فصلنامه برنامه‌ریزی منطقه‌ای، سال پنجم، شماره ۱۸، تابستان ۱۳۹۴
دریافت: ۱۳۹۲/۱۲/۸- پذیرش: ۱۳۹۳/۷/۱۰
صص ۷۲-۵۹

پهنه‌بندی ژئومورفولوژیکی تناسب زمین در شهرستان اراک با استفاده از مدل منطق فازی (با رویکرد توسعه آتی شهر اراک)

موسی عابدینی[۱]: استادیار ژئومورفولوژی در برنامه‌ریزی محیطی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
بهاره میرزاخانی: دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی در برنامه‌ریزی محیطی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
آتنا عسگری: دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی در برنامه‌ریزی محیطی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

چکیده

هدف عمده پژوهش حاضر پهنه‌بندی شهرستان اراک به کمک پارامترهای ژئومورفولوژیکی با استفاده از مدل منطق فازی بوده است. در راستای تحقق هدف مذکور، ۱۰ شاخص مؤثر شامل ارتفاع، فاصله از گسل، فاصله از آبراهه اصلی، فاصله از آبراهه فرعی، فاصله از راه ارتباطی، درصد شیب، فاصله از سکونتگاه، تیپ اراضی، میزان فرسایش‌پذیری و پتانسیل لرزه خیزی در قالب نقشه‌های وکتوری و رستری تهیه گردید. برای هریک از لایه‌های رستری بر اساس مطالعات میدانی و نظر کارشناسی یک تابع تعریف شد، اما لایه‌های وکتوری با قرار گرفتن در یک بازه ۰ و ۱ دیگر نیازی به تعریف تابع نداشتند. پس از اعمال توابع، عملیات ضرب، جمع و مقادیر مختلف گامای فازی نیز بر روی لایه‌ها اجرا گردیدند. بدین‌منظور از نرم‌افزارهای *ARC GIS 9.3* و *ERDAS 9.1* استفاده شد. در نهایت مقایسه تحلیلی بین پهنه-های مناسب وضع موجود شهر بر اساس پهنه‌های بحرانی و پهنه‌های مناسب حاصل از مقادیر گاما انجام گرفت. بر اساس یافته‌ها مشخص شد گامای ۰/۷ فازی بیشترین تطابق را با اراضی مناسب وضع موجود شهرستان دارد. نتایج حاکی از آن بود که دو هسته در غرب و شرق شهرستان جهت توسعه آتی شهر اراک مناسب به نظر می‌رسد و در حال حاضر، پهنه‌ی شمال و شمال‌غربی شهر در اولویت می‌باشد. در نهایت نقشه نهایی به ۵ کلاس طبقه‌بندی گردید، بطوری‌که مناطق به ترتیب؛ تناسب بسیار کم با ۲۱۸۹، تناسب کم با ۳۸۹، تناسب متوسط با ۵۹۳ ،تناسب زیاد با ۵۵۲ و تناسب بسیار زیاد با ۳۸۱ کیلومتر مربع مساحت، مشخص شدند.

واژه‌های کلیدی: توسعه فضایی، عملگر فازی، پارامترهای ژئومورفولوژیکی، اراک.

[۱]. نویسنده مسئول: *m_abedini@uma.ac.ir*، ۰۹۱۴۳۵۵۵۲۲۶

Archive of SID
www.SID.ir

بیان مسأله:

در طی سال‌های اخیر تعداد جمعیت شهری جهان برای نخستین بار با تعداد ساکنین نواحی غیرشهری برابر شده است (*Egger,2005:2*). پیش بینی‌های سازمان ملل نشان می‌دهد که تا سال ۲۰۳۰ بیش از ۶۰ درصد جمعیت جهان در شهرها ساکن هستند و تا سال ۲۰۱۷ جهان در حال توسعه احتمالاً دارای خصوصیتی شهری خواهد بود تا روستایی (*United Nation, 2004*). مِسر[1] (۱۳۸۲: ۸۲) معتقد است در سال ۲۰۲۵ بیش از ۵ میلیارد نفر در نواحی شهری جهان زندگی خواهند کرد که ۸۰ درصد این افراد در شهرهای کشورهای کمتر توسعه یافته سکونت خواهند داشت و این امر نوعی چالش را برای برنامه‌ریزان در پی خواهد داشت. امروزه استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در برنامه‌ریزی شهری، امکان مکان‌یابی مناسب را برای عملکردهای شهری فراهم می‌آورد. در این میان استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی بر اساس منطق فازی از انعطاف بیشتری برخوردار می‌باشد. شهر اراک پس از تحولات دهه‌ی ۴۰ و انتخاب آن به عنوان یکی از قطب‌های صنعتی کشور، رشد و گسترش وسیعی یافت. بطوری‌که در فاصله‌ی سال‌های ۱۳۴۵- ۱۳۷۵ جمعیت آن ۵/۳ برابر شد (حسینی و همکاران،۱۳۹۰: ۷). این شهر به عنوان مرکز استان مرکزی به واسطه عواملی از قبیل مهاجرت‌های روستا- شهری و یا هجوم جمعیت از دیگر شهرها از قاعده افزایش جمعیت به خصوص در سال‌های اخیر مستثنی نبوده است. وجود چندین صنایع سنگین، نیمه سنگین و سبک در پیرامون این شهر جاذبه آن را در جهت جمعیت‌پذیری چندین برابر نموده است. این در حالی است که در جهت توزیع فضایی و مکان‌گزینی بهینه جمعیت سرریز شده به شهر نامبرده، فضای مناسبی در نظر گرفته نشده است. بنابراین ضروری است تا کارشناسان برای مکان‌گزینی بهینه جمعیت شهر اراک به بررسی متغیرهای تأثیرگذار با استفاده از روش‌های علمی بپردازند. در تحقیق حاضر، ابتدا محققان به پهنه‌بندی ژئومورفولوژیکی شهرستان اراک با استفاده از مدل منطق فازی پرداختند و سپس بر اساس حضور پدیده‌های مؤثر ژئومورفولوژیکی در اطراف شهر اراک، روند توسعه آتی این شهر را مورد قضاوت و چالش قرار داده‌اند. به عبارتی هدف از این تحقیق، یافتن مناسب‌ترین مکان‌ها جهت توسعه فضایی آتی کلانشهر اراک در شهرستان به کمک پارامترهای ژئومورفولوژیکی و البته با استفاده از روش فازی بوده است.

پیشینه تحقیق:

منطقه پیرامون شهرها تحت تأثیر و نفوذ رشد آتی شهر قرار می‌گیرند و این موضوعی است که بسیاری از مطالعات را به خصوص در سال‌های اخیر به خود اختصاص داده است. در تحقیق رواحدیان و همکاران اثرات توسعه فیزیکی شهر تهران بر تغییر کاربری اراضی منطقه ۵، نشان دهنده اثرگذاری عامل توسعه شهر بر تغییر کاربری‌های سبز و تبدیل آنها به کاربری‌های شهری بود (واحدیان بیکی و همکاران،۱۳۹۰: ۴۴)، عده‌ای از محققان نیز لزوم حفظ باغ‌ها و اراضی کشاورزی و هدایت اصولی توسعه آتی شهر را مهم دانسته‌اند (سرور، ۱۳۸۷: ۲۶۸ و بهرام سلطانی، ۱۳۷۱: ۱۹). خوشبختانه ارزیابی ژئومورفولوژیکی توسعه شهرها نیز مورد مطالعه برخی از محققین قرار گرفته است (حسینی و همکاران،۱۳۹۱، مقیمی و همکاران،۱۳۸۷، پورجعفر و همکاران،۱۳۹۱، شمس و همکاران، ۱۳۸۸). در این راستا روش فازی نیز در مطالعات متنوعی کاربرد داشته است؛ بطوری‌که جانگ و همکاران[2] (۱۹۹۶) و کرم (۱۳۹۰) نوعی روش ارزیابی کمی را با استفاده از منطق فازی برای شناسایی و پهنه‌بندی نواحی دارای استعداد زمین لغزش بکار گرفتند. عده‌ای از محققین نیز از روش مذکور در جهت مطالعه چگونگی توسعه معادن استفاده نمودند و در

