاده اصلی و راه‌های ارتباطی نزدیک باشد. فرماندهان نظامی تلاش می‌کنند تا از خطوط مواصلات زمینی، دریایی، هوایی و فضایی بهترین استفاده را به عمل آورند. خطوطی که کشورها را به منابع ضروری متصل می‌کنند، تهدیدهای نظامی را به هم ارتباط می‌دهند و پشتیبانی از نیروهای نظامی را تسهیل کرده و حرکت نیروها را آسان می‌کنند (مومنی، ۱۳۸۹). در نتیجه فرماندهان نظامی در هر سطحی، نیازمند آگاهی دقیق از وضعیت موجود راه‌ها هستند که اجرای عملیات نظامی روان را تسهیل و کمک‌رسانی را تسهیل می‌نماید. بنابراین نزدیکی زیاد مراکز حساس و مهم به راه‌ها و معابر مواصلاتی، امکان دسترسی نیروهای مهاجم را به آنها افزایش می‌دهد و در نتیجه آسیب‌پذیری این مراکز در برابر هرگونه حملات بالا می‌برد. در مکان‌گزینی مراکز حساس و مهم، باید از نزدیکی و دوری بیش از حد به معابر و راه‌های مواصلاتی خودداری کرد (شکل ۱۲) فاصله این مراکز را از محورهای مواصلاتی نشان می‌دهد.

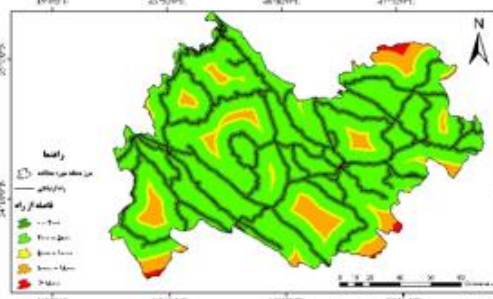


شکل ۱۱: نقشه طبقه بندی فاصله از مناطق

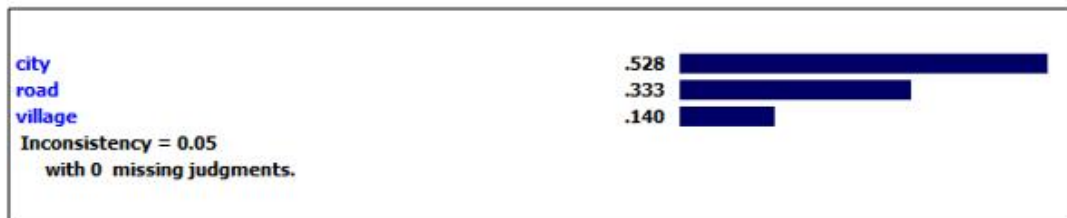
شکل ۱۰: نقشه طبقه بندی فاصله از مناطق

روستایی

شهری



شکل شماره ۱۲: نقشه طبقه بندی حریم و فاصله از خطوط مواصلاتی

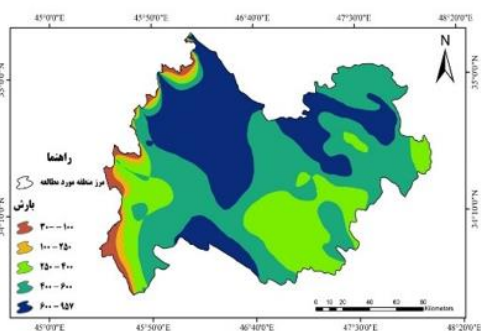


شکل شماره ۱۳: وزن استخراج شده از طریق روش بردار ویژه برای زیرمعیار شهری، روستا و راه.

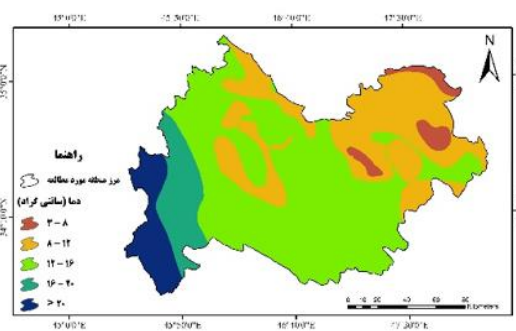
نقش عوامل اقلیمی در بررسی منطقه مورد مطالعه

