

مکان‌یابی پاسگاه‌های مرزی و تعیین مناطق مستعد نفوذ با استفاده از سیستم استنتاج فازی و GIS (مطالعه موردی: محدوده نوار مرزی شهرستان نهبندان)

دکتر سید علی عبادی‌نژاد^۱، بهروز بهرام‌آبادی^۲

چکیده

یکی از شرایط و ضرورت‌های تأمین امنیت در یک کشور، تأمین امنیت مرزهای بین‌المللی پیرامونی آن کشور است. در بین مناطق مرزی شرق کشور، استان خراسان جنوبی از جمله مناطقی است که بنا به موقعیت خاص ژئوپلیتیکی همواره در مقاطع تاریخی مختلف چهارراه حوادث و ناامنی بوده و در حال حاضر نیز با مسائل عدیده و تهدیدات امنیتی همچون قاچاق مواد مخدر از افغانستان به خاک ایران، فعالیت‌های تروریستی، حضور کشورهای فرامنطقه‌ای در مجاور مرزها، وجود تهدید مطالبات قومی و مذهبی و اقامت غیرقانونی برخی از اتباع کشورهای هم‌جوار به‌ویژه افغانستان مواجه است. هدف از این تحقیق جانمایی و مکان‌یابی پاسگاه‌های نوار مرزی شهرستان نهبندان با کشور افغانستان با تکیه بر شناخت توان واحدهای ژئومورفولوژیکی جهت افزایش توانمندی‌های دفاعی و عملیاتی کشور، مبارزه با اشرار، مواد مخدر، کالای قاچاق، اقدامات پدافندی و مکان‌یابی احداث مواضع دفاعی و پاسگاه‌ها مرزی است. در این پژوهش، ابزارهای تحقیق به چهار دسته اصلی، انواع نقشه‌ها، عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای، ابزارهای مفهومی (نرم‌افزارها) و مدل‌ها تقسیم می‌شوند. مدل‌سازی منطقه با استفاده از سیستم استنتاج فازی با مدنظر قرار دادن واحدهای ژئومورفولوژیکی، زمین‌شناسی، لیتولوژی، کاربری اراضی، دسترسی به سکونت‌گاه‌ها، محورهای مواصلاتی، ارتفاع، شیب، جهت شیب، شبکه زهکشی و ... صورت گرفته است. نتایج نشان می‌دهد مناطق مرزی نهبندان مستعد نفوذ می‌باشند. بر اساس نقشه‌های نهایی مکان‌یابی و برآورد قابلیت‌ها و محدودیت‌های واحدهای ژئومورفولوژیکی در مرز نهبندان با کشور افغانستان با جانمایی و احداث ۱۶ پاسگاه و یا موضع دیدبانی، حداکثر استفاده و به‌کارگیری از این واحدها در مقابله با نفوذ نیروی متخاصم و نفوذ اشرار، کنترل مرز با هدف جلوگیری از قاچاق کالا و مواد مخدر به منطقه پیشنهاد گردید.

واژه‌های کلیدی: سیستم استنتاج فازی، امنیت مرز، مکان‌یابی، پاسگاه‌های مرزی، نهبندان

۱. دانشیار ژئومورفولوژی، دانشگاه علوم انتظامی امین

۲. دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، مدرس دانشگاه افسری امام علی^(ع) (نویسنده مسئول)،

مقدمه

تحلیل امنیت یا ناامنی در سطح سیستم بر اساس تهدید دنبال می‌گردد و تهدید عامل تعیین‌کننده‌ای در رفتار کشورهای مختلف در مسائل امنیتی است (پیشگاهی‌فرد، احمدی دهکا، ۱۳۸۹). یکی از شرایط و ضرورت‌های تأمین امنیت در یک کشور تأمین امنیت مرزهای بین‌المللی پیرامونی آن کشور است و هر مرز با توجه به ویژگی‌های خاص خود از قابلیت‌های مشخص و متمایزی از دیگر مرزها برای دفاع و تأمین امنیت برخوردار است.

در بین مناطق مرزی شرق کشور، استان خراسان جنوبی بنا به موقعیت خاص ژئوپلیتیکی همواره در مقاطع تاریخی مختلف چهارراه حوادث و ناامنی بوده و در حال حاضر نیز با مسائل عدیده و تهدیدات امنیتی همچون قاچاق مواد مخدر از افغانستان به خاک ایران، فعالیت‌های تروریستی، حضور کشورهای فرامنطقه‌ای در مجاور مرزها، وجود تهدید مطالبات قومی و مذهبی و اقامت غیرقانونی برخی از اتباع کشورهای هم‌جوار به ویژه افغانستان مواجه است (بای سلامی، ۱۳۸۵؛ دهشیری، ۱۳۸۸؛ پیشگاهی‌فرد و امیدی، ۱۳۸۸). از میان مرزهای استان خراسان جنوبی، مرز نهبندان با ایالت فراه افغانستان به عنوان یکی از مسیرهای ترانزیت قاچاق مواد مخدر در شرق کشور محسوب می‌شود که موجبات ناامنی در مرزها را به دنبال دارد. رابطه حاشیه‌ای بودن با پدیده ناامنی در مرزها رابطه‌ی معنی‌دار است و مناطق دور از مرکز جولانگاه قاچاقچیان و فراریان از قانون می‌تواند باشد. به طوری که منطقه جنوب شرق، سرزمین فقر، عقب‌ماندگی، قاچاق مواد مخدر، گرما و کم‌آبی شناخته می‌شود (حافظ‌نیا، ۱۳۸۱). آنتونیو ماریا کوستا، رئیس دفتر مبارزه با مواد مخدر سازمان ملل، ناحیه مرزی افغانستان با پاکستان را فعال‌ترین منطقه قاچاق تریاک در جهان توصیف کرده است؛ بنابراین در این تحقیق به منظور کنترل بیشتر بر مرز با به‌کارگیری توان‌ها و قابلیت‌های ژئومورفولوژیکی منطقه و مدل‌سازی آنها با استفاده از نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی، مکان‌یابی و جانمایی پاسگاه‌های مرزی بر روی نوار مرزی این منطقه مشخص گردید. در عصر دیجیتال امروز استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در مکان‌یابی و مکان‌گزینی و تنوع در به‌کارگیری مواردی همچون کارتوگرافی، اخبار و اطلاعات، مدیریت و رهبری میدان نبرد، تجزیه و تحلیل صحنه عملیات، کنترل از راه دور داده‌ها و مشاهدات، برقراری مدیریت عملیاتی، دیده‌بانی، هدایت نیروها، کنترل مرزها و خطوط مواصلاتی را می‌تواند در برداشته باشد. با این حال می‌توان بیان نمود، اطلاعات مکانی

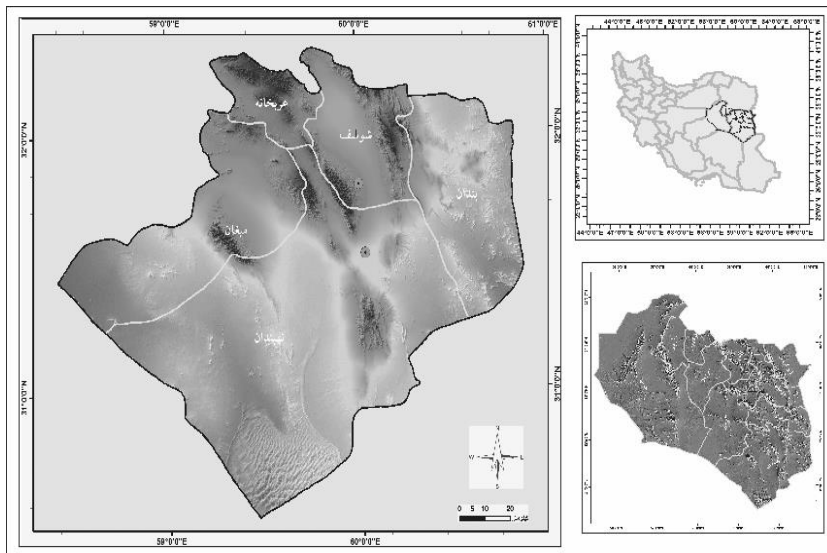
نقش محوری در انتخاب مناسب‌ترین و مطلوب‌ترین مکان در استقرار یک موضع دفاعی و پدافندی را می‌تواند داشته باشد. فرماندهان و طراحان نظامی با کمک این سامانه علاوه بر کسب اطلاعات به‌روز و کارآمد، عوارض سطح زمین منطقه عملیات را به‌خوبی کنترل می‌نمایند (ساتی نارینا و گندران، ۲۰۰۶).

اصولاً در فرایند مکان‌یابی تمامی خصوصیات و ویژگی‌های منطقه موردنظر برای آن کاربری خاص مورد مطالعه قرار می‌گیرد (بانایی، ۱۹۸۹)^۱ و بی‌شک چنانچه این کاربری مرتبط با مسائل نظامی باشد از اهمیت صدچندان برخوردار خواهد شد (آقاطاهر و همکاران، ۱۳۹۴) و چنانچه مکان‌یابی صحیح، اصولی و مبتنی بر استفاده مناسب از عوارض طبیعی و اشکال زمین انجام گیرد، هزینه‌های اجرایی سایر اصول را کاهش و کارآمدی آنها را افزایش می‌دهد و نسبت به اصول دیگر مقدم‌تر است (مقیم‌ی و همکاران، ۱۳۹۱). به عبارتی مکان‌یابی درست و اصولی مناطق حساس نظامی و انتظامی، یکی از مهم‌ترین اقداماتی است که موجب کاهش قابل‌توجه هزینه‌های بعدی مرتبط با فعالیت‌ها و پیشامدهای مربوط به این مناطق خواهد شد و با افزایش قابلیت دفاعی و پدافندی این مناطق، ضریب امنیتی آنها را افزایش می‌دهد (نصیری، ۱۳۸۸). تجزیه و تحلیل سطح زمین و اطلاعات صحنه رزم آن‌چنان مهم است که بر حرکت نیروها و تجهیزات خودرویی اثرات بسزایی بر جا می‌گذارد.

محیط‌شناسی منطقه

از جمله مناطق مرزی که به‌عنوان یکی از مسیرهای ترانزیت مواد مخدر و نفوذ اشرار به داخل کشور محسوب می‌گردد شهرستان نهبندان است. این شهرستان هم‌مرز با ایالت فراه افغانستان و شهرستان زابل استان سیستان و بلوچستان است که قبلاً شوسف نام داشت (شکل ۱). این منطقه از لحاظ تقسیم‌بندی ایالات ساختاری، بخش‌های از ایالت ساختاری سیستان و پهنه لوت را دربرمی‌گیرد (نوگل سادات، ۱۳۷۲). در این منطقه سنگ‌های دوران دوم زمین‌شناسی یعنی مزوزوئیک در ایجاد منابع آب زیرزمینی و فعالیت‌های آتشفشانی دوران سوم در ایجاد کانسارهای معدنی در اطراف نهبندان نقش اساسی داشته است (سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، ۱۳۸۸). اقلیم خشک کویر و کمبود آب، همراه با ساختار قبیله‌ای و اجتماعات انسانی کم‌شمار در قالب شهرها و روستاهای پراکنده سبب نوعی جبر جغرافیایی در زندگی

مناطق شرق به‌ویژه جنوب شرق کشور شمرده شده است. افزون بر آن، انزوای جغرافیایی نسبت به مرکز، عدم مشارکت در سطح محلی و ملی و توسعه‌نیافتگی استان بی‌تأثیر در این امر نبوده‌اند (احمدی پور و همکاران، ۱۳۹۰). مرزنشینی و فقر، روابط بعضی از این طوایف را با اشرار صمیمی کرده و به دلیل عدم کنترل مرزهای شرقی، در گذشته وصلت‌ها و مهاجرت‌های به این شهرستان صورت گرفته است. پیوند اقتصادی مرسوم در نواحی مرزی، خروج سوخت و واردت قاچاق مواد مخدر و کالاهای قاچاق نیز از طرف دیگر معامله است. در این مناطق به علت اختلاط نژادی و ازدواج‌های دوسویه، تشخیص ایرانی از افغان تقریباً ناممکن است. اعراب نهبندان، مراودات اقتصادی با کشورهای حوزه خلیج فارس دارند که اطلاعات دقیقی از این مراودات در دست نیست (صادقی و همکاران، ۱۳۹۲).



