مجله کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی وسنجش از دوردر برنامه ریزی،دوره ۹، شماره ۲ ،تابستان ۹۷

موقعیت‌یابی مناسب جهت توسعه فیزیکی شهر با استفاده از مدل AHP و منطق فازی در محیط GIS (نمونه موردی: شهر شهرکرد)

میثم محرمی[۱]، حامد خانی پردنجانی[۲]، علی رضایی فرهادآباد[۳]

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۵/۱۰ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۷/۶/۱۵

صفحات: ۸۲-۷۲

چکیده

توسعه روزافزون شهرها باعث بروز مشکلات بسیار جدی در زندگی روزمره بشر می‌شود. از سویی نمی‌توان توسعه شهری را محدود ساخت بلکه باید آن را متناسب با نیازهای امروز و فردای بشر آماده نمود، به گونه‌ای که از وارد آمدن آسیب به محیط‌زیست جلوگیری شود. در این پژوهش سعی شده است با شناسایی ویژگی‌های محیطی، خصوصاً ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی و ارزیابی آن، مکان‌های بهینه برای توسعه شهری شهرکرد مشخص شود. بدین‌منظور از ۱۳ شاخص استفاده گردید و با استفاده از تلفیق دو مدل منطق فازی و AHP ابتدا هر کدام از لایه‌ها در محیط نرم‌افزار ArcGISفازی شدند و بعد از ضرب وزن لایه‌های حاصل از AHP در هر کدام از لایه‌ها، عملگرهای ضرب، جمع فازی و گامای فازی اجرا شد. در نهایت گامای بهینه در ArcGIS به ۵کلاس تناسب تقسیم‌بندی گردید. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که ۱۶/۵درصد منطقه مورد مطالعه در کلاس بسیار مناسب قرار دارد و ۹ درصد از منطقه‌هدر کلاس بسیار نامناسب قرار می‌گیرد. نقشه حاصل از مدل مذکور نواحیبا احتمال گسترش فضایی برمبنای روند گذشته را مشخص نموده و نواحی مناسب برای گسترش آتی را نیز ارائه کرده است. بر این مبنا نواحی شرقی، شمالی و جنوب شرقی شهر شهرکرد مناسب‌ترین نواحی برای گسترش آتی شهر می‌باشند.

واژگان کلیدی: توسعه فیزیکی شهر،شهرکرد، منطق فازی،AHP، GIS.

[۱] کارشناس ارشد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشگاه تبریزa.moharramimeisam@yahoo.com

[۲] کارشناس ارشد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی تهران؛ Hamedkhanigis@gmail.com

[۳] کارشناس ارشد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی تهران؛ Homayounfar1990@gmail.com

مقدمه

شهرها در طول دوره رشد و گسترش خود فراز و نشیب‌های زیادی را پشت سر می‌گذارند و با موانع و مشکلات مختلفی روبرو می‌شوند. شهرها هر اندازه گستردگی فیزیکی داشته باشند، به‌همان میزان با موانع توپوگرافی و ژئومورفولوژی بیشتری مواجه خواهند شد (فلاح‌پور و آزادمرد، ۱۳۹۵). امروزه در بسیاری از نقاط دنیا شهرنشینی شتاب یافته است که در واقع چهره زمین را تغییر می‌دهد (کوهن[1]، ۲۰۰۴). برنامه‌ریزی شهری، ضرورتاً با شکل‌دهی آینده سروکار دارد (وی‌وارد[2]، ۲۰۰۴). توسعه فیزیکی شهر فرآیندی است که طی آن محدوده‌های فیزیکی شهر و فضاهای کالبدی آن در ابعاد افقی و عمودی در طول زمان از نظر کمی و کیفی افزایش می‌یابند (غفاری، ۱۳۸۹). در حال حاضر اکثر شهرها به خاطر محدودیت‌های فیزیکی توسعه شهری، با مقوله توسعه فیزیکی درگیرند. توسعه فیزیکی ناموزون اکثر شهرها در سال‌های اخیر مشکلات اساسی را در ساختار فضایی شهرها پدید آورده است. لذا شناخت عوامل مؤثر بر این رشد در جهت هدایت رشد آتی شهرها از جمله ضروریات برنامه‌ریزی توسعه پایدار شهرهاست (پورمحمدی و عبدی قروچای، ۱۳۹۲).امروزه رشد بی‌رویه جمعیت، صنعتی شدن شهرها، توسعه اقتصادی، اعمال سیاست‌های اقتصادی ویژه از سوی دولت‌ها و مهاجرت روستاییان به شهرها سببگسترش سریع مناطق شهری شده است (کایا و کوران[3]، ۲۰۰۶). چگونگی رشد هر شهر به محدودیت‌ها، به‌ویژه محدودیت‌های طبیعی بستگی دارد (رهنما و عباس‌زاده، ۱۳۸۷). افزایش سریع پراکندگی شهری در بسیاری از کشورهای دنیا به علت اثرات زیان‌بار بر روی محیط تبدیل به یک مشکل بزرگ شده است (جاگر و همکاران[4]، ۲۰۱۰). لذا مهم‌ترین مسأله‌ای که در برابر توسعه شهری قرار می‌گیرد، مکان توسعه آتی آن‌ها می‌باشد (روی و همکاران[5]، ۲۰۱۲). افزایش جمعیت شهری، موجب تغییر در شیوه زندگی مردم می‌شود که در آن، کاربری زمین تغییر می‌کند (پولیزوس و تسیوتاس[6]، ۲۰۱۲). جمعیت شهری ایران نیز طی دهه‌های اخیر به خاطر دو عامل مهاجرت و رشد فزآینده جمعیت افزایش فراوانی یافته است، به‌طوری که جمعیت مهاجر عمدتاً در حاشیه شهرها اسکان یافته‌اند (ابراهیم‌زاده و همکاران، ۱۳۸۹). در نتیجه این شتاب‌زدگی و گسترش بی‌ضابطه، مرغوب‌ترین اراضی کشاورزی اطراف شهرها به زیرساخت و سازه‌های شهری هدایت شده است (باتیسانی و یارنال[7]، ۲۰۰۹). گاهی برنامه‌ریزی شهری به معنای برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری قلمداد می‌شود (هوتچیسن[8]، ۲۰۰۹). کنترل و هدایت چنین توسعه‌ای نیاز به تعیین و انتخاب مکان بهینه جهت توسعه آتی شهری با رعایت اصول و معیارهای جهت‌یابی بهینه توسعه دارد (ژائو، ۲۰۱۰). تعیین اصول دقیق مکانیابی توسعه فیزیکی شهر به‌دلیل ماهیت پویای مسائل شهری اگرچه غیر ممکن نیست ولی بدون تردید بسیار دشوار می‌باشد. آنچه در این پژوهش مورد بررسی قرار می‌گیرد اصول کلی انتخاب مکانهای دارای محدودیت برای توسعه فیزیکی شهر می‌باشد. باید توجه داشت استفاده از روش‌های سنتی در مکان گزینی بهینه توسعه فیزیکی شهرها کاراییلازمرا برای شهرها و مناطق شهری نداشته و لازم می‌باشد از روش‌های مناسب‌تر علمی برای این منظور استفاده گردد (نظریان و همکاران، ۱۳۸۴). رشد وتوسعه شهرها و گسترش شبکه‌های وسیع امکانات شهری،