مکان یابی با مطالعات اقلیمی همراه است، مطالعه و شناخت مسائل آب و هوایی از ارزش و اهمیت خاصی برخوردار است. فرماندهان و نیروهای نظامی، میانگین بارش و میانگین دمای حداقل و حداکثر و کمترین و بیشترین دماها را مدنظر قرار می دهند که ممکن است در طی سال با آن مواجه شوند. از عوامل مهم آب و هوایی توجه به ارتباط بین توپوگرافی و شدت بارش است. به طور کلی آگاهی از شدت و مدت بارش و محاسبه و برآورد آن برای پیش بینی دوره بازگشت سیل ایجاد شده، عامل مهم در انتخاب محل یک پادگان خواهد بود. اگر محل مورد نظر دارای شیب تند و خاک پوششی قابل فرسایش باشد، باران شدید می تواند خسارت های زیادی به بار آورد. دانستن دامنه نوسان هایی دمایی در مکان یابی مراکز نظامی و انجام عملیات موثر می باشد؛ زیرا در شرایط زمستانی و یخبندان، امکان انجام عملیات بسیار سخت و کمابیش ناممکن می شود. با توجه به طبقه بندی حیدری و علیجانی (۱۳۷۸) مناطق آب و هوایی ایران بر اساس عناصر اقلیمی، منطقه مورد مطالعه دارای آب و هوایی نیمه کوهستانی تا خشک و گرم می باشد. مقدار بارش در ارتفاعات و نواحی شمالی و شرقی بیشتر از نواحی پست و کم ارتفاع غرب و جنوب غرب بوده و با توجه به بالا بودن دما در مناطق غرب و

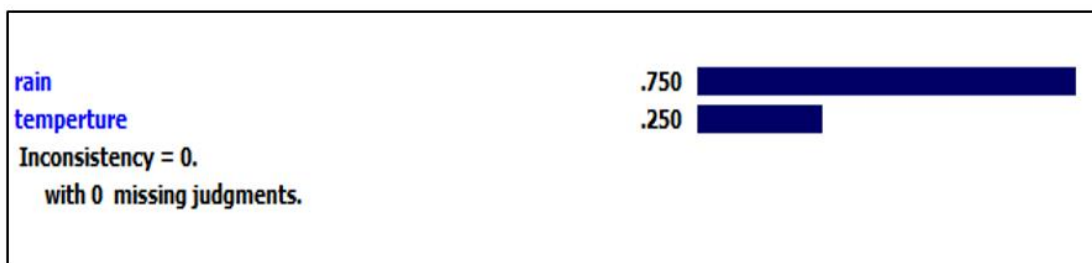
جنوب غرب و تاثیر منفی آن بر دفاع و احداث مراکز در مناطق شمالی، شمال شرق و شرق شرایط نرمال تری و اهمیت بیشتری دارا می‌باشد، شکل (۱۴ و ۱۵) نقشه هم‌دما و هم‌بارش منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.