شکل ۱: نقشه شهرستان نهبندان در موقعیت استان خراسان جنوبی و تقسیمات کشوری

پیشینه تحقیق

پژوهش‌های تقریباً ناچیزی در حوضه مطالعات مکان‌یابی نظامی صورت گرفته، اما با موضوع این تحقیق تاکنون پژوهشی صورت نگرفته است؛ بنابراین محققان با توجه به تجارب خود،

آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های مرتبط با مرز و غیره حداکثر تلاش خود را به کار گرفته تا مکان‌یابی و جانمایی پاسگاه‌ها با دقیق‌ترین نتایج برابر آیین‌نامه‌ها به دست آید. از جمله پژوهش‌های که در حوزه مطالعات مکان‌یابی نظامی صورت گرفته، می‌توان به مطالعات بهرام‌آبادی و یمانی (۱۳۹۰) که به بررسی شاخص‌های ژئومورفولوژیکی مناطق خشک و تأثیر آن در مکان‌یابی مناطق دفاع عامل و غیرعامل یگان‌های نظامی پرداخته‌اند، اشاره داشت. نتایج این تحقیق نشان داد که بررسی عوامل ژئومورفولوژیکی مناطق و بهره‌گیری از راهبردهای تاکتیکی و تکنیکی، انتخاب مناطق پدافندی یگان‌ها و تأمین امنیت آنها در محدوده پایکوهی و سطوح نیمه مرتفع با دقت قابل‌اجرا است. یمانی (۱۳۷۷) در پژوهشی به بررسی نقش پدیده‌های ژئومورفولوژیکی واقع در نواحی مرزی پرداخت. وی مرزها را از نظر ژئومورفولوژیکی دسته‌بندی نمود و تأکید کرد شکست یا پیروزی در عملیات حاصل شناخت درست از مورفولوژی منطقه عملیات است. فتحی (۱۳۸۹) به تحلیل ژئومورفولوژیکی مکان‌گزینی مراکز نظامی موجود در دامنه‌های غربی کوهستان واقع در شهر تبریز، مراکز آموزش ۰۳ عجب‌شیر و گروه ۱۱ توپخانه مراغه و سایر مراکز نظامی موجود در محدوده مورد مطالعه پرداخت و با استفاده از روش AHP نقشه‌ای که مناسب برای احداث مراکز نظامی باشد را تهیه کرد. مقیمی و همکاران (۱۳۹۱) به بررسی تأثیر شاخص‌های ژئومورفولوژیکی نواحی خشک و بیابانی بر تحرکات و فعالیت‌های نیروهای نظامی در دشت مسیله قم پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد با بررسی لندفرم‌های ژئومورفولوژیکی می‌توان بسیاری از چالش‌های فرماندهان در تصمیم‌گیری را حل نمود و محدوده‌های عملیاتی را مشخص نمود که قدرت مانور و تحرک نیروها را افزایش دهد. فخری (۱۳۹۱) با بررسی ژئومورفولوژی زاگرس جنوب شرقی (شمال تنگه هرمز) در دفاع غیرعامل مراکز حیاتی، حساس و مهم (با تأکید بر مکان‌یابی) نشان داد که این منطقه دارای قابلیت‌های ژئومورفولوژیکی مناسب برای دفاع غیرعامل می‌باشد و مناطق غربی و شمالی شرایط بهتری برای مکان‌یابی مراکز حساس دارند. کیخایی و همکاران در تحقیقی به بررسی مکان‌یابی منطقه استقرار یگان‌های پشتیبانی خدمات رزمی با استفاده از سامانه استنتاج فازی در منطقه نصرآباد اصفهان مشخص نمودند، محدوده‌های پایکوهی، نیمه مرتفع و مناطقی که از نظر ژئومورفولوژی نظامی حائز اهمیت است و مطابق با ملاحظات این یگان‌ها است، مناسب منطقه استقرار این نیروها می‌باشند (کیخایی و همکاران، ۱۳۹۴؛ ۷۰). آقاظاهر و همکارانش (۱۳۹۴) با پهنه‌بندی مناطق جنگلی در علی‌آباد کتول استان گلستان،

نقشه مراکز مستعد دفاعی در این مناطق را تهیه نمودند و سه عامل فاصله از شهر، فاصله از جاده و سنگ‌شناسی به ترتیب بیشترین تأثیر را در مکان‌یابی این مراکز در منطقه به دنبال داشته‌اند. همچنین عبادی نژاد و همکارانش در تحقیقی به بررسی نقش عوارض ژئومورفولوژیکی در قاچاق مواد مخدر از مرزهای جنوب شرق کشور پرداخته‌اند. نتایج این محققان نشان می‌دهد که قاچاقچیان مواد مخدر با شناخت کامل از وضعیت عوارض زمین و بهره‌گیری از آنها در بسیاری از موارد مبادرت به این عمل می‌کنند و پیشنهاد می‌نمایند که نیروهای نظامی و انتظامی بیش‌ازپیش از طریق بارگیری علوم زمین به‌ویژه ژئومورفولوژی، برای انجام مأموریت‌های محوله اقدام کنند (عبادی نژاد و همکاران، ۱۳۸۹).

روش و فنون اجرای تحقیق

این پژوهش از نوع تحقیقات کاربردی می‌باشد که به بررسی و شناخت توان لندفرم‌ها و واحدهای ژئومورفولوژیکی در ارتقاء توان دفاعی کشور در تقابل با دشمن خارجی و اشرار می‌پردازد. در تدوین این پژوهش از ترکیب بررسی‌های اسنادی - کتابخانه‌ای، تجارب میدانی، کارتوگرافی و مدل‌سازی نرم‌افزاری استفاده شده است. برای دستیابی به نتایج دقیق و شناخت و آگاهی از قوانین حاکم بر مرز بین ایران و افغانستان و جهت جانمایی و مکان‌یابی پاسگاه‌های و مواضع دیدبانی از دستورالعمل جانمایی پاسگاه‌های مرزی استفاده شد. در این پژوهش از روش‌های تحلیل فرم و فرایند و تحلیل سیستم‌های ارضی برای تهیه نقشه ژئومورفولوژی عمومی استفاده گردید. سپس واحدهای ژئومورفولوژیکی بر اساس نقشه ژئومورفولوژی عمومی تهیه شد و قابلیت‌ها و محدودیت‌های دفاعی واحدهای مذکور مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت. در ادامه با استفاده از مدل‌سازی فازی، لایه‌های مختلف ژئومورفولوژیکی، جغرافیایی و انسانی منطقه مورد مطالعه، از نظر قابلیت نفوذ و مکان‌یابی مناطق مستعد نفوذ و جانمایی پاسگاه‌های پیشنهادی در حاشیه مرز پهنه‌بندی گردید و با توجه به اهداف دفاعی پژوهش و افزودن لایه‌های خطوط مواصلاتی و شهرها، مواضع مورد نظر بر اساس عوارض ژئومورفولوژیکی ترسیم شد (شکل ۲).

ابزارهای تحقیق مورد استفاده در پژوهش به سه دسته اصلی انواع نقشه‌ها، تصاویر ماهواره‌ای و ابزارهای مفهومی (نرم‌افزارها) و مدل‌ها به صورت زیر تفکیک و معرفی شده‌اند.

۱- نقشه‌ها:

الف) نقشه‌های توپوگرافی: نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰، ۱:۱۰۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰۰ سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح بعد از زمین مرجع لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز، رقومی گردید و به پایگاه داده‌های پژوهش انتقال داده شدند. از این نقشه‌ها برای تهیه مدل ارتفاع رقومی و لایه‌های همچون ارتفاع، شیب، جهت شیب، راه‌های ارتباطی، مراکز شهری و... استفاده شدند.

ب) نقشه‌های زمین‌شناسی: این نقشه‌ها با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰۰۰ سازمان زمین‌شناسی کشور برای بررسی ویژگی‌های زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه، جنس، سن سازندها و نهشته‌ها و شناخت ساختمان زمین‌شناسی منطقه مورداستفاده قرار گرفت.

ج) نقشه‌های خاک و کاربری اراضی با مقیاس ۱/۲۵۰۰۰۰، سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور به منظور شناخت نوع خاک و پوشش گیاهی منطقه استفاده گردید.

۲- تصاویر ماهواره‌ای: از تصاویر ماهواره‌ای Aster، Landsat و Spot و گوگل ارث به منظور شناخت منطقه و تطبیق داده‌های استفاده گردید.

۳- نرم‌افزارهای رایانه‌ای: در این پژوهش از نرم‌افزارهای گرافیکی Corel، Envi و ArcGIS استفاده می‌شود. در طی مراحل تحقیق از نرم‌افزارهای پردازش تصویر ENVI 4.8، ARC Hydro Tools، نرم‌افزار MATLAB، نرم‌افزار Micro Station 2000 نیز استفاده شد.

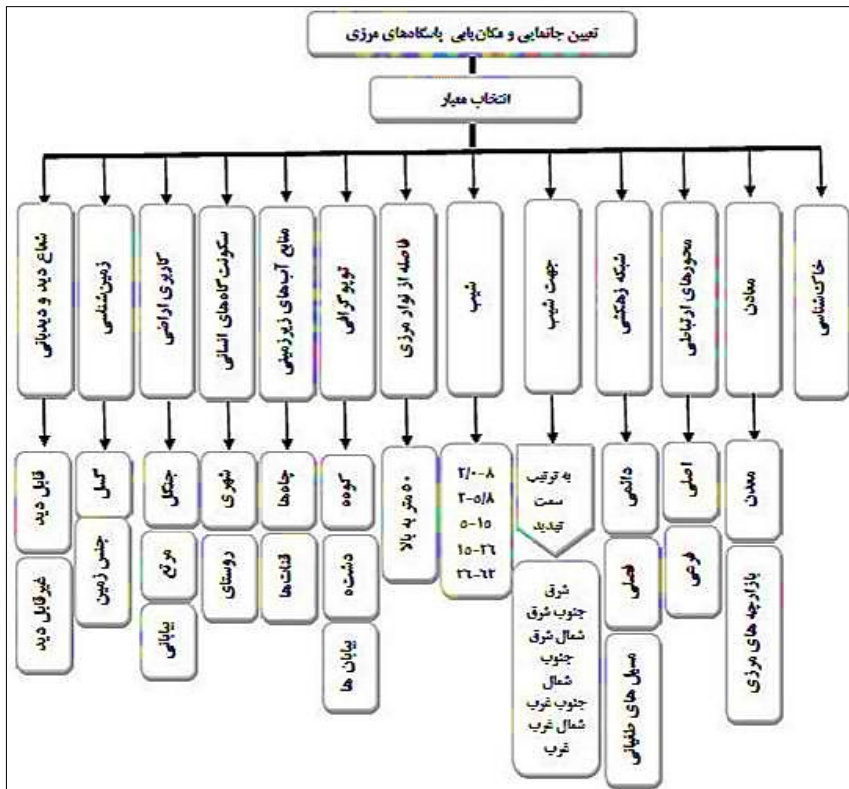
روش اجرای تحقیق

این پژوهش که به نوعی یک پژوهش مبتنی بر تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌باشد. در تمام مراحل انجام آن از نظریه‌های مدل فازی استفاده شده است. به طوری که پس از تهیه اطلاعات و نقشه‌های مورد نیاز، عملیات استانداردسازی روی لایه‌ها صورت گرفت و با روش FAHP وزن‌دهی لایه‌ها انجام شد و سپس همپوشانی معیارها با استفاده از اپراتورهای فازی در نرم‌افزار متلب به عمل آمد.