1 .Messer
2 .juang

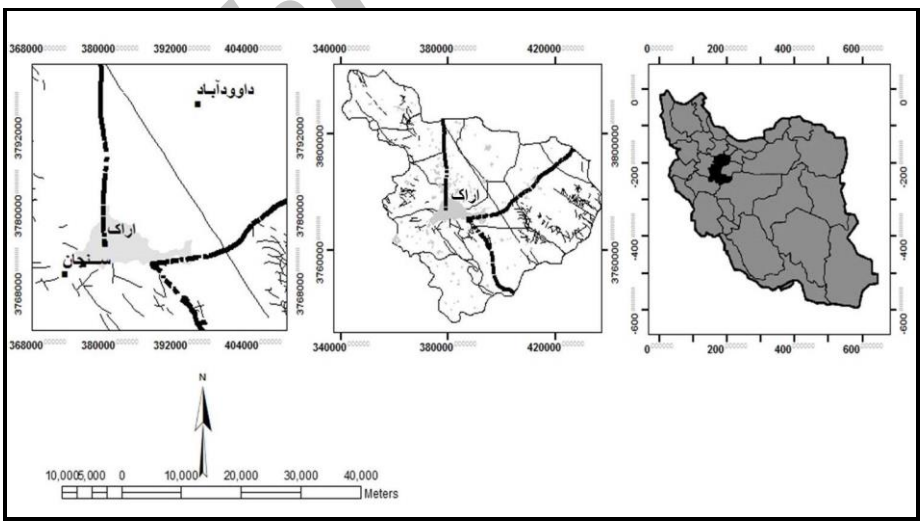
Archive of SID

www.SID.ir

نهایت به شناسایی مناطق مستعد ایجاد معدن پرداختند (*Vickers et al, 2009: 2*). هانسون و همکاران (۲۰۱۰) از مدل فازی در پایش تغییرات خط ساحلی، حسینی و دیگران (۱۳۹۰) در جهت ارزیابی چگونگی توسعه فیزیکی شهر، قنواتی و همکاران (۱۳۹۰) نیز در راستای پهنه‌بندی خطر سیلاب کمک گرفته‌اند. چنانچه ضیائیان و فیروزآبادی (۱۹۹۵) منطق فازی را در جهت بارزسازی تغییرات به کار گرفته‌اند. برخی از محققین نیز مانند عیسایی و دیگران (۲۰۱۱) و وحیدنیا و همکاران (۲۰۰۹) برای مکانیابی بیمارستان‌ها، این روش را بکار گرفته‌اند و از آن تحت عنوان روش *Fuzzy AHP* نام برده‌اند.

معرفی منطقه مورد مطالعه:

شهرستان اراک بر روی نصف‌النهار ′ ۱۶ °۴۹ تا ′ ۱۹ °۵۰ و برروی مدار ′ ۳۲ °۳۳ تا ′ ۴۵ °۳۴ قرار گرفته است و ۴۱۲۹/۰۱۸۸ کیلومتر مربع مساحت دارد. از این‌رو ۱۵ درصد مساحت استان را به خود اختصاص می‌دهد. این شهرستان متشکل از ۲ بخش، ۴ شهر و ۱۰ دهستان است. شهر اراک نیز از ′ ۳۸ °۴۹ تا ′ ۵۱ °۴۹ نصف‌النهار شرقی و از ′ ۳ °۳۴ تا ′ ۹ °۳۴ مدار شمالی کشیده شده است و با مساحت ۸۰ کیلومتر مربع مهم‌ترین کانون جمعیتی شهرستان مورد مطالعه می‌باشد. جمعیت شهر اراک در نخستین سرشماری رسمی کشور در سال ۱۳۳۵ خورشیدی، ۵۸۹۹۸ نفر بود ولی از آن زمان به سبب شهرگرایی شدید با شتاب رو به افزایش نهاده بود به گونه‌ای که جمعیت شهر در سال ۱۳۴۵ به ۷۱۹۲۵ تن و در سال ۱۳۵۵ به ۱۱۶۸۳۲ نفر و در سال ۱۳۶۵ به ۲۶۵۳۴۹ نفر رسید. جمعیت اراک بر پایه نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن در سال ۱۳۹۰ برابر با ۴۸۴۲۱۲ نفر بوده است. جمعیت شهر اراک پس از الحاق نقاط شهر سنجان و کرهرود به ۵۲۶۱۸۲ نفر افزایش یافت. همانطور که در شکل شماره ۱ مشاهده می‌شود؛ شهر اراک در یک بازه‌ی ۲۵ ساله به دوبرابر جمعیت قبلی خود ارتقاء یافته است. امروزه وجود کارخانه‌ها و صنایع مختلف در محدودهٔ شهرستان (عمدتاً شهر اراک) از سویی موجب مرکزیت یافتن استان و از سویی دیگر باعث جذب فعالیت‌های صنعتی و خدماتی و در نتیجه مهاجرت از دیگر شهرها و استان‌ها به منطقه مورد مطالعه می‌شود.



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه در پهنه‌بندی سیاسی- جغرافیایی

جهت انجام تحقیق نقشه‌ها در قالب دو گروه لایه اطلاعاتی شامل *RASTER* و *VECTOR* مورد استفاده قرار گرفتند. بدین‌منظور نقشه توپوگرافی شهرستان اراک در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ تهیه و رقومی گردید. به منظور تهیه

www.SID.ir

نقشه‌های حریم کنونی شهرستان و شهر اراک و هم چنین نقشه تیپ اراضی نیز از ۶ باند انعکاسی تصویر سنجنده لندست تصویر *ETM* استفاده شد. بدین منظور ابتدا داده‌های ۶ باند انعکاسی از تصویر *ETM*[1] در ابعاد ۲۸۱۴×۱۹۹۷ پیکسل و در اندازه سلول ۳۰ متر، مربوط به نیمه گرم سال مورد بررسی قرار گرفت. برای افزایش تفکیک مکانی ابتدا با تصویر باند پانکرو ماتیک همان سنجنده، با ابعاد پیکسل ۱۵ متر ترکیب شدند و لایه حریم کنونی شهرستان و شهر اراک نیز از تصویر خروجی استخراج شدند. سپس در محیط نرم‌افزار *ERDAS* بر روی تصویر و به کمک مشاهدات میدانی، طبقه‌بندی نظارت شده اعمال گردید و نتیجه نهایی در قالب نقشه تیپ اراضی و در محیط نرم‌افزار *GIS 9.3* مورد استفاده قرار گرفت. نقشه پتانسیل لرزه‌خیزی شهرستان اراک نیز از سازمان زمین‌شناسی کل کشور تهیه گردید. به دلیل وجود کاربری‌های مختلف شهرستان مورد مطالعه در لایه‌های سکونتگاه و تیپ اراضی، لزومی به استفاده از نقشه کاربری اراضی در تحقیق حاضر نبود. به منظور استفاده از تمامی لایه‌ها لازم بود تا ابتدا همه آنها از نظر سیستم زمین مرجع (*UTM:WGS1984,Zone 38N*)، مقیاس (۱:۱۸۰۰۰) و ابعاد پیکسل-ها (۲۰×۲۰) در محیط *GIS* یکسان‌سازی شوند. سپس برای هر یک از لایه‌های *RASTER* بر اساس مشاهدات میدانی و نظرات کارشناسی یک تابع تعریف شد و هریک از توابع بطور جداگانه بر روی لایه خود اعمال گردیدند. لایه‌های وکتور نیازی به ایجاد تابع نداشته و تنها محقق در جدول اطلاعاتی[2] آنها با اضافه کردن یک ستون[3] به هر یک از گروه‌های اطلاعاتی درجه‌ای از صفر تا ۱ اختصاص داد و بدین‌ترتیب داده‌ها را کدگذاری نمود. سپس بر اساس ستون ایجاد شده لایه‌ی مورد نظر را به رستر تبدیل نمود. لایه نهایی همچون لایه‌های رستری فوق‌الذکر دارای بازه‌ای از صفر تا یک بودند و مستقیماً در تحلیل‌های بعدی به کار گرفته شدند. در فرایند مکانیابی اراضی مناسب برای توسعه فضایی مراکز جمعیتی، مدل مفهومی و متغیرهای مؤثر در مدل، مانند شبکه ارتباطی و حرایم آنها، زیرساخت-ها، تجهیزات و ... شناسایی و بعد از تعریف ۱۰ لایه اطلاعاتی، مانند توپوگرافی، شیب، گسل، شبکه ارتباطی، آبهای سطحی و ... تعریف و تبیین شده است. آماده‌سازی لایه‌ها در قالب ساخت توپولوژی، تصحیح و ویرایش، تصحیح هندسی نقشه‌ها، اعمال سیستم مختصات یکسان و ... انجام گرفته و بعد از تعریف، روش مناسب ترکیب و شناسایی توابع ترکیب لایه‌ها انجام گرفته و بعد از تحلیل جدولی بانک‌های اطلاعاتی ادغام شده، مکان‌های مورد نظر، شناسایی و ارزیابی شده است. یکی از مهم‌ترین توانایی‌های *GIS* که آن را به عنوان سیستمی ویژه و انحصاری مجزا می‌کند، توانایی تلفیق داده‌ها برای مدل‌سازی، مکانیابی و تعیین تناسب اراضی از طریق ارزش‌گذاری پهنه سرزمین است. زیرا در نتیجه تلفیق و ترکیب معیارها، بهترین نقطه برای استقرار مراکز و مکان‌های بهینه انتخاب می‌شود. برای ترکیب معیارها روش‌های متفاوتی وجود دارد که منطق فازی (*Fuzzy Logic*)، یا منطق تار و نامعین از جمله مهم‌ترین آن‌ها است. فازی برای اولین بار توسط پروفسور عسکر لطفی‌زاده استاد دانشگاه برکلی امریکا برای اقدام در شرایط عدم اطمینان ارائه شد. درجه‌ی عضویت پذیری، اشتراک و اجتماع، متمم، ضرب، جمع و گاما توان‌های اساسی این مدل تلفیق محسوب می‌شوند. در هر مجموعه فازی مانند A وابستگی یک عضو (X) از مجموعه مرجع به آن، از طریق تابع عضویت آن بصورت رابطه (۱) تعریف می‌شود.