شکل ۱۵. طبقه پهنه بندی بارش

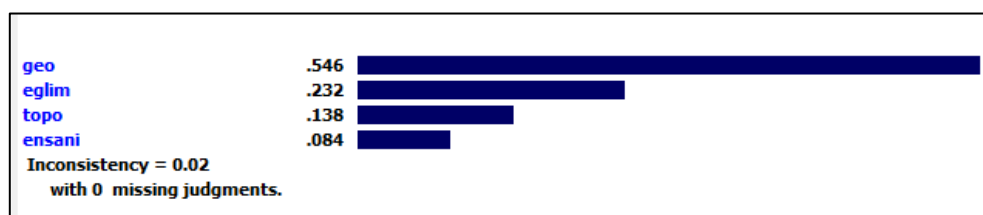


شکل ۱۴. نقشه طبقه بندی دما

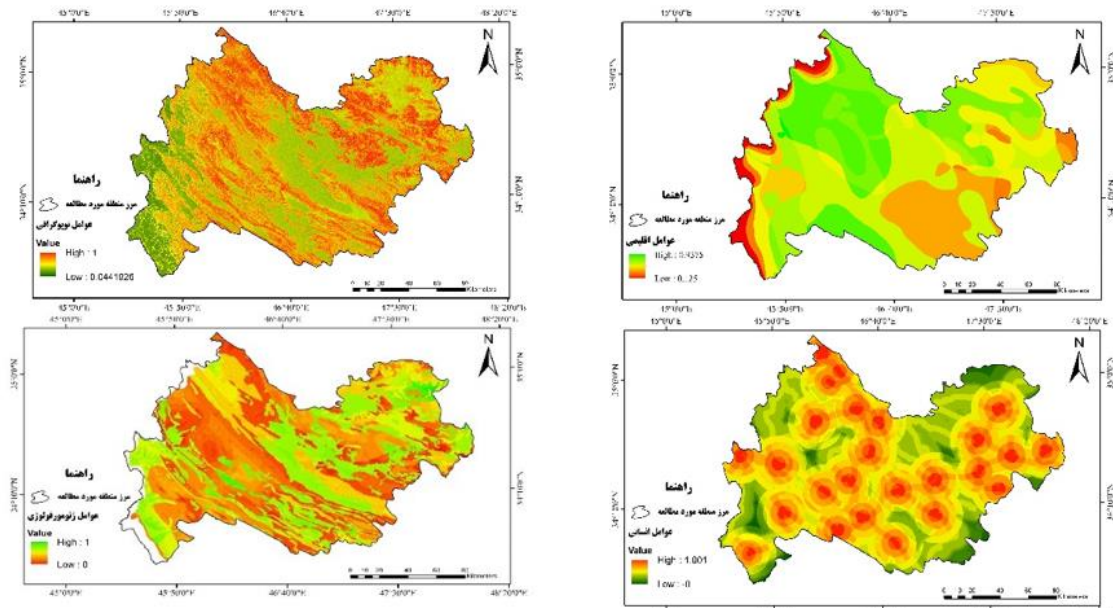


شکل ۱۶. وزن استخراج شده از طریق روش تحلیل سلسله مراتبی برای معیارهای اقلیمی.

بعد از وزن دهی به زیر معیارها و تهیه نقشه معیارها، وزن به دست آمده از روش AHP (شکل ۱۷) در معیارهای اصلی (اقلیمی، انسانی، توپوگرافی و ژئومورفولوژی) را اعمال کرده و نقشه‌های بی مقیاس وزنی ایجاد گردید (شکل ۱۸، ۱۹ و ۲۰).

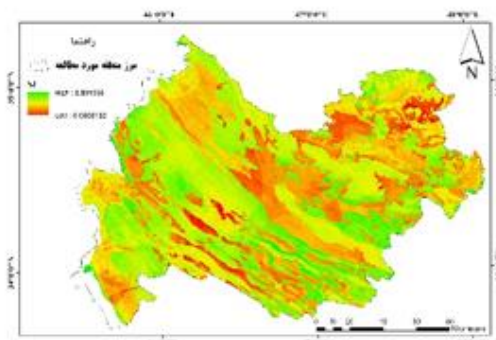


شکل شماره (۱۷): وزن استخراج شده از طریق روش تحلیل سلسله مراتبی برای معیارهای اصلی

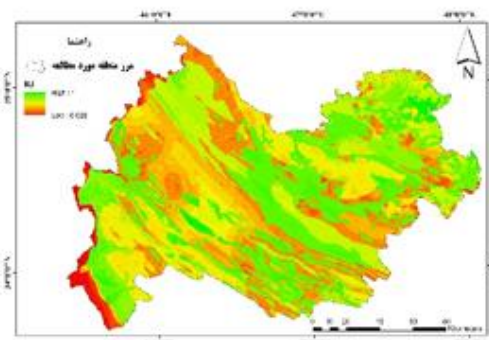


اشکال ۱۸، ۱۹، ۲۰ و ۲۱. نقشه وزن دهی به معیارهای اصلی (عوامل اقلیمی، انسانی، توپوگرافی و ژئومورفولوژی).

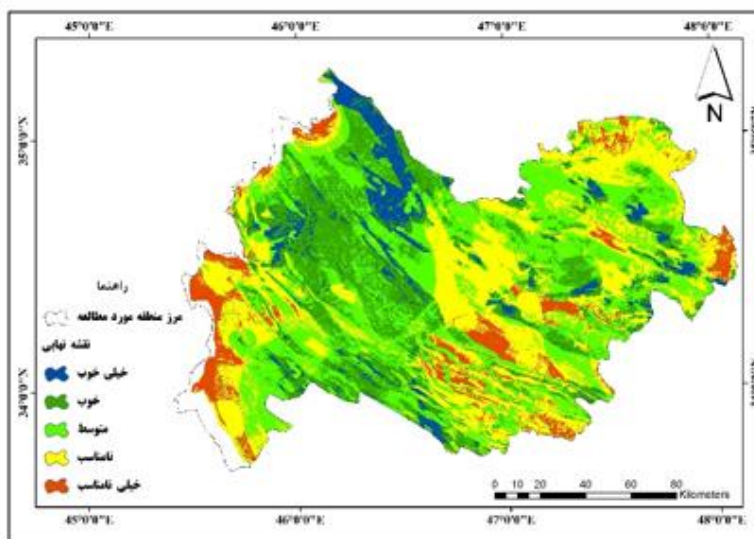
در این پژوهش پس از فراهم نمودن داده‌های اولیه شامل؛ داده‌های هواشناسی، نقشه‌های فیزیوگرافی و غیره، همه آنها به صورت رقمی در محیط GIS وارد شده و نقشه‌های موضوعی منطقه مطالعاتی تهیه شد و با توجه به ویژگیهای اقلیمی و توپوگرافی، انسانی و ژئومورفولوژی داده‌ها نرمالیزه شده و پس از اعمال وزن دهی با استفاده از مدل AHP بر روی زیرمعیارها و معیارهای اصلی به اجرای مدل ویکور (Vikor) با استفاده از نرم افزار ARC GIS پرداخته شد و ایده‌آل پوینت‌های منفی و مثبت (شکل ۲۲ و ۲۳) و فاصله از ایده‌آلها با استفاده از روابط داده شده بدست آمد و در نهایت با استفاده از رابطه (۱۴) نقشه نهایی پهنه بندی مراکز مورد نظر شناسایی شد (شکل ۲۴).



شکل ۲۳. نقشه شاخص حداکثر مطلوبیت



شکل ۲۲. نقشه شاخص مقدار تاسف



شکل شماره ۲۴. نقشه پهنه بندی نهایی منطقه مطالعاتی

جدول ۲. مساحت و درصد کلاس‌های طبقه بندی شده در منطقه مطالعاتی

درصد	مساحت	پهنه
۶,۵۳	۱۵۸۱,۴۸۱	خیلی خوب
۲۲,۸۵	۵۵۲۸,۸۶۹	خوب
۳۳,۱۴	۸۰۱۸,۶۰۷	متوسط
۲۹,۷۳	۷۱۹۳,۳۳۵	نامناسب
۷,۷۵	۱۸۷۴,۷۱۵	خیلی نامناسب

نتیجه‌گیری

آگاهی و شناخت لندفرم‌ها و عوارض ژئومورفولوژیکی از مهمترین اقدامات اولیه برای آمایش و برنامه‌ریزی پدافندی کشور است. چشم‌انداز طبیعی، عملیات نظامی را تحت تاثیر قرار می‌دهند. برنامه‌ریزی فعلی یا آینده عملیات‌ها و تلاش برای درک وقایع تاریخی، ابزارای قدرتمند را برای نقشه‌برداری ژئومورفیک فراهم می‌کند. اثر پدیده‌های ژئومورفولوژیکی بر عملیات نظامی موجب شده تا در طراحی تجهیزات نظامی، احداث مراکز حساس و مهمم تغییراتی داده شود در منطقه‌ای

که برای احداث مراکز انتخاب می‌شود، مسائلی از جمله جنس سنگ‌ها، ویژگی‌های توپوگرافی و میزان ناهمواری، نوع لندفرم‌ها و نهشته‌های واقع در منطقه، مقاومت سنگ‌ها، نیمرخ دامنه‌ها، شیب دامنه‌ها، موقعیت منطقه از نظر خطرهای طبیعی مانند سیل، لغزش، ریزش، بهمن، اثر بادروی زمین، ارتفاعات منطقه، فعالیت فرسایشی غالب و باید مدنظر قرار گیرد. بدیهی است هرگونه مدیریتی در صورتی انجام پذیر است که در زمان صلح، نسبت به شناسایی و بررسی اشکال و عوارض سطح زمین اقدام و آنها را به طور دقیق مورد مطالعه قرار داد. با توجه به شکل (۲۴) استان کرمانشاه به ۵ کلاس از نامناسب تا خیلی مناسب طبقه بندی شد. در این نقشه، مناطقی که با رنگ آبی مشخص شده اند برای مکان‌گزینی مراکز حیاتی، حساس و مهم مناسب می‌باشند. مناطقی که با رنگ سبز مشخص شده‌اند دارای شرایط مکانیابی متوسط و مناطقی با رنگ قهوه‌ای نامناسب می‌باشد. با توجه به پهنه بندی صورت گرفته می‌توان گفت شرایط مکانیابی در استان کرمانشاه مناطق شمال و شمال غرب و جنوب مساعدتر و مساحت بیشتری را در بر می‌گیرد و از شرایط مناسب تری برخوردار است و مناطق غرب و شرق دارای شرایط نامناسبی هستند (جدول ۲). امروز با استفاده از مدل‌های رقومی و ارتفاعی و نرم‌افزارهای علوم زمین به راحتی می‌توان مناطقی را تعیین کرد که بیشترین دید و تسلط را بر پیرامون خود داشته باشد.

