تنگناهای ژئومورفولوژیک توسعه کالبدی شهر جوانرود با استفاده از مدل منطق فازی

امجد ملکی[1*]، مهین دهساری[2]، پیمان رضایی[3]

۱- دانشیار گروه جغرافیا، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
۲- کارشناسی‌ارشد ژئومورفولوژی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
۳- کارشناسی‌ارشد ژئومورفولوژی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

دریافت: ۹۳/۶/۱۰ پذیرش: ۹۴/۱/۱۸

چکیده

با گسترش شهرها تلاقی آن‌ها با واحدهای گوناگون توپوگرافی و ژئومورفولوژی افزایش می‌یابد. اهمیت شناخت ویژگی‌های محیط‌های طبیعی جهت تشخیص نقاط مناسب برای ایجاد بناها از مناطق نامساعد معلوم می‌شود. هدف از این پژوهش علاوه‌بر بررسی توسعه شهر جوانرود، با توجه به عوامل طبیعی و ژئومورفولوژیکی در سه دوره گذشته، تعیین نواحی مناسب برای توسعه آتی شهر در منطقه مورد مطالعه است. به همین منظور در گام نخست نه معیار مؤثر در توسعه شهر در نظر گرفته و با استفاده از مدل AHP/ Fuzzy Logic، ابتدا معیارهای یادشده وزن‌دهی و هر کدام از لایه‌ها در محیط نرم‌افزار GIS از طریق برنامه‌نویسی توابع فازی بین طیف صفر تا یک فازی شدند. در نهایت عملگر گامای فازی ۰/۷ بر آن‌ها اجرا و نقشه حاصله در ۵ کلاس تهیه شد. نتایج نشان می‌دهد، شهر در دوره نخست توسعه بیشترین رشد بر عوارض ژئومورفولوژیکی داشته است، همچنین در راستای توسعه آتی شهر، مناسب‌ترین مکان‌ها بیشتر در محدوده شمال‌غربی شهر با مساحتی برابر۱/۳۴درصد کل منطقه است که پراکندگی فضایی این اراضی نشان می‌دهد بیشتر منطقه دارای تناسب بسیار اندکی برای توسعه شهر است.

واژه‌های کلیدی: تحلیل سلسله‌مراتبی، تنگناهای توسعه فیزیکی، جوانرود، سیستم اطلاعات جغرافیایی، منطق فازی.

* نویسنده مسئول مقاله: Email:amjad_maleki@yahoo.com

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-26]

۱- مقدمه

در کشورهای در حال توسعه، شهرنشینی همراه با توسعه اقتصادی سریع سبب مشکلات توسعه‌ای می‌شود. یکی از این مشکلات افزایش بلایای ژئومورفولوژیکی است. بیشتر بلایای ژئومورفولوژیکی بالقوه حاصل فعالیت‌های انسانی در برابر محیط است (چانیان؛ ۲۰۱۱). معمولاً خرابی‌های وارده به بناها و ساختمان‌ها اغلب به عملیات مهندسی و معماری مربوط نیست. بیش از ۹۰درصد خسارت‌ها مربوط به جایگزینی و مکانیابی نادرست ساختمان‌ها و بناها بستگی دارد (عابدینی؛ ۱۳۹۱). رضایی و همکار (۱۳۸۹)، شهرها با توجه به گستردگی سطح شان زمین های وسیعی را به خود اختصاص می‌دهند. این زمین‌ها از ترکیب واحدهای مختلف توپوگرافی و مورفولوژیک تشکیل می‌شود. هر اندازه که شهرها گسترش پیدا کنند برخورد آن‌ها با واحدهای گوناگون توپوگرافی و ژئومورفولوژی و موضوعات مربوط به آن‌ها بیشتر می‌شود. اهمیت و ضرورت شناخت ویژگی‌های محیط‌های طبیعی جهت تمیز و تشخیص نقاط مناسب برای ایجاد بناها و ساختمان‌ها، از مناطق نامساعد معلوم می‌شود. برای شناخت بیشتر ویژگی‌های محیط طبیعی نیاز به مطالعه ژئومورفولوژی است. در سایه کسب این‌گونه آگاهی است که می‌توان قدم‌های مؤثری در انتخاب مناسب‌ترین مکان برای گسترش شهرها برداشت و نسبت به جلوگیری از خطر پدیده‌های طبیعی و یا مقابله با آن‌ها اقدامی جدی شود. با توجه به این شرایط استقرار و پیدایش شهر تابعی از شرایط محیطی و موقعیت جغرافیایی است. امروزه توسعه فیزیکی شهرها دقت و مطالعه بیشتری نیاز دارد که در این راستا مطالعات و پژوهش‌های صورت گرفته است.

لیو و همکار (۲۰۰۳)، در این تحقیق به کاربرد مدل ماشینی سلول‌دار در توسعه شهر سیدنی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و مدل FUZZY تأکید دارند و در جهت شبیه‌سازی توسعه شهر سیدنی به‌کار برده می‌شوند، اجرایی‌شدن این مدل در یک رستر با فرمت GIS، توسعه مجازی شهر را در یک شرایط واقع بینانه را نشان می‌دهد.

دافی (۲۰۰٤)، توسعه سریع شهرها در مناطق حاره‌ای (بانکوک، سنگاپور و جامائیکا) بررسی کرد و به این اهداف دست یافتند که توسعه و گسترش شهرها در این مناطق تأثیرات بیشتر به دلیل توسعه فیزیکی شهر و افزایش سطح آب‌های زیرزمینی و استفاده از منابع طبیعی در مناطق است.

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-26]

چودهاری و همکار (۲۰۱۲)، به مکان‌یابی مناسب در راستای احداث نیروگاه حرارتی در هندوستان، براساس ملاحظات اجتماعی، فنی، اقتصادی، محیطی و سیاسی شناخته شده، با استفاده از مدل‌های STEEP-FUZZY AHP- TOPSIS پرداخته‌اند.

عبدالهی (١٣٨٤)، به بررسی روند توسعه فیزیکی شهر کنگان و انتخاب مکان بهینه برای توسعه آتی آن با استفاده از GIS/RS پرداخت. در این مطالعه با استفاده از عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای لندست (TM, ETM2002)، و با کمک گرفتن از روش‌های مختلف تفریق باندها، اعمال روش PCA و منطق فازی به آشکارسازی تغییرات کنگان پرداخته شده است و پیشنهاد مکان بهینه برای توسعه فیزیکی شهر با استفاده از تکنیک GIS و با استفاده از مدل‌های AHP که به تحلیل و آنالیز سلسله‌مراتبی برای انتخاب مکان بهینه می‌پردازد، همچنین به آشکار ساختن مکان‌های دارای محدودیت از روش منطق بولین پرداخته است.

یمانی و همکاران (١٣٨٦) به بررسی ارزیابی کارایی عملگرهای منطق فازی در تعیین توانمندی زمین لغزش در حوزه آبخیز شیرود پرداختند. شش فاکتور را انتخاب و با استفاده از عملگرهای منطق فازی اقدام به پهنه‌بندی مناطق مستعد در زمین لغزش حوزه شیرود کردند. نتایج نشان داد که عملگر فازی گامای ۰/۸ به‌عنوان مناسب‌ترین پهنه‌های زمین لغزش در حوزه مورد بررسی قرار دادند.

حسینی و همکاران (١٣٩٠) به مطالعه و ارزیابی و مکان‌یابی جهات توسعه فیزیکی شهر دیواندره با استفاده از مدل منطق فازی پرداختند. در این تحقیق با استفاده از ۱۰ شاخص، تناسب زمین برای ارزیابی، مدل‌سازی و پیش‌بینی نواحی مناسب توسعه کالبدی شهر از مدل منطق فازی استفاده شده است. نتایج بررسی نقشه پهنه‌بندی حاصل از گامای ۰/۸ نشان می‌دهد که ٢٤درصد از منطقه مورد مطالعه، در کلاس با قابلیت تناسب مطلوب و ٥٦/٧ درصد در کلاس تناسب نامطلوب قرار دارد.