فرمول ۱: $A = \{\mu x\ A(x)\}$. در این رابطه، X عضوی از مجموعه مرجع و $\mu\ A(x)$ درجه وابستگی به مجموعه فازی A می‌باشد (عبادی‌نژاد و همکاران، ۱۳۸۶).

1. *Enhanced Thematic Mapper*
2. *Attribute*
3. *Field*

Archive of SID

www.SID.ir

۱. عملگر ضرب فازی: عملگر ضرب فازی بصورت رابطه‌ی زیر تعریف می‌شود:

فرمول ۲: $\mu = \prod_{i=1}^{i=n} \mu_i$ ؛ که در این رابطه، μ_i بیانگر مقدار عضویت پیکسل در لایه‌ی مربوط به فاکتور i اُم است. همانطور که می‌بینیم مقادیر در نقشه‌ی نهایی کوچک شده است و ترکیب نقشه‌ها دارای اثر کاهشی می‌باشد.

۲. عملگر جمع فازی: عملگر جمع فازی بصورت رابطه‌ی زیر تعریف می‌شود:

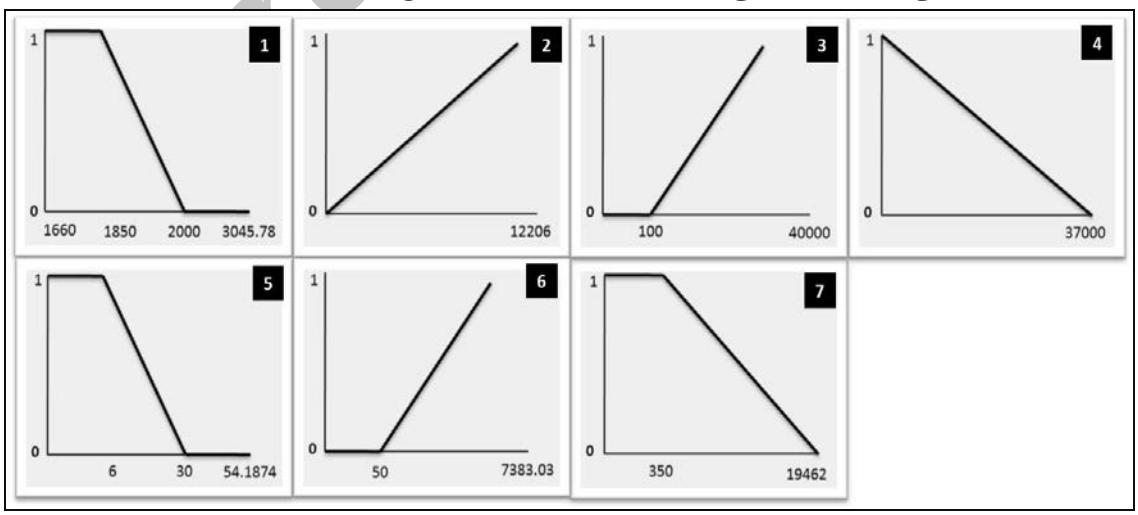
فرمول ۳: $\mu = \prod_{i=1}^{i=n}(1-\mu_i)$ ؛ که در این رابطه نیز همانند بالا μ_i بیانگر مقدار عضویت پیکسل در لایه‌ی مربوط به فاکتور i اُم است. همانطور که می‌بینیم مقادیر در نقشه نهایی بزرگتر شده است و ترکیب نقشه ها دارای اثر افزایشی می‌باشد.

۳. عملگر فازی گاما: عملگر فازی گاما بصورت رابطه زیر تعریف می‌شود:

فرمول۴: $\mu = (\mu \text{ fuzzy sum})^{y} \times (\mu \text{ fuzzy product})^{1-y}$ ؛ در این رابطه نیز، مقدار y عددی بین صفر تا یک تعیین می‌شود. انتخاب آگاهانه‌ی مقدار y سبب پدید آمدن مقادیری در خروجی می‌شود که بیانگر سازگاری قابل انعطاف بین گرایشات کاهشی ضرب و افزایش جمع است. (*jang,2000 & Alesheikh,2008*)

یافته‌های تحقیق:

اصولی که بر اساس آن مکانیابی پهنه‌های مناسب جهت توسعه شهری شناسایی شده و لایه‌های مورد نظر طبق آن بصورت تابع فازی شکل می‌گیرند، شامل: استقرار در مناطق کم شیب، فاصله گرفتن از حریم پرخطر گسل، استقرار در مناطق با ثقل زلزله پایین، نزدیکی به راه ارتباطی، نزدیکی به مناطق مسکونی، مستقر شدن در مناطق کم ارتفاع، استقرار در تیپ‌های اراضی مناسب و واقع شدن در مناطقی با فرسایش‌پذیری کم بوده است. نوع لایه جهت فازی سازی به دو شکل (*feature and raster*) مورد استفاده قرار گرفت. کلیه لایه‌های وکتوری مورد کاربرد در پژوهش حاضر (شامل لایه‌های پتانسیل لرزه خیزی، تیپ اراضی، نرخ فرسایش و مناطق مسکونی) بصورت پلیگونی تهیه گردیدند که پس از دادن ایجاد یک ستون و دادن کدهای ۰ تا ۱، به لایه‌های رستری تبدیل شدند. لایه‌های خروجی در قالب رستر، در یک بازه صفر و یکی قرار داشتند و بدون نیاز به تابع سازی بصورت مستقیم در فرایند ضرب، جبر و گامای فازی دخالت داده شدند. اما برای هریک از لایه‌های اطلاعاتی که از ابتدا در قالب رستر تهیه گردیدند، (شامل لایه‌های مدل رقومی ارتفاع، درصد شیب، آبراهه‌های فرعی، آبراهه‌های اصلی، راه‌های اصلی و گسل) بر اساس مطالعات میدانی و نظر کارشناسی و شناخت روابط و معیارها تابع فازی تعریف گردید. (شکل شماره ۲).