انتخاب معیار

به ملاک‌هایی که متضمن هدف و سازنده آن هستند و تصمیم‌گیرنده به منظور افزایش مطلوبیت و رضایت خود، آنها را مدنظر قرار می‌دهد، معیار گویند. به عبارت دیگر معیارها،

استانداردها و قوانینی هستند که برای قضاوت استفاده شده و میزان اثربخشی را در تصمیم‌گیری بیان می‌کنند (عطایی، ۱۳۸۹). جهت انجام مکان‌یابی مناسب پاسگاه‌ها و با توجه به نظرات کارشناسی معیارها و زیرمعیارهای زیر در نظر گرفته شد (شکل ۲).



شکل ۲: دیاگرام معیارها و زیرمعیارها جهت مکان‌یابی پاسگاه‌ها و مواضع دیدبانی

سیستم استنتاج فازی (FIS)^۱

مواقعی که چارچوب خاصی برای تعیین اهمیت و ارزش معیارها وجود ندارد، استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، از بهترین گزینه‌ها می‌باشد و یا به عبارتی، مدل فازی بر منطق فازی استوار می‌باشد و اساساً برای تصمیم‌گیری در شرایط ابهام ارائه می‌گردد. در این تصمیم‌گیری هر پارامتر هم‌زمان در مجموعه‌های مختلف ولی به درجات متفاوت عضویت دارد (وان الفن^۲ و استرواگل^۳، ۲۰۰۰). ریاضیات فازی تعمیمی از منطق بولین است که بر مفهوم درستی نسبی دلالت می‌کند. منطق کلاسیک هر چیزی را بر اساس یک سیستم دو ارزشی نشان می‌دهد (درست یا غلط، ۰ یا ۱، سیاه یا سفید)؛ ولی منطق فازی درستی هر چیزی را با یک بازه‌ای از اعداد که مقدار آن بین صفر و یک است، نشان می‌دهد. مثلاً اگر رنگ سیاه را عدد صفر و رنگ سفید را عدد یک نشان دهیم، آنگاه رنگ خاکستری عددی نزدیک به صفر خواهد بود. لطفی‌زاده (۱۹۶۵) نظریه سیستم‌های فازی را معرفی کرد. منطق فازی معتقد است که ابهام در ماهیت علم است. برخلاف دیگران که معتقدند که باید تقریب‌ها را دقیق‌تر کرد تا بهره‌وری افزایش یابد، لطفی‌زاده معتقد است که باید به دنبال ساختن مدل‌هایی بود که ابهام را به عنوان بخشی از سیستم مدل کند.

سیستم استنتاج فازی بر اساس قواعد «اگر – آنگاه» بنا نهاده شده است؛ به طوری که با استفاده از قواعد مزبور می‌توان ارتباط بین تعدادی متغیر ورودی و خروجی را به دست آورد؛ بنابراین از FIS می‌توان به عنوان یک مدل برای شرایطی که داده‌های ورودی و یا خروجی دارای عدم قطعیت بالایی باشند، استفاده نمود، در این شرایط روش‌های کلاسیک نمی‌توانند به خوبی عدم قطعیت موجود در داده‌ها را در نظر بگیرند. برای توسعه سیستم فازی از عملگرهای استلزام فازی و ترکیب روابط فازی استفاده می‌گردد (کوره‌پزان، ۱۳۹۱: ۶۵).

گام‌های ساختن یک سیستم استنتاج فازی به صورت زیر بیان می‌گردند (شکل ۳).

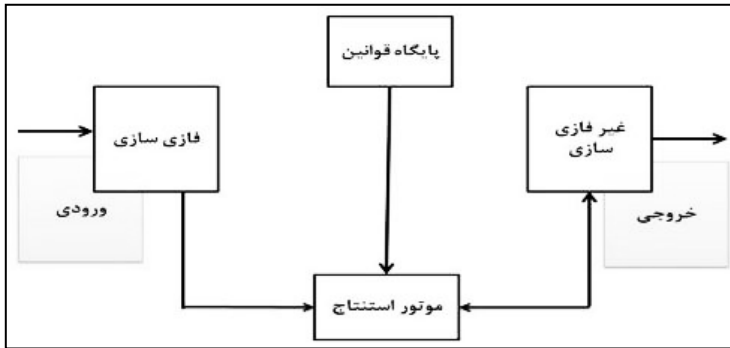
- تعیین یک سیستم قاعده – بنیادی فازی بر اساس داده‌های مشاهده‌ای؛
- فازی‌سازی بخش مقدم و تالی با استفاده از توابع عضویت فازی؛

1. fuzzy inference system

2. Van Alphen, B. J.

3. Stoorvogel, J. J.

- ترکیب قسمت‌های مختلف بخش مقدم هر یک از قواعد؛
- ترکیب بخش تالی قواعد، جهت به دست آوردن خروجی فازی سیستم؛
- تبدیل خروجی نهایی سیستم به یک عدد کلاسیک با استفاده از روش‌های غیر فازی‌سازی.



شکل ۳: قسمت‌های مختلف یک سیستم استنتاج فازی (منبع: کابلی‌زاده، ۱۳۹۲)

قدم اول: فازی‌سازی^۱ ورودی‌ها

یک تابع عضویت^۲ منحنی است که به هر نقطه در فضای ورودی یک مقدار درجه عضویت بین صفر و یک تعریف می‌کند (کیا، ۱۳۹۱: ۴۳۱). مجموعه فازی A با تابع عضویت $\mu_A(x)$ در فضای متغیر ورودی پیوسته x به صورت زیر تعریف می‌شود:

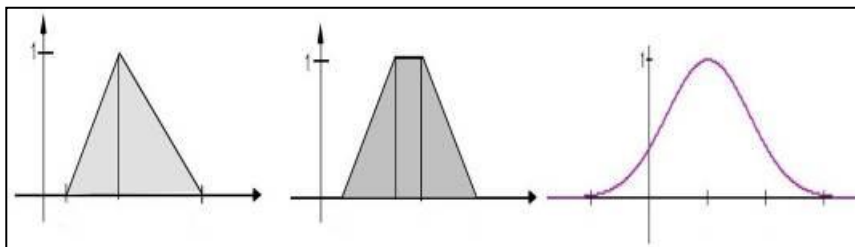
$$A = \{(x, \mu_A) | x \in U\} = \int \mu(x) dx \quad (\text{رابطه ۱-۲})$$

در (رابطه ۱-۲)، U نشان‌دهنده مجموعه جهانی است. علامت \int نشان‌دهنده اجتماع تمام نقاط $x \in U$ و $\mu_A(x)$ مقدار تابع تعلق متناظر را نشان می‌دهد.

با توجه به نوع مسئله و متغیرها، می‌توان از توابع عضویت مختلفی مانند توابع مثلثی،

1. fuzzification
2. membership function

دوزنقه‌ای و گوسی استفاده نمود (شکل ۴).



شکل ۴: توابع عضویت رایج در سیستم‌های فازی (منبع: کابلی‌زاده، ۱۳۹۲)

در فازی‌سازی داده‌ها، ورودی‌ها را گرفته و با توابع عضویت مربوط به آن، یک درجه مناسب به هر یک نسبت می‌دهند. متغیرهای ورودی هر یک باید در محدوده رقمی تعریف‌شده خود قرار گیرند و خروجی‌ها درجه عضویت فازی از مجموعه‌های تعیین‌کننده زبانی (در اینجا بین صفر و یک) می‌باشند (شکل ۴). مجموعه‌های فازی زبانی در این مثال را می‌توان به مکان‌های ضعیف، مکان‌های خوب، مکان‌های بسیار مطلوب و غیره تعریف نمود. ورودی‌ها باید با توجه به مجموعه‌های زبانی، فازی شوند (کابلی‌زاده، ۱۳۹۲: ۸۷).

قدم دوم: اعمال عملگرهای فازی

هنگامی که ورودی‌ها (معیارها) فازی شدند، درجه‌ای را برای هر یک از قسمت‌های بخش «اگر» قانون در اختیار می‌باشد. قسمت اگر هر قانون در سیستم فازی را قسمت مقدم قانون می‌نامند (در صورتی که مقدم داده‌شده از قانون بیشتر از یک قسمت باشد، آنگاه عملگرهای فازی را به کار می‌بریم تا یک عدد حاصل شود که نمایانگر حاصل مقدم برای آن قانون است. سپس این عدد در تابع خروجی به کار گرفته می‌شود). در جعبه‌ابزار منطق فازی دو نوع روش از پیش‌ساخته، (Min مینیمم) و (Prod حاصل ضرب) برای عملگر AND و (Max ماکزیمم) و (Proborهای احتمالی) برای عملگر OR طراحی شده است. علاوه بر این توابع از پیش‌ساخته شده، شما می‌توانید به دلخواه خود برای این عملگرها توابعی را معرفی کنید و بسازید. برای نمونه قانون سوم را که از عملگر OR استفاده کرده، ارزش‌دهی می‌کنیم. مقدم این قانون دارای سه قسمت می‌باشد (اگر) شیب > ۱۰ باشد (یا) فاصله از جاده > ۵۰۰ متر باشد (یا) نوع خاک زمین = آریدوسل باشد (آنگاه) موضع مناسب جهت اشغال می‌باشد.

قدم سوم: اعمال روش دلالت

هر قانون یک وزن دارد (بین ۰ و ۱) که بر روی عدد به دست آمده بر روی مقدم اعمال می‌شود. معمولاً این عدد یک است. اصولاً وزن دهی به قوانین هیچ تأثیری بر روی فرایند دلالت و فرایند نتیجه‌گیری ندارد. وقتی که وزن مناسب را به هر یک از قوانین نسبت می‌دهیم، روش دلالت به کار برده می‌شود. یک برآیند، یک مجموعه فازی است که با یک تابع عضویت مشخص شده و این تابع مشخصه‌های زبانی را که از خواص آن به حساب می‌آید وزن دار می‌کند؛ یعنی در وزن مربوطه ضرب می‌شود.

قدم چهارم: اجتماع تمام خروجی‌ها

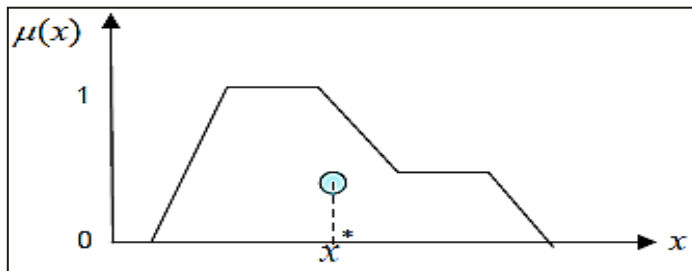
از آنجایی که تصمیم‌گیری بر اساس بررسی تمامی قوانین در سیستم‌های استنتاج فازی صورت می‌گیرد، برای تصمیم‌گیری باید قوانین را به روشی بتوان ترکیب کرد. تجمیع فرایندی است که به واسطه آن تمام مجموعه‌های خروجی هر قانون را به یک مجموعه فازی واحد ترکیب می‌کند. ورودی فرایند اجتماع فهرستی از توابع خروجی است که به وسیله فرایند دلالت برای هر قانون بریده شده است. در این مورد سه تابع از پیش ساخته شده پشتیبانی می‌شود Max، Probor (Or احتمالی) و Sum (جمع) (کیا، ۱۳۹۱؛ ۴۴۲).