محمدی و همکاران (١٣٩٠) تلفیق مدل هم‌پوشانی شاخص‌های IO و تحلیل سلسله‌مراتبی در مکان‌یابی مراکز آموزشی در شهر کازرون را بررسی کردند. از سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS، مدل هم‌پوشانی شاخص‌های IO و فرآیند تحلیل سلسه‌مراتبی استفاده شده است.

با عنایت به کارها و روش‌های به‌کار گرفته‌شده در زمینه توسعه فیزیکی شهرها، در این تحقیق هدف شناخت عوامل طبیعی و ژئومورفولوژیکی محدودکننده توسعه شهر و مکانی‌ابی مناسب

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-26]

به‌وسیله مدل منطق فازی[1] و تحلیل سلسله‌مراتبی[2] و پیشنهاد پهنه‌های مناسب برای توسعه شهر است.

۲- چارچوب نظری

رشد و گسترش فیزیکی شهر پدیده‌ای است که در نگاه نخست از دوران یک‌جانشینی و آغاز تولید مازاد کشاورزی و افزایش جمعیت آغاز شده است، ولی به گونه جدی و مسئله‌ساز به پس از انقلاب صنعتی و آغاز علیه دانش بشریت بر سلطه محیط طبیعی بازمی‌گردد. عرصه شهرها پیش از این دوران در محدوده‌ای محدود تشکیل می‌شد. این روند پس از مدت‌ها موجبات فرسایش بیش از حد نواحی مرکزی شهری، از جهت کالبدی، قدمت، تراکم فرسایش نواحی طبیعی ایجاد می‌کرد (ستایشی نساز؛ ۹۳).

امروزه مکان‌یابی شهرها و روستاها و استقرار مراکز صنعتی و مسکونی با توجه به شرایط ژئومورفولوژی و حتی اقلیم محیط ارتباط دارد. مخاطرات ژئومورفولوژی علاوه‌بر داشتن اجزای تشکیل‌دهنده‌ای که علوم طبیعی به آن می‌پردازد، دارای جنبه‌های اجتماعی قدرتمندی نیز هستند. از وقوع آن‌ها نمی‌توان جلوگیری کرد، ولی می‌توان آثار و عواقب فاجعه‌آمیز آن را به کمک برنامه‌ریزی‌های از پیش و آمادگی برای انجام اقدامات اضطراری کاهش داد. امروزه انسان با بهره‌گیری از فناوری موجود و نیز شناخت محیط پیرامون توانسته از ابعاد روزافزون خسارات ناشی از مخاطرات ژئومورفولوژیکی بکاهد. تأثیر پدیده‌های ژئومورفولوژیکی را بر یک شهر می‌توان در مکان‌یابی، مکان‌گزینی و تکامل شهر، گسترش فیزیکی و تعیین جهات گسترش شهر، مورفولوژی شهر، ساخت و سازهای شهری طبقه‌بندی کرد (امانپور؛ ۹۲).

۳- موقعیت جغرافیایی و ویژگی‌های فیزیوگرآفی منطقه مورد مطالعه

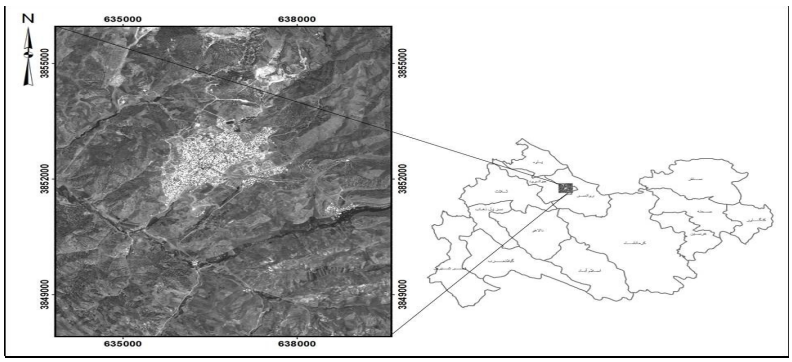
منطقه مورد مطالعه شهر جوانرود تا شعاع ۵ کیلومتر به مساحت ۱۰۲۲۶۱۸۷۵ متر مربع است. در دامنه غرب و جنوب‌غربی سلسله جبال زاگرس شمال‌غربی، در فاصله ۸۱ کیلومتری از کرمانشاه (مرکز استان)، و در موقعیت جغرافیایی بین طول ′۲۶ °۴۶ تا ′۳۲ °۴۶ شرقی و بین عرض ′۴۶ °۳۴ تا ′۵۱ °۳۴ شمالی واقع شده است، (شکل ۱). از نظر طبیعی این منطقه در دامنه ارتفاعات

1. Fuzzy Logic
2. Analytical Hierarchy Process

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-26]

شاهو واقع شده است و توپوگرافی متنوعی دارد که دارای نوسان ارتفاعی بین ١١٢٦-٢٠٨٣ متر از سطح دریا که بیش از ٥٤درصد از مساحت منطقه بین سطوح ارتفاعی ١٣٠٠-١٥٠٠ متر واقع شده است. شیب اصلی منطقه جهت شمال‌شرقی به جنوب‌غربی دارد که یک منطقه پرشیب است. از مشکلات شهر جوانرود شیب‌های تند اراضی شهر است که موجب ساخت معابر پلکانی در بسیاری از نقاط شهر مانند ارتفاعات غربی شده است. شهر جوانرود در دره‌های بین ارتفاعات واقع شده است. از نظر زمین‌شناسی واحدهای لیتولوژی منطق شامل رادیولاریت کرمانشاه، کنگلومرای بختیاری، آهک بیستون، ماسه و تراس‌های جوان و سنگ آهک مارنی است. براساس بررسی‌های انجام شده بیشترین مساحت منطقه از رادیولاریت کرمانشاه (٦٦درصد منطقه) است.

علایی (٦٠:١٣٩٠)، کوهستانی بودن و قرار گرفتن در مسیر ورود سیکلون‌های مدیترانه موجب شده تا منطقه جوانرود از شرایط آب و هوایی نیمه مرطوب سرد برخوردار باشد. متوسط بارش سالانه حوضه ٥٥٠-٦٠٠ میلی‌متر است که در سطوح ارتفاعی بالاتر تا ٦٥٠ میلی‌متر هم می‌رسد. شیب زیاد، وجود سازنده‌های حساس به فرسایش و بارش بالای منطقه سبب ایجاد مسأله حرکات دامنه‌ای به‌ویژه لغزش در منطقه مورد مطالعه شده است. ثروتی (٦٠:١٣٨٧)، وجود گسل‌های فعال در حوضه جوانرود (از جمله گسل جدید زاگرس) و قرارداشتن منطقه در محدوده زلزله‌خیز کشور، از عوامل بالقوه تشدید خطر رانش و لغزش زمین است.



شکل ١ موقعیت منطقه مورد مطالعه

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-26]

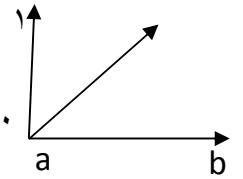
۴- مواد تحقیق و روش‌ها

روش به‌کار گرفته‌شده در این تحقیق، علاوه‌بر بررسی منابع موجود و مشاهدات میدانی، بر روش توصیفی‌تحلیلی نرم‌افزاری تأکید دارد. در این راستا با تهیه و جمع‌آوری سری زمانی عکس‌های هوایی، تصویر ماهواره‌ای و نقشه‌های پایه، نقشه‌های ژئومورفولوژی، جنس زمین کاربری اراضی، حریم آبراهه، حریم گسل، حریم لغزش به‌صورت برداری تهیه شد و همچنین نقشه‌های ارتفاع، شیب و جهت شیب از مدل رقومی ارتفاعی (DEM) منطقه استخراج شدند. بخش نخست تحقیق با استفاده از عکس‌های هوایی دوره‌های مختلف و تصویر ماهواره‌ای، به تعیین محدوده شهر در سه دوره زمانی مورد مطالعه و انطباق آن‌ها با نقشه‌های استخراج‌شده از لایه Dem (ارتفاع، شیب و جهت شیب) و نقشه ژئومورفولوژی منطقه، در راستای بررسی توسعه اصولی و غیراصولی شهر در دوره‌های گذشته اقدام شد (شکل ۵ بخش نخست تحقیق).

در بخش دوم تحقیق، جهت بررسی و ارزیابی تناسب زمین برای توسعه شهری با استفاده از پارامترهای محیطی، ۹ فاکتور شناسایی شدند. این لایه‌ها با سیستم جغرافیایی واحد (UTM)، با مقیاس و پیکسل یکسان (۲۵×۲۵) در محیط Gis تهیه شدند (شکل ۲). برای تعیین اهمیت پارامترهای مورد نظر در جهت بررسی تناسب زمین، ابتدا اولویت نسبی هر یک از معیارها مشخص شد. برای عملیات وزن‌دهی ابتدا با استفاده از نظر کارشناسان ارزش‌گذاری شد؛ وزن نهایی به‌دست‌آمده در محیط نرم‌افزار Expert Choice استخراج شد. سپس هر یک از این فاکتورها با استفاده از برنامه‌نویسی در محیط Gis فازی شده و تمام لایه‌های مطالعاتی به‌صورت کمی با واحد مشابه و استاندارد قابل مقایسه شدند، به‌گونه‌ایی که تمام لایه‌های اطلاعاتی (براساس روابط زیر) در طیف عددی صفر تا یک قرار گرفتند، شکل(۲، ۳).

$$\mu(x)=\begin{cases} x=a & 0 \\ \frac{x-a}{b-a} & a<x<b \\ x=b & 1 \end{cases}$$

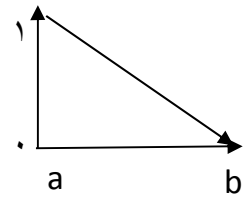
تابع خطی افزایشی



[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-26]

$$\mu(x)\begin{cases} x=a & ١ \\ a<x<b & \frac{a-x}{b-a} \\ x=b & ٠ \end{cases}$$

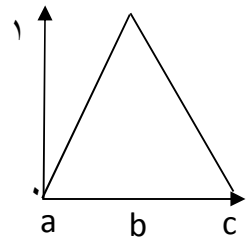
تابع خطی کاهشی



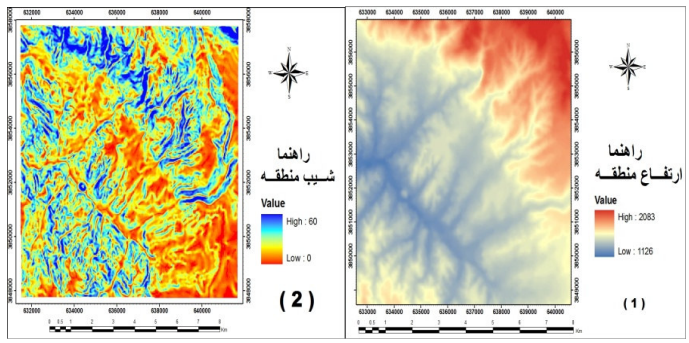
در این رابطه $\mu(x)$ درجه عضویت فازی، a کوچک‌ترین عضو مجموعه و b بزرگ‌ترین عضو مجموعه است.

$$\mu(x)=\begin{cases} x=a & a=٠ \\ a<x<b & \frac{x-a}{b-a} \\ x=b & b=١ \\ b<x<c & \frac{c-x}{c-b} \\ x=c & c=٠ \end{cases}$$

تابع خطی نرمال (گوسین)



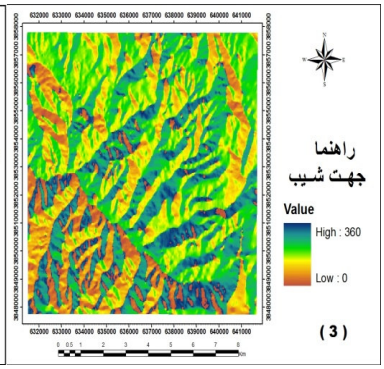
در این رابطه $\mu(x)$ درجه عضویت فازی، a کوچک‌ترین عضو مجموعه، b عضو میانی و c بزرگ‌ترین عضو مجموعه است.



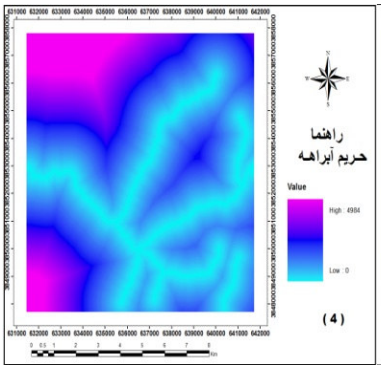
نقشه۱ ارتفاع

نقشه ۲ شیب

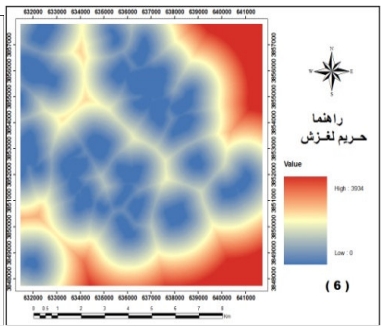
[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-26]



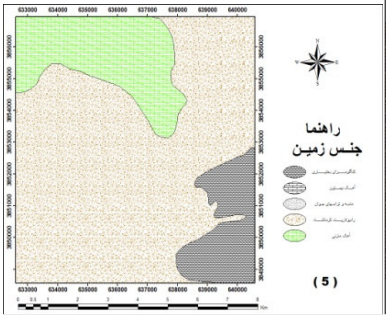
نقشه ۳ جهت شیب



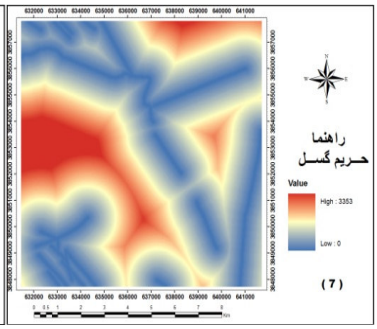
نقشه ۴ حریم آبراهه



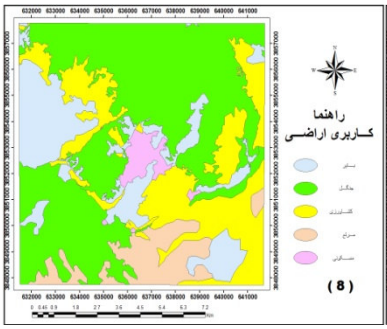
نقشه ۵ جنس زمین



نقشه ۶ حریم لغزش

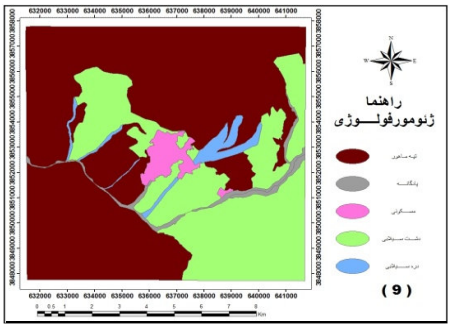


نقشه۷ حریم گسل



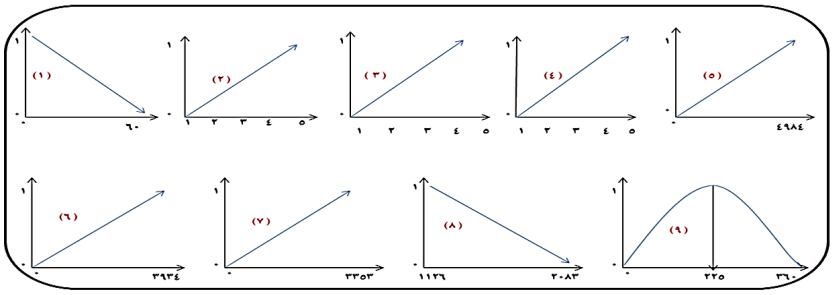
نقشه ۸ ارتفاع

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-26]



نقشه۹ عوارض ژئومورفولوژی

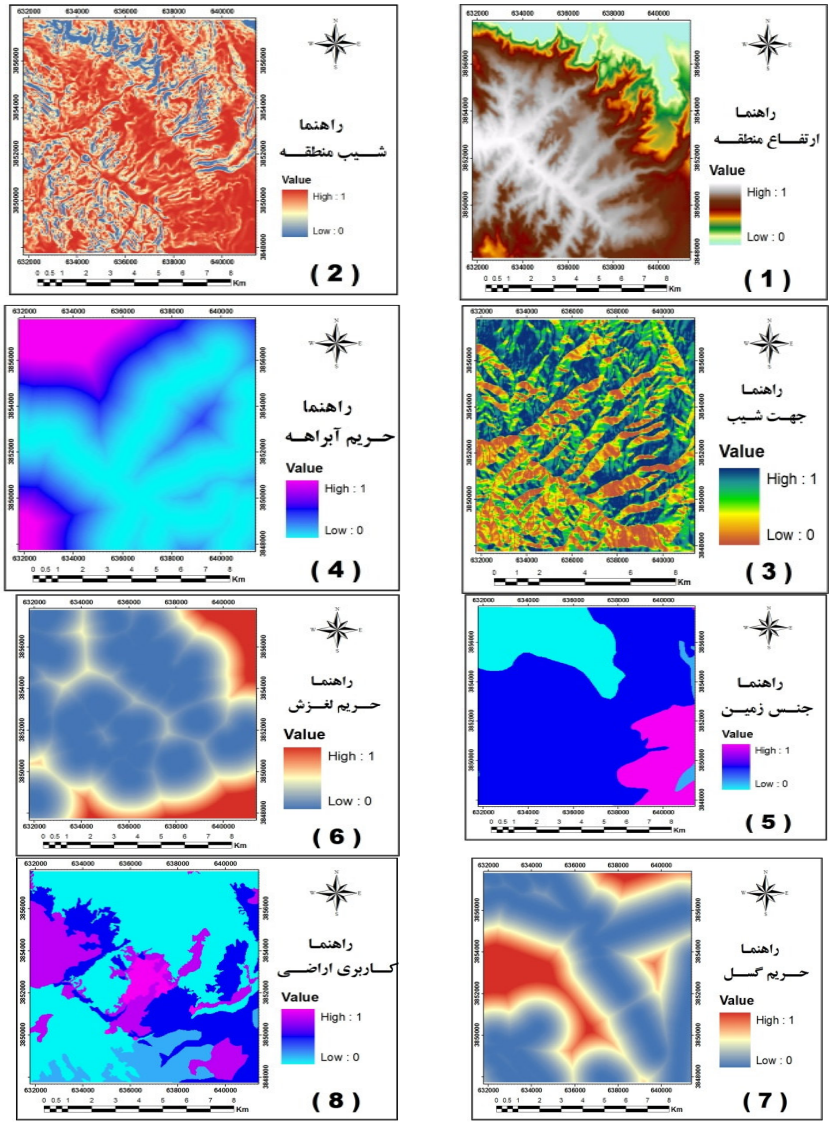
شکل ۲ نقشه‌های پایه جهت بررسی تناسب زمین برای توسعه فیزیکی شهر جوانرود براساس عوامل طبیعی



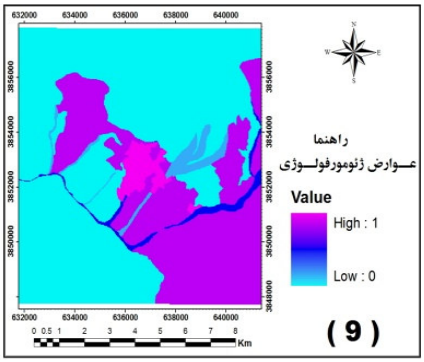
شکل ۳ الگوی توابع فازی هر یک از معیارهای مؤثر

(۱-شیب، ۲- جنس زمین، ۳- عوارض ژئومورفولوژی، ۴- کاربری اراضی، ۵- حریم رودخانه، ۶- حریم لغزش، ۷- حریم گسل، ۸- ارتفاع، ۹- جهت شیب) در مکان‌یابی مناسب جهت توسعه شهر جوانرود

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-26]



[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-26]



شکل ۴ نقشه های معیار بررسی تناسب زمین جهت توسعه فیزیکی شهر جوانرودبر اساس عوامل طبیعی (۱-ارتفاع، ۲- شیب، ۳-جهت شیب، ۴- حریم آبراهه، ۵- جنس زمین، ۶- حریم لغزش، ۷- حریم گسل، ۸- کاربری اراضی، ۹ - عوارض ژئومورفولوژی)

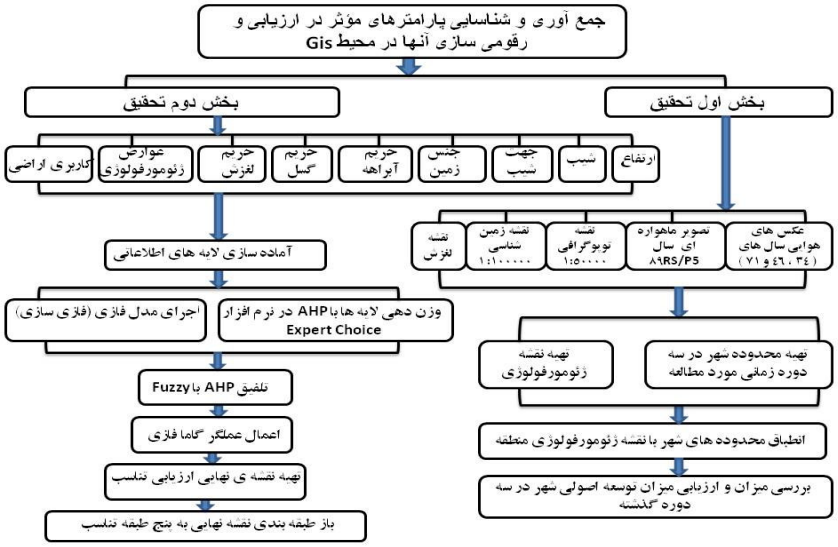
سپس با تلفیق مدلAHP و FUZZY تمامی لایه‌های فازی‌شده در هر یک از وزن‌های حاصل از مدل سلسله‌مراتبی ضرب شد.

$$f_{(x)} = w_i \, \mu_{i\,(x_i)}$$

در این رابطه $f_{(x)}$ لایه وزن‌دار فازی، w_i وزن هریک از معیارها در مدل AHP و $\mu_{i\,(x_i)}$ تابع فازی هریک لایه‌هاست.

پس از این مراحل عملگرهای ضرب و جمع جبری فازی روی لایه‌ها انجام گرفته و هم‌پوشانی لایه‌ها انجام می‌شود و در نهایت با عملگر گاما نقشه نهایی جهت پهنه‌بندی تناسب زمین برای توسعه کالبدی شهر به‌دست می‌آید (شکل ۵، بخش نخست تحقیق).

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-26]



شکل ۵ فرآیند انجام مراحل ارزیابی تنگناهای ژئومورفولوژیک و تناسب زمین جهت توسعه کالبدی شهر جوانرود با استفاده از مدل منطق فازی

۵- روش‌شناسی

۵-۱- تئوری فرایند سلسله‌مراتبی

فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی یکی از جامع ترین سیستم‌های طراحی‌شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است، زیرا این تکنیک امکان فرموله کردن مسأله را به‌صورت سلسله‌مراتبی فراهم می‌کند و همچنین امکان در نظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی را در مسأله دارد، این فرآیند گزینه های مختلف را در تصمیم گیری دخالت داده و امکان تحلیل حساسیت روی معیارها و زیرمعیارها را دارد، علاوه‌بر این بر مبنای مقایسه زوجی بنا نهاده شده، که قضاوت و محاسبات را تسهیل می‌کند. میزان سازگاری و ناسازگاری تصمیم را نشان می‌دهد که دارای مزایای ممتاز این تکنیک در تصمیم‌گیری چندمعیاره است، همچنین از یک مبنای تئوریک قوی برخوردار بوده و براساس اصول بدیهی[1] بنا شده است (قدسی‌پور؛ ۵:۱۳۹۰).

1. Axioms

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-26]

۵-۲- مقایسه زوجی و وزن‌دهی

در فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی هر سطح نسبت به عنصر مربوطه خود به‌صورت زوجی (دو به دو) مقایسه شده و وزن‌دهی می‌شوند. این قیاس زوجی به‌صورت ارزش‌گذاری عنصر سطر نسبت به عنصر ستون صورت می‌گیرد و برای ارزش‌گذاری نیز معمولاً از یک مقیاس کمی ۱-۹ استفاده می‌شود. هرچه مقدار ارزش داده شده بیشتر باشد نشان‌دهنده اهمیت و ارجحیت بیشتر عنصر سطری نسبت به عنصر ستونی است. برای نمونه ارزش ۹ بیانگر اهمیت بیشتر و ارزش ۱ نشان‌دهنده ارجحیت و اهمیت یکسان است. جدول ۲، ماتریس ارزش‌گذاری ۹ معیار نشان می‌دهد.

جدول ۲ ماتریس ارزش‌گذاری معیارها و اوزان آن‌ها

معیارها	ارتفاع	شیب	جهت شیب	جنس زمین	حریم گسل	حریم آبراهه	حریم لغزش	کاربری اراضی	عوارض ژئومورفولوژی	وزن معیارها
ارتفاع	۱	۱/٦	۱/۳	۱/۷	۱/۳	۱/٤	۱/۲	۱/۵	۱/۹	۰/۰۲۰
شیب	*	۱	٤	۱/۲	٤	۳	۷	۲	۱/٤	۰/۱۲۲
جهت شیب	*	*	۱	۱/۵	۱	۱/۲	۲	۱/۳	۱/۷	۰/۰٤۲
جنس زمین	*	*	*	۱	۵	٤	٦	۳	۱/۳	۰/۲۰۱
حریم گسل	*	*	*	*	۱	۱/۲	۲	۱/۳	۱/۷	۰/۰٦۲
حریم آبراهه	*	*	*	*	*	۱	۳	۱/۲	۱/٦	۰/۰٤۲
حریم لغزش	*	*	*	*	*	*	۱	۱/٤	۱/۸	/۰۲۸
کاربری اراضی	*	*	*	*	*	*	*	۱	۱/۵	۰/۱۲۲
عوارض ژئومورفولوژی	*	*	*	*	*	*	*	*	۱	۰/۳٦۲

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-26]

۵-۳- محاسبه نرخ ناسازگاری[1]

نرخ ناسازگاری در روش تحلیل سلسله‌مراتبی شاخصی است که سازگاری مقایسه‌ها را نشان می‌دهد. این نرخ نشان‌دهنده میزان صحت و دقت ارزش‌گذاری‌ها در مقایسات زوجی است، چنان‌چه نرخ یاد شده برابر و کمتر از ۰/۱ باشد، می‌توان ارزش‌گذاری‌ها و مقایسات را خوب و صحیح دانست، در غیراین‌صورت باید دوباره مقایسات انجام شود.

محاسبه نرخ ناسازگاری شامل سه بخش است:

الف- بردار ویژه ($\lambda\, max$): ابتدا سطر ماتریس ارزش‌گذاری در بردار وزن ضرب، سپس اعداد به‌دست‌آمده را در وزن پارامترهای مربوطه تقسیم می‌کنیم. در نهایت میانگین تمام اعداد به‌دست آورده می‌شود.

ب) شاخص ناسازگاری (I.I): برای ماتریس‌های n بعدی براساس رابطه زیر به‌دست می‌آید.

$$I.I=\frac{\lambda \max - n}{n-1}$$

ج) نرخ ناسازگاری (I.R): نرخ ناسازگاری با تقسیم شاخص ناسازگاری بر شاخص ناسازگاری ماتریس تصادفی[2] محاسبه می‌شود (عظیمی‌حسینی، ۱۳۸۹: ۷۶-۷۵).

$$I.R=\frac{I.I}{R.I.I}$$

(R.I.I) شاخص ناسازگاری تصادفی است که متناسب با تعداد معیارها از جدول ۳ به‌دست می‌آید. که در این پژوهش میزان ناسازگاری ۰/۰۴ است.

جدول ۳ شاخص ناسازگاری ماتریس‌های تصادفی

تعداد معیار	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹	۱۰
R.I	۰	۰	۰/۵۸	۰/۹	۱/۱۲	۱/۲٤	۱/۳۲	۱/٤۱	۱/٤٥	۱/٤٥

(منبع: قدسی‌پور، ۱۳۹۰:۷۳)

1. Icosistency Rate
2. Inconsistency Index Of Random Matrix

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-26]

۶- مدل منطق فازی

نظریه منطق فازی برای نخستین بار در سال ۱۹٦٥ توسط پروفسور عسکر لطفی‌زاده، دانشمند ایرانی‌تبار، استاد دانشگاه برکلی[1] آمریکا عرضه شد. مدل منطق فازی تعمیمی از نظریه کلاسیک مجموعه‌ها در علم ریاضیات است و روشی نوین جهت بیان عدم قطعیت‌ها و ابهامات روزمره است (کرم؛ ۷۲:۱۳۹۰). تئوری مجموعه‌های فازی[2] با کلاس‌هایی از اشیا با مرزدهی غیربرجسته در ارتباط است. در این کلاس‌ها عضویت اشیا در هر یک از کلاس‌ها با مفهومی با عنوان درجه عضویت توصیف می‌شود (کیا؛۱٤۲:۱۳۹۲). مجموعه‌های فازی از طریق تابع عضویت تعریف می‌شود. برای هر مجموعه فازی عددی بین صفر تا یک وجود دارد که صفر فقدان عضویت کامل و یک عضویت کامل را نشان می‌دهد.

$$A= \{(x, \mu_A(x)) | x \in X\}$$

اصولاً مدل فازی با استفاده از عملگرهای مختلفی صورت می‌گیرد که عبارتندار:

۶-۱- عملگر اجتماع[3]

حاصل این عملگر اجتماع مجموعه‌هاست. بیشینه درجه عضویت اعضا را استخراج کرده و از دقت بالایی در مکان یابی برخوردار نیست. معمولاً از این عملگر جهت ترکیب داده‌های هم‌جنس استفاده می‌شود.

$$\mu_{combination} = \mathrm{MAX}(\mu_A, \mu_B, \mu_C, \dots)$$

۶-۲- عملگر اشتراک[4]

این عملگر به این صورت است که کمینه درجه عضویت اعضا را استخراج می‌کند و به پدید آمدن یک تخمین محافظه‌کارانه از عضویت مجموعه‌ای با تمایلی به ایجاد مقادیر کوچک‌تر منتهی می‌شود. میان تمام لایه‌های اطلاعاتی کمینه ارزش هر پیکسل را استخراج کرده و در نقشه نهایی اعمال می‌کند. به عبارت دیگر اشتراک در مجموعه‌های فازی به معنی کمینه درجه عضویت در هر یک از مجموعه‌هاست، به همین دلیل این عملگر نیز حساسیت بالایی در مکان‌یابی دارد و از

1. Berkely
2. Theory of Fuzzy Logic
3. Fuzzy OR
4. Fuzzy AND

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-26]

دقت زیادی برخوردار نیست.

$$\mu_{combination} = MIN(\mu_A, \mu_B, \mu_C, \dots)$$

۶-۳- عملگر ضرب جبری فازی[1]

در این اپراتور تمامی لایه‌های اطلاعاتی در هم ضرب می‌شوند و در لایه خروجی اعداد کوچک‌تر شده و به سمت صفر میل می‌کنند، در نتیجه تعداد پیکسل کمتری در کلاس خیلی خوب قرار می‌گیرد. به همین دلیل این عملگر حساسیت بالایی در مکان یابی اعمال می‌کند.

$$\mu_{combination} = \prod_{i=1}^{n} \mu_i$$

که در این فرمول $\mu_{combination}$ لایه حاصل از کمینه‌سازی، μ_i لایه وزن‌دار فازی و n، . . ., ۳، ۲، ۱=i تعداد لایه‌های ترکیب‌شونده را نشان می‌دهد.

۶-۴- عملگر جمع جبری فازی[2]

در جمع جبری فازی متمم ضرب مجموعه‌ها محاسبه می‌شود، به همین دلیل در لایه خروجی بر خلاف اپراتور ضرب جبری فازی ارزش پیکسل به سمت یک میل می‌کنند. در نتیجه تعداد پیکسل بیشتری در کلاس خیلی خوب قرار می گیرد، به همین دلیل حساسیت پایینی در مکان‌یابی دارد و پهنه‌های بیشتری را نسبت به ضرب فازی، در کلاس خیلی خوب و مناسب قرار می‌گیرد.

$$\mu_{combination} = 1 - \prod_{i=1}^{n} (1 - \mu_i)$$

در این فرمول $\mu_{combination}$ لایه حاصل از بیشینه‌سازی، μ_i لایه وزن‌دار فازی و n، . . .، ۳، ۲، ۱=i تعداد لایه‌های ترکیب‌شونده را نشان می‌دهد.

1. Fuzzy Product
2. Fuzzy Sum

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-26]

۶-۵- عملگر گاما[1]

جهت تعدیل حساسیت بسیار بالای عملگر ضرب فازی و حساسیت خیلی پایین عملگر جمع جبری فازی، از عملگر دیگری تحت عنوان گامای فازی استفاده شده است که حد فاصل بین دو اپراتور ضرب و جمع جبری عمل می‌کند.

$$\mu_{combination} = \left(۱ - \prod_{i=۱}^{n} (۱ - \mu_i) \right)^{\gamma} * \left(\prod_{i=۱}^{n} \mu_i \right)^{۱-\gamma}$$

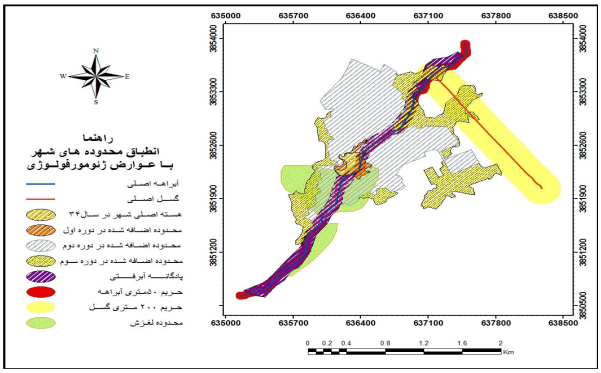
۷- بحث و نتیجه‌گیری

در این تحقیق، در مرحله نخست به بررسی روند توسعه شهر با توجه به داده‌های موجود (عکس‌های هوایی سال‌های ٣٤، ٤٦، ٧١ و تصویر ماهواره‌ای سال٨٩) در فاصله سه دوره گذشته، از نظر ارتفاع، شیب، جهت شیب و عوارض ژئومورفولوژی (مانند حریم آبراهه، حریم گسل، محدوده پادگانه و خطر لغزش) پرداخت شد. نتایج نشان داد که توسعه شهر در سه دوره مورد بررسی از لحاظ معیارهای ساخت و ساز بر پایه ارتفاع و شیب اصولی صورت گرفته است، ولی از بعد جهت شیب، که در مناطق کوهستانی بهترین جهت شیب از نظر آفتابگیر بودن سمت جنوب و توسعه شهر غیراصولی صورت گرفته است.

بررسی توسعه شهر جوانرود در دوره‌های گذشته از لحاظ برخورد با عوارض خطرساز ژئومورفولوژی، (شکل ٦) نشان می‌دهد که شهر جوانرود در معرض تهدید عوامل مختلف محیطی قرار دارد به‌طوری‌که در دوره نخست بیشترین توسعه بر عوارض خطرساز قرار داشته است. با توجه به این‌که در این دوره شهرکمترین رشد فیزیکی داشته است. در عوض در دوره دوم توسعه با توجه به بیشترین رشد فیزیکی، کمترین توسعه بر عوارض خطرساز داشته است، (جدول ٣).

1. Fuzzy Gama

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-26]



شکل ۶ نقشه انطباق محدوده های شهر در سه دوره مورد مطالعه با عوارض خطرساز ژئومورفولوژی

جدول ۳ مساحت محدوده‌های ایجادشده بر عوارض خطرساز ژئومورفولوژیکی مختلف

دوره تغییرات شهر	مساحت محدوده های ایجاد شده بر عوارض خطرساز(مترمربع)	مساحت محدوده های ایجاد شده بر عوارض خطرساز (درصد)
دوره اول (۱۳۳٤-۱۳٤٦)	۲٤٦۷۳	۵۵/۲۳
دوره دوم (۱۳۷۱ - ۱۳٤٦)	۳۳۰۹٤٤	۲۱/۷۵
دوره سوم (۱۳۸۹-۱۳۷۱)	۲۸٦۸۵۷	۳٤/٦۰

وضعیت چگونگی و ارتباط محدوده های شهر در سه دوره مورد مطالعه با نقشه ژئومورفولوژی مورد تحلیل قرار گرفت، که نتایج حاصل از همپوشانی نقشه ژئومورفولوژی با محدوده های شهر در فاصله زمانی بین سالهای ۱۳۳٤ تا ۱۳۸۹ در جدول (٤) نشان می دهد که در این فاصله زمانی بیشترین توسعه بر روی محدوده لغزش (۱٤/۳۳درصد) ایجاد شده است.

جدول ۴ توزیع محدوده اضافه شده به شهر بر عوارض ژئومورفولوژی در فاصله زمانی ۱۳۳۴-۱۳۸۹

عوارض ژئومورفولوژیکی	مساحت به مترمربع	مساحت به درصد
محدوده پادگانه	۲۳۰٤۰۵	۹/٦۲
حریم ۲۰۰متری گسل	۱۵۳۹۵۲	٦/٤۳

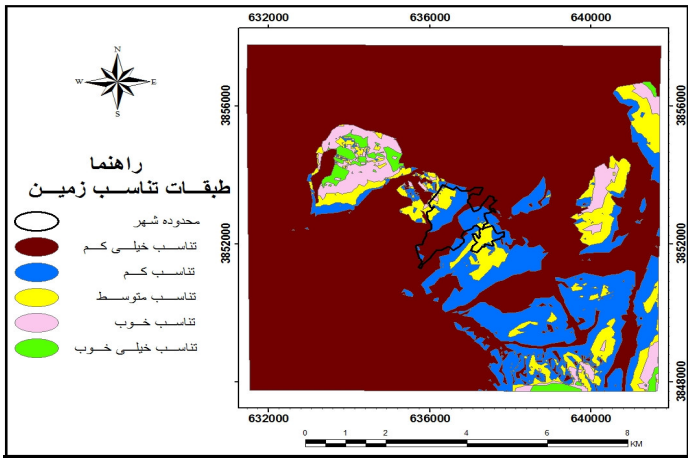
[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-26]

ادامه جدول ۴

عوارض ژئومورفولوژیکی	مساحت به مترمربع	مساحت به درصد
حریم ۵۰متری آبراهه	۲۲٤٦۱۲	۹/۳۸
محدوده لغزش	۳٤۳۳۹۵	۱٤/۳۳
محدوده اضافه‌شده به شهر در فاصله زمانی ۱۳۸۹-۱۳۳٤	۲۳۹۵٦۲۳	-

در مرحله بعد ۹ لایه برای بررسی توسعه شهر جوانرود تهیه و با استفاده از مدل AHP وزن‌دهی (با نرخ ناسازگاری ۰/۰٤) شدند (جدول ٤). در محیط Gis طی فرآیند برنامه‌نویسی تمام لایه‌ها بین طیف صفر تا ۱ فازی و سپس اوزان حاصل از مدل سلسله مراتبی معیارها، در هر یک از لایه‌ها ضرب شدند تا لایه‌های وزن‌دار فازی ایجاد شودند و در گام بعدی جهت پهنه‌بندی، عملیات عملگرهای ضرب فازی، جمع فازی بر آن‌ها اعمال شد که نتایج نشان می‌دهد دقت پهنه‌بندی حاصل از به‌کار گیری ضرب جبری فازی و جمع جبری فازی مورد اطمینان نیست. در ضرب فازی عوامل وزنی در یکدیگر ضرب می‌شوند؛ بنابراین ارزش پیکسل‌ها به سمت صفر میل می‌کنند و دقت خیلی بالایی در تعیین پهنه‌بندی مناطق دارد. در حقیقت مناطق خیلی کمی را به‌عنوان مکان‌های مستعد جهت شهرسازی انتخاب می‌کند، برعکس در جمع جبری، عوامل فازی با یکدیگر جمع می‌شوند و ارزش پیکسل‌ها به سمت یک متمایل می‌شود که از دقت بسیار پایینی در پهنه‌بندی برخوردار است. در نتیجه مناطق وسیعی را به عنوان مکان‌های دارای قابلیت توسعه شهر انتخاب می‌کند. با توجه به اختلاف شدید بین نتایج حاصل از به‌کارگیری عملگرهای جمع جبری و ضرب جبری، در راستای تعدیل حساسیت بسیار پایین جمع جبری و حساسیت بسیار بالای ضرب جبری، از عملگر دیگری به نام گامای فازی که حد فاصل بین این دو عملگر می‌باشد استفاده شده است. که در این پژوهش از گامای فازی ۰/۷، ۰/۸ و ۰/۹ جهت شناسایی پهنه‌های مستعد برای توسعه فیزیکی شهر جوانرود استفاده شد. نتایج بررسی نقشه‌های حاصل از سه مقادیر مختلف حاصل از گاما همچنین با توجه به مشاهدات و برداشت‌های میدانی و انطباق بصری آن‌ها با منطقه مورد مطالعه حاکی از این است که نقشه حاصل از عملگر گامای ۰/۷ بیشترین تناسب با منطقه مورد بررسی را دارد. در نتیجه با استفاده از عملگر گامای ۰/۷ که ترکیبی از ضرب و جمع فازی است نقشه پهنه‌بندی منطقه در ۵ طبقه تناسب تهیه شد، (شکل ۷).

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-26]



شکل ۷ نقشه پیشنهادی مکان‌یابی مناسب جهت توسعه آتی شهر جوانرود

بررسی مساحت و درصد هر یک از طبقات تناسب زمین نشان می‌دهد (جدول ٤) که بهترین پهنه (طبقه با تناسب خیلی خوب) برای توسعه شهر بیشتر در محدوده شمال غربی شهر جوانرود با مساحتی برابر۱/۳٤ درصد کل منطقه است. یعنی به لحاظ عوامل طبیعی و ژئومورفولوژیکی تناسب بالایی برای توسعهٔ کالبدی داراست، در حالی که ۷۵/۳۲درصد از کل منطقه در طبقه با تناسب بسیار کم قرار دارد.

جدول ۵ توزیع مساحت طبقات زمین جهت توسعه کالبدی شهر جوانرود

طبقات تناسب زمین	مساحت طبقات تناسب زمین جهت توسعه کالبدی شهر جوانرود	
	مساحت به مترمربع	مساحت به درصد
تناسب خیلی خوب	۱۳٦۸۱۲۵	۱/۳٤
تناسب خوب	۳۵۰۱۸۷۵	۳/٤۲
تناسب متوسط	٦٤٥۸۷۵۰	٦/۳۲
تناسب کم	۱۳۹۱۲۵۰۰	۱۳/٦۰
تناسب خیلی کم	۷۷۰۲۰٦۲۵	۷۵/۳۲
جمع کل	۱۰۲۲٦۱۸۷۵	۱۰۰

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-26]

نتایج انطباق نقشه مکانیابی با وضع موجود شهر جوانرود نشان می‌دهد که در حدود ۷۵/۳۵درصد از کل مساحت محدوده شهر (جدول ٦) دارای تناسب کم و بسیار کم است. این موضوع گویای این مطلب است که منطقه مورد بررسی، منطقه‌ای نامساعد و کوهستانی که فاقد توانمندی جهت توسعه شهر و همچنین در گذشته هم توسعه شهر هم غیراصولی صورت گرفته است. در حریم رودخانه و پادگانه‌های آبرفتی و یا بر محدوده‌های لغزش ایجاد شده که این امر نشان‌دهنده عدم توجه به عوارض ژئومورفولوژی منطقه در امر توسعه فیزیکی در گذشته است.

جدول ۶ مساحت وضع موجود شهر جوانرود در انطباق با طبقات مختلف تناسب زمین

طبقات تناسب زمین	مساحت وضع موجود شهر جوانرود در انطباق با طبقات مختلف تناسب زمین	
	مساحت (مترمربع)	مساحت (درصد)
تناسب بسیار خوب	۰	۰
تناسب خوب	٤٦٨٧٥	۱/۹۲
تناسب متوسط	٥٥٦٢٥٠	۲۲/۷۳
تناسب کم	۹۲۲٥۰۰	۳۷/۷۰
تناسب بسیار کم	۹۲۱۲٥۰	۳۷/٦٥
جمع	۲٤٤٦٨٧٥	۱۰۰

در نهایت به منظور تعیین درجه صحت این روش، عملیات تحلیل و همپوشانی جداگانه بین نقشهٔ نهایی طبقه‌بندی شده و برخی معیارهای اصلی مؤثر در توسعه شهر (ارتفاع، شیب و جنس زمین)، در محیط Gis انجام شد. نتایج حاکی از استقرار ٦٤/۰۸ درصد از طبقه زمین با تناسب بسیار زیاد در مناسبترین طبقه ارتفاعی (۱٥۰۰–۱۳۰۰متر)، ۹۳/۹۱ درصد از مساحت این طبقه در مناسب‌ترین کلاسه شیب (۱٥– ۰درصد) و همچنین ۲٥/۲٥درصد این طبقه بر سازند کنگلومرای بختیاری و ۷٤/۲٥درصد بر سازند رادیولاریت کرمانشاه استقرار یافته (که این سازندها در این پژوهش بیشترین تناسب و اولویت برای توسعه شهر داراست) دارد. پراکندگی فضایی این اراضی نشان می‌دهد که بخش اعظم منطقه مورد بررسی دارای تناسب بسیار کم برای توسعه شهر است. در واقع منطقه مورد مطالعه دارای شرایط نامساعدی جهت توسعه شهر است.

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-26]

۸- منابع

- امانپور، سعید، هادی علیزاده و حسن قراری، «تحلیلی بر مکان‌یابی جهات بهینه توسعه فیزیکی شهر اردبیل با استفاده از مدل AHP»، *فصلنامه برنامه‌ریزی منطقه‌ای*، س ۳، ش ۱۰، صص ۸۳-۹۶، تابستان، ۱۳۹۲.
- ثروتی، محمدرضا، حسن لشکری و اسدا... مومنی، «هیدرولوژی و حوضه آبریز رودخانه «لیله» جوانرود»، *مجله جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای*، ش ۱۰، صص ۸۲-۵۹، ۱۳۸۹.
- حسینیان، محمد، «مکان‌یابی بهینه کاربری اراضی شهری با استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی»، *همایش ۸۵ ژئوماتیک*، ۱۳۸٦.
- رضایی، پرویز، پروانه استاد ملک‌رودی، «محدودیت‌های ژئومورفولوژیکی و توسعه فیزیکی شهر رودبار»، *فصل‌نامه جغرافیای طبیعی*، س ۳، ش ۷، صص ۱۲۸-۱۱۳، ۱۳۸۹.
- *عکس‌های هوایی ۱:۵۵۰۰۰، (محدوده مورد بررسی، سال ۱۳۳٤)*، سازمان اطلاعات جغرافیایی نیروهای مسلح.
- *تصویر ماهواره‌ای Rs/P5، سال ۱۳۸۹*، سازمان اطلاعات جغرافیایی نیروهای مسلح.
- سازمان نقشه‌برداری کشور، عکس‌های هوایی ۱:۲۰۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰۰، محدوده مورد بررسی، سال‌های ۱۳٤٦ و ۱۳۷۱.
- سازمان نقشه‌برداری کشور، نقشه توپوگرافی مقیاس ۱:۵۵۰۰۰ جوانرود و گازرخانی، شماره‌های 5359IV و 5259 I، *سازمان نقشه‌برداری کشور*، ۱۳۷٦.
- سازمان زمین‌شناسی و مدیریت اکتشاف و استخراج ملی نفت ایران، نقشه‌های زمین‌شناسی مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ کامیاران و باینگان.
- ستایشی نساز، حسن، شهرام روستایی، مجتبی عمرانی دورباش، و نرگس زارع پیشه، «بررسی تنگناه‌های ژئومورفولوژیکی و تاثیر آن بر توسعه فیزیکی شهر با استفاده از GIS و روش AHP (مطالعه موردی: شهر گیوی)»، *پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی*، س ۲، ش ٤، صص ۱-۱٦، بهار، ۱۳۹۳.
- عبدالهی، علی اصغر، «آشکارسازی مکان‌های بهینه جهت توسعه فیزیکی آتی شهر کنگان»، *مجموعه مقالات نهمین همایش زمین‌شناسی ایران*، دانشگاه تربیت معلم تهران، ۱۳۸٤.

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-26]

- علایی طالقانی، محمود، زهرا رحیم‌زاده و عباس امینی، «پهنه‌بندی حساسیت دامنه‌ها به ناپایداری (لغزش) در حوضه آبخیز جوانرود با استفاده از مدل آماری دو متغیره تراکم سطح»، *جغرافیا و توسعه*، ش ۲۲، صص۷۲-۵۷، ۱۳۹۰.
- عظیمی حسینی، محمد، محمد هادی نظری‌فر و رضوانه مومنی، *کاربرد GIS در مکان یابی*، تهران: انتشارات مهرگان قلم، ۱۳۸۹.
- قدسی‌پور، سید حسن، *فرآیند تحلیل سلسه مراتبی AHP*، تهران: انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی‌تکنیک تهران)، ۱۳۹۰.
- کرم، امیر، امیر صفاری، عزت اله قنواتی و هاشم حسینی، «ارزیابی و مکان‌یابی جهت توسعه فیزیکی شهر با استفاده از مدل منطق فازی مطالعه موردی: شهر دیواندره»، *نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، ج ۲۰، ش ۲۳، صص ۸۳-۶۳، ۱۳۹۰.
- کیا، سید مصطفی، *منطق فازی در MATLAB*، تهران: انتشارات دانشگاهی کیان، ۱۳۹۲.
- محمدی، جمال، حسین پورقیومی و محمد قنبری، «تلفیق مدل همپوشانی شاخص‌های (IO) و تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) در مکان‌یابی مراکز آموزشی (نمونه موردی: مدارس راهنمایی شهر کازرون)»، *مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی*، س ۲۳، پیاپی ٤٥، ش ۱، صص ۱۲۸-۱۱۳، ۱۳۹۰.
- مهندسان مشاور تدبیر شهر، طرح توسعه و عمران (جامع) شهر جوانرود، کرمانشاه: سازمان مسکن و شهرسازی استان کرمانشاه، ۱۳۸۹.
- یمانی، مجتبی، سید علی عبادی‌نژاد، مهران مقصودی و صمد شادفر، «ارزیابی کارایی عملگرهای منطق فازی در تعیین توانمندی زمین لغزش (مطالعه موردی: حوزه آبخیز شیرود)»، *مجله علمی-پژوهشی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران*، س ۱، ش ۲، صص ٤٤-۳۹، ۱۳۸٦.
- Amanpour, S., H. Alizadeh & H. Gharari [2013]; "Analysis of the Locating Directions Optimal Physical Development of the City of Ardabil using AHP", *Journal of Regional Planning; third year;* No. 10; pp. 83-96, 2013. [In Persian]
- Servati, MR., H. Lashkari, & A. Momeni, "Hydrology and Catchment Area of the River, "Lille" Javanrood", *Journal of Geography and Regional Development*; No. 10, pp. 82-59, 2010. [In Persian]

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-26]

- Hosseiniyan, M., "Locating Optimal Urban Land Using GIS", *Geomatics Conference,* No. 85, 2007. [In Persian]
- Rezaei, P. & P. Ostadmalekroody, "Geomorphologic and Physical Development Limits of the City Roudbar", *The Journal of Physical Geography, Third year*, No. 7, pp. 128-113, 2010. [In Persian]
- *1:55000 Aerial Photographs (Area under Review, 1955)*, Armed Forces of Geographic Information. [In Persian]
- *Rs/P5 Satellite Image*, Armed Forces of Geographic Information, 2010. [In Persian]
- *1:20000 and 1:10000 Aerial Photographs (1967-1990)*, National Cartographic Organization. [In Persian]
- *1:55000 Topographic Maps of Javanrood and Gazer Khani (No. 5359IV and 5259I)*, National Cartographic Organization, 1997.[In Persian]
- *1:100000 Geological Map of Kamyaran and Bayangan*, Geological and Exploration Management of the National Iranian Oil Company.[In Persian]
- Setuyeshi Neasaz, H., Sh. Rostai, M. Omrani Dorbash & N. Zarea Pisheh, "Study of Geographical Constraints and the Impact on the Physical Development of the City using GIS and AHP (Case Study: Givi)", *Quantitative Geomorphology Research*, 2nd Ed., No. 4, pp. 1-16, 2014. [In Persian]
- Abdullahi A.A., "Detection Optimal Locations for Future Physical Development of Kangan", *Proceedings of the 9th Congress of Geology*, Tehran*:* Islamic Azad University, 2005. [In Persian]
- Alai Taleghani, M., Z. Rahimzada & A. Amini, "Zoning Sensitivity to Unstable Slopes (Slip) in Watershed Javanrood using Bivariate Statistical Model of Surface Density", *Geography and Development*; No. 22, pp. 72 -57, 2010. [In Persian]
- Azim Hussein, M., M. H. Nazarifar & R. Momeni, *GIS in Locating*, Tehran: Mehregan Ghalam Publication, 2010. [In Persian]
- GhodsiPour, S. H., *Analytical Hierarchy Process AHP*, Tehran: Amirkabir University (Tehran Polytechnic), 2011. [In Persian]
- Karam, A. A. Safari, E. Ghanavati, & H. Hosseini, "Evaluation and Location for

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-26]

Physical Development Using Fuzzy Logic Models: A Case Study of Divandareh, *Journal of Applied Research in Geological Sciences*, Vol. 20, No. 23, pp. 83- 63, 2011. [In Persian]

- Kia, S. M., *Fuzzy logic in MATLAB*, Tehran; Qian University Press, 2013. [In Persian]
- Mohammadi, J., H. Pour Qayyum & M. Ghanbari, "Integrated Model of Overlap Index (IO) and Analytical Hierarchy Process (AHP) in the Location of Training Centers (Case Study: Secondary Schools Kazeroon)", *Journal of Geography and Environmental Planning*; year 23, Vol. 45, No. 1, pp. 128-113, 2011. [In Persian]
- Mohandesan Moshaver Tadbireshahr, *(Master) Development Plan of Javanrood Town*, Kermanshah: Housing and Urban Development of Kermanshah Province, 2010. [In Persian]
- Yamani, M., A. Ebadi Negad, M. Maghsodi & S. Shadfar, "Evaluating Performance of Fuzzy Logic in Determining the Ability of Landslides (Case Study: Shirud Watershed)", *Iranian Journal of Watershed Management Science and Engineering*, year 1, No. 2, pp. 44-39, 2007. [In Persian]
- Dafi, A., *Geomorphology and the Urban Building Interface between Research and Usage*, Leeds: University of Leeds, School of Geography, 2004.
- Devendra, C. & R. Shankar, "An STEEP-Fuzzy AHP-TOPