دریافت مقاله: ۱۳۹۴/۰۵/۰۲ فصلنامه مدیریت نظامی
پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۰۹/۰۶ شماره ۵۸، سال پانزدهم، تابستان ۱۳۹۴
ص ص ۷۰-۹۴

مکان یابی منطقه استقرار یگان‌های پشتیبانی خدمات رزمی با استفاده از سامانهٔ استنتاج فازی در منطقهٔ نصرآباد اصفهان

مهدی کیخایی[۱]، کاظم رنگزن[۲]، بهروز بهرام‌آبادی[۳]، ایوب تقی‌زاده[۴]

چکیده

توجه به مکان‌گزینی در یگان‌های نظامی، از موضوعات اساسی طراحان نظامی به منظور کاهش تلفات انسانی و تسلیحاتی است. لجستیک به عنوان یکی از ارکان اصلی درگیری‌های نظامی و در واقع ستون فقرات تمامی جنگ‌ها شناخته می‌شود. یکی از مهم‌ترین عوامل در طراحی لجستیکی، تعیین کانون، تمرکز و مکان‌یابی آن است. سامانه اطلاعات جغرافیایی با توان پردازشی بالا و مدیریت حجم بالای اطلاعات، فرماندهان و طراحان این عملیات را یاری می‌نماید. هدف از این پژوهش، شناسایی مناطق مستعد استقرار واحدهای آمادی در رزم جلو قبل از حضور فیزیکی، با استفاده از سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی و تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی است. به همین منظور، عواملی از قبیل شیب، زهکشی، دید و اختفاء، خاک، کاربری اراضی، خطوط مواصلاتی، نزدیکی به یگان‌های مانوری، سازندها، نزدیکی به مناطق فرود بالگرد و فاصله از توپخانه سبک دشمن مورد بررسی قرار گرفت. پس از آماده‌سازی داده‌ها، عملیات فازی سازی انجام و در ادامه با معرفی قوانین مورد نظر کارشناسی در محیط متلب به صورت نظام فازی، الگوسازی شد. در نهایت با غیر فازی کردن این مجموعه، خروجی نهایی آماده و وارد محیط GIS گردید. نتایج پژوهش با توجه به بازدیدهای میدانی انجام شده، نشان می‌دهد که محدوده‌های پایکوهی، نیمه مرتفع و مناطقی که از نظر ژئومورفولوژی نظامی حائز اهمیت و مطابق ملاحظات این یگان‌هاست به خوبی استخراج گردیده است و GIS با تلفیق روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، می‌تواند جهت انجام تحلیل‌های نظامی با دقت مناسب، به منظور کاهش هزینه، زمان و تلفات، مؤثر واقع گردد.

واژه‌های کلیدی: مکان‌یابی، یگان‌های پشتیبانی، سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی، سامانهٔ استنتاج فازی

---

[۱] کارشناس ارشد سنجش از راه دور و GIS، مدرس دانشگاه افسری امام علی(ع)
[۲] دانشیار سنجش از راه دور و GIS، دانشگاه شهید چمران
[۳] کارشناس ارشد ژئومورفولوژی، عضو هیئت علمی دانشگاه افسری امام علی(ع)
[۴] کارشناس ارشد سنجش از راه دور و GIS، دانشگاه شهید چمران

مقدمه

سازمان‌ها برای انجام مأموریت‌های اصلی و رسیدن به اهداف مورد نظرشان باید از تدارکات و پشتیبانی عملیاتی متناسب برخوردار باشند تا همه احتیاجات واحدهای عملیاتی خود را برآورده کرده و بتوانند به نحو مناسب و قابل قبولی به اجرای وظایف و مأموریت محوله بپردازند. بنابراین، پشتیبانی از عملیات اصلی، نقش بسیار مهمی در دسترسی به هدف دارد و هرگونه ضعف و ترقی در این زمینه، اثرات خود را بر میزان انجام فعالیت‌ها و مأموریت‌های واحدهای عملیاتی باقی می‌گذارد (مشبکی، ۱۳۷۷: ۷۹).

جنگ‌های امروزی در اصل جنگ میان نظام‌های پشتیبانی هستند. هر قدر که نظام پشتیبانی یک ارتش قدرتمند باشد، به همان میزان توانایی دفاعی، قابلیت اجرایی و تحمل‌پذیری ارتش نیز افزایش می‌یابد. ملاحظات لجستیکی در عملیات تدافعی و تهاجمی تا حدودی متفاوت است. یکی از تفاوت‌های اساسی میان آن‌ها در اضطرار زمانی آن است. در لجستیک پدافندی نیروهای مدافع در اکثر مواقع به عقبه متصل هستند و تجهیزات مورد نیاز به طور منظم به خطوط مقدم دفاعی ارسال می‌شود، امّا در عملیات آفندی این اتّصال به پشت جبهه ضعیف‌تر است. در واقع پشتیبانی لجستیکی در آفند نوعی مسابقه با زمان است. از ویژگی‌های اصلی این تحلیل، پیش‌بینی و پیشگویی وضعیت‌های مختلفی است که در صورت تغییر هر یک از عوامل مؤثر در نبرد به وجود می‌آید (صوف باف، ۱۳۸۸: ۴۴۸).

مکان‌یابی، انتخاب بهترین و مطلوب‌ترین نقطه و محل استقرار است؛ به طوری که 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 (موحدی نیا، ۱۳۸۸: ۷۵).

مکان‌یابی درست و اصولی مناطق حسّاس نظامی، یکی از مهم‌ترین اقداماتی است که موجب کاهش قابل توجه هزینه‌های بعدی مرتبط با فعالیت‌ها و پیشامدهای مربوط به این مناطق خواهد بود و با افزایش قابلیت پدافند غیر عامل این مناطق، ضریب امنیتی آن‌ها را افزایش داده و احتمال حملات دشمن و اثرات تخریبی ناشی از حملات احتمالی را کاهش خواهد داد (نصیری، ۱۳۸۸: ۵۷).

یکی از مهم‌ترین عوامل در طراحی لجستیکی، تعیین کانون و تمرکز آن است. یک عملیات نظامی با تأمین ادوات و خدماتی تداوم می‌یابد که نظامیان بتوانند از آن‌ها در اجرای هر چه بهتر مأموریت‌هایشان استفاده کنند. لجستیک از طیف وسیعی از عوامل چون: میزان دسترسی، هزینه‌ها، پشتیبانی، قابلیت اطمینان، انعطاف‌پذیری، سرعت تحویل، مکان‌یابی، منبع‌یابی و تأثیرات محیطی تأثیر می‌پذیرد (صوف باف، ۱۳۸۸: ۴۴۸).

مهم‌ترین مسئله در امر لجستیک نیروهای نظامی داشتن سرعت عمل در ارسال و تدارک آن‌ها در منطقه عملیات است. سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی این قابلیت و توانایی را دارند که در زمینه‌های متفاوت از جمله در تعیین مناسب‌ترین مکان و نزدیک‌ترین مسیر جهت واحدهای پشتیبانی مورد استفاده قرار گیرند (موسوی، ۱۳۸۵: ۲۱).

فرماندهان از نظر سرعت، دقت و در نظر گرفتن تمامی مؤلفه‌های مورد نظر کارشناسان در شناسایی، انتخاب و اشغال بهترین مواضع و استمرار آن از نظر زمان، با خطاهای انسانی مواجه می‌باشند که بعضاً باعث ایجاد تلفات انسانی و تسلیحاتی و نیز افزایش هزینه‌ها می‌گردد. تکنیک سنجش از دور و سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی ابزاری است توانمند که 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 تا بتواند ضعفِ سامانه‌ها و اقدامات سنتی و استفاده از نقشه‌های کاغذی موجود را پوشش دهد. در عصر دیجیتالی امروز، سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی، بهترین وسیله برای فرماندهان ارتش در عملیات‌ها بوده و استفاده از قابلیت‌های آن در نیروهای نظامی، نحوهٔ انجام عملیات‌ها و مأموریت‌های این نیروها را متحوّل ساخته است.

با این حال هدف از انجام این تحقیق، تعیین مکان‌های مناسب استقرار، جهت واحدهای پشتیبانی خدمات رزمی در منطقهٔ نصرآباد استان اصفهان با بهره‌گیری از سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی، سنجش از دور و سامانهٔ استنتاج فازی است.