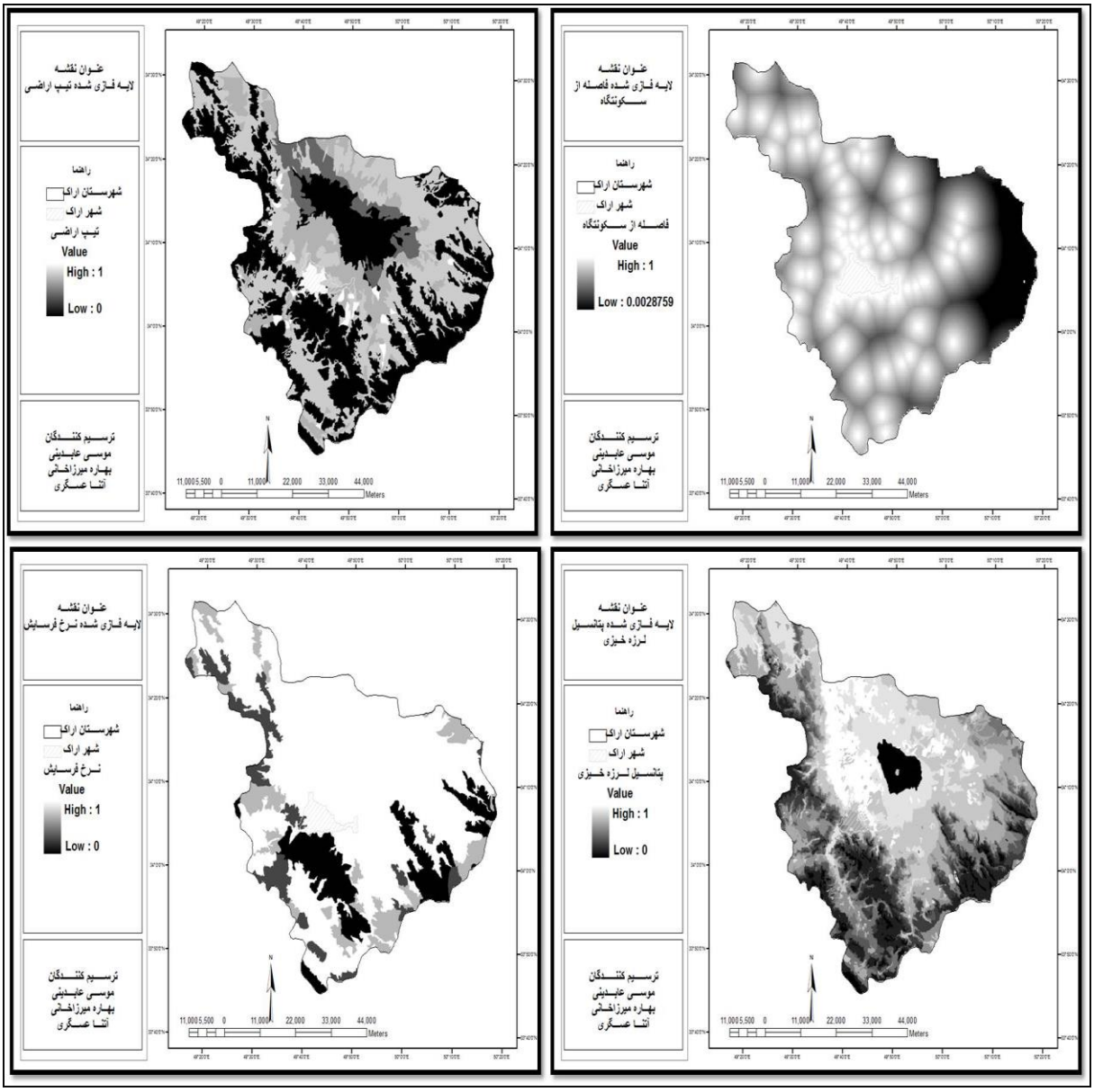


شکل ۲- توابع فازی سازی معیارها ۱- ارتفاع ۲- فاصله از گسل ۳- فاصله از آبراهه اصلی ۴- فاصله از راه ارتباطی ۵- درصد شیب ۶- فاصله از آبراهه فرعی ۷- فاصله از سکونتگاه

Archive of SID

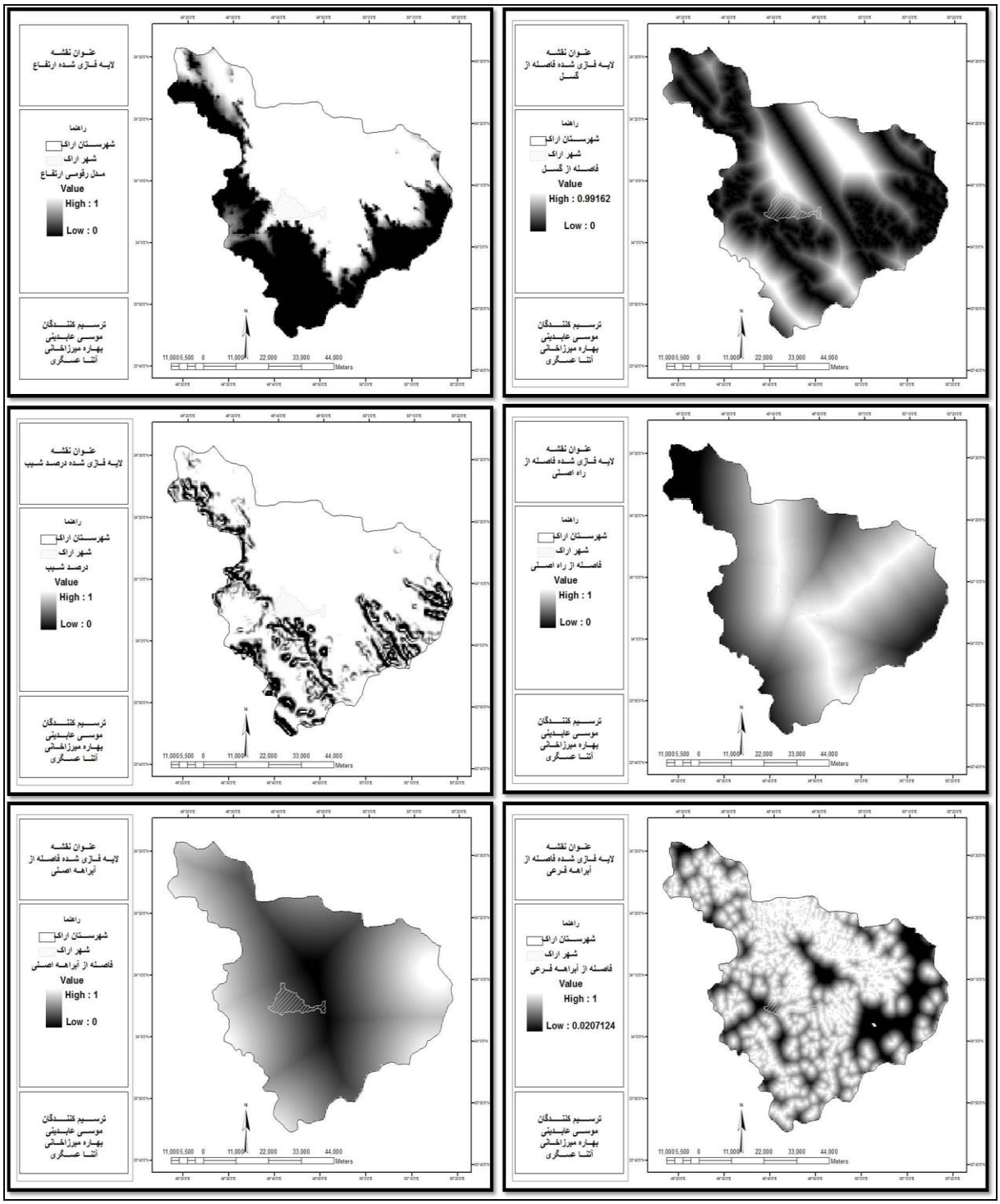
www.SID.ir

در مرحله بعد، هر یک از لایه‌های رستری در محیط نرم‌افزار *GIS* و با استفاده از عملگر (*Raster Calculator*) بصورت لایه‌های استاندارد شده در بازه صفر و یکی درآمدند. با توجه به نکات در نظر گرفته شده هر لایه خروجی بیانگر محدودیت‌ها و فرصت‌های پیش رو در موضوع مورد مطالعه بودند. (شکل شماره ۳).