[1]Cohen
[2]V. Ward
[3]Kaya & Curran
[4]Jaeger et al
[5]Roy et al
[6]Polyzos &Tsiotas
[7]Batisani & Yarnal
[8]Hutchison

توزیع و تراکم جمعیت، کاربری زمین و بسیاری موارد نظیر این، چنان بر پیچیدگی این برنامه‌ریزی افزوده که چاره‌ای جز استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)[1]برای گردآوری اطلاعات و پردازش آنها در قالب تئوری‌های جدید مدیریتی و برنامه‌ریزی شهری وجود ندارد (فرجی سبکبار و ثنائی‌نژاد، ۱۳۸۱). در سال‌های اخیر روشن شده است که روش‌های بهره-گیری از GISدر کنار کاربرد مؤثر داده‌های رقومی جدید، قادر به دمیدن روح تازه‌ای در نظریه‌های مدل-سازی توسعه شهری در تعیین خط مشی‌های برنامه-ریزی شده است (والک موسیال و زاگاجو[2]، ۱۹۹۹).

با توجه به مطالب ذکر شده تاکنون، می‌توان گفت امروزه استفاده از GISبه‌عنوان بخش مهمی از برنامه-ریزی شهری محسوب می‌شود و استفاده از آن برای تعیین جهت توسعه فیزیکی شهر ضروری می‌باشد. ضرورت این پژوهش از آنجا ناشی می‌شود که برنامه-ریزی نامناسب برای توسعه فیزیکی شهر باعث از بین رفتن منابع و هزینه‌ها می‌شود، و استفاده از GISدر این راستا می‌تواند با دخالت عوامل مختلف در برنامه-ریزی توسعه فیزیکی شهر باعث بهبود تصمیم‌گیری در این راستا و کاهش هزینه‌ها گردد. در مطالعه حاضر در ارزیابی زمین برای کاربری توسعه شـهری از تلفیـق دو مـدل فـازی و فرآینـد تحلیـل سلسله مراتبی(AHP)[3] استفاده شده است. فرآیند تحلیل سلسـله مراتبـی از جـامع‌تـرین مـدل‌هـای طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه می-باشد، زیرا این مدل امکان فرموله کردن مسـأله را بـا در نظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی به صورت سلسله مراتبی فراهم می‌کند، ایـن فرآینـد گزینـه‌هـای مختلف را در تصمیم‌گیری دخالت می‌دهد و امکان تحلیل حساسیت روی معیارها و زیـر معیـارهـای مختلـف کمی و کیفی را در مسأله دارد. دراین تحقیق سعی بر آن شده تا با استفاده از روش‌ها و تکنیک‌های جدید ،بهینه‌ترین مکان برای توسعه فیزیکی شهر شهرکرد نمایش داده شود. تحقیقات مشابهی که در این زمینه انجام گرفته است عبارتند از:

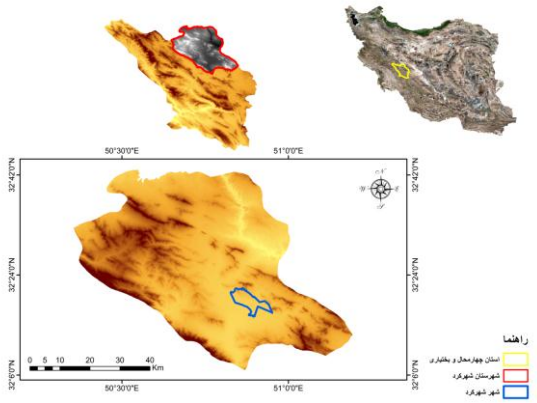
نظریان و همکاران (۱۳۸۵) در تحقیقی به تعیین جهت توسعه فیزیکی شهر اندیمشک با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای و سیستم اطلاعات جغرافیایی پرداختند. آنها ابتدا مراحل توسعه شهر و مساحت اضافه شده به آن را بین سال‌های ۱۳۳۴ تا ۱۳۸۲ بررسی کردند، در ادامه با مشخص کردن پارامترهای قابل مطالعه در تعیین قابلیت اراضی جهت توسعه شهری و همپوشانی آنها، جهت توسعه شهر و مساحتی که تا سال ۱۴۰۸ به آن اضافه خواهد شد تعیین گردید. نتایج نشان می‌دهد توسعه شهر اندیمشک به سمت شرق، شمال شرق و شمال خواهد بود. امیدوار و هاتفی (۱۳۹۱) در پژوهشی به بررسی توسعه فیزیکی شهر اردکان و تعیین جهت‌های توسعه آن پرداختند. آنها بدین‌منظور متغیرهای مختلفی مانند راه‌های ارتباطی، شبکه آبرسانی، عوامل اقتصادی، مذهب، سیاست و مدیریت شهری را مد نظر قرار دادند. نتایج تحقیق نشان می‌دهد شهر اردکان چهار مرحله توسعه را پشت سر گذاشته است که شبکه آبرسانی نقش اساسی را در این زمینه داشته است همچنین به علت محدودیت‌هایی که در بخش-های شمالی، شرقی و جنوبی شهر وجود دارد، توسعه فیزیکی آن به سمت این مناطق نامناسب می‌باشد. خاکپور و همکاران (۱۳۹۴) در پژوهشی به ارزیابی و مکان‌یابی بهینه جهت‌های توسعه فضایی-کالبدی شهر بوکان پرداختند. آنها در این تحقیق با توجه به توسعه شهر بوکان بین سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۵ به مکان‌یابی بهینه برای رشد کالبدی شهر بوکان در سال‌های آتی پرداختند. آنها بدین‌منظور از لایه‌های