مبانی تحقیق

در ارتش مدیریت آماد و پشتیبانی به کلیهٔ فعالیت‌های هماهنگ شده‌ای اطلاق می‌گردد که بررسی و برآورد نیازهای بخش‌های مختلف ارتش از قبیل وسایل و ابزارآلات، ماشین‌آلات و تجهیزات، تأسیسات، قطعات و مواد را در بر می‌گیرد و کلیه امور مربوط به تهیه، تولید،

ذخیره‌سازی، حمل‌ونقل، انبارداری، توزیع، جابه‌جایی برابر دستورالعمل‌های موجود را شامل می‌شود (کاظمی، ۱۳۹۰: ۳۶).

برای استقرار عناصر و یگان‌های لجستیکی، محلی را باید در نظر گرفت که بهتر بتوانند از آنجا مأموریت‌های محوله را انجام دهند. اگر یک یگان لجستیکی بتواند از محل مناسب تا حد امکان در جلو منطقهٔ رزم مأموریت مربوطه را بهتر انجام دهد، باید آن یگان را در جلو و یا بر عکس در عقب منطقه رزم، به‌طوری‌که نزدیک یگان‌های پشتیبانی شونده نباشد مستقر نمود. در ارتش به آن تعداد از نفرات، وسایل و خودروهایی که مورد نیاز پشتیبانی لجستیکی یک یگان می‌باشند «بُنه» می‌گویند. در زیر به مشخصات بنه‌ها و شرایطی که در انتخاب محل استقرار آن‌ها مؤثر می‌باشد اشاره می‌گردد (آقا محمدی، ۱۳۸۹: ۱۲۱).

- ❖ از برد توپخانه سبک دشمن دور باشد.
- ❖ مناسب برای انجام پشتیبانی بوده و دارای شبکهٔ جاده باشد.
- ❖ از دیدبانی هوایی و زمینی دشمن محفوظ باشد.
- ❖ دارای زمین مناسب جهت فعالیت‌های خودرویی و اجرای استحکامات باشد.
- ❖ حداقل نزدیک به یک منبع آب یا رودخانه باشد.
- ❖ دارای منطقه مناسب برای فرود بالگرد باشد.
- ❖ با منطقه عملیات عناصر رزمی و مانوری مخلوط نشده و به اندازه کافی از آن‌ها دور باشد تا فعالیت‌های مختلف لجستیکی مانعی برای حرکات تاکتیکی آن‌ها ایجاد نکند.

پیشینهٔ تحقیق

فخری و غلامی (۱۳۹۳)، در تحلیلی مکان‌گزینی شهرهای شمال شرق کشور را با توجه به عوامل ژئوهیدروکلیمایی و رویکرد دفاع غیرعامل و با استفاده از سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی مطالعه نموده‌اند. در این مطالعه با در نظر گرفتن پتانسیل‌های دفاعی موجود در منطقه، مراکز مناسب ثقل جمعیتی مشخص شده است. نتایج نشان می‌دهد که بسیاری از مناطق مسکونی خارج از اصول پدافند غیرعامل واقع شده‌اند. حنفی و حاتمی (۱۳۹۲)، در تحقیقی مناطق

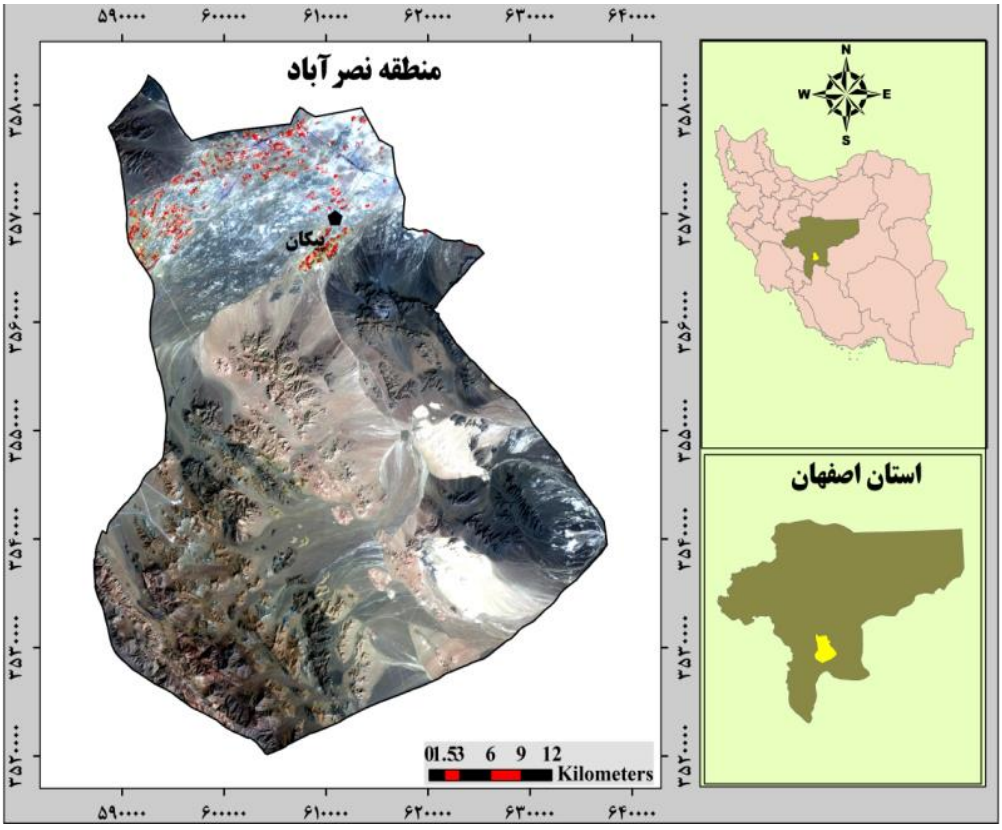
مساعد برای استقرار نیروهای نظامی در منطقه مرزی مهران را با کمک سامانه اطلاعاتیGIS[1]، مورد بررسی قرار داده و موفق به تولید نقشه پهنه‌بندی این منطقه گردیده‌اند. روشنی (۱۳۹۱)، در تحقیقی به بررسی نقش فرآیند و ساختار سامانه آماد و پشتیبانی و اجزا تشکیل‌دهندهٔ آن در نظام دفاعی پرداخته و مقایسه کوتاهی در خصوص آماد و پشتیبانی در سازمان‌های نظامی و غیرنظامی را بررسی نموده است. فخری و همکاران (۱۳۸۸)، در تحقیقی تحت عنوان «تحلیل منطقه عملیات با استفاده از GIS» کلیه قابلیت‌های سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی در منطقه نبرد را بررسی نموده است.

فلمینگ[2] و همکاران (۲۰۰۹)، در تحقیقی کاربردهای GIS در عملیات نظامی در مناطق ساحلی کارولینای شمالی در ایالات متحده امریکا را مورد بررسی قرار داده‌اند و نقش اطلاعات و پایگاه داده‌های مکانی در موفقیت در نبرد را انکارناپذیر می‌دانند. جگموهان[3] (۲۰۰۸)، در پژوهشی تحت عنوان، «اهمیت GIS در ارزیابی منطقه عملیات» در کشور هند نقش سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی در تجزیه و تحلیل عوامل مؤثر در رزم آینده را بررسی نموده است.

منطقهٔ جغرافیایی مورد مطالعه

منطقهٔ نصرآباد در ۶۰ کیلومتری جنوب شرقی شهر اصفهان، ۱۰ کیلومتری شرق شهرستان شهرضا قرار دارد. مساحت منطقه ۱۹۳۳ کیلومتر مربع و متوسط ارتفاع منطقه ۲۰۴۰ متر می‌باشد. آب و هوای این منطقه خشک و بیابانی و دارای زمستان‌های سرد و تابستان‌های گرم و خشک بوده و متوسط بارندگی در سال ۱۲۰ میلی‌متر می باشد (اداره هواشناسی استان اصفهان، ۱۳۹۳). آب‌های تحت‌الارضی آن شور بوده و پوشش گیاهی آن به علت کمبود بارش ناچیز است. خشکسالی‌های متوالی در اغلب سال‌ها در این دهستان به چشم می‌خورد و به همین جهت رودخانه دائمی در این منطقه مشاهده نمی‌شود و بیشتر رودخانه‌های آن به صورت فصلی بوده که در مواقع بارندگی این با سیلاب هایی روبه‌رو خواهد شد. این سرزمین از پای کوه‌های درونی رشته کوه‌های زاگرس بوده و از رشته کوه‌های: کلاه قاضی، سیاه کوه، چاه سرخ، خورشید و رشته کوه محمد نوجوان تشکیل گردیده است. تصویر ماهواره‌ای منطقه مورد مطالعه در شکل (۱) نشان داده شده است.