شکل ۳- لایه های فازی شده براساس توابع فازی: ۱- فاصله از سکونتگاه ۲- میزان فرسایش پذیری ۳-پتانسیل لرزه خیزی

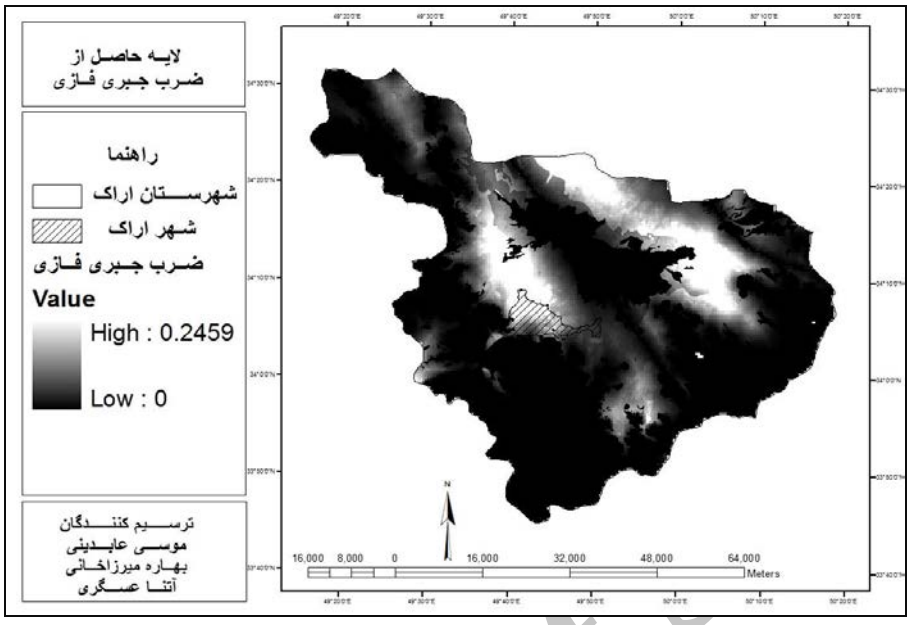
www.SID.ir



ادامه شکل ۳- لایه های فازی شده براساس توابع فازی: ۱- ارتفاع ۲- فاصله از گسل ۳- درصد شیب ۴- فاصله از راه اصلی ۵- فاصله از آبراهه اصلی ۶- فاصله از آبراهه فرعی ۷- تیپ اراضی

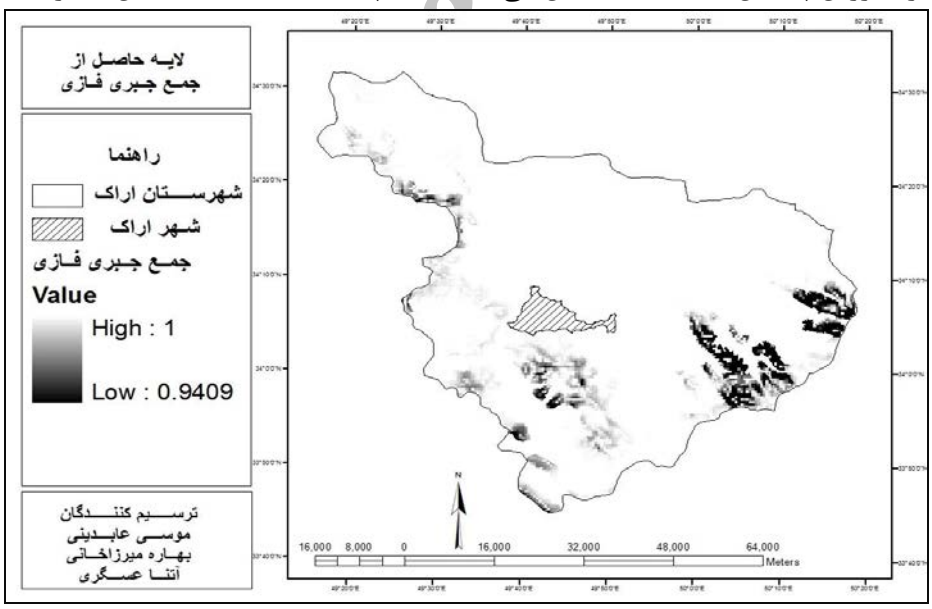
www.SID.ir

در ادامه تحقیق ضرب فازی تمامی عوامل وزنی مؤثر در پهنه‌بندی ژئومورفولوژیکی شهرستان اراک در هم ضرب شدند. (شکل شماره ۴).



شکل ۴- لایه حاصل از ضرب جبری فازی

در جمع جبری فازی متمم ضرب متمم مجموعه محاسبه می‌شود. به همین دلیل در نقشه خروجی برخلاف ضرب جبری فازی ارزش پیکسل‌ها به سمت ۱ میل می‌کند (حامد پناه، ۱۳۷۹: ۱۲۶). (شکل شماره ۵).