[1]Geographical Information System
[2]Wolk-Musial & Zagajew
[3]Analytic Hierarchy Process

خطوط برق فشار قوی، فاصله از روستاهای اطراف، فاصله از زمین‌های سیلابی، آب‌های سطحی، راه‌های ارتباطی، شیب و کاربری اراضی استفاده نمودند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که رشد کالبدی – فضایی شهر بوکان در چند دهه گذشته برنامه‌ریزی شده نبوده و رشد پراکنده‌ای را تجربه کرده است. همچنین مناسب‌ترین اراضی برای رشد کالبدی شهر بوکان، در سمت شرقی و محور جاده بوکان شاهین‌دژ واقع شده است.وتینویک و همکاران[1] (۲۰۱۷) در تحقیقی به بررسی توسعه فیزیکی شهر بلگراد صربستان با استفاده از تحلیل شبکه و GISپرداختند. آنها در این تحقیق با استفاده از معیارهای محیطی، اقتصادی و سیاسی به بررسی روند توسعه آتی شهر بلگراد پرداختند. آنها بدین منظور از تحلیل شبکه مبتنی بر GISاستفاده کرده‌اند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد با توجه به معیارهای مورد استفاده در تحقیق مناطق جنوبی شهر از بیشترین پتانسیل جهت توسعه فیزیکی شهر برخوردار می‌باشد. مونیز و گارسیا[2] (۲۰۱۷) در پژوهشی به بررسی توسعه اخیر شهر خیخون اسپانیا با استفاده از عکس‌های هوایی پرداختند. آنها با استفاده عکس‌های هوایی به بررسی روند تغییرات کالبدی شهر خیخون پرداختند. نتایج این تحقیق نشان دهنده افزایش ساختمان‌های شهری می‌باشد. با توجه به مطالب بیان شده، هدف از این تحقیق موقعیت‌یابی مناسب برای توسعه فیزیکی شهرکرد می‌باشد، برای این منظور از GISو مدل AHPاستفاده شده است و با در نظر گرفتن معیارهای مختلف دخیل در توسعه فیزیکی شهر و تلفیق آن‌ها در GISمکان‌های بهینه برای توسعه فیزیکی شهرکرد مشخص شده است.

منطقهموردمطالعه

منطقه مورد مطالعه این پژوهش، شـهرکرد، مرکـز اسـتان چهارمحـال‌وبختیـاری می‌باشد (شکل شماره ۱). ایـن شهر از لحاظ جغرافیایی بین مختصات ۳۲درجه و ۱۶ دقیقه تا ۳۲ درجه و ۲۱ دقیقه عرض شمالی و ۵۰ درجه و ۴۹ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۵۷ دقیقه طول شرقی قرار دارد. ارتفاع منطقه مورد مطالعه از ۲۰۲۱ تا ۲۳۹۳ متر از سطح دریا متغیر می‌باشد، از نظـر توپوگرافی این محدوده از دو بخش کوهستانی و دشت تشکیل گردیده، بخش اصلی و مرکزی این شهر بر روی دشت قرار دارد و شمال، شمال شرق و شمال غـرب شـهر را ارتفاعـات در بـر مـی‌گیرد. شیب دشـت شـهرکرد و جـایی کـه بخش اصلی و مرکزی شهر در آن استقرار یافتـه بـسیار کـم و حـدود صـفر اسـت، و به سـمت پایکوه‌ها شیب افزایش می‌یابد.اراضی دشت از آبرفت‌های دوره کواترنر تشکیل شده که به‌وسیله شهر و اراضی زراعـی پوشـیده شده و پایکوه‌ها دارای پوشش مرتعی و یا اراضی بایر هستند.