[1] Geographical Information System
[2] Fleming
[3] Jagmohan



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقهٔ مورد مطالعه در تقسیمات کشوری

مواد و روش‌ها

مواد و ابزار تحقیق

در این پژوهش از داده‌ها و ابزارهای زیر استفاده گردیده است.

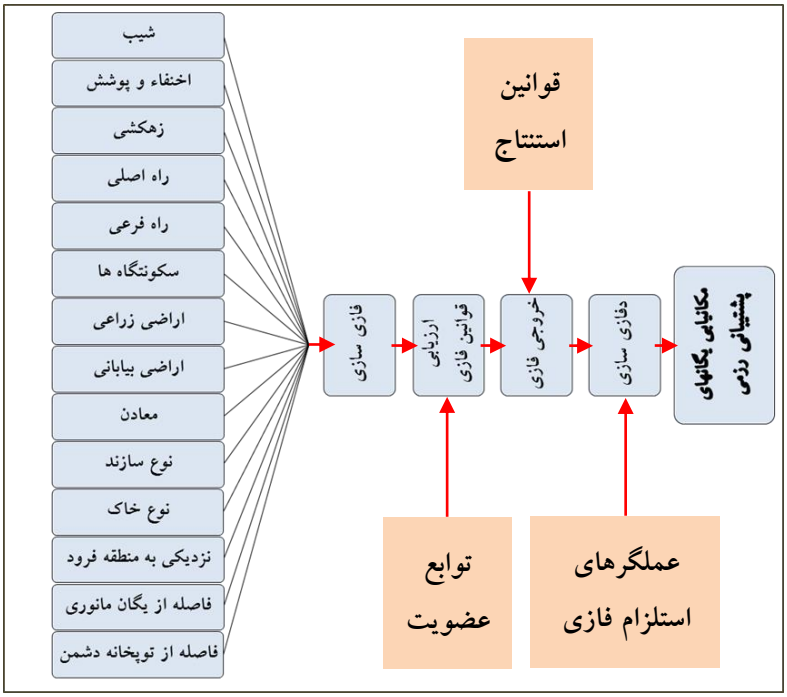
- نقشه‌های توپوگرافی ۱/۲۵۰۰۰ سازمان نقشه برداری
- نقشه‌های خاک و زمین‌شناسی ۱/۲۵۰۰۰۰، سازمان زمین‌شناسی
- نقشه راه‌ها و خطوط مواصلاتی
- نقشه کاربری اراضی
- نقشه رقومی ارتفاعی منطقه (Dem)

- ❖ نقشه زهکشی و آبراهه‌ها
- ❖ نقشه نزدیکی به منطقه فرود
- ❖ نقشه فاصله از توپخانه سبک دشمن
- ❖ نقشه فاصله از یگان‌های مانوری

برای تهیه نقشهٔ کاربری اراضی از تصویر ماهواره‌ای لندست ۸ استفاده گردید. طی مراحلِ تحقیق از نرم‌افزارهای ARCGIS 10.1، نرم‌افزار پردازش تصویر ENVI 4.8، ARCHydroTools، نرم‌افزار MATLAB، نرم‌افزار Micro Station 2000 و Google Earth استفاده شد.

الگوی مفهومی و روش اجرای تحقیق

الگوی مفهومی روند اجرای مکان‌یابی یگان‌های پشتیبانی خدمات رزمی (نقاط آمادی) با روش استنتاج فازی در نرم‌افزار متلب در شکل (۲) نشان داده شده است.



شکل ۲- الگوی مفهومی اجرای پژوهش در نرم‌افزار MATLAB

فرآیند مکان‌یابی و انتخاب معیارها

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 مورد نیاز 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 به طور صحیح تعیین شود (فخری، ۱۳۸۸: ۵۳).

معیارهای مؤثر پژوهش

برای انجام مکان‌یابی مناسب یگان‌های پشتیبانی و نقاط آمادی، معیارهای زیر در نظر گرفته شده است.

- معیار فیزیوگرافی: شامل زیر معیارهای شیب، قابلیت دید و زهکشی منطقه است.
- معیار کاربری اراضی: از زیر معیارهای اراضی کشاورزی، بیابانی، مسکونی و معادن حاصل گردید.
- معیار دسترسی: شامل زیر معیارهای راه‌های اصلی و راه‌های خاکی است.
- معیار زمین شناسی: شامل سازندها و نوع خاک‌های موجود در منطقه است.
- معیار نزدیکی به منطقه فرود: جهت حمل و نقل هوایی، تخلیه مجروح‌ها و غیره، منطقه بُنه می‌بایست به پایگاه‌های فرود بالگرد نزدیک باشد. برای تهیه این لایه، مکان‌یابی پایگاه‌های فرود بالگرد در منطقهٔ نصرآباد با استفاده از معیارهای شیب، زهکشی، دید و اختفاء، خاک، کاربری اراضی، خطوط انتقال نیرو، نزدیکی به یگان‌های مانوری، سازندها، مناطق حفاظت شده و فاصله از دشمن انجام گرفت.
- معیار خارج از برد توپخانه سبک دشمن: به منظور دوری از آتش توپخانه دشمن توجه به این معیار الزامی است. این معیار با توجه به موقعیت فرضی دشمن در جنوب و جنوب شرقی منطقه و با توجه به اینکه منطقه اهداف یگان‌های رزمی در این مکان واقع است اتخاذ گردید.

❖ معیار فاصله از مواضع یگان‌ها: به منظور عدم ایجاد مزاحمت برای یگان‌های مانوری، تا حد ممکن یگان‌های پشتیبانی با فاصله از این واحدها مستقر می‌گردند. این لایه از مکان‌یابی مواضع استقرار واحدهای رزمی در منطقهٔ مطالعه با توجه به معیارهای موجود استفاده گردید.

سامانهٔ استنتاج فازی[1] (FIS)

مواقعی که چارچوب خاصی برای تعیین اهمیت و ارزش معیارها وجود ندارد، استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، از بهترین گزینه‌ها است. ریاضیات فازی تعمیمی از منطق بولین است که بر مفهوم درستی نسبی دلالت می‌کند. منطق کلاسیک هر چیزی را بر اساس یک سامانهٔ 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. دکتر لطفی زاده (۱۹۶۵) نظریه سامانهٔ‌های فازی را معرفی کرد، منطق فازی معتقد است که ابهام در ماهیت علم است. بر خلاف دیگران که معتقدند که باید تقریب‌ها را دقیق‌تر کرد تا بهره‌وری افزایش یابد، لطفی‌زاده معتقد است که باید به دنبال ساختن الگوهایی بود که ابهام را به عنوان بخشی از سامانهٔ الگو کند.

منطق فازی از جمله منطق‌های چند ارزشی بوده و بر نظریه مجموعه‌های فازی تکیه می‌کند، مجموعه‌های فازی خود از تعمیم و گسترش مجموعه‌های قطعی به صورتی طبیعی حاصل می‌شوند (کوره پزان دزفولی، ۱۳۸۴: ۱۲).

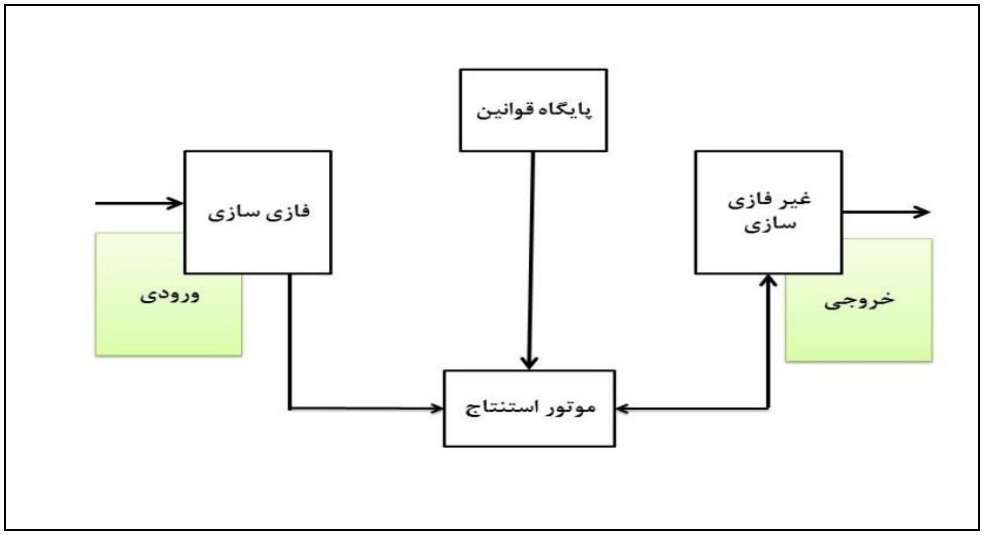
استنتاج فازی فرآیندی است که طی آن نگاشت از ورودی‌ها به خروجی‌ها با استفاده از منطق فازی فرموله سازی می‌گردد (کیا، ۱۳۹۱: ۴۳۹).

سامانهٔ 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 الگو 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 سامانهٔ فازی از عملگرهای استلزام فازی و ترکیب روابط فازی استفاده می‌گردد (کوره پزان،۱۳۹۱: ۶۵).

[1] Fuzzy Inference System

گام‌های ساختن یک سامانهٔ استنتاج فازی به صورت زیر بیان می‌گردند (شکل (۳)):

- تعیین یک سامانهٔ قاعده – بنیادی فازی بر اساس داده‌های مشاهده‌ای
- فازی سازی بخش مقدم و تالی با استفاده از توابع عضویت فازی
- ترکیب قسمت‌های مختلف بخش مقدم هر یک از قواعد
- ترکیب بخش تالی قواعد، جهت به دست آوردن خروجی فازی سامانه
- تبدیل خروجی نهایی سامانه به یک عدد کلاسیک با استفاده از روش‌های غیر فازی‌سازی.



شکل ۳- قسمت‌های مختلف یک سامانهٔ استنتاج فازی (منبع: کابلی زاده،۱۳۹۲)

قدم اول: فازی سازی[1] ورودی‌ها

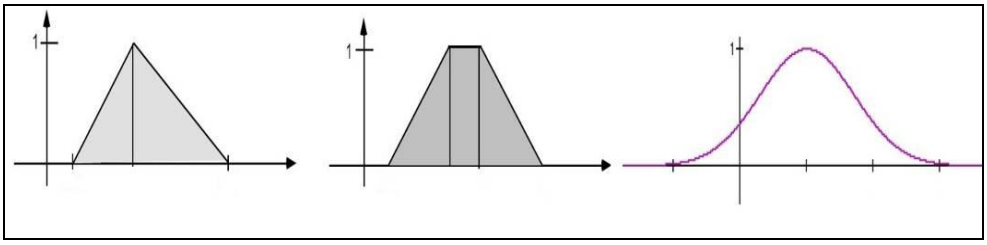
یک تابع عضویت[2] منحنی است که به هر نقطه در فضای ورودی یک مقدار درجه عضویت بین صفر و یک تعریف می‌کند (کیا،۱۳۹۱: ۴۳۱) مجموعه فازی A با تابع عضویت $\mu_A(x)$ در فضای متغیر ورودی پیوسته x به صورت زیر تعریف می‌شود:

[1] Fuzzification
[2] Membership Function

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

در (رابطه ۲-۱)، U نشان‌دهندهٔ مجموعه جهانی است. علامت ∫ نشان‌دهندهٔ 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، ذوزنقه‌ای و گوسی استفاده نمود (شکل ۴).



شکل ۴- توابع عضویت رایج در سامانهٔ‌های فازی (منبع: کابلی زاده،۱۳۹۲)

فازی سازی داده‌ها، ورودی‌ها را گرفته و توسط توابع عضویت مربوطه، یک درجه مناسب به هر یک نسبت می‌دهیم. متغیرهای ورودی هر یک باید در محدوده رقمی تعریف شده خود باشند و خروجی‌ها درجـه عضویت فازی از مجموعه‌های تعیین‌کننده زبانی (در اینجا بین صفر و یک) هستند. (شکل(۴)).

مجموعه‌های فازی زبانی در این مثال را می‌توان به مکان‌های ضعیف، مکان‌های خوب، مکان‌های بسیار مطلوب و غیره اشاره داشت. ورودی‌ها باید با توجه به مجموعه‌های زبانی فازی شوند (کابلی زاده،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 داریم قسمت اگر هر قانون در سیستم فازی را قسمت مقدم قانون می‌نامند؛ در صورتی که مقدم داده شده 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 جعبه ابزار منطق فازی دو نوع روش از پیش‌ساخته، (min مینیمم) و (prod حاصل‌ضرب) برای عملگر AND و (max ماکزیمم) و (probor یای احتمالی) برای عملگر OR طراحی شده است. علاوه بر این توابع از پیش ساخته‌شده شما می‌توانید به دلخواه خود برای این عملگرها توابعی را معرفی کنید و بسازید.

برای نمونه قانون سوم که از عملگر OR استفاده کرده است را ارزش‌دهی می‌کنیم. مقدم این قانون دارای سه قسمت می‌باشد (اگر) شیب<۱۰ باشد (یا) فاصله از جاده< ۵۰۰ متر باشد (یا) نوع خاک زمین= اریدوسول 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 بدست 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 وزن‌دار می‌کند، یعنی در وزن مربوطه ضرب می‌شود.

قدم چهارم: اجتماع تمام خروجی‌ها

از آنجایی که تصمیم‌گیری بر اساس بررسی تمامی قوانین در سامانه‌های استنتاج فازی صورت می‌گیرد، لذا برای تصمیم‌گیری باید قوانین را به روشی بتوان ترکیب کرد. تجمیع فرآیندی است که به‌واسطه آن تمام مجموعه‌های خروجی هر قانون را به یک مجموعه فازی واحد ترکیب می‌کند. ورودی فرایند اجتماع فهرستی از توابع خروجی است که به‌وسیله فرایند دلالت برای هر قانون بریده‌شده است. در این مورد سه تابع از پیش‌ساخته شده پشتیبانی می‌شود max، probor (or احتمالی) و sum (جمع) (کیا،۱۳۹۱: ۴۴۲).

قدم پنجم: غیر فازی[1]کردن

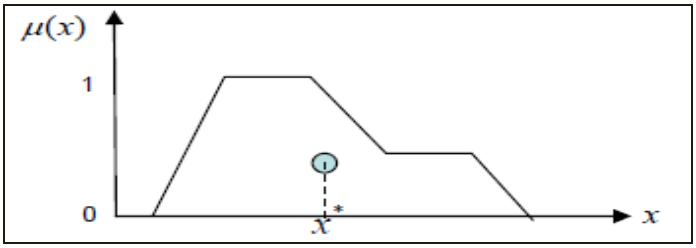
[1]- Defuzzification

ورودی یک فرآیند غیر فازی، مجموعه فازی (حاصل عملیات تجمیع) و خروجی آن یک عدد است. به طور کلی ۵ 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).

رابطه (۲-۲)

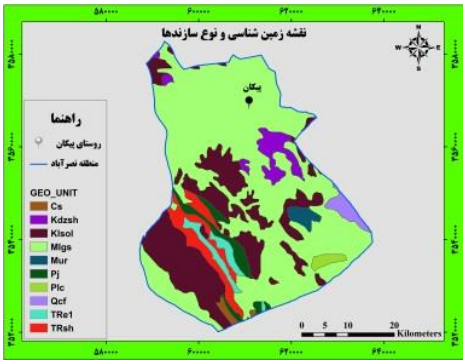
$$x^* = \frac{\int \mu_{U_I}(x) x dx}{\int \mu_{U_i}(x) dx}$$



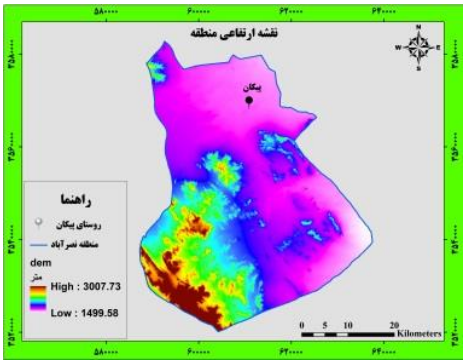
شکل ۵- روش مرکز جرم برای غیر فازی کردن

پردازش معیارها، بحث و اجرا

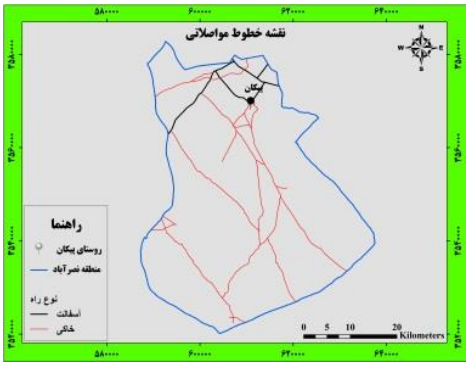
برای تهیه نقشه پهنه‌بندی منطقه از روش سامانهٔ استنتاج فازی استفاده شده است. در این الگو پس از آماده‌سازی نقشه‌های مورد نیاز که در شکل (۶) نشان داده شده‌اند، توابع عضویت متغیرهای زبانی برای هر یک از عوامل رسم و ورودی‌ها فازی‌سازی گردیدند. برای نمونه شکل (۷) تابع عضویت معیار فاصله از راه‌های اصلی را در محیط نرم‌افزار متلب نشان می‌دهد. سپس با نوشتن برنامه مورد نظر در محیط برنامه توابع عضویت مربوط به متغیرهای زبانی هر یک از پارامترها و نحوهٔ تغییر آن‌ها معرفی گردیدند.


نقشه زمین شناسی و نوع سازندها
راهنما
روستای یکان
منطقه نصر آباد
GEO_UNIT
Cs
Kdzsh
Kisol
Mfgs
Mur
Pj
Plc
Qcf
TRe1
TRsh
یکان
0 5 10 20
Kilometers

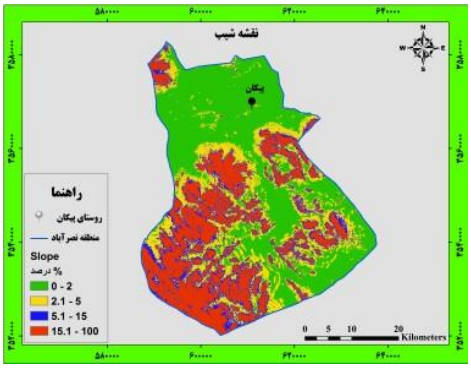
الف


نقشه ارتفاعی منطقه
راهنما
روستای یکان
منطقه نصر آباد
dem
متر
High : 3007.73
Low : 1499.58
یکان
0 5 10 20
Kilometers

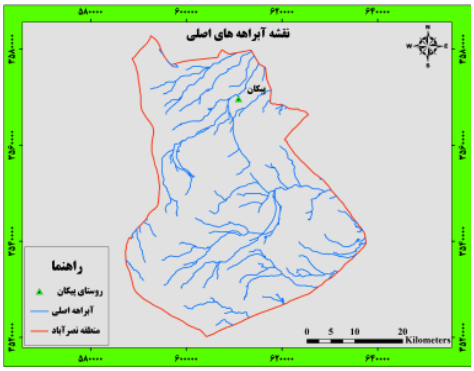
ب


نقشه خطوط مواصلاتی
راهنما
روستای یکان
منطقه نصر آباد
نوع راه
آسفالت
خاکی
یکان
0 5 10 20
Kilometers

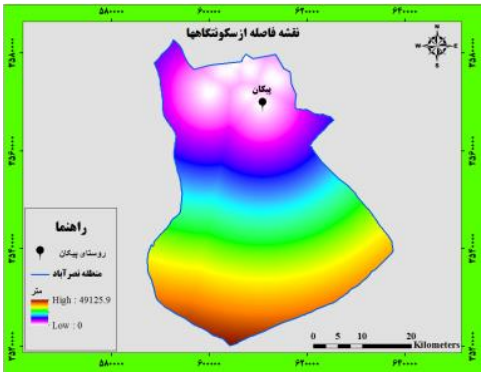
پ


نقشه شیب
راهنما
روستای یکان
منطقه نصر آباد
Slope
% درصد
0 - 2
2.1 - 5
5.1 - 15
15.1 - 100
یکان
0 5 10 20
Kilometers

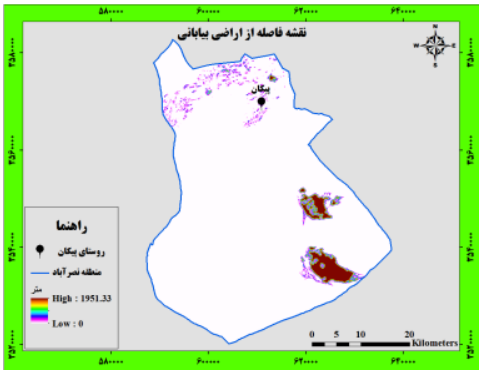
ت


نقشه آبراهه های اصلی
راهنما
روستای یکان
آبراهه اصلی
منطقه نصر آباد
یکان
0 5 10 20
Kilometers

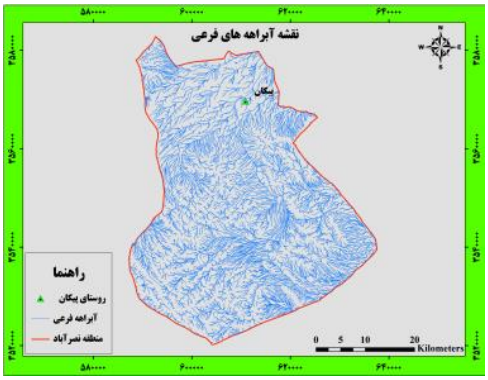
ث


نقشه فاصله از سکونتگاهها
راهنما
روستای یکان
منطقه نصر آباد
متر
High : 49125.9
Low : 0
یکان
0 5 10 20
Kilometers

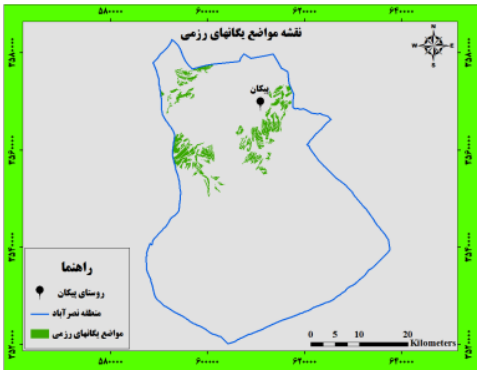
ج


نقشه فاصله از اراضی بیابانی
بیکان
راهنما
روستای بیکان
منطقه نصر آباد
متر
High : 1951.33
Low : 0
0 5 10 20
Kilometers

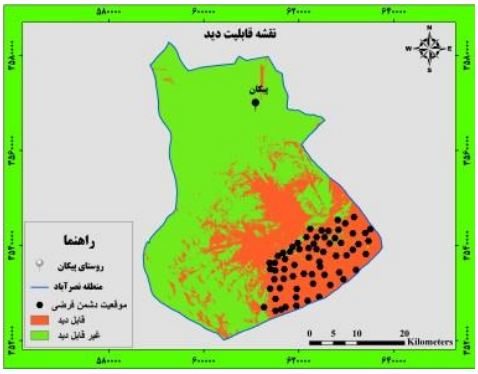
چ


نقشه آبراهه های فرعی
بیکان
راهنما
روستای بیکان
آبراهه فرعی
منطقه نصر آباد
0 5 10 20
Kilometers

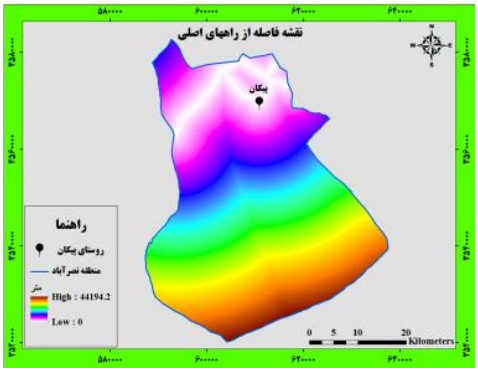
ح


نقشه مواضع یگانهای رزمی
بیکان
راهنما
روستای بیکان
منطقه نصر آباد
مواضع یگانهای رزمی
0 5 10 20
Kilometers

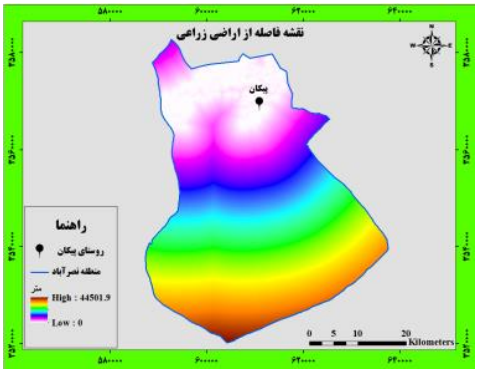
خ


نقشه قابلیت دید
بیکان
راهنما
روستای بیکان
منطقه نصر آباد
موقعیت دشمن فرضی
قابل دید
غیر قابل دید
0 5 10 20
Kilometers

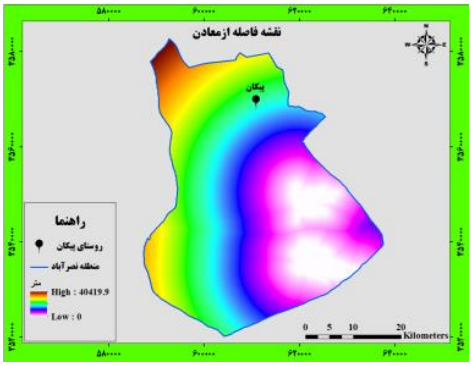
د


نقشه فاصله از راههای اصلی
بیکان
راهنما
روستای بیکان
منطقه نصر آباد
متر
High : 44194.2
Low : 0
0 5 10 20
Kilometers