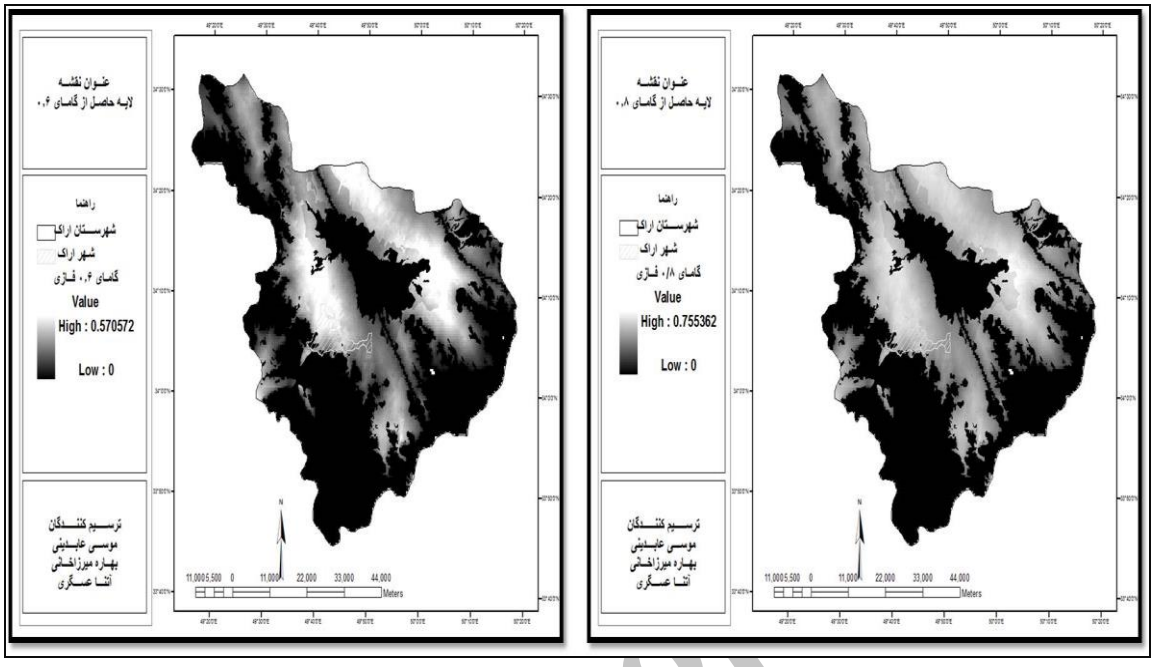


شکل ۵- لایه حاصل از جمع جبری فازی

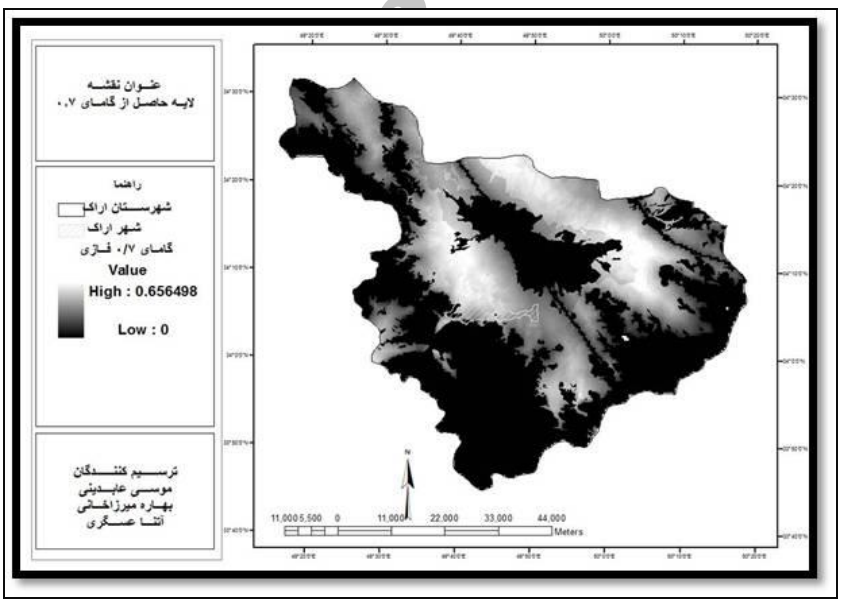
جهت تعدیل حساسیت خیلی بالای عملگر فازی ضرب و حساسیت خیلی کم فازی جمع، عملگر دیگری به نام فازی گاما معرفی شده است که حد فاصل بین این دو عملگر عمل می‌کند. (شکل شماره ۶). برای انتخاب گامای مناسب جهت انتخاب لایه نهایی لازم است با توجه به وضع موجود شهرستان و در نظر گرفتن پهنه‌های مناسب آن در ارتباط با پهنه‌های مناسب هر کدام از مقادیر مختلف گاما مطابقت صورت گیرد. محاسبه و مقایسه نقشه‌های

www.SID.ir

حاصل از اعمال گاماهای فازی و انطباق آنها با لایه‌های کاربری زمین و زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه بیانگر آن بود که لایه حاصل از عملگر گامای فازی ۰/۷می‌تواند بهترین پیشنهاد برای توسعه مراکز جمعیتی واقع در شهرستان اراک باشد.



شکل ۶- به ترتیب از چپ به راست؛ لایه های حاصل از گامای۰/۶ و ۰/۸



ادامه شکل ۶- لایه حاصل از گامای۰/۷

در مقایسه لایه‌های نهایی حاصل از مقادیر ۰/۸ ،۰/۷ و ۰/۶ گامای فازی مشخص شد که گامای ۰/۷ فازی بیشترین انطباق را با وضعیت مناسب توسعه کنونی مراکز جمعیتی شهرستان اراک (و به خصوص شهر اراک) دارد. (شکل شماره ۷) در حالی‌که در گامای ۰/۸ فازی، پهنه‌های مناسب در بیشتر نقاط با مناطق مخاطراتی تلاقی دارند و در گامای فازی ۰/۶ نیز درصد کمتری از مناطق مستعد، جهت توسعه فیزیکی شهرها در نظر گرفته شده است؛ بطور

www.SID.ir

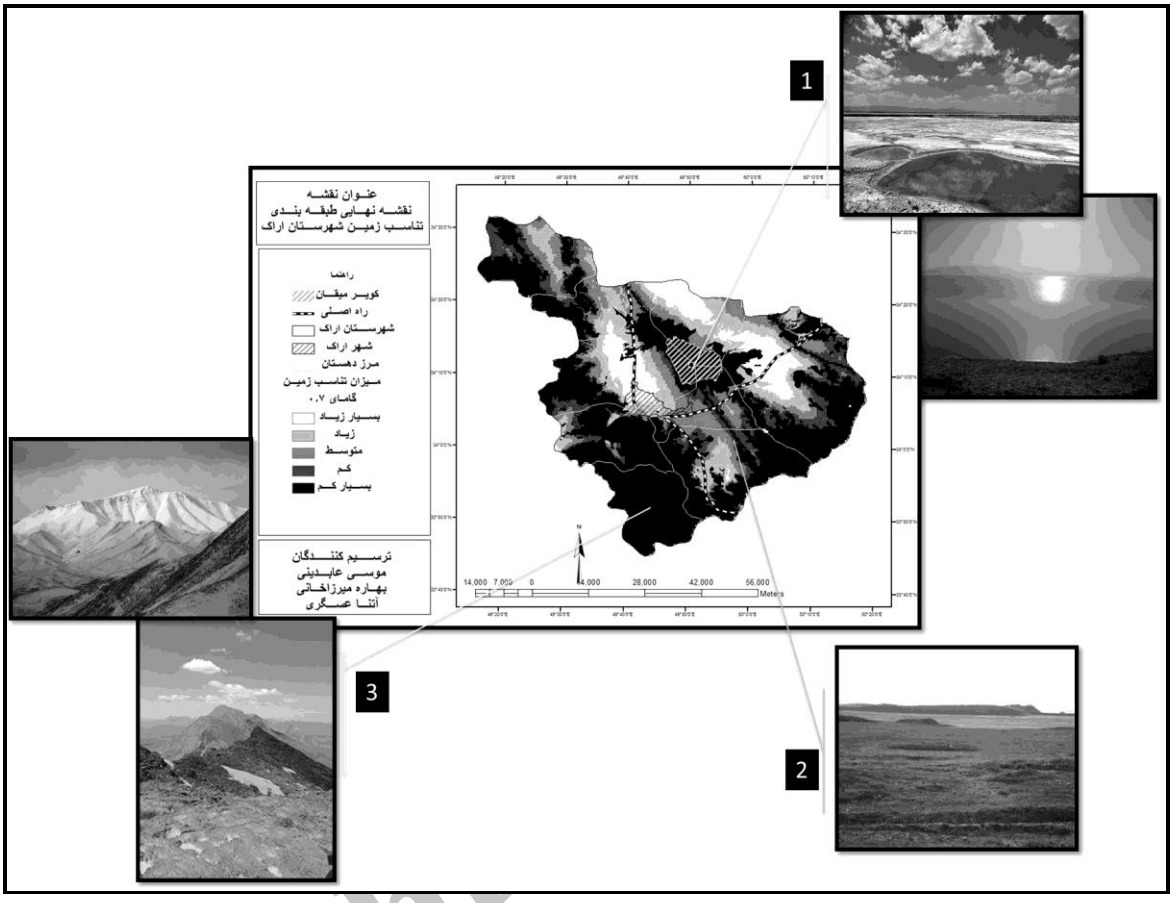
مثال در لایه مربوط به این گاما، بخش بزرگی از نیمه جنوبی شهر اراک برای توسعه نامناسب تلقی شده است. وضعیت کنونی شهرستان حاکی از آن است که از میان دهستان‌های واقع در شهرستان مورد مطالعه، شمس‌آباد، به دلیل شیب و ارتفاع نامناسب و نامساعد بودن از لحاظ نوع تیپ اراضی (اراضی فلاتی و کوهستانی و وجود شیب‌های واریزه‌ای)، و معصومیه، به دلیل استقرار در نزدیکی گسل تبرته و هم جواری با کویر میقان (تیپ شوره زار) و زهکشی نامناسب به علت شیب بسیار کم، از تناسب پایینی برخوردار هستند. بخش‌های با تناسب کم نیز در بخش میانی شهرستان با مناطق نزدیک به گسل‌های تلخاب و تبرته و هم چنین بخشی از حاشیه پلایای میقان که حداکثر تمرکز سیلاب را در خود نهفته است و سطح آب زیرزمینی در آن بسیار بالاست (و بنابراین ساخت و ساز در آن نشست زمین را به دنبال خواهد داشت)، مطابقت دارد. هم چنین تناسب کم در بخش‌هایی که در حاشیه مناطق کوهستانی پرشیب و مرتفع و یا روی زمین‌هایی با که با پهنه‌های واریزه‌ای منطبق هستند، نیز رؤیت می‌شود. پهنه‌های با تناسب متوسط در شهرستان، شامل مناطقی می‌باشند که دو و یا چند فاکتور متضاد در جوار آنها واقع شده است، به عنوان مثال در مورد جنوب شرقی شهر اراک وجود گسل تبرته و هم چنین استقرار در نزدیکی صنایع (به عنوان عوامل منفی) و از طرفی اهمیت نزدیکی به راههای ارتباطی، شیب و ارتفاع مناسب (به عنوان عوامل مثبت و تأثیرگذار) باعث شده است تا در نقشه نهایی تناسب متوسط برای منطقه مذکور در نظر گرفته شود. بر اساس نقشه نهایی تناسب زمین (بر اساس گامای ۰/۷)، بخش بزرگی از شهر اراک از لحاظ کاربری، پهنه بسیار مناسبی برای استقرار شهر به حساب می‌آید و تنها بخش کوچکی از جنوب شهر اراک به دلیل قرار گرفتن در حریم گسل، شیب و ارتفاع زیاد تناسب متوسط را نشان می‌دهد و بخشی نیز در غرب به دلیل ارتفاع و شیب زیاد دارای تناسب بسیار نامناسب است (منطقه باغ خلج شهر اراک). براساس نقشه نهایی، کویر میقان به همراه بخشی از حریم خود برای توسعه شهر نامناسب تشخیص داده شده است و این به دلیل بالا بودن سطح آب زیرزمینی در محدوده کویر (۱ متری از سطح زمین)، می‌باشد. بنابراین توسعه شهر اراک در شرق و شمال شرق باید با توجه به کاربری نامناسب (شوره زار بودن زمین)، لرزه‌خیزی منطقه، نوع گسل‌های فشاری پرانرژی، گسترش کویر میقان، کمبود آب و پایین رفتن سطح آکفیر محدود گردد. همانطور که در شکل شماره ۷ قابل مشاهده است؛ ۳ پهنه ژئومورفولوژیکی به عنوان گستره‌های بحرانی بر نتایج حاصل از تحلیل تناسب زمین، بیشتر از سایر عوامل، تأثیرگذار بوده‌اند که در ذیل به تفصیل به بیان آنها خواهیم پرداخت: ۱. پلایای میقان: این پلایا با مساحت ۱۲۹ کیلومتر مربع در شمال شرق شهر اراک واقع شده است و حوضه‌ای با مساحت بیش از ۵۰۰۰ کیلومتر مربع را زهکشی می‌کند و نقش بسیار مؤثری را در سرنوشت توسعه فضایی هریک از شهرها و دهستان‌های مجاور خود ایفا می‌کند. سه بخش ژئومورفولوژیکی در حال حاضر در پلایای مذکور قابل مشاهده است: الف: دریاچه (تالاب میقان): دریاچه فصلی میقان با مساحتی متغیر، در رقوم ارتفاعی ۱۶۶۰ تا ۱۷۰۰ متر از سطح دریا و مربوط به دوره کواترنر است. در فصول گرم سال بخشی از دریاچه کاملاً خشک می‌شود و در قشر نمکی آن، پدیده چند ضلعی[1] شدن قشر به وضوح به چشم می‌خورد، بطوری‌که قطر برخی از این چند ضلعی‌ها به ۶۰ متر نیز می‌رسد (گروه مطالعاتی هامون،۱۳۷۰) ب: رسوب‌های تبخیری: این اراضی شامل اراضی مسطح (شیب کمتر از ۰/۵ درصد) و گود افتاده ایست که هیچگونه مسیل فرسایشی فعال در آن وجود ندارد و آب-های سطحی قبل از ورود به آن در زمین نفوذ می‌کنند. ج: رسوب‌های سیلابی: مشتمل بر رسوب‌هایی که از سیلاب-های متعدد ترسیب شده‌اند و دارای بافت‌های گوناگون (بدون سنگریزه) شده‌اند. بطور کلی می‌توان گفت خاک‌های مجاور داودآباد، ده نمک، ویسمه، میقان، راهزان، طرمزد و مبارک آباد شور بوده و پوشش گیاهی ضعیف و تنک دارند