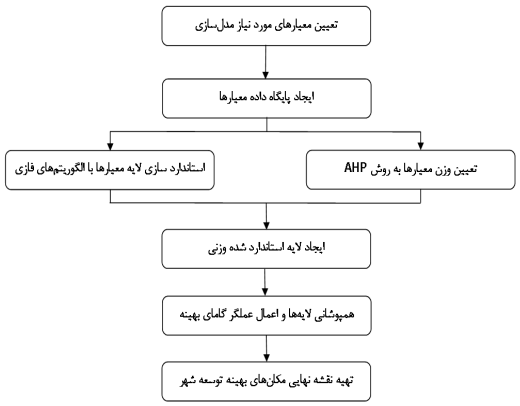
شکل۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه *منبع: نگارندگان*

[1]Cvetinovic et al
[2]Muniz & Garcia

موادوروش‌ها

به منظورتشخیص و تعیین مکان بهینه توسعه شهر،در ابتدا به بررسی و تحلیل ویژگی‌های محیطی شهر پرداخته شد.تعیین معیارهای مؤثردر تعیین مکان بهینه به منظور توسعه شهر و تهیه لایه‌های اطلاعاتی،مرحله بعدی این تحقیق را تشکیل می‌دهد. معیارهای ارزیابی به تبع یک مسأله خاص تعیین می‌شوند و تعداد معیارهای ارزیابی به خصوصیات مسأله تصمیم‌گیری بستگی دارد (مالچفسکی، ۱۳۹۵). در مرحله سوم به تولید لایه‌های اطلاعاتی در محیط GISپرداخته شد، این مراحل فرآیندی است که شامل: اخذ داده، تغییر فرمت، زمین مرجع نمودن تنظیم کردن و مستندسازی داده‌هاست (فرجزاده اصل، ۱۳۹۴). مرحلهچهارم،وزن‌دهیشاخص‌هابهروش AHPمی‌باشد، درمرحلهپنجم، به تلفیقشاخص‌هابااستفادهازمدل‌هایکاربردیدر محیطGISپرداخته شد و در انتها نقشه‌نهاییمناسب‌ترین مکان‌ها به‌منظورتوسعه شهر تهیه گردید.

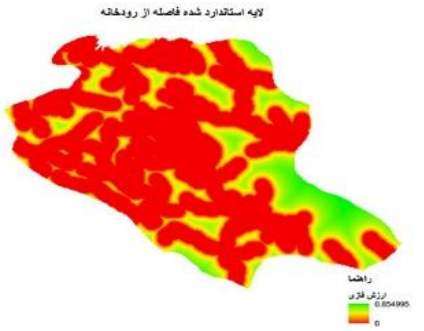
به منظور بررسی و ارزیابی تناسب زمین برای کاربری توسعه شهری با استفاده از پارامترهای محیطی، ۱۳ فاکتور مرتبط شناسایی شدند، این پارامترها عبارت‌انداز: شیب، کاربری اراضی، فاصله از شهر، فاصله از روستا، فاصله از راه‌های ارتباطی، ارتفاع، مناطق سیل‌خیز، فاصله از رودخانه، زمین‌شناسی، شرایط اقلیمی، جهت شیب، مناطق حفاظت شده و زمین لغزش. ابتدا کلیه لایه‌ها زمین مرجع گردیده و با مقیاس مشترک در محیط ArcGISآماده پردازش شده و مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای تعیین اهمیت شاخص‌های مورد نظر جهت ارزیابی تناسب زمین، ابتدا اهمیت نسبی هر کدام از معیارها با استفاده از مدل AHPتوسط نرم‌افزار Expert choice 11 تعیین گردیدند. سپس هر کدام از لایه‌ها توسط عملگرهای فازی استاندارد شده و در بازه عددی صفر تا یک قرار گرفتند. در ادامه با تلفیق مدل AHPو فازی تمام لایه‌های استاندارد شده در هر یک از وزن‌های حاصل از مدل AHPضرب گردیدند و به لایه‌های وزن‌دار فازی تبدیل شدند. سپس همپوشانی لایه‌ها انجام گرفت، در نهایت با استفاده از عملگر گاما نقشه نهایی تناسب زمین برای کاربری توسعه شهر به دست آمد. فلوچارت مراحل کار در شکل شماره ۲ نشان داده شده است.



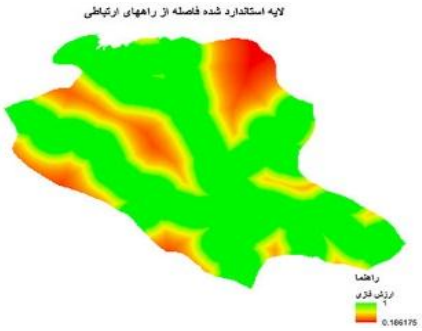
شکل۲: فلوچارت مراحل کار *منبع: نگارندگان*

یافته‌های تحقیق

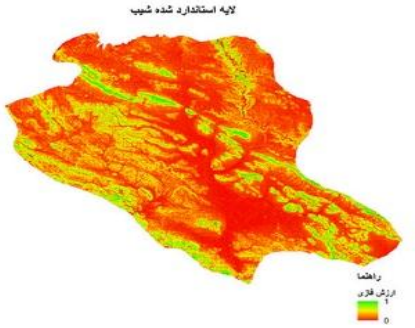
نتایج نقشه‌های استاندارد شده فازی،به‌صورت ارزش عددی با درجات عضویت فازی حد واسط بین صفر تا یک نشان داده می‌شود. به منظور تهیه نقشه‌های استاندارد شده فازی در این تحقیق ،با تعریف توابع عضویت خطی و با توجه به اثر مثبت و یا منفی هر پارامتر و در نظر گرفتن معیرها و ضوابط ارائه شده استفاده گردید. در نهایت خروجی حاصل از هر مرحله،لایه رستری می‌باشد که برای هرلایه اطلاعاتی بر اساس طبقه بندی و ضوابط تعریف شده،ارزش‌هایی بین صفر و یک در نظرگرفته است.