قدم پنجم: غیر فازی کردن

ورودی یک فرایند غیر فازی یک مجموعه فازی است (حاصل عملیات تجمیع) و خروجی آن یک عدد می‌باشد. به طور کلی پنج روش در راستای غیر فازی کردن مجموعه‌های فازی وجود دارد: مرکز جرم، نیمساز، میانه ماکزیمم، بزرگ‌ترین ماکزیمم و کوچک‌ترین ماکزیمم. یکی از رایج‌ترین روش‌ها روش مرکز جرم نام دارد که کمیت فازی را به کمیت کلاسیک تبدیل می‌کند؛ به طوری که در شکل ۵ نیز نشان داده شده است (کیا، ۱۳۹۱؛ ۴۴۳).

$$x^* = \frac{\int \mu_{U_i}(x)xdx}{\int \mu_{U_i}(x)dx}$$

رابطه (۲-۲)



شکل ۵: روش مرکز جرم برای غیر فازی کردن

آنالیز همپوشانی

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

✓ همپوشانی وزن دار^۱؛

✓ همپوشانی مجموع وزن دار^۲؛

✓ همپوشانی فازی^۳.

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, GAMMA لایه‌های مختلف ترکیب می‌شوند. انتخاب عملگر مناسب، بستگی به ماهیت داده‌ها و نحوه تأثیر آنها بر همدیگر داشته و از مهم‌ترین مراحل همپوشانی است. از عملگر GAMMA در این مطالعه جهت تلفیق لایه‌ها استفاده شده است که وزن نهایی لایه‌ها در جدول ۱ مشخص گردیده است.

1. weighted overlay
2. weighted sum overlay
3. fuzzy overlay

جدول ۱: وزن نهایی لایه‌های مورد مطالعه

W	دسترسی	نزدیکی به مرز	زهکشی	فیزیوگرافی	زمین‌شناسی	کاربری	
۰/۰۷۵	۰/۲	۰/۱۶۶	۰/۲۵	۰/۱۶۶	۳	۱	کاربری
۰/۰۶۷۳	۰/۲	۰/۱۶۶	۰/۲۵	۰/۲	۱	۰/۳۳۳۳	زمین‌شناسی
۰/۲۴۴۱	۴	۰/۳۳۳۳	۴	۱	۵	۶	فیزیوگرافی
۰/۱۴۵۹	۰/۳۳۳۳	۰/۲	۱	۰/۲۵	۴	۴	زهکشی
۰/۲۸۱۷	۴	۱	۵	۳	۶	۶	نزدیکی به مرز
۰/۱۸۶۱	۱	۰/۲۵	۳	۰/۲۵	۵	۵	دسترسی

بحث و نتیجه‌گیری

با نگاهی اجمالی به تعریف مرز که حد قلمرو زمینی و هوایی و دریایی و آغاز حاکمیت هر کشور که حفظ، مراقبت و کنترل آن یکی از مهم‌ترین و اساسی‌ترین وظایف هر دولتی است که محدوده فعالیت مرزبان را با کشور همسایه مشخص می‌نماید؛ می‌توان به اهمیت آن در نقش امنیت پایدار پی برد. تأمین امنیت در شهرها و مناطق مرزی، یکی از موضوعات مهم و کاربردی محسوب می‌گردد، به طوری که مرزها به‌عنوان شاخصی از حاکمیت ملی که اقتدار یا ضعف یک ملت و دولت در تثبیت آنها، معرف شدت و ضعف حاکمیت ملی تلقی می‌گردد. وقتی از کنترل مرز و امنیت سخن گفته می‌شود، به معنی وجود ثبات در مرزها، نفوذناپذیری مرزها از حیث ورود کالاهای قاچاق، آسایش و ایمنی مرزنشینان و فقدان تهدیدها در مرزها است. مشکلات مرزی به‌واسطه وجود عوامل مختلفی مانند اختلافات اراضی، قاچاق کالا، تردهای غیرمجاز، نامشخص بودن رژیم حقوقی رودخانه‌های مرزی، وجود گروه‌های محارب در نزدیکی مرز و تعارضات قومی- مذهبی در دو سوی مرزها بروز می‌کند.

ژئومورفولوژی

تکوین واحدها و سطوح ژئومورفولوژی شهرستان نهبندان متأثر از تحولات جغرافیایی دیرینه است و موجب گردیده که ساختار ژئومورفولوژی عمومی و مورفولوژی منطقه تحت تأثیر فرایندهای درونی و بیرونی شکل گرفته و واحدهای ژئومورفیک جدیدی را تغییر و ایجاد نماید. این شهرستان

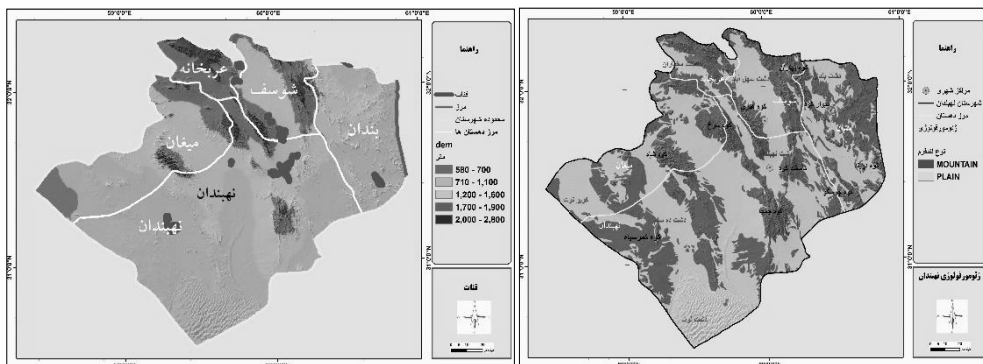
از نظر ژئومورفولوژی به دو واحد کوهستان و زمین‌های هموار یا دشت تقسیم گردید (شکل ۶). سطح ژئومورفولوژیک کوه‌های نه‌بندان به طور عمده در محدوده شمال غرب و مرکز شهرستان متمرکز می‌باشد و در سمت جنوب و شرق کمتر گسترده شده‌اند؛ به طوری که بالاترین سطح ارتفاعی منطقه در قسمت‌های شمال و شمال غرب شهرستان واقع شده است. در شهرستان نه‌بندان دشت‌های ساختمانی، پهنه‌های همواری هستند که بر سطح لایه‌های ساختمانی منطبق می‌باشند. بدین معنا که رسوبات جوان بر روی بلوک‌ها و هسته‌های مقاوم قدیمی قرار گرفته‌اند که می‌توان از این نوع دشت‌ها به دشت لوت اشاره نمود که قسمت‌های از شمال شرقی آن در محدوده شهرستان نه‌بندان واقع شده است. از جمله دیگر اشکال ژئومورفولوژیک منطقه گنبد‌های نمکی هستند. پراکندگی این توده‌ها بیشتر بر روی طاق‌دیس نوار کوهستانی و همچنین دامنه‌های آن در بعضی نقاط گسترده شده است. گنبد‌های نمکی منطقه تحت تأثیر سیستم زهکشی و به‌صورت شعاعی به‌تدریج در معرض فرسایش قرار می‌گیرند که شوری سفره‌های آبی را نیز به دنبال دارند. سیستم زهکشی بر روی این گنبد‌ها پس از گذشت زمان از شکل شعاعی به طولی تغییر پیدا می‌کند. از جمله نمونه‌های بارز آن می‌توان به نم‌زارهای سهل‌آباد در قسمت‌های شمالی نه‌بندان و سطوح نمکی پراکنده در نقاط دیگر منطقه اشاره نمود. شهر نه‌بندان در دشتی واقع شده که سرتاسر نواحی آن به‌جز شمال منطقه را زمین‌های کشاورزی پوشانده است. شهرستان نه‌بندان از جهات مختلف با ارتفاعات نامنظمی احاطه شده که موجب تشکیل چشمه‌ها و زمین‌هایی جهت حفر قنات و چاه‌های عمیق شده است (شکل ۷). به طوری که بیشترین تمرکز این منابع آب در بخش‌های نه‌بندان، شوسف و بندان می‌باشد و همین عامل باعث شده که کشاورزی و شکل‌گیری سکونتگاه و جذب جمعیت گردیده است (شکل ۸). موقعیت طبیعی بعضی روستاها در بندان؛ دشتی، بیابانی و کوهستانی است و در بعضی دهستان‌ها همچون میغان کوهستانی می‌باشد (A-۸). در دهستان نه موقعیت طبیعی روستاها دشتی و پایکوهی است و در شوسف به‌صورت دشتی و کوهستانی می‌توان دید. در حالی که در عربخانه روستاها در دامنه کوه‌ها و به‌صورت میانکوهی و دره‌ای شکل گرفته‌اند.

در مناطق بیابانی نه‌بندان فرسایش بادی و اشکال کاوشی و تراکمی ماسه بسیار چشمگیر بوده و اراضی اصلی را تشکیل می‌دهند. پدیده بیابان در نه‌بندان به‌طور گسترده نمود عینی دارد که شامل اراضی کویری، تپه‌های ماسه‌ای، اراضی شور و نم‌زار است که در نواحی جنوب و جنوب غربی و شرقی پراکنده شده‌اند و مانند شکل نعلی (U) تپه‌ماهورها، فلات‌های بریده‌شده و

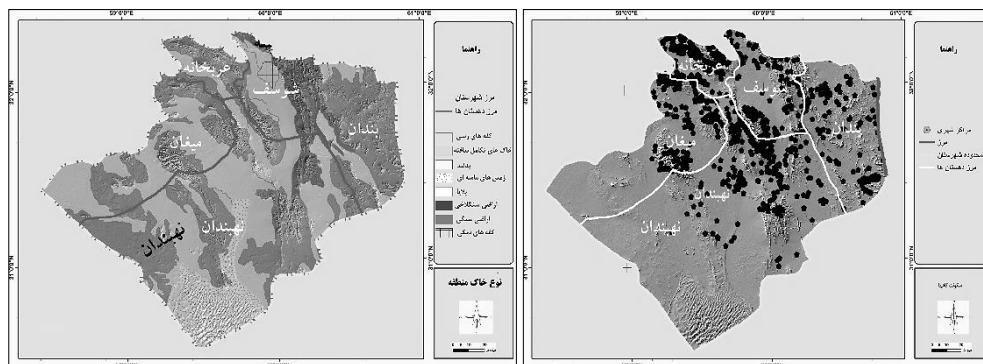
بلندها را در بر گرفته‌اند. محدوده‌های بیابان‌های نهبندان از کانون‌های اصلی فرسایش بادی محسوب می‌شوند و مسائل و مشکلات اقتصادی و اجتماعی فراوانی ایجاد نموده‌اند. این اراضی شامل رخنمون‌های سنگی، تپه‌های ماسه‌ای، اراضی شور و نمکزار، کویر و دق‌های رسی است. اراضی این منطقه مهم‌ترین مناطق انباشت‌های ماسه‌ای در حوضه‌های بیابانی خراسان جنوبی محسوب می‌گردند. در محدوده‌های مرکزی و غربی نهبندان تپه‌ماهورها، فلات‌های بریده‌شده و بدلندها سطح وسیعی از آن را در بر گرفته‌اند که در نقاط از طریق مخروطه افکنه‌ها بریده‌شده‌اند. مخروطه افکنه‌ها از سطوح مورفولوژیکی واقع در پای دامنه کوه‌ها می‌باشند. به واسطه شرایط اقلیمی حاکم بر منطقه و سیلابی بودن اکثر رودهای فصلی، حجم فراوانی از رسوبات در حوضه‌های کوچک و بزرگ پس از حمل توسط رودخانه‌ها در کوهپایه‌ها انباشته می‌شوند. رأس این سطوح که به شکل بادبزن و یا مثلث است در داخل کوه‌ها و قاعده مخروط نیز در پایین دست و رو به دشت‌ها واقع شده است. در این منطقه رودخانه پس از ورود به دشت به چند شاخه تقسیم شده و مواد خود را در قسمت‌های مختلف رسوب‌گذاری می‌نمایند که وجود رسوب در حوضه‌های بالادست در مخروطه افکنه‌های شهرستان به‌گونه‌ای است که می‌تواند غالب سفره‌های آب زیرزمینی را در برگیرد و یک منبع ذخیره آبی تلقی گردد؛ اما دشت‌سرها که در اصطلاح پدیمت نیز گفته می‌شود (شکل ۹) و اغلب از لحاظ سنگ‌شناسی شامل قلوه‌سنگ، ماسه‌سنگ و سیلت می‌باشند. حرکت جریان‌های فصلی باعث به هم خوردن یکنواختی آنها می‌شود. از دیگر اشکال مورفولوژی منطقه وجود تپه‌های ماسه‌ای دارای جهت در منتهی‌الیه جنوب شهرستان و سطوح نمکی و رسی در شمال شهر شوسف را می‌توان نام برد.