منابع

- آقایی، پ.، پوراحمد، ا.، رئیسی، ح.، (۱۳۹۳)، سنجش و تدوین راهبرد امنیت اجتماعی پایدار (مورد پژوهشی: منطقه یک شهرداری تهران) پژوهش نامه جغرافیای انتظامی، سال دوم، شماره ۵، صص ۴۵-۷۰
- بوذری، س.، (۱۳۸۸)، زمین‌شناسی و کاربرد آن در پدافند غیرعامل، فصلنامه علوم زمین، سال چهارم، شماره ۲.
- پوری رحیم، ع.، (۱۳۹۳)، پدافند غیر عامل: راهبردی در دفاع سرزمینی، نوآوری در حوزه دانش جغرافیای نظامی؛ جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی سال ۲۵، پیاپی ۵۳، شماره ۱. آماری چندمتغییره، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۳۷، صص ۷۴-۵۷
- حیدری، ح.، علیجانی، ب.، (۱۳۷۸)، طبقه بندی اقلیمی ایران با استفاده از تکنیک‌های آماری چندمتغییره، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۳۷، صص ۷۴-۵۷
- خلیجی، م.، زرآبادی، ز.، (۱۳۹۳)، تحلیلی بر مکان‌یابی شهرک صنعتی با بهره‌گیری از مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره (نمونه موردی: شهرستان تبریز). مجله برنامه‌ریزی منطقه‌ای، دوره ۵، شماره ۱۹، صص ۱۱۴-۱۰۱
- خداوردی، ا.، خانزادی، م.، منصوردهقان، م.، (۱۳۹۶)، شاخص‌های مؤثر بر مکان‌یابی بنادر تجاری از منظر پدافند غیرعامل، نشریه صنعت حمل‌ونقل دریایی.
- عالم تبریز، ا.، باقر زاده آذر، م.، (۱۳۸۸)، تلفیق *ANP* فازی و *TOPSIS* تعدیل شده برای گزینش تأمین‌کننده راهبردی، پژوهش‌های مدیریت، دوره ۲، شماره ۳، صص ۱۸۱-۱۴۹.
- قدسی پور، ح.، (۱۳۸۴)، فرایند تحلیلی سلسله مراتبی *AHP*، تهران، انتشارات دانشگاه امیرکبیر (پلی تکنیک)، چاپ چهارم.
- مؤمنی، من.، (۱۳۸۹)، مباحث نوین تحقیق در عملیات، ناشر مؤلف، چاپ اول، تهران.
- مقیمی، ا.، یمانی، م.، بیگلر، ج.، مرادیان، م.، فخری، س.، (۱۳۹۱)، تأثیر ژئومورفولوژی زاگرس جنوبی بر پدافند غیرعامل در منطقه شمال تنگه هرمز (با تأکید بر مکانیابی مراکز ثقل جمعیتی)؛ فصلنامه علمی-پژوهشی مدیریت نظامی، شماره ۴۸، سال دوازدهم، صص ۷۷-۱۱۲.

- Ertugrul, I., Karakasoglu, N., (2007), *Performance evaluation of Turkish cement firms with fuzzy analytic hierarchy process and TOPSIS methods*, *Exper Systems Application*, Volume 36 .Lssue 1, pp702-715.
- Eastler, TE., *Military use of underground terrain (A Brief Historical Perspective)*, University of Maine at Farming, D.R. Caldwell et al. (eds.), *Studies in Military Geography and Geology*, 21–37.
- Hippensteel, S., P, (2016), *Carbonate rocks and American Civil War infantry tactics: Geosphere*, v. 12, no. 2, p354–365.
- Niemira, M., Saaty, T., (2004), *an analytic network process model for financialcrisis forecasting*, *International Journal of Forecasting*, No20..
- 15. Neaupane, K., Piantanakulchai, M., (2006), *Analytic network network process model for landslide hazard zonation*, *Engineering Geology*, 85(3), 85(3) 281–294.
- 16. Saaty L. T., (2008), *Fundamental of the AnalyticNetwork Process ISAHP*, ISAHP Kobe Japan.