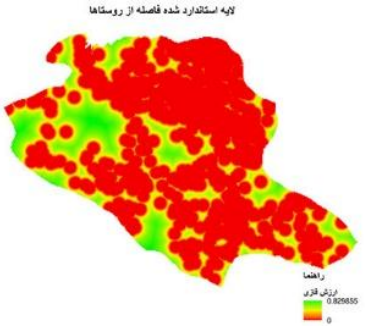
شکل ۳: لایه استاندارد شده فاصله از رودخانه*منبع: نگارندگان*



شکل ۴: لایه استاندارد شده فاصله از راه‌ها*منبع: نگارندگان*

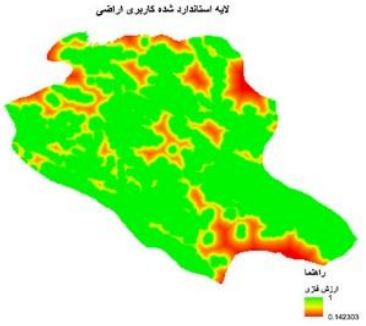


شکل ۵: لایه استاندارد شده شیب*منبع: نگارندگان*



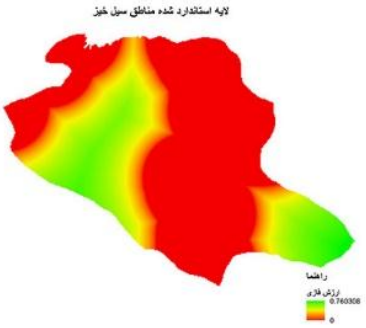
شکل ۶: لایه استاندارد شده فاصله از روستاها*منبع: نگارندگان*

شکل ۷: لایه استاندارد شده زمین شناسی*منبع: نگارندگان*

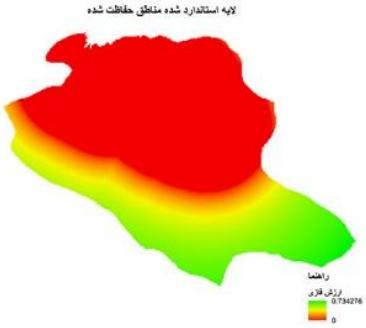


شکل ۸: لایه استاندارد شده کاربری اراضی*منبع: نگارندگان*

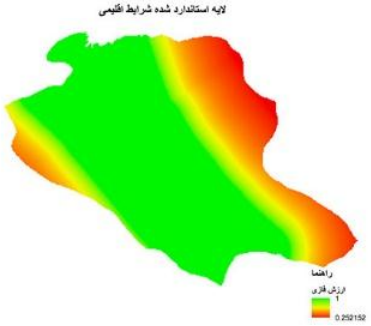
شکل ۹: لایه استاندارد شده زمین لغزش*منبع: نگارندگان*



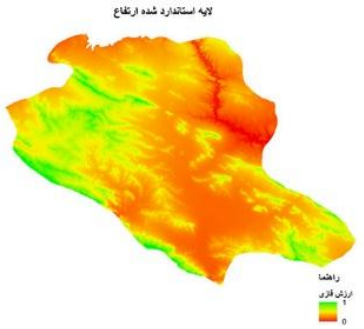
شکل ۱۰: لایه استاندارد شده مناطق سیل خیز*منبع: نگارندگان*



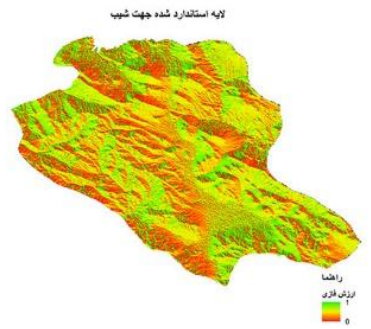
شکل ۱۱: لایه استاندارد مناطق حفاظت شده*منبع: نگارندگان*



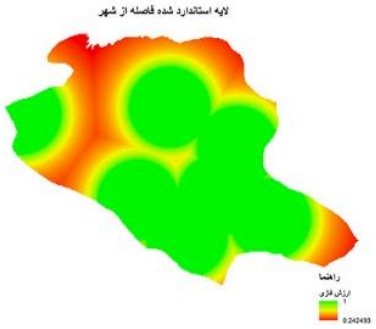
شکل ۱۲: لایه استاندارد شده شرایط اقلیمی*منبع: نگارندگان*



شکل ۱۳: لایه استاندارد شده شرایط اقلیمی*منبع: نگارندگان*



شکل ۱۴: لایه استاندارد شده جهت شیب*منبع: نگارندگان*



شکل ۱۵: لایه استاندارد شده فاصله از شهر*منبع: نگارندگان*

جدول۱: وزن نهایی معیارها*منبع: نگارندگان*

معیار	وزن	معیار	وزن
شیب	۰/۰۷	فاصلهازرودخانه	۰/۰۵
کاربریاراضی	۰/۱۲	زمین‌شناسی	۰/۱
فاصلهازشهر	۰/۱۵	شرایطاقلیمی	۰/۰۵
فاصلهازروستا	۰/۰۶	جهتشیب	۰/۰۳
فاصلهازراه‌ها	۰/۱۳	مناطقحفاظتشده	۰/۰۴
ارتفاع	۰/۰۳	زمینلغزش	۰/۰۹
مناطقسیل‌خیز	۰/۰۸		

درمرحلهوزن‌دهی معیارها، با استفاده از نظر کارشناسان مربوط به مسائل شهری و مدل AHPوزن معیارها محاسبه گردید و همچنین نرخ سازگاری مقایسات زوجی معیارها نیز محاسبه گردید که مقدار آن ۰/۰۷ به دست آمد، این مقدار قابل قبول می‌باشد.