روند گسترش کوه‌ها بر اساس نقشه‌های توپوگرافی، عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای به تبعیت از روند ارتفاعات شرقی ایران است که از شمال به جنوب و در جهت شمال غربی- جنوب شرقی در سطح نسبتاً وسیعی تا مرز کشور افغانستان و شمال دشت سیستان گسترده شده‌اند. شکل ۱۰ نیمرخ توپوگرافی ارتفاعات از مرز تا شهر نهبندان را نشان می‌دهد. ارتفاع آنها از شمال به جنوب کاهش می‌یابد. بلندترین نقطه ارتفاعی منطقه ۲۹۵۰ متر و پست‌ترین نقطه آن ۵۱۸ متر در کویر لوت می‌باشد (شکل ۱۱). صخره‌های عریان در بدنه کوه‌ها و تجمع واریزه‌ها در پای آنها از مناظر اصلی چهره کوه‌ها در سراسر شرق ایران می‌باشد (علایی طالقانی، ۱۳۸۶). در این منطقه سنگ‌های دوران دوم زمین‌شناسی یعنی مزوزوئیک در ایجاد منابع آب

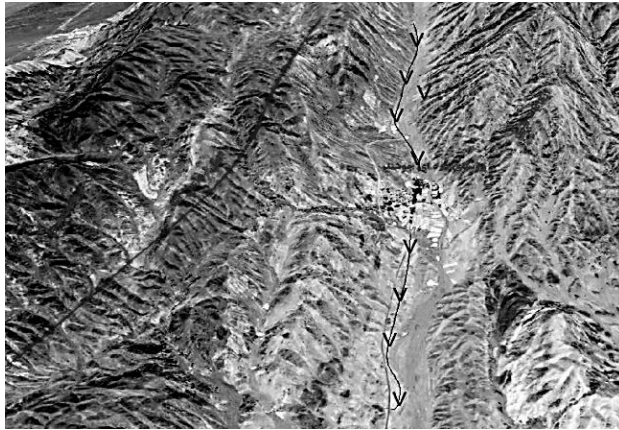
زیرزمینی و فعالیت‌های آتشفشانی دوران سوم (شکل ۱۲) در ایجاد کانسارهای معدنی در اطراف نهبندان نقش اساسی داشته است (شکل ۱۳). گسله نهبندان موجب بریدگی رسوبات کواترنری، پیدایش چشمه‌های گسلی و زمین‌لغزش‌های متعدد در عهد حاضر شده که نشانگر فعال بودن گسل می‌باشد (شکل A-۱۴). دو گسل عمده این مجموعه گسلی، به نام گسل خاور «نه» گسل باختر «بندان» نام‌گذاری شده‌اند (شکل ۱۴). به همین خاطر به دلیل فعالیت هم‌زمان با گسله هریرود نقش عمده‌ای در کانسارزایی منطقه سیستان داشته است (آقاباتی، ۱۳۸۳) به همین دلیل بیش از ۳۰ درصد معادن خراسان جنوبی در این شهرستان قرار دارد و به عنوان قطب معدنی استان و کشور معروف است.



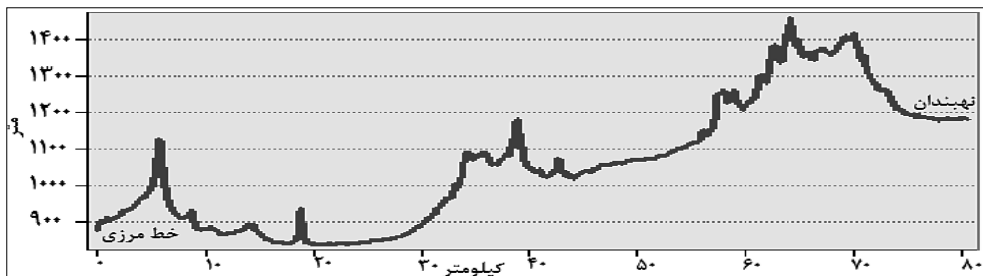
شکل ۶: نقشه واحدهای ژئومورفولوژی شهرستان نهبندان شکل ۷: نقشه قنات‌های شهرستان نهبندان



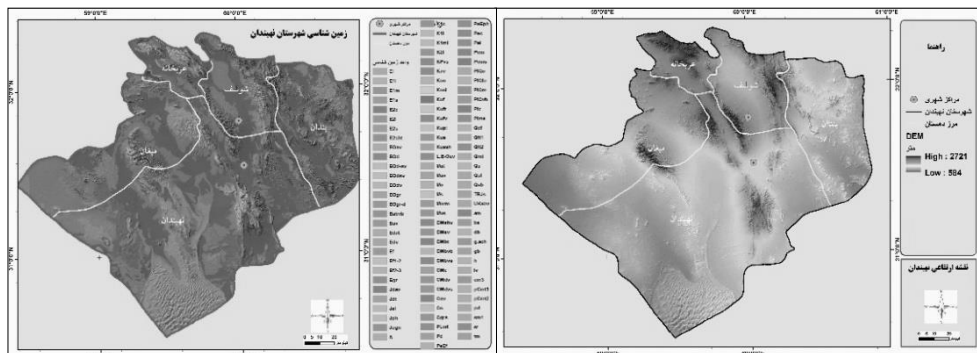
شکل ۸: نقشه سکونتگاه‌های انسانی شهرستان نهبندان شکل ۹: نقشه نوع خاک منطقه شهرستان نهبندان



شکل ۸-۸: تصویر ماهواره گوگل از روستای دره‌ای جوشند در شهرستان نهبندان

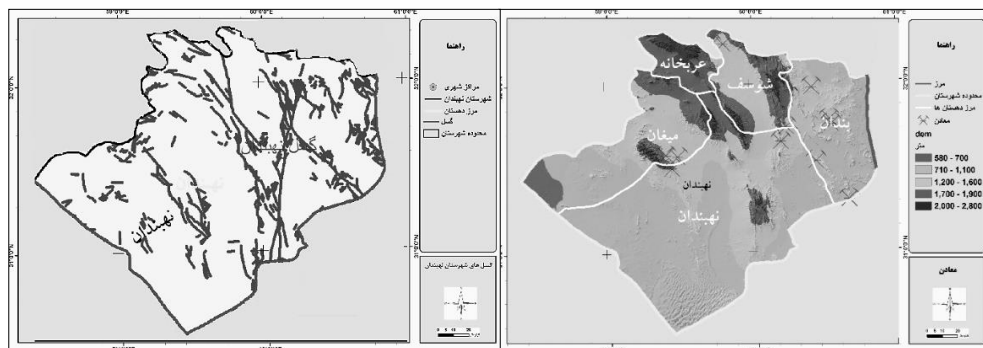


شکل ۱۰: نیمرخ توپوگرافی منطقه مطالعاتی از خط مرزی ایران و افغانستان تا ارتفاعات شهر نهبندان



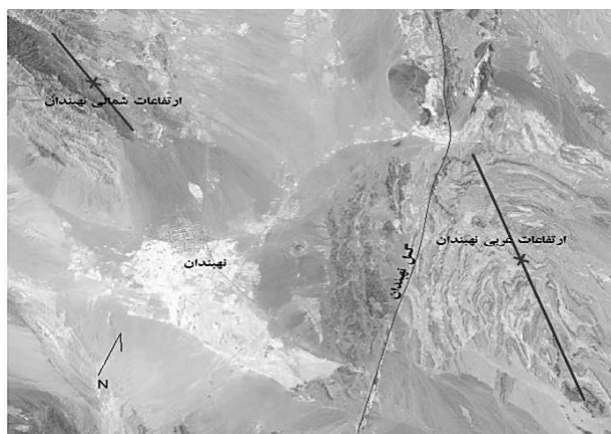
شکل ۱۲: نقشه زمین‌شناسی شهرستان

شکل ۱۱: نقشه سطوح ارتفاعی شهرستان نهبندان



شکل ۱۳: نقشه معادن شهرستان نهندان

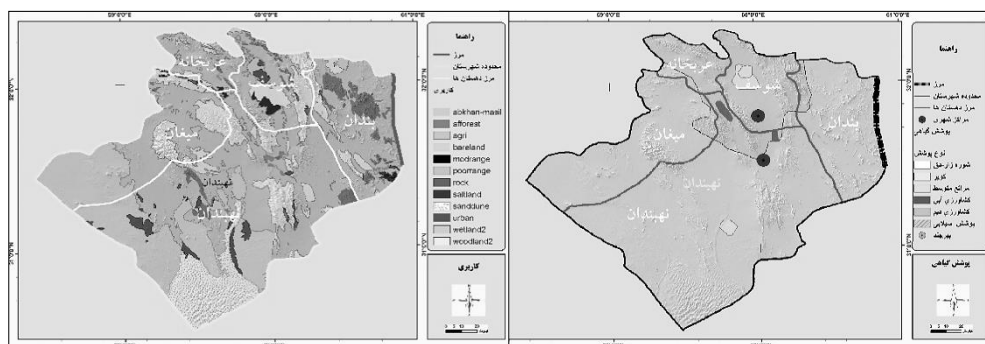
شکل ۱۴: نقشه گسل‌های شهرستان نهندان



شکل A-۱۴: تصویر ماهواره لندست ۸ از گسل نهندان

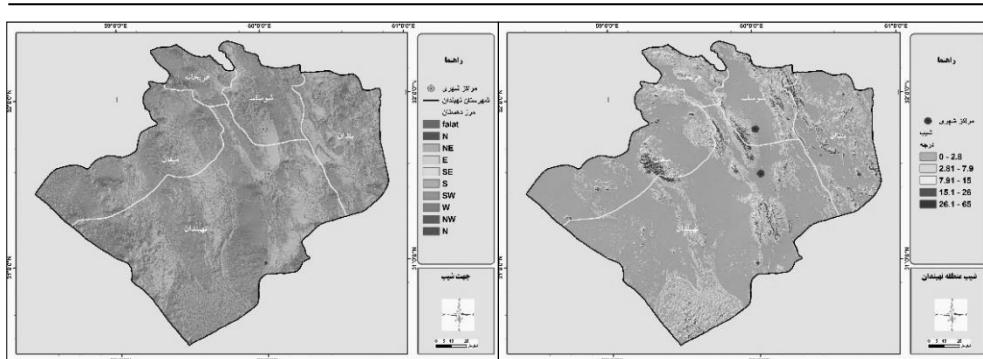
به علت محدودیت منابع آب از لحاظ کمی و کیفی، پایین رفتن سطح سفره‌های آب زیرزمینی و کاهش منابع آب‌های سطحی، پوشش گیاهی منطقه محدود می‌باشد که در شکل ۱۵ می‌توان این محدودیت را دید. گرچه بخش شوسف و عربخانه نسبت به سایر بخش‌های شهرستان از وضعیت بهتری برخوردار است، اما خشونت و سختی دو خصیصه محیطی است که در جنوب شرق به‌وضوح می‌توان مشاهده نمود. دخالت عوامل مختلفی همچون چرای بی‌رویه دام، خشک‌سالی، شخم زمین برای کشت دیم، بوته‌کنی و جمع‌آوری گیاهان دارویی، سطح وسیعی از مراتع از بین رفته‌اند. مراتع علاوه بر ارزشی که در تولید و تأمین علوفه دارند، از

جهت دیگری نیز حائز اهمیت می‌باشند. از جمله جلوگیری از سیل و فرسایش خاک می‌توان اشاره نمود. این مراتع و نوع کاربری (شکل ۱۶) می‌تواند در مباحث نظامی از جمله استتار، اختفا، پوشش و فریب مورد استفاده قرار گیرد و به عنوان مسیرهای گریز برای قاچاقچیان نیز مورد استفاده قرار گیرد. نوع پوشش و انبوهی آن می‌تواند در اجرایی کمین و ضد کمین مؤثر باشد و اصل غافلگیری را به کار گرفت.