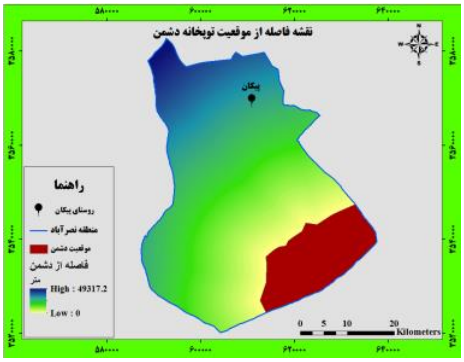
ذ


نقشه فاصله از اراضی زراعی
بیکان
راهنما
روستای بیکان
منطقه نصر آباد
متر
High : 44501.9
Low : 0
0 5 10 20
Kilometers

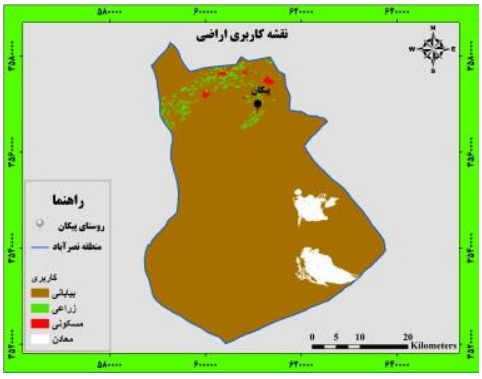
ر



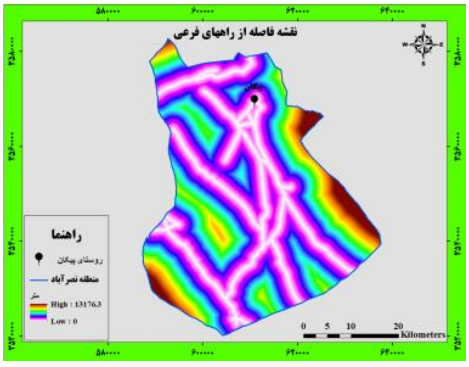
ز



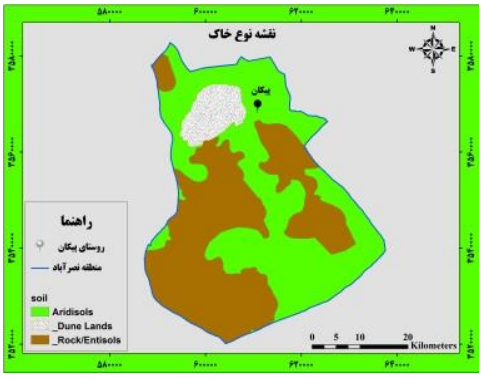
ژ



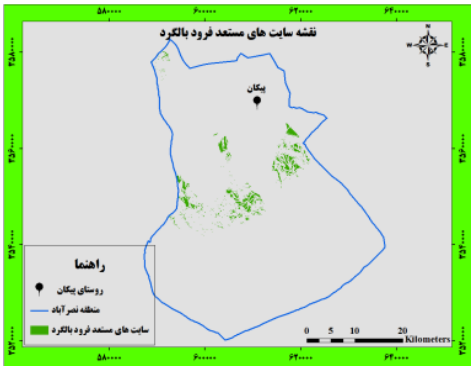
س



ش

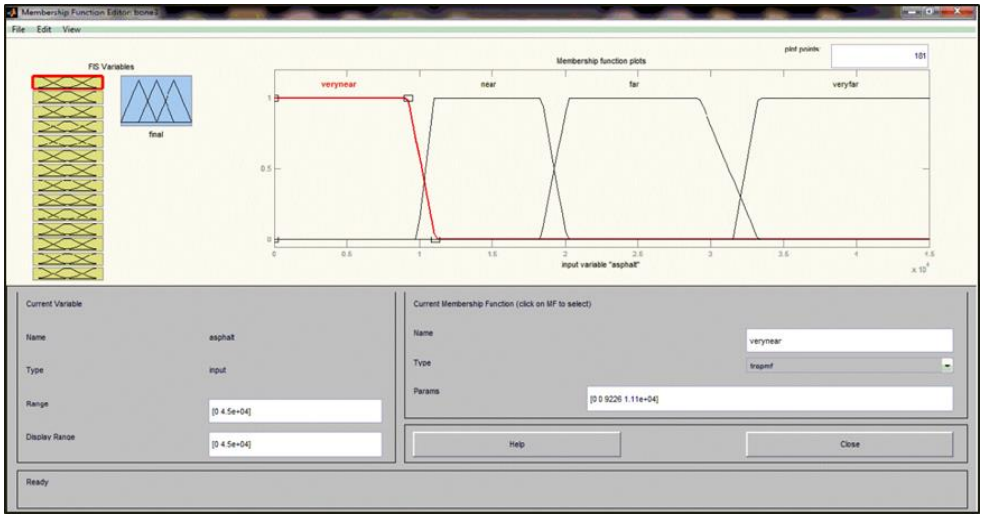


ص



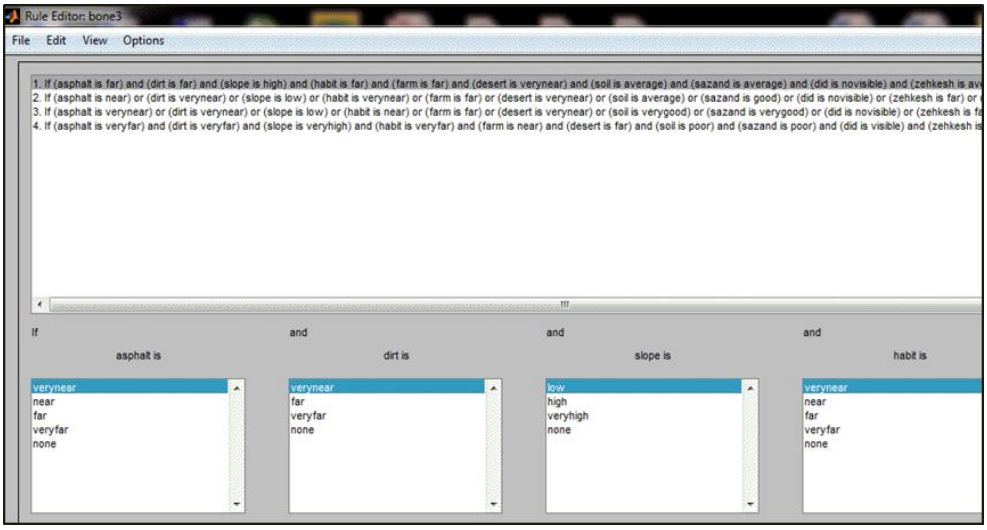
ض

شکل ۶- نقشه معیارهای مکان‌یابی یگان‌های پشتیبانی و نقاط آمادی



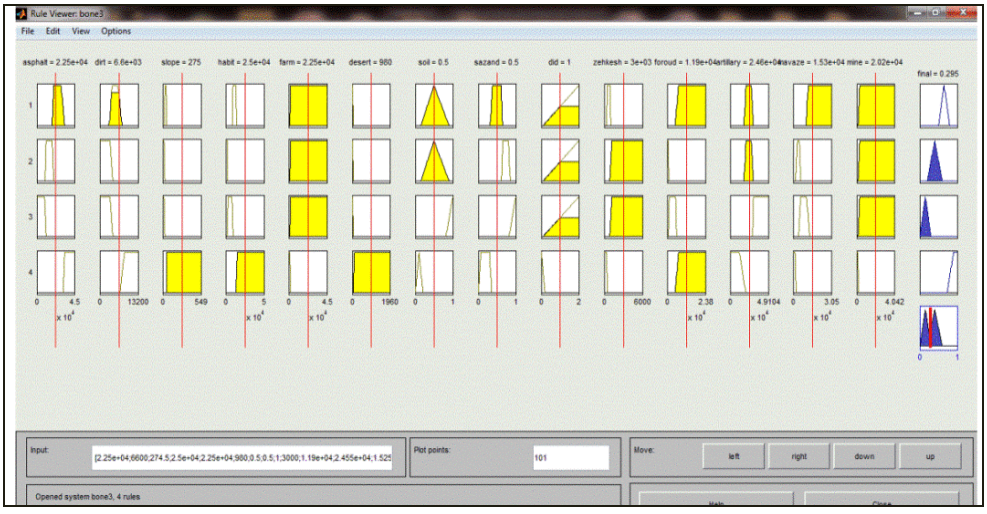
شکل ۷- تابع عضویت راه‌های اصلی در محیط MATLAB

در ادامه با معرفی قوانین مورد نظر کارشناسی و بر اساس سامانه‌های «قاعده- بنیادی» قوانین و قواعد موجود در سامانه که در قالب عبارت‌ها و متغیرهای زبانی بیان می‌گردد، به صورت سامانهٔ فازی الگوسازی شد. در این سامانه با ارائه عبارت‌های زبانی به صورت عبارت‌های شرطی، ارتباطی بین ورودی‌ها و خروجی‌های مشاهده‌ای سامانه برقرار گردید. شکل (۸) نمایش گرافیکی تعدادی از قواعد مورد استفاده را نشان می‌دهد. پس از آن با اعمال عملگر استلزام فازی مناسب، خروجی فازی سامانهٔ استنتاج که به صورت مجموعه فازی می‌باشد به دست می‌آید.