1 .Polxgons

Archive of SID

www.SID.ir

و گیاهان نمک دوست (هالوفیت‌ها) در این خاک‌ها می‌رویند. مهم‌ترین کانی خاک‌های شور مونموریونیت، میکا، کلریت،کوارتز است (قهرودی و همکاران،۱۳۹۱). علت گسترش خاک‌های شور اطراف کویر ناشی از بالابودن سطح آب زیرزمینی، ورود هرزآب‌ها به کویر و آبیاری اراضی می‌باشد (بغدادی، ۱۳۶۶).



شکل ۷- نقشه نهایی طبقه بندی تناسب زمین شهرستان اراک. عکس ها به ترتیب: ۱-پلایای میقان ۲- تراست توزلوگل در مجاورت روستای طرمزد ۳-کوههای سفید کوه و شهباز

۲. سیستم گسل ها: الف) گسل تبرته ب) گسل تلخاب ج) گسل توزلوگل**۳. توده ارتفاعات جنوب غرب:** در قسمت جنوب غربی، ارتفاعات ساکی، ساری سر، خونسار، شاهسوار و سفیدخانی قرار دارند که علاوه بر ارتفاع و شیب بسیار زیاد، واریزه های بادبزنی شکل سنگریزه دار (مشتمل بر اراضی است که معمولاً با شیب آرام تا متوسط در دامنه کوه‌ها و تپه‌ها بوسیله جریان‌های فصلی مسیل‌ها رسوبگذاری شده‌اند. اراضی این تیپ عموماً پر از سنگریزه‌های زاویه‌دار است[1]). را نیز در خود جای داده‌اند. لندفرم غالب دیگری که در جنوب غرب شهرستان مشاهده می‌شود تیپ فلات است. در این لندفرم‌ها زمین تا حدود ۳۰ درصد شیب دارد و دارای سنگریزه زیاد است.

نتیجه‌گیری:

نتایج حاکی از آن بود که لایه حاصل از گامای ۰/۷ فازی به سبب داشتن حداکثر انطباق با مناطق مستعد و کم خطر محدوده کنونی مراکز جمعیتی واقع در شهرستان اراک، به عنوان مناسب‌ترین لایه پهنه‌بندی تناسب زمین در منطقه مورد مطالعه معرفی گردید. لایه نامبرده با روش شکستگی‌های طبیعی در محیط نرم‌افزار *GIS* به ۵ طبقه

[1] -*Gravelly Colluvial Fans*

www.SID.ir

تقسیم و مشخص شد که بخشی از منطقه مورد مطالعه با مساحت ۹۳۳ کیلومتر مربع دارای حداکثر قابلیت توسعه فضایی (طبقات با تناسب زیاد و بسیار زیاد) را در آینده دارا خواهد بود. البته باید این نکته را نیز خاطر نشان کرد که به دلیل حضور مهم و پررنگ برخی پدیده‌های ژئومورفولوژیکی (اعم از پلایای میقان، توده کوهستانی جنوب غربی شهرستان و هم چنین وجود گسل‌های تلخاب، تبرته و توزلوگل) و نقش غیرقابل انکار آنها بر روی سطح آب زیرزمینی، شکل گیری برخی تیپ‌های خاص اراضی (هم چون سطوح واریزه‌ای و یا شوره‌زارها)، شکل‌گیری نوع خاصی از رسوبات و خاک‌ها (مانند رسوبات تبخیری) و افزایش پتانسیل لرزه‌خیزی و یا بالا رفتن نرخ فرسایش و ... موجب شده است تا بخش بزرگی از شهرستان نامبرده که مشتمل بر مساحتی بالغ بر ۲۵۷۸ کیلومتر مربع می‌شود، در رابطه با امر توسعه فضایی، در طبقات با تناسب کم و بسیار کم قرار گیرند. آنچه از نتایج پژوهش حاضر بدست آمد نشان داد؛ شهرستان اراک دارای دو هسته اصلی در غرب و شرق شهرستان برای توسعه فضایی مراکز شهری (شهرهای اراک و داوودآباد) است و از آنجایی‌که در حال حاضر فقط ۴ درصد اراضی استان مرکزی به فعالیت‌های کشاورزی اختصاص یافته است، می‌توان در عرصه شهرستان، با تغییر کاربری بهینه در برخی بخش‌ها، موجبات توسعه فیزیکی شهرهای بزرگی هم چون اراک را در آینده نزدیک، فراهم آورد. چنان‌که در مورد شهر اراک می‌توان به اراضی شمالی اشاره نمود. بی شک شهر اراک به دلیل استقرار صنایع آلاینده در دو جهت غربی و شرقی، در آینده در دو جهت نامبرده قادر به توسعه فضایی نخواهد بود؛ چنانکه صنایع پتروشیمی و پالایشگاه در شرق و بسیاری از صنایع سنگین و نیمه سنگین و هم چنین شهرک‌های صنعتی (مانند شهرک صنعتی خیرآباد) در غرب شهر، جای گرفته‌اند. این در حالی است که اراضی شمالی شهر، بر اساس مدل منطق فازی و البته پارامترهای ژئومورفولوژیکی بکار گرفته شده برای توسعه آتی شهر مورد مطالعه مناسب تلقی شده‌اند.