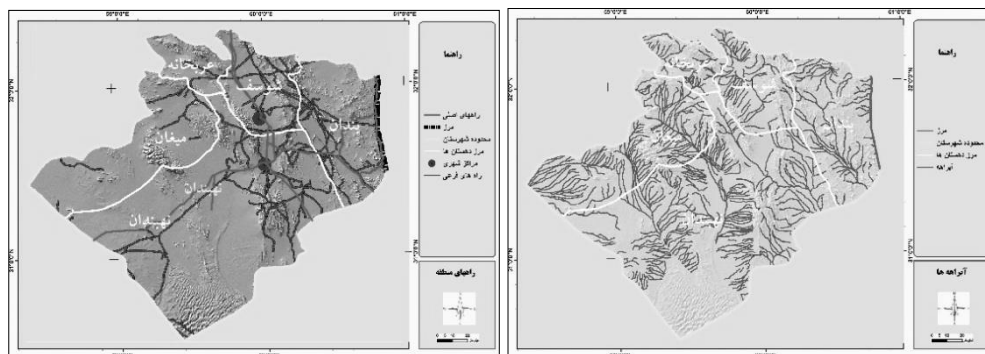
شکل ۱۵: نقشه پوشش گیاهی شهرستان Nehندان شکل ۱۶: نقشه کاربری اراضی شهرستان Nehندان

برای تعیین جهت شیب نیاز به جهت تهدید است؛ به همین منظور برای تهدیدات منطقه از سمت مرز و برتری دید و دیدبانی از جهت شرق به غرب مطلوب‌ترین شیب دامنه‌ها، دامنه‌های با شیب شرقی که شعاع دید و دیدبانی وسیعی را فراهم می‌کنند (شکل ۱۷). با توجه به قرارگیری در جهت‌های مختلف شیب در یکی از جهت‌های هشتمانه اصلی طبقه‌بندی شد. پس از طبقه‌بندی جهت‌های شیب، ماتریس مقایسه زوجی آن تشکیل و با بهره‌گیری از روش بردار ویژه وزن هر جهت نسبت به هدف مورد نظر تعیین شد. همچنین شیب به‌عنوان مهم‌ترین عامل تأثیرگذار در مکان‌یابی مراکز و تأسیسات زیربنایی محسوب می‌گردد؛ به طوری که موجب کاهش تحرک، محدودیت دسترسی و کاهش اثرات آتش سلاح‌ها، به‌ویژه سلاح‌های با خط سیر منحنی می‌شود. نقشه شیب منطقه (برحسب درجه) از طریق توابع تحلیل فضایی GIS استخراج و طبقه‌های شیب مورد نظر (۰ تا ۲/۸، ۲/۸ تا ۷/۹، ۷/۹ تا ۱۵، ۱۵ تا ۲۶، ۲۶ تا ۶۵) و وزن هر طبقه شیب محاسبه گردید. بیشترین مقدار شیب در طبقه ۰ تا ۲/۸ و کمترین در طبقه ۲۶ تا ۶۵ دیده می‌شود (شکل ۱۸).



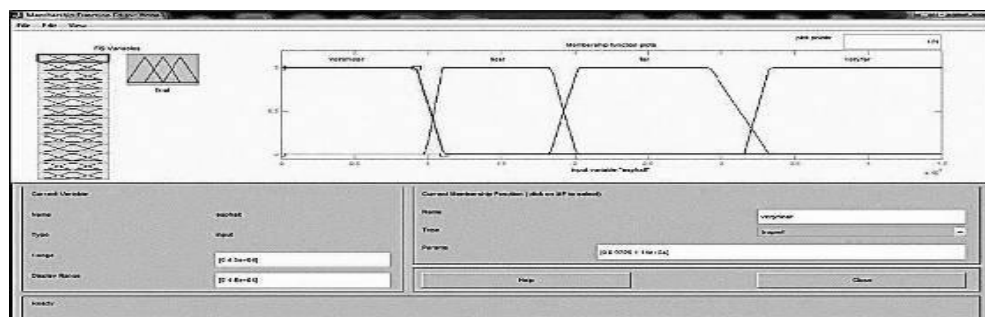
شکل ۱۷: نقشه جهت شیب شهرستان نهبندان شکل ۱۸: نقشه شیب شهرستان نهبندان

بارش‌های سیلابی و طغیانی که رواناب‌های فراوانی را ایجاد می‌کنند، بعضی مواقع خطرانی را نیز می‌توانند به دنبال داشته باشند. نزدیکی پاسگاه‌ها و مواضع دیدبانی به آبراهه‌ها و مسیل‌های طغیانی در مناطق خشک و بیابانی می‌تواند منجر به محصور ماندن و یا حتی تخریب این اماکن گردد. نزدیکی به آبراهه گرچه می‌تواند مشکلاتی به همراه داشته باشد، ولی کنترل و دیدبانی مسیر مسیل‌های طغیانی و خشک‌رودها به‌منظور جلوگیری و استفاده از این مسیرها جهت عبور قاچاق مواد مخدر، کالا و انسان لازم است. از جمله روده‌های محدوده مرز در این شهرستان رود شور، بندان، غورغوری، شقران، خرماکه و کره‌ای می‌توان نام برد (شکل ۱۹). این رواناب‌ها حجم زیادی رسوب را به همراه دارند به طوری که در مورفوژنز منطقه اثر گذاشته و علاوه بر خطرات احتمالی آن موجب تخریب محورهای ارتباطی نیز می‌شوند. در منطقه مطالعاتی راه‌های اصلی بین شهرستان از نوع شوسه دوطرفه می‌باشد. جاده‌های فرعی زیادی در منطقه با اهداف مختلف احداث شده‌اند که اغلب خاکی می‌باشند. در بعضی از مناطق مسیر راه‌های از روند گسترش ارتفاعات تبعیت می‌کند و در اکثر مناطق محورهای ارتباطی در دشت‌های بیابانی گسترده شده‌اند و دارای ویژگی‌های خاص خود می‌باشند. با توجه به هم‌جواری با کشور افغانستان و ترانزیت کالای قاچاق و مواد مخدر و همچنین ورود غیرمجاز افراد به داخل استان و کشور نقشه راه‌های فرعی و خاکی از نظر دسترسی جز اسناد دارای طبقه‌بندی می‌باشند که نباید در دسترس عموم قرار گیرند لذا در اینجا نقشه راه فرعی که به‌صورت عام می‌باشد، ترسیم شده است (شکل ۲۰).



شکل ۱۹: نقشه آبراهه‌های شهرستان زین‌العابدین شکل ۲۰: نقشه محورهای ارتباطی شهرستان زین‌العابدین

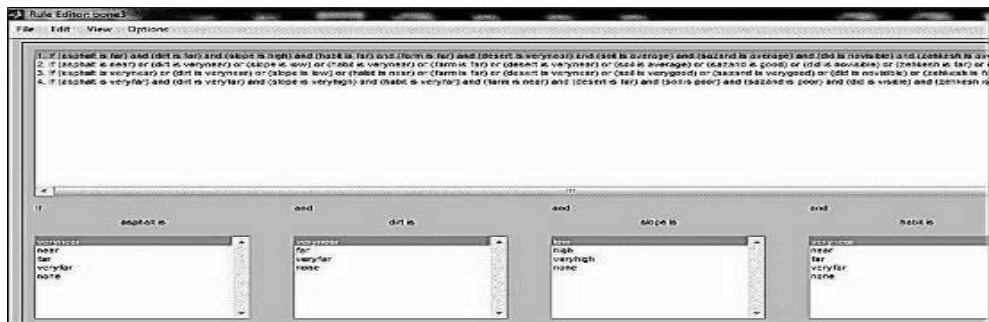
این تحقیق که با هدف مکان‌یابی و جانمایی پاسگاه‌ها و مواضع دیدبانی صورت گرفته جهت تهیه نقشه پهنه‌بندی منطقه مورد مطالعه از روش سیستم استنتاج فازی استفاده شد. در این مدل پس از آماده‌سازی لایه‌های که ذکر شد، توابع عضویت متغیرهای زبانی برای هر یک از فاکتورها رسم و برای ورودی‌ها فازی‌سازی انجام شد. به عنوان مثال تابع عضویت معیار دسترسی به محورهای ارتباطی که در محیط نرم‌افزار متلب به دست آمد (شکل ۲۱). در ادامه با نگاشتن برنامه مورد نظر در محیط برنامه، توابع عضویت مربوط به متغیرهای زبانی هر یک از مؤلفه‌ها و نحوه تغییر آنها معرفی گردیدند.



شکل ۲۱: تابع عضویت محورهای ارتباطی در محیط MATLAB

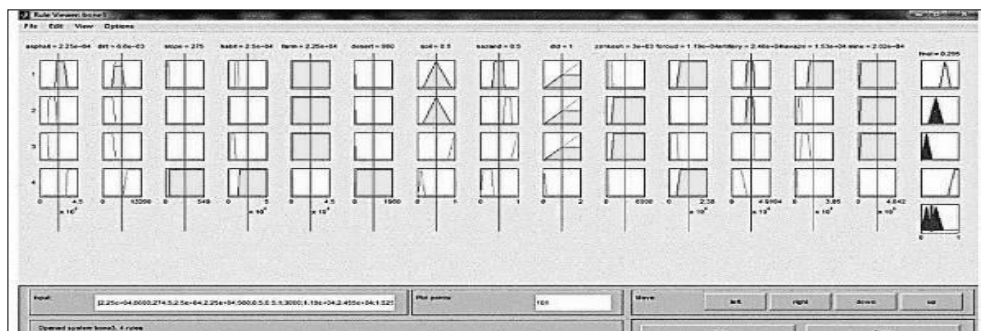
در ادامه با معرفی قوانین مورد نظر و بر اساس سیستم‌های «قاعده-بنیادی» قوانین و قواعد

موجود در سیستم که در قالب عبارت‌ها و متغیرهای زبانی بیان می‌گردد؛ به‌صورت سیستم فازی مدل‌سازی شد. در این سیستم با ارائه عبارت‌های زبانی به‌صورت عبارت‌های شرطی، ارتباطی بین ورودی‌ها و خروجی‌های مشاهده‌ای سیستم برقرار گردید. شکل ۲۲ نمایش گرافیکی تعدادی از قواعد مورد استفاده را نشان می‌دهد. پس از آن با اعمال عملگر استلزام فازی مناسب، خروجی فازی سیستم استنتاج که به صورت مجموعه فازی می‌باشد، به دست می‌آید.