پس از فازی سازی و ضرب و زن معیارها در لایه‌های فازی شده عملگرهای ضرب،جمع و گامای فازی بر روی لایه‌های فازی انجام شد که نتایج آندراشکال ۴ تا ۶ نشان داده شده است. در تلفیق لایه‌ها با استفاده از اپراتور ضرب جبری فازی، به دلیل آنکه ارزش پیکسل‌های هر لایه در عملیات مذکور درهم ضرب می‌شوند به همین جهت این اپراتورحساسیت بالایی در مکان یابی می‌تواند اعمال کند، زیرا ارزش‌های

صفر در تلفیق با سایر ارزش‌ها آنها را صفر نموده و تنها پیکسل‌هایی که در تمامی لایه‌ها ارزشی غیر از صفر داشتند به عنوان مکان‌های قابل بررسی باقی می‌مانند (سلطانی و همکاران[1]، ۲۰۱۱). عمل گر ضرب فازی به صورت رابطه شماره ۱ تعریف می‌شود.

$$\hat{A} \times \hat{B} = \{(x.\mu_{\hat{A}\times\hat{B}}(X)) \, I \, x \in X\} \quad (1)$$

$\hat{A}_9\hat{B}$ مجموعه‌های فازی می‌باشند x زیر مجموعه، مجموعه مرجع Xو $\mu_{\hat{A}\times\hat{B}}$ تابع عضویت مجموعه‌هایA و Bمی‌باشد.

اپراتور جمع جبری فازی درواقع مکمل اپراتور ضرب جبری فازی است. بنابراین همانطور که نقشه حاصل از اجرای اینا پراتورنشان می‌دهد،اثرآن افزایشی است. اثر افزایشی ترکیب چندین قسمت مطلوب از شواهد به طورخودکارتوسط مقدار ماکزیمم یک محدود می‌شود و هرگز از این حد تجاوز نمی‌کند و به‌طورکلی نسبت به عملیات ضرب فازی خوشبینانه‌ترعملمی‌کند. عملگرجمع فازی به صورت رابطه شماره ۲ تعریف می‌شود.

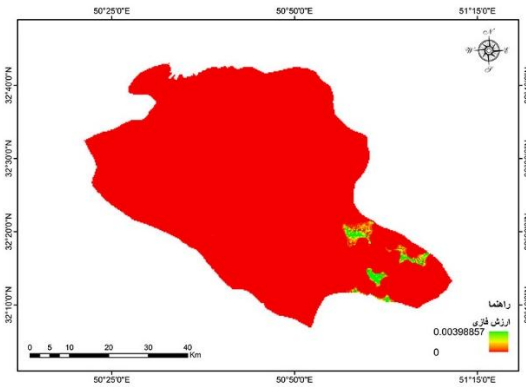
$$\hat{A} + \hat{B} = \{(x.\mu_{\hat{A}+\hat{B}}(X)) \, I \, x \in X\} \quad (2)$$

$\hat{A}_9\hat{B}$ مجموعه‌هایفازیمی‌باشندxزیر مجموعه، مجموعه مرجع Xو $\mu_{\hat{A}\times\hat{B}}$ تابع عضویت مجموعه‌هایAو Bمی‌باشد.

نقشهمنتجدراپراتورگامایفازیازحاصل‌ضرب نتایج دو عملیات ضرب جبری و جمع جبری فازی با دخالت γبه دست آمده است (رابطه شماره ۳).

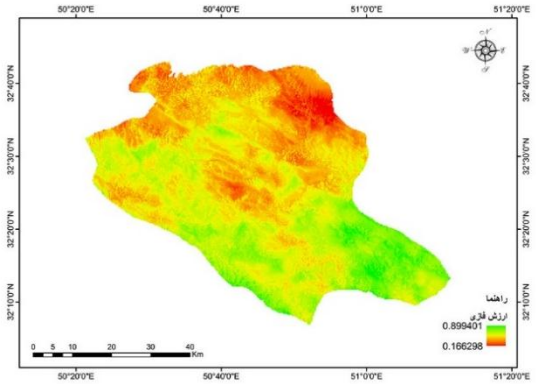
$$\mu_{Combination} = (Fuzzy\ Sum)^{\gamma} \times (Fuzzy\ Multiplication)^{1-\gamma} \quad (3)$$

که در آن γپارامتر انتخاب شده در محدوده (۰و۱) است. وقتی γبرابر ۱ باشد ترکیب همان جمع جبری فازی خواهد بود و وقتی برابر صفر باشد ترکیب برابر با حاصل-ضرب جبری فازی است (بیاتانی، ۱۳۸۷).انتخاب صحیح و آگاهانه γبین صفر و یک مقادیری را در خروجی به وجود می‌آوردکه نشان دهنده سازگاری قابل انعطاف میانگرای شات کاهشی و افزایشی دو عمل گر جمع و ضرب فازی می‌باشند. این عمل گر زمانی استفاده می-شود که اثر برخی شواهدکاهشی و اثربرخی افزایشی باشد (امیری، ۱۳۸۶). با توجه به آنکه تعیین مقدار γتوسط کارشناس صورت می‌گیرد انتخاب صحیح γ درنتیجه مکان‌یابی بسیار مؤثر است. در صورت انتخاب عدد مناسب بین صفر و یک برای γ، نتیجه حاصل از دو عملیات قبلی مطلوب‌ترخواهد بود. در این تحقیق مقدار γ، ۰/۷ تعیین شده است. مقدارگاما هر چه به سمت ۱ میل کند نتیجه خوش بینانه‌ترخواهدبود.