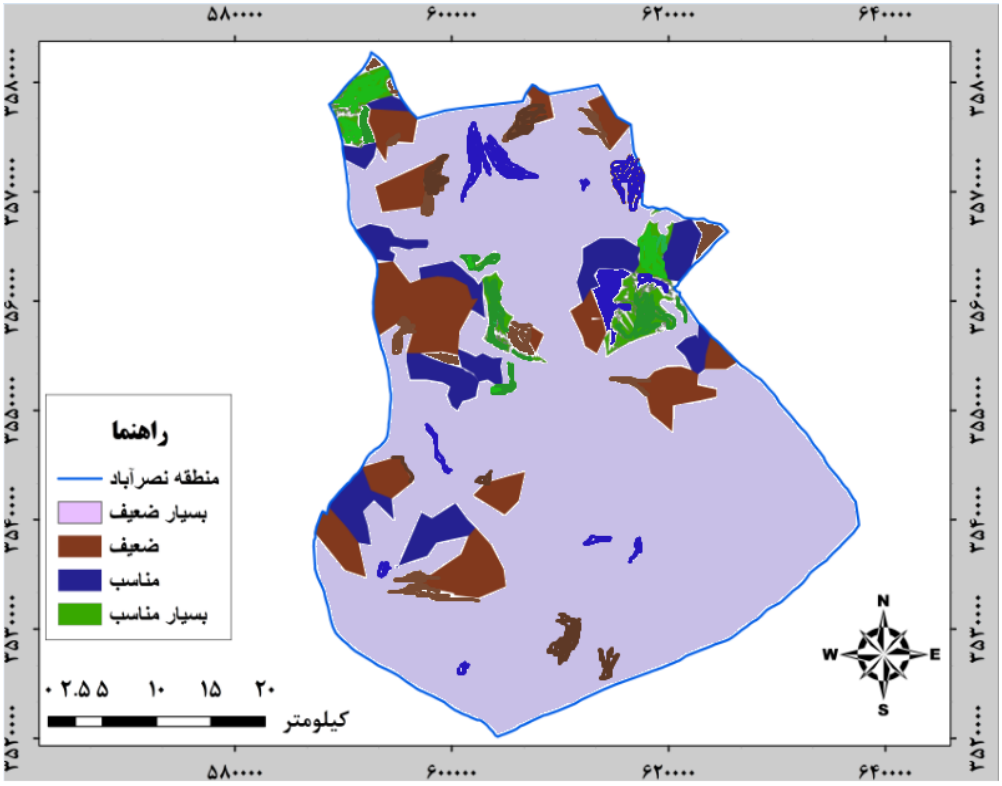
شکل ۸- نمایش گرافیکی قواعد در محیط متلب

در نهایت با غیر فازی کردن مجموعه فازی و با استفاده از روش مرکز جرم، کمیت فازی به عدد کلاسیک تبدیل می‌شود. شکل (۹) نمایش گرافیکی عملگر استلزام فازی و غیر فازی‌سازی به روش مرکز جرم را در محیط MATLAB نشان می‌دهد در ادامه این خروجی را در محیط GIS نمایش می‌دهیم.

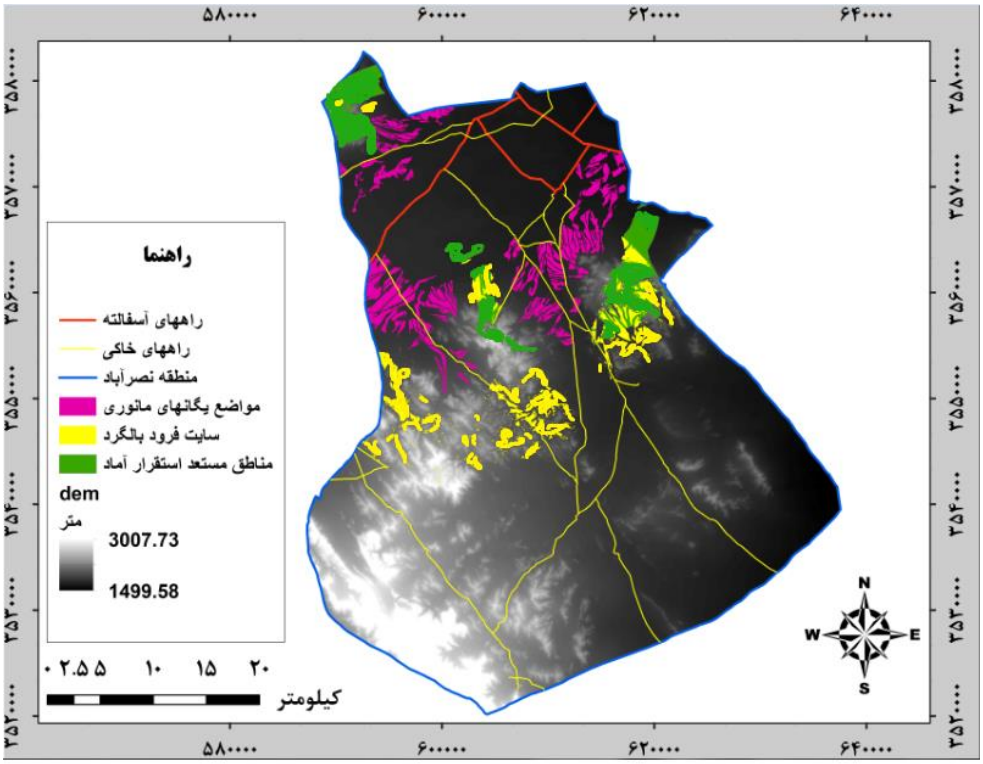


شکل ۹- نمایش گرافیکی عملگرهای استلزام و غیر فازی سازی به روش مرکز جرم در محیط متلب

برای هر پیکسل یک عدد در بازه (۰،۱) به‌دست می‌آید که بر اساس قابلیت منطقه مورد نظر، مناسب‌ترین مکان‌های استقرار واحدهای پشتیبانی را نشان می‌دهد. شکل (۱۰) خروجی نهایی در محیط GIS را که نقشه پتانسیل‌یابی منطقه از نظر قابلیت استقرار واحدهای پشتیبانی رزمی می‌باشد، نشان داده است.



شکل ۱۰- پهنه‌بندی مناطق استقرار واحدهای پشتیبانی رزمی (نقاط آمادی)



شکل ۱۱- مناطق مستعد استقرار واحدهای پشتیبانی رزمی (نقاط آمادی)

نتایج و یافته‌ها

اصولاً موفقیت هر نوع عملیات، رزمایش و یا مانور نیازمند یک طرح‌ریزی دقیق، آماد رسانی و پشتیبانی قوی است. آمادرسانی سریع و به موقع نیروها به خطوط و مسیرهای مواصلاتی و ارتباطی بستگی دارد. نتایج حاصل از مکان‌یابی یگان‌های پشتیبانی رزمی نشان می‌دهد که در حدود $۵۷/۵km^2$ که تقریباً ٪۳ از کل منطقه را در بر دارد، مناسب‌ترین مناطق جهت استقرار این واحدها با توجه به معیارهای در نظر گرفته شده می‌باشد. بیش از ٪۹۰ این مناطق دارای شیب کمتر از ٪۱۲ بوده که از نظر قابلیت استقرار و حرکات خودرویی به منظور آماد رسانی بسیار مناسب است. حداکثر فاصله این مناطق با شبکهٔ جاده حدود ۵ کیلومتر است که از نظر قابلیت دسترسی مناسب ارزیابی می‌گردد. با توجه به شکل (۱۱)، این مناطق در مجاورت پایگاه‌های فرود بالگرد، با دسترسی مناسب به جاده‌ها، پوشیده از آتش‌های توپخانه دشمن و حداکثر بهره‌برداری از ژئومورفولوژی منطقه انتخاب گردیده‌اند. در این راستا در این پژوهش از