منابع و مأخذ:

۱. بهرام سلطانی، کامبیز (۱۳۷۱): مجموعه مباحث و روش های شهرسازی – محیط زیست تهران، چاپ اول، انتشارات فروزش، تهران.

۲. پورجعفر، محمدرضا؛ منتظر الحجه، مهدی؛ رنجبر، احسان و رضا کبیری (۱۳۹۰): «بررسی روند توسعه فیزیکی شهر جدید سهند و تعیین محدودیت‌های مناسب به منظور توسعه آتی آن»، مجله مطالعات و پژوهش های شهری و منطقه‌ای، سال چهارم، شماره ۱۳، اصفهان، صص ۱۱۴-۹۵.

۳. حامدپناه، رضا (۱۳۷۹): «بررسی مکان مناسب پخش سیلاب با استفاده از پردازش تصاویر ماهواره ای و سامانه اطلاعات جغرافیایی در حوزه طغرود قم»، پایان نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری، مرکز پژوهش های کویری و بیابانی، دانشگاه تهران.

۴. حسینی، سید هادی و مرتضی چینی چیان (۱۳۹۰): «تحلیلی از ویژگی های اسکان غیررسمی در شهر اراک؛ محله های باغ خلج و شهرک علی ابن ابیطالب (ع)»، مجله پژوهش و برنامه ریزی شهری، سال دوم، شماره پنجم، مرودشت، صص ۸۲-۵۷.

۵. حسینی، سیدعلی؛ ویسی، رضا و مریم محمدی (۱۳۹۱): «پهنه بندی جغرافیایی محدودیت های توسعه کالبدی شهر رشت با استفاده از *GIS*»، چهارمین کنفرانس برنامه ریزی و مدیریت شهری، مشهد، صص ۱۷-۱.

Archive of SID

www.SID.ir

۶. حسینی، هاشم؛ امیر صفاری، امیرکرم؛ قنواتی، عزت‌اله و ابراهیم جاوید بهشتی (۱۳۹۰): «ارزیابی و مکانیابی جهات توسعه فیزیکی شهر با استفاده از مدل منطق فازی مطالعه موردی: شهر دیواندره»، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، جلد ۲۰، شماره ۲۳، تهران، صص ۸۵-۶۱.
۷. حیدری نژاد، سعید و حجت اله رنجبر (۱۳۹۱): «مکانیابی گمانه های اکتشافی در کانسار دره زار با استفاده از منطق فازی»، مجموعه مقالات پانزدهمین کنفرانس ژئوفیزیک ایران، تهران، صص ۹-۵.
۸. سرور، رحیم (۱۳۸۴): برنامه ریزی کاربری اراضی در طر حهای توسعه و عمران ناحیه ای، انتشارات گنج هنر، چاپ اول، تهران.
۹. شمس، مجید و پریسا حجی ملایری (۱۳۸۸): «توسعه فیزیکی و تاثیر آن در تغییرات کاربری اراضی شهر ملایر (۸۵ و ۱۳۶۵)»، فصلنامه جغرافیایی آمایش، شماره ۷، ملایر صص ۷۶-۶۱.
۱۰. قهرودی، منیژه؛ میرزاخانی، بهاره و آتنا عسگری (۱۳۹۱): «پدیده کویرزایی در تالاب های ایران، نمونه موردی: پلایای میقان»، مجله جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره ۴، مشهد، صص ۱۱۱-۹۷.
۱۱. عبادی نژاد، سید علی؛ یمانی، مجتبی؛ مقصودی، مهران و صمد شادفر (۱۳۸۶): «ارزیابی کارایی عملگرهای منطق فازی در تعیین توانمندی زمین لغزش (مطالعه موردی: حوزه آبخیز شیرود)»، مجله علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، شماره ۲، تهران، صص ۳۹-۴۴.
۱۲. کرم، امیر (۱۳۹۰): «پهنه بندی پتانسیل رخداد زمین لغزش در ارتفاعات شمال غرب کلانشهر تهران با استفاده از مدل فازی و سیستم اطلاعات جغرافیایی»، سمینار تحلیل فضایی مخاطرات محیطی کلانشهر تهران، تهران.
۱۳. مقیمی، ابراهیم و امیر صفاری (۱۳۸۷): «ارزیابی ژئومورفولوژیکی توسعه شهری در قلمروی حوضه های زهکشی سطحی مطالعه موردی: کلان شهر تهران»، فصلنامه مدرس علوم انسانی، دوره ۱۴، شماره ۱، تهران، صص ۳۲-۱.
۱۴. واحدیان بیکی، لیلا؛ پوراحمد، احمد و فرانک سیف الدینی (۱۳۹۰): «اثر توسعه فیزیکی شهر تهران بر تغییر کاربری اراضی منطقه ۵»، فصلنامه نگرش های نو در جغرافیای انسانی، سال چهارم، شماره ۱، گرمسار، صص ۴۶-۲۹.

15. Ale sheikh, A., Soltani, M., Nouri, N., Khalilzadeh, M, (2008): Land Assessment for Flood Spreading Site Selection Using Geospatial Information System, International Journal of Environmental Science and Technology, Vole .5, No .4, 455-462.

16. Egger, S, (2005): Determining a sustainable city model. Environmental Modeling & Software.

17. Hanson, S, Nicholls, R. J., Balson, P., Brown, I., French, J., Spencer, T and Sutherland, W (2010): Capturing coastal geomorphological change within regional integrated assessment: an outcome-driven fuzzy logic approach. Journal of Coastal Research, 26, (5), 831-842.

18. Juang, C.H, X.H, Huang, R.D, Holtz, and Chen,J.W. (1996): Determining of relative density of sands from CPT using fuzzy sets. Journal of Geotechnical Engineering 122(1), 1- 16.

Archive of SID

www.SID.ir

19. *Jiang, H. and Eastman, R, (2000): Application of fuzzy measurement in multi_ criteria evaluation in GIS. International Journal of Geographic Information System, vol.14, No2, pp.173-184.*
20. *Messer Y., (2003): Impact of Remote Sensing & GIS in Management of Cities Futures, Translated by Email Youssef, Urban Management Quarterly, No. 15-16.*
21. *Isaai,M., Kanani,K., Tootoonchi,M., Afzali,H.R, Intelligent timetable evaluation using fuzzy AHP. Expert Systems with Applications 38 (2011): 3718–3723.*
22. *Vahidnia, M.H., Alesheikh, A.A., Alimohammadi, A, Hospital site selection using fuzzy AHP and its derivatives, Journal of Environmental Management 90 (2009): 3048–3056.*
23. *Vickers, M. and Gavin Fleming.2009.Fuzzy logic: identifuing for mineral development.Position IT.*
24. *United Nations settlements program me (UN-HABITAT),(2003): the challenge of slums: global report on human settlements. London: Earth scan.*

Archive of SID

www.SID.ir