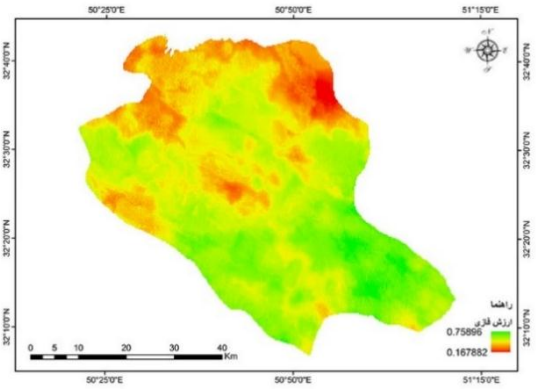


شکل ۱۶: اعمال عملگر ضرب فازی لایه‌ها*منبع: نگارندگان*

[1]Soltani et al

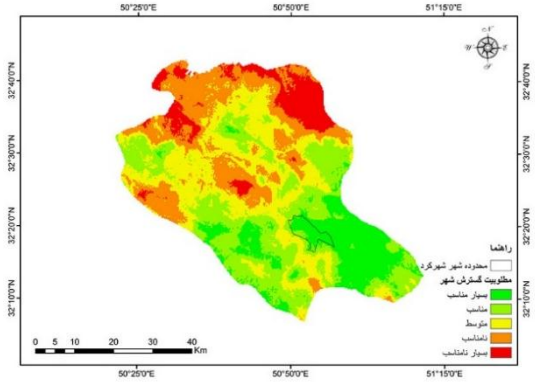


شکل ۱۷: اعمال عملگر جمع فازی لایه‌ها*منبع: نگارندگان*



شکل ۱۸: اعمال عملگر گامای فازی لایه‌ها*منبع: نگارندگان*

نقشه نهایی حاصل از عملگر گامای فازی به‌منظور تشخیص اراضی مناسب جهت گسترش آتی شهر در پنج کلاس بسیار مناسب، مناسب، متوسط، نامناسب و بسیار نامناسب طبقه‌بندی گردید. همانطور که در شکل شماره ۷ مشاهده می‌شود، قسمت‌های شرقی، شمالی و جنوب شرقی شهر شهرکرد از پتانسیل و موقعیت بهتری جهت توسعه آتی شهر برخوردار می‌باشند. همچنین قسمت‌های شمالی شهرستان شهرکرد از پتانسیل کمتری جهت توسعه شهر نسبت با سایر مناطق این شهرستان برخوردار می‌باشد.



شکل ۱۹: نقشه نهایی اراضی مناسب جهت توسعه فیزیکی شهر*منبع: نگارندگان*

نتیجه‌گیری

دراین تحقیق شناسایی ویژگی‌های محیطی شهر شهر کرد با تأکید بر پارامترهای طبیعی جهت کاربری مناسب توسعه شهری با استفاده از تلفیق روش AHP / fuzzy مد نظرقرارگرفته و مکان‌های بهینه جهت توسعه شهری با استفاده از لایه گامای ۰/۷ پیشنهاد شده است، در ادامه لایه مربوطه در محیط GISمورد طبقه‌بندی قرار گرفت. در طبقه‌بندی مربوطه مشخص گردید که ۱۶/۵ درصد منطقه مورد مطالعه در طبقه بسیار مناسب قرار دارد، ۲۶/۵ درصد در طبقه مناسب، ۲۷ درصد در طبقه متوسط، ۲۱ درصد در طبقه نامناسب و ۹ درصد نیز در طبقه بسیار نامناسب قرار دارد. با توجه به نقشه نهایی طبقه‌بندی اراضی، بهترین مکان برای توسعه شهر شهرکرد، نواحی شرقی، شمالی و جنوب شرقی شهرکرد می‌باشد که طی گذشته تا به حال نیز گشترش شهر به‌سمت همین مناطق می‌باشد. بی توجهی به جهت مناسب گسترش شهر باعث به وجود آمدن مشکلاتی برای شهر به‌عنوان یک زیست‌گاه و نیز مشکلاتی برای اراضی کشاورزی، زیستگاه‌های طبیعی و چشم‌اندازهای اطراف شهر خواهد شد. در انتها پیشنهاد می‌شود در تحقیقات بعدی از مدل‌های مختلف تصمیم‌گیری چندمعیاره استفاده شود و نتایج آن‌ها با یکدیگر مقایسه شود.

منابع

ابراهیم‌زادهعیسی؛ احدنژاد محسن؛ ابراهیم‌زادهآسمین؛ شفیعی‌یوسف حسین (۱۳۸۹). برنامه‌ریزی و ساماندهی فضایی-مکانی خدمات بهداشتی و درمانی با استفاده از GISنمونه موردی: شهرزنجان،مجله پژوهش‌های جغرافیای انسانی،دوره ۴۲، شماره ۳، صص ۵۸-۳۹.

امیدوار کمال؛ هاتفی محمدرضا (۱۳۹۱). توسعه فیزیکی شهرهای اسلامی و تعیین جهت‌های توسعه مطالعه موردی شهر اردکان یزد، فصلنامه مطالعات شهر ایرانی اسلامی،دوره ۲، شماره ۷، صص ۷۱-۶۳.

امیری مقصود (۱۳۸۶). تصمیم‌گیری گروهی برای انتخاب ابزارماشین با استفاده از روش و یک ور فازی، فصلنامه مطالعات مدیریت صنعتی،دوره ۶، شماره ۱۶، صص ۱۸۸-۱۶۷.

بیاتانی علی(۱۳۸۷). تهیه نقشه پتانسیل معدنی ذخایر مس پر فیری با استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی مطالعه موردی جنوب غربی مشکین شهر، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم زمین،دانشگاه شهید بهشتی.

پورمحمدی محمدرضا؛ عبدی‌قروچای ناهیده(۱۳۹۲). بررسی روند توسعه فیزیکی شهر سنندج، اولین همایش ملی جغرافیا شهرسازی و توسعه پایدار،تهران،انجمن محیط زیست کومش، دانشگاه صنعت هوایی.

خاکپور برات علی؛ معروفی ایوب؛ شریفی بایزید؛ احمدتوزه واحد؛ سلیمانی هادی (۱۳۹۴). ارزیابی و مکان‌یابی بهینه جهت‌های توسعه فضایی-کالبدی شهر بوکان، پژوهش‌های جغرافیای انسانی،دوره ۴۷، شماره ۱، صص ۶۲-۴۷.

رهنما محمدرحیم؛ عباس‌زاده غلامرضا (۱۳۸۷). اصول و مدل‌های سنجش فرم کالبدی شهر،مشهد: انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، چاپ اول، تعداد صفحات ۱۸۴.