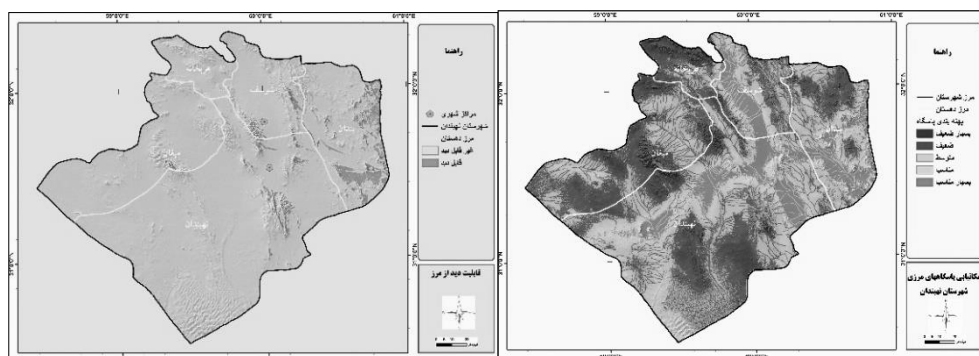
شکل ۲۲: نمایش گرافیکی قواعد در محیط متلب

در نهایت با غیر فازی کردن مجموعه فازی و با استفاده از روش مرکز جرم، کمیت فازی به عدد کلاسیک تبدیل می‌گردد. شکل ۲۳ نمایش گرافیکی عملگر استلزام فازی و غیر فازی‌سازی به روش مرکز جرم را در محیط MATLAB نشان می‌دهد و در ادامه این خروجی را در محیط GIS نمایش می‌دهد.



شکل ۲۳: نمایش گرافیکی عملگرهای استلزام و غیر فازی‌سازی به روش مرکز جرم در محیط متلب

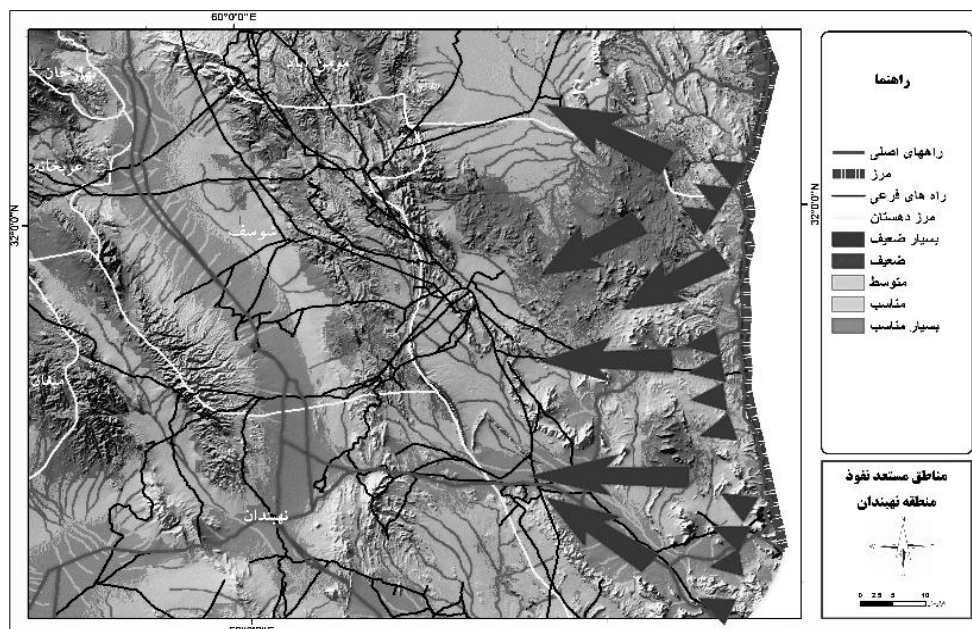
در ادامه برای هر پیکسل یک عدد در بازه (۰،۱) به دست می‌آید که در نقشه‌های مکان‌یابی و جانمایی، مکان‌ها با ارزش بالاتر مکان بهینه و یا مناسب و برعکس مکان‌ها با ارزش پایین، مکان‌های نامناسب می‌باشند. در جدول ۱، مقدار وزن نهایی هر کدام از لایه‌ها ذکر شده است. مناطق پهنه‌بندی به پنج طبقه بسیار ضعیف، ضعیف، متوسط، مناسب و بسیار مناسب تقسیم شده است (شکل ۲۴). این مکان‌ها در پیکسل‌های ۳۰ متری می‌باشند. برای تعیین شعاع دید دیدبانان با هدف پاییدن و دیدبانی از مرز، نقشه‌های قابلیت دید ترسیم گردید (شکل ۲۵). معیار ترسیم نقشه‌ها، قابلیت دید در پستی بلندی‌ها و ناهمواری‌های سطح زمین برای دیدبان معرفی شده است. خط شعاع دید دیدبان در مواضع دیدبانی و پاسگاه‌های مرزی از خط مرزی یا با حداکثر ۵۰ متری در فاصله از مرز، به عنوان نقطه مبنا و شروع ترسیم مناطق با عنوان قابل دید و غیرقابل دید در نظر گرفته شده و تا داخلی‌ترین نقطه شهرستان ادامه یافته است. در این نقشه‌ها حتی نقاط ارتفاعی که با فاصله زیاد از مرز قرار دارند و قابلیت دید و شعاع دید را برای دیدبان فراهم می‌کنند، مشخص شده است.



شکل ۲۴: نقشه مکان‌یابی پاسگاه شهرستان Nehbandan. شکل ۲۵: نقشه پهنه‌بندی قابلیت دید در شهرستان Nehbandan

واحدهای کوهستانی این منطقه به‌طور عمده در شمال غرب و مرکز شهرستان Nehbandan متمرکز شده‌اند و در موقعیت جنوب و شرق این منطقه با وسعت کمتری دیده می‌شوند. تکوین واحدهای ژئومورفولوژیکی و زمین‌ساختی این منطقه متأثر از جغرافیایی دیرینه در شرق و جنوب ایران است و در ایجاد واحدهای جدید ژئومورفیک نقش بسزایی داشته است. نواحی جنوب و غرب منطبق بر نواحی بیابانی و پست داخلی فلات ایران می‌باشد. در شکل ۲۴ که نقشه مکان‌یابی

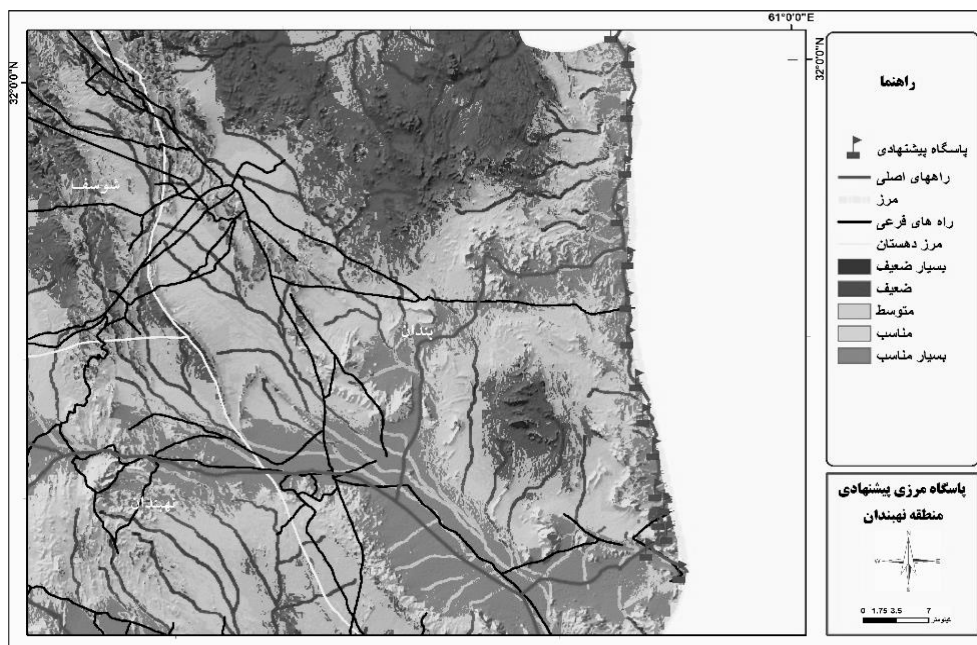
پاسگاه‌های مرزی در شهرستان نهبندان می‌باشد، مکان‌های که در طبقه بسیار مناسب در نوار مرزی و در طبیسن بالا و پایین و در مناطق داخلی همچون نهبندان، شوسف و ده سلم مشخص شده مطلوب‌ترین و مناسب‌ترین مکان‌ها می‌باشند. مناطق مناسب احداث از موقعیت خط مرزی از پاسگاه خرما که در امتداد خط مرزی به سمت جنوب تا مرز استان سیستان و بلوچستان ادامه می‌یابد. این مناطق در پایکوه‌های که محورهای ارتباطی وجود دارند گسترش یافته‌اند. مناطقی که جهت احداث مواضع پاسگاه و مواضع دیدبانی مناسب نیست، در طبقه بسیار ضعیف و ضعیف قرار گرفته‌اند. این مناطق منطبق بر زمین‌های ذوعارضه همچون ارتفاعات دیوارکوه در شوسف، کوه دربند در شمال شرقی طبسین، کوه جنجا در علی‌آباد و... که قابلیت دسترسی ندارند و محدودیت‌های زیادی را برای نیروها به وجود می‌آورند. همچنین این مناطق تقریباً دید مناسبی جهت دیدبانی به سمت مرز را فراهم می‌کنند که در دو طبقه قابل دید و غیرقابل دید مشخص شد. هر چه به داخل منطقه پیش برویم از شعاع دید و دیدبانی کاسته می‌شود و علت آن کاهش ارتفاعات داخلی، عوارض و برجستگی‌های منطقه فلات داخلی ایران نسبت به ارتفاعات حاشیه مرز است که در شکل ۲۵ نقشه قابلیت دید این شعاع دید مشخص شده است. در شکل ۲۶ مناطق مستعد نفوذ را نشان می‌دهد، واحد ژئومورفولوژیکی منطبق بر دشتهای پست طبیسن، شوسف و نهبندان است و به علت توپوگرافی کم عارضه، شیب ناچیز، تحدب و تعقر کم دامنه و واقع شدن در کنار محورهای ارتباطی منطقه دارای قابلیت نفوذ بسیار مناسبی می‌باشند. منطقه باقابلیت نفوذ مناسب منطبق بر واحدهای دشتهای فرسایشی و تپه‌ماهورهای کم ارتفاع شوسف و ده سلم به علت عارضه نسبتاً کم توپوگرافی، شیب کم و واقع شدن در امتداد محورهای ارتباطی و هم‌جواری با مرز دارای قابلیت نفوذ مناسب می‌باشد. واحد تیغه- بدلند و تپه‌ماهورهای مرتفع به علت شیب زیاد، توپوگرافی ناهموار دامنه‌های پایکوهی ارتفاعات دیوارکوه، شاه بهاران، دربند، هیری و ... دوری از محورهای ارتباطی، عدم دید کافی، فرسایش شدید تپه‌ماهورهای بریده‌بریده و با نوع خاک ماسه‌ای با سطوح نمکی و کاربری اراضی دارای پتانسیل مناسبی برای نفوذ نمی‌باشد. مناطق بسیار ضعیف منطبق بر واحد کوهستان می‌باشد و عمدتاً با فاصله از مرز در منطقه واقع شده و منطبق بر بخش‌های از ارتفاعات دیوارکوه، دربند، چرمگو و... می‌باشد. این مناطق به علت شیب زیاد، توپوگرافی بسیار ناهموار، تحدب و تعقر بالای دامنه‌ها، نوع لیتولوژی، گذرگاه‌های سخت‌گذر و جاده‌های ارتباطی کوهستانی و مستعد نفوذ نمی‌باشد. مهم‌ترین محورهای منطقه در نزدیکی مرز علاوه بر محور مرزی می‌توان به محور ارتباطی دغال-نهبندان، معدن حاجات- دوکوهانه نام برد.