ترکیب GIS و فنون تصمیم‌گیری چند معیاری استنتاج فازی جهت پشتیبانی از تصمیم‌گیر و تصمیم ثمربخش استفاده شد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

مقوله دفاع و امنیت از حساس‌ترین و بحرانی‌ترین مسائل مربوط به هر کشوری است. در عصر دیجیتال، سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور، بهترین وسیله برای فرماندهان ارتش در عملیات‌ها است و استفاده از قابلیت‌های آن‌ها در نیروهای نظامی، نحوهٔ انجام عملیات و مأموریت‌های این نیروها را متحوّل ساخته است. به‌کارگیری این سامانه‌ها در سطوح مختلف نظامی موجب افزایش دقت و سرعت در تهیه انواع گزارش‌ها، تولید نقشه‌های گوناگون، افزایش توان تصمیم‌گیری‌های نظامی در شرایط بحرانی و ارتقای اساس هوشمندی عملیات‌های نظامی می‌گردد. عبور از نقشه‌های کاغذی و استفاده کاربردی از نقشه‌های گویا و هوشمند در بستر GIS برای پاسخگویی به نیاز عملیاتی فرماندهان، امری اجتناب‌ناپذیر است.

فرآیند تعیین مکان مناسب جهت استقرار، یکی از دغدغه‌های اصلی فرماندهان واحدهای عملیاتی است تا از آسیب‌های ناشی از حملات زمینی و هوایی دشمن مصون بماند. روش به کار گرفته شده در این مطالعه، کاربرد و اهمیت سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی و تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره برای انتخاب مواضع مناسب برای استقرار یگان‌های پشتیبانی و آمادی در منطقه مورد مطالعه را بیان می‌کند.

نتایج حاصل از این مکان‌یابی با توجه به بازدیدهای میدانی انجام شده از منطقه مورد مطالعه و با در نظر گرفتن معیارهای مربوط به این یگان‌ها نشان می‌دهد که سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی و ترکیب آن با روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره فازی، به خوبی در تحلیل مکان‌یابی یگان‌ها با توجه به ملاحظات مدنظر، مؤثر واقع گردیده و بهترین مواضع استقرار تدارکات را به طراحان و فرماندهان نظامی پیشنهاد داده است. این مناطق بیشتر در محدوده‌های پایکوهی، نیمه مرتفع، دارای قابلیت تردد و تحرّک مناسب با بهره‌گیری حداکثر از لندفرم‌ها و شکل عوارض زمین به منظور استفاده از قابلیت اختفاء انتخاب گردیده است. رویکردهای دانش مبنای سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور، با ترکیب تجربه و دانش کارشناسان امر، باعث حفظ جان سربازان، صرفه‌جویی در زمان و هزینه‌ها در صحنهٔ نبرد خواهد شد.

با توجه به مطالعات صورت گرفته در جهت مثبت ارزیابی و بهره‌گیری از کارکردهای جدید سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی که می‌تواند کاستی‌های منابع سنتی را برطرف نموده و ضمن مرتفع نمودن مشکلات موجود جامعه نظامی، به شناخت، شناسایی، به‌کارگیری و اقدام مناسب علیه تهدیدات امروزی منجر گردد.

پیشنهاد می‌شود: ۱- توسعهٔ سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی به عنوان جزئی مهم از راهبرد دفاعی کشور از طریق به‌کارگیری سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی ۲- شناخت نقاط قوت و آسیب‌پذیر دشمن و انجام اقدامات متقابل در بعد سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی به منظور ارتقای توان رزمی ۳- شناخت پتانسیل‌های مناطق مختلف مرزی در زمان صلح و به‌کارگیری نتایج در زمان بحران.

منابع و مأخذ

۱- اداره هواشناسی استان اصفهان، ۱۳۹۳.

۲- آقا محمدی، داود (۱۳۸۵)، مبانی فرماندهی و ستاد گردان در رزم، تهران: انتشارات معاونت آموزشی نزاجا، چاپ دوم.

۳- حنفی، ع. و ا. حاتمی (۱۳۹۲)، مکان‌یابی مناطق مساعد برای استقرار نیروهای نظامی در منطقه مرزی مهران با استفاده از GIS، فصلنامهٔ مدیریت نظامی، تهران: دانشگاه افسری امام علی(ع)، ص ۴۹ و ۱۰۷-۱۲۸.

۴- روشنی، ر. (۱۳۹۱)، بررسی نقش فرآیند و ساختار سامانه آماد و پشتیبانی در نظام دفاعی، فصلنامه علوم و فنون نظامی، شماره ۲۱، سال هشتم، ص ۷۹.

۵- صوف باف، پ. و ع. بابایی (۱۳۸۸)، یک روش مسیریابی بهینه چند معیاره در سیستم اطلاعات مکانی با استفاده از الگوریتم ژنتیک برای پشتیبانی لجستیکی در عملیات نظامی، تهران: همایش سراسری سامانه اطلاعات مکانی.

۶- عطائی، م (۱۳۸۹)، تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی، چاپ اول، انتشارات دانشگاه صنعتی شاهرود.

۷- عظیمی حسینی، م، م. نظری‌فر، ر. مؤمنی (۱۳۹۲)، کاربرد GIS در مکان‌یابی، چاپ چهارم، انتشارات مهرجرد، مهرگان قلم.

۸- فخری، م، ف. نکویی، ح. برغنی (۱۳۸۸)، تحلیل منطقه عملیات با استفاده از GIS، همایش سراسری اطلاعات مکانی۸۸، تهران: ص۵۱۳.

۹- فخری، س. و ی. غلامی (۱۳۹۳)، تحلیل مکان‌گزینی شهرهای شمال شرق کشور با توجه به عوامل ژئوهیدروکلیمایی با رویکرد دفاع غیرعامل، اولین همایش جغرافیایی ایران، تهران: مؤسسه جغرافیا.

۱۰- کابلی زاده، م. (۱۳۹۲)، بازسازی سه‌بعدی اتوماتیک ساختمان در مناطق شهری با استفاده از منطق فازی و منحنی های فعال هندسی، رساله ی دکتری گرایش فتوگرامتری، دانشگاه صنعتی خواجه‌نصیرالدین توسی

۱۱- کاظمی، ب.، (۱۳۹۰)، مدیریت تدارکات و آماد و پشتیبانی، تهران: انتشارات فرمنش.

۱۲- کوره پزان دزفولی، ا (۱۳۸۴)، اصول تئوری مجموعه های فازی و کاربردهای آن در مدل‌سازی مسائل مهندسی آب، چاپ دوم، تهران: انتشارات جهاد دانشگاهی، ص ۳-۴۳ و ۱۷۰-۲۰۵.

۱۳- کیا، م، (۱۳۹۱)، محاسبات نرم در MATLAB، چاپ دوم، تهران: انتشارات دانشگاهی کیان.

۱۴- مالچفسکی، ی (۱۳۹۰)، سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی و تحلیل تصمیم چند معیاری، ترجمه ا. پرهیزگار، و ع. غفاری گیلانده، تهران: انتشارات سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت).

۱۵- مشبکی، ا (۱۳۷۷)، مدیریت لجستیک، فصلنامه کنترولر، سال دوم، بهار۱۳۷۷.

۱۶- موحدی نیا، ج، (۱۳۸۸)، اصول و مبانی پدافند غیرعامل، انتشارات دانشگاه صنعتی مالک اشتر، ص ۷۵.

۱۷- موسوی، م (۱۳۸۵)، تعیین نزدیک ترین مسیر حمل ونقل زمینی در لجستیک عملیات نظامی با استفاده از GIS، دومین کنفرانس لجستیک و زنجیره تأمین، تهران: انجمن لجستیک ایران.

۱۸- نصیری، م (۱۳۸۸)، ارائه مدل مکان‌یابی مراکز حساس و حیاتی با توجه به اصول پدافند غیر عامل، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد مهندسی صنایع، تهران: دانشگاه علم و صنعت.

19- Fleming, S., Jordan, T., Madden, M., Useryc, E.L., Welch, R., (2009), "GIS applications for military operations in coastal zones", ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, United States, March 2009, Pages 213–222.

20- Jagmohan Singh, (200۸), "The Importance of GIS in battlefield Surveillance", project management organization, Army Headquarters, Indian.