عطایی محمد(۱۳۸۸). تصمیم‌گیری چند معیاره فازی،شاهرود: انتشارات دانشگاه صنعتی شاهرود، چاپاول،تعداد صفحات ۲۳۴.

غفاری سید رامین (۱۳۸۹). ارزیابی سازگاری کاربری اراضی شهری با استفاده از مدل تصمیم‌گیری چند معیاره فازی،مطالعات و پژوهش‌های شهری منطقه‌ای،دوره ۱، شماره ۴، صص ۷۶-۵۹.

فرجزاده اصل منوچهر(۱۳۹۴). سیستم اطلاعات جغرافیایی و کاربرد آن در برنامه‌ریزی توریسم، تهران:انتشاراتسمت،چاپ پنجم، تعدادصفحات ۱۵۶.

فرجی‌سبکبارحسنعلی؛ ثنائی‌نژادحسین (۱۳۸۱). کاربرد GISبا استفاده از ARC/INFO در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای،مشهد: انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، چاپ دوم، تعداد صفحات ۲۱۲.

فلاح‌پور سجاد؛رضا آزادمرد؛(۱۳۹۵). تحلیل و ارزیابی توسعه فیزیکی شهر اردبیل، دومین کنگره بینال مللی علوم زمین و توسعه شهری، تبریز ،شرکت کیان طرح دانش،پژوهشکده جهاد دانشگاهی واحد استان آذربایجان شرقی.

مالچفسکییاچک (۱۳۹۵).سامانه اطلاعات جغرافیایی و تحلیل تصمیم چندمعیاری،ترجمه اکبرپرهیزکاروعطاغفاری‌گیلانده،تهران: انتشارات سمت، چاپ اول، تعداد صفحات ۶۰۸.

نظریان اصغر؛ ضیائیان پرویز؛ عبدالهی علی‌اصغر (۱۳۸۴). آشکارسازی مکان‌های بهینه جهت توسعه فیزیکی آتی شهر کنگان با استفاده از مدل منطق بولین و تکنیک‌هایRSوGISمجموعه مقالات نهمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، دانشگاه تربیت معلم تهران.

Batisani, N., & Yarnal, B. (2009). Urban expansion in Centre County, Pennsylvania: Spatial dynamics and landscape transformations. *Applied Geography*, *29*(2), 235-249.

Cohen, B. (2004). Urban growth in developing countries: a review of current trends and a caution regarding existing forecasts. *World development*, *32*(1), 23-51.

Cvetinovic, M., Nedovic-Budic, Z., & Bolay, J. C. (2017). Decoding urban development dynamics through actor-network methodological approach. *Geoforum*, *82*, 141-157.

Hutchison, R. (Ed.). (2009). *Encyclopedia of urban studies*. Sage Publications.

Jaeger, J. A., Bertiller, R., Schwick, C., & Kienast, F. (2010). Suitability criteria for measures of urban sprawl. *Ecological indicators*, *10*(2), 397-406.

Kaya, S., & Curran, P. J. (2006). Monitoring urban growth on the European side of the Istanbul metropolitan area: A case study. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, *8*(1), 18-25.

Muñiz, Í. O., & García, F. F. (2017). Recent urban development in Gijon (Spain). Historic aerial photography as a tool for sustainability assessment of the process. *Cities*, *67*, 1-8.

Polyzos, S., & Tsiotas, D. (2012). The evolution and spatial dynamics of coastal cities in Greece. In *Urban development*. IntechOpen.

Roy, S., Byrne, J., & Pickering, C. (2012). A systematic quantitative review of urban tree benefits, costs, and assessment methods across cities in different climatic zones. *Urban Forestry & Urban Greening*, *11*(4), 351-363.

Soltani, J., Karbasi, A. R., & Fahimifard, S. M. (2011). Determining optimum cropping pattern using Fuzzy Goal Programming (FGP) model. *African Journal of Agricultural Research*, *6*(14), 3305-3310.

Ward, S. (2004). *Planning and urban change*. Sage.

Wolk–Musial, E., & Zagajewski, B. (1999). Environmental Remote Sensing. *Remote Sensing of Environment Laboratory, Faculty of Geography and Regional Studies, University of Warsaw, Poland Water Open Lands*.

Zhao, P. (2010). Sustainable urban expansion and transportation in a growing megacity: Consequences of urban sprawl for mobility on the urban fringe of Beijing. *Habitat International*, *34*(2), 236-243.

Positioning for the Purpose of Urban Development Using Fuzzy Logic Analysis in GIS and AHP Method: A Case Study in Shahrekord City

Abstract

Due to the development of cities, a number of issues emerge as crucial problems in every-day life of human beings. One the one hand, the urban development, which is one of the essential aspects for the life and survival of human beings, cannot be limited, and on the other hand, it should be arranged in harmony with the needs of human being in a way that it does not damage environment. In the present study, it was intended to identify the optimal sites and districts for urban development through determination of environmental features, especially geomorphological features and the analysis of these features. In order to analyze these features, 13 indices were used. Each of the layers was fuzzed in the environment of Geographic Information System (GIS) through integration of Fuzzy Logic and Analytic Hierarchy Process (AHP). In the next step, multiplication operator, fuzzy addition, and fuzzy gamma were operated through multiplication of weight of layers resulted from AHP in each of the layers. The optimal gamma in ArcGIS was categorized in 5 proportion classifications. The results indicated that 9 percent of the studied site is categorized in the low-proportion class and 16.5 percent in high-proportion class. The map of the presented model determined the districts with potentiality of spatial development with respect to the past trends as well as suitable districts for future developments. Accordingly, Northern, Eastern, and Northeastern districts of Shahrekord City are the best and most suitable ones for future development of the city.

Key words:Fuzzy Logic, AHP, Shahrekord, physical development, G

مجله کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی وسنجش از دوردر برنامه ریزی،دوره ۹، شماره ۲ ،تابستان ۹۷