شکل ۲۶: نقشه پهنه‌بندی مناطق مستعد نفوذ در مناطق نوار مرزی نهبندان.

توپوگرافی ناهموار و وجود واحدهای ژئومورفولوژیکی همچون دشت آبرفتی، دشت‌های فرسایشی و تپه‌ماهورهای کم ارتفاع، چاله‌های کویری، کلت‌ها و دشت‌های ریگی سبب شکل‌گیری یک ژئومورفولوژی خاص در منطقه شده و نفوذ به منطقه را آسان‌تر می‌نماید. این منطقه به علت تمرکز سکونت‌گاه‌های متعدد و همچنین هم‌جواری با استان سیستان و بلوچستان به‌عنوان یکی از مسیرهای ترانزیت مواد مخدر نیز شناخته شده است. با توجه به مکان‌یابی انجام‌شده در نوار مرزی نهبندان با مرز افغانستان، ۱۶ پاسگاه پیشنهادی مکان‌یابی گردید. مکان‌یابی این پاسگاه‌ها از مرز شهرستان زابل شروع و تا پاسگاه خرماکه در مرز شهرستان سربیشه ادامه دارد (شکل ۲۷). نتایج مدل‌سازی نشان می‌دهد که مناطق مرزی نهبندان مستعد نفوذ می‌باشند و این نیز در حال حاضر با تحلیلی بر آمارهای نیروی انتظامی گواهی بر صحت آن است. این نتایج نقش ژئومورفولوژی را در میزان مستعد بودن مناطق مختلف جهت نفوذ نیروی متخاصم و اشرا را بیان می‌نماید. با توجه به اینکه خطوط دفاعی منطبق بر لندفرم‌های ژئومورفولوژیکی، برتری و توان دفاعی و پدافندی قابل توجهی را به همراه

دارد، بنابراین نقشه واحدهای ژئومورفولوژیکی و نقشه مناطق مستعد نفوذ، مکان‌یابی احداث پاسگاه‌ها و مواضع دیدبانی پیشنهاد شد که به علت طبقه‌بندی آن فقط به ذکر نقشه بسنده شده و از ذکر موقعیت جغرافیایی پاسگاه‌ها و مواضع دیدبانی اجتناب گردید.



شکل ۲۷: نقشه مکان‌یابی و جانمایی پیشنهادی پاسگاه و مواضع دیدبانی در نوار مرزی نهبندان.

پیشنهادها:

- مطالعه کامل و جامع نواحی مرزی استان‌ها از نظر عوامل طبیعی و انسانی؛
- توجه ویژه به عوامل ژئومورفولوژیکی به‌عنوان مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار در مکان‌یابی پاسگاه‌های و مواضع دیدبانی در مرز؛
- تهیه نقشه‌های ژئومورفولوژی دفاعی و واحدهای ژئومورفولوژیکی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ جهت شناخت دقیق مناطق مستعد نفوذ اشرار، قاچاقچیان و معاندین نظام؛
- انجام تحقیقات مشابه در سایر نواحی مرزی کشور جهت ارتقاء توان امنیتی کشور و دفاع سرزمینی.

فهرست منابع

- احمدی پور، زهرا. حیدری موصلو، طهمورث و میرجلالی، اکبر (۱۳۹۰). تبیین عوامل ناامنی در جنوب شرق ایران. *فصلنامه مطالعات امنیت اجتماعی*.
- آفانباتی، سید علی (۱۳۸۳). *زمین شناسی ایران*. انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معادن کشور.
- آقاظاهر، رضا. فلاح ززولی، محمد. زرافشار، مهرداد و جعفری، محسن (۱۳۹۴). ارائه نقشه پهنه بندی مراکز مستعد دفاعی در مناطق جنگلی با تکیه بر AHP و GIS مطالعه موردی: علی آباد کتول - استان گلستان. *فصلنامه اطلاعات جغرافیایی سپهر*، ۲۴ (۹۵)، ۸۲.
- بای سلامی، ابراهیم، غلام حیدر (۱۳۸۵). موقعیت ژئوپلیتیک و ناامنی اجتماعی مورد شهرستان های خواف و رشت خوار در شرق ایران. *فصلنامه ژئوپلیتیک*، ۳، ۲۵-۳۱.
- بهرام آبادی، بهروز و یمانی، مجتبی (۱۳۹۰). بررسی چالش های ژئومورفولوژیکی مناطق خشک و تأثیر آن بر مکان یابی منطقه دفاعی عامل و غیرعامل یگان های نظامی. *فصلنامه مدیریت نظامی*، ۱۱ (۴۴)، ۴۷-۶۷.
- پیشگاهی فرد، زهرا. امید، مریم (۱۳۸۸). ارتباط بین پراکندگی اقوام ایرانی و امنیت مرزها. *فصلنامه ژئوپلیتیک*، ۱، ۴۸-۷۱.
- پیشگاهی فرد، زهرا و احمدی دهکاء، فریبرز (۱۳۸۹). ارزیابی تهدیدات امنیت ملی در مرزهای مناطق شمالی ایران. *نشریه آمایش محیط*، ۳ (۹)، ۷۷-۵۳.
- حافظنیا، محمدرضا (۱۳۸۱). *جغرافیای سیاسی ایران*. تهران: انتشارات سمت.
- دهشیری، محمدرضا (۱۳۸۸). *بازتاب مفهومی و نظری انقلاب اسلامی ایران در روابط بین الملل*. تهران: انتشارات علمی و فرهنگی.
- رستمی، فرض الله (۱۳۸۷). *اصلاح مدل برآورد رسوب ام پسیاک با به کارگیری تکنیک فازی در حوضه سد زاگرس*. پایان نامه کارشناسی ارشد: دانشگاه تربیت معلم.
- زنگنه اسدی، محمدعلی. رضایی عارفی، محسن. رضایی عارفی، مرتضی و نورمحمدی، علی محمد (۱۳۹۲). نقش پدیده های ژئومورفولوژی در مسائل دفاعی و امنیتی نواحی مرزی جنوب شرقی کشور با استفاده از مدل تحلیلی SWOT. *دو فصلنامه ژئومورفولوژی کاربردی ایران*، ۱، ۲۷-۴۳.

سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، مدیریت اطلاعات جغرافیایی (۱۳۸۸). فرهنگ جغرافیایی آبادی‌های کشور، استان خراسان جنوبی، شهرستان نهبندان.

صادقی، حجت‌ا... یونسی، غلامرضا و فدایی، معصومه (۱۳۹۲). تحلیل وضعیت فرهنگی، اجتماعی و سیاسی مرزی استان خراسان جنوبی. فصلنامه دانش انتظامی خراسان جنوبی، ۲(۴)، ۳۷-۵۰.

عبادی‌نژاد، سید علی. صفاری، امیر. پناهی حمید و پورغلامی محمدرضا (۱۳۸۹). نقش عوارض ژئومورفولوژیکی در قاچاق مواد مخدر از مرزهای جنوب شرق کشور. فصلنامه مطالعات مدیریت انتظامی، ۵(۳)، ۴۶۷.

عطایی، محمد (۱۳۸۹). تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی. چاپ اول. انتشارات دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود.

عظیمی حسینی، محمد و نظری‌فرد، محمدهادی (۱۳۹۲). کاربرد GIS در مکان‌یابی، چاپ چهارم. تهران: مهرگان قلم.

علایی طالقانی، محمود (۱۳۸۶). ژئومورفولوژی ایران، چاپ چهارم. تهران: انتشارات قومس.

فتحی، محمد حسن (۱۳۸۹). تحلیل ژئومورفولوژیکی مکان‌گزینی مراکز نظامی با استفاده از RS & GIS (مطالعه موردی: دامنه‌های غربی کوهستان سهند). پایان‌نامه کارشناسی ارشد در رشته جغرافیای طبیعی، دانشگاه تبریز.

فخری، سیروس (۱۳۹۱). ژئومورفولوژی زاگرس جنوب شرقی (شمال تنگه هرمز) و تأثیر آن بر دفاع غیرعامل مراکز حیاتی، حساس و مهم (با تأکید بر مکان‌یابی). رساله دکتری دانشکده جغرافیا دانشگاه تهران.

کابلی‌زاده، مصطفی (۱۳۹۲). بازسازی سه بعدی اتوماتیک ساختمان در مناطق شهری با استفاده از منطق فازی و منحنی‌های فعال هندسی. رساله‌ی دکتری گرایش فتوگرامتری، دانشگاه صنعتی خواجه‌نصیرالدین طوسی.

کوره‌پزان دزفولی، امین (۱۳۸۴). اصول تئوری مجموعه‌های فازی و کاربردهای آن در مدل‌سازی مسائل مهندسی آب. چاپ دوم. تهران: انتشارات جهاد دانشگاهی.

کیا، سید مصطفی (۱۳۹۱). محاسبات نرم در MATLAB، چاپ دوم. تهران: انتشارات دانشگاهی کیان.

کیخایی، مهدی. رنگزن، کاظم. تقی‌زاده، ایوب و بهرام‌آبادی، بهروز (۱۳۹۴). مکان‌یابی استقرار یگان‌های پشتیبانی خدمات رزمی با استفاده از سیستم استنتاج فازی در منطقه نصرآباد اصفهان. فصلنامه مدیریت نظامی، ۱۵(۵۸)، ۷۰-۹۴.

مالچفسکی، یاچک (۱۳۹۰). سامانه اطلاعات جغرافیایی و تحلیل تصمیم‌گیری چندمعیاره، چاپ دوم. تهران: انتشارات سمت.

مقیم، 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، ۴۸ (۱۲)، ۷۷-۱۱۲.

مقیم، ابراهیم. بهرام‌آبادی، بهروز و داودی، اعظم (۱۳۹۱). بررسی تأثیر شاخص‌های ژئومورفولوژیکی نواحی خشک و بیابانی بر تحرکات و فعالیت‌های نیروهای نظامی (مطالعه موردی: دشت مسیله قم). فصلنامه مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، ۲ (۸)، ۲۱-۳۷.

مؤمنی، منصور (۱۳۸۷). مباحث نوین تحقیق در عملیات، چاپ دوم. تهران: دانشکده مدیریت دانشگاه تهران.

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.

نوگل سادات، میرعلی اکبر (۱۳۷۲). نقشه تکتونیک ایران: مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰۰. سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

یمانی، مجتبی (۱۳۷۷). لزوم انجام مطالعات ژئومورفیک در اهداف نظامی و عملیاتی. همایش جغرافیا: کاربردهای امنیتی نظامی. تهران: دانشگاه امام حسین^(ع).

Banai Kashani, R. (1989). A new method for site suitability analysis: An Analytical hierarchy process. *Environmental Management*, 13(6), 693-785.

Chang, D. Y. (1996). Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research*, 95(3), 649-655.

Satyanarayana, P., & Togendran, S. S. S. (2006). *Military application of GIS*, GIS India, Hyderabad, India.

Van Alphen, B. J., & Stoorvogel, J. J. (2000). A functional approach to soil characterization in support of precision agriculture. *Soil Science Society of America Journal*, 64, 1706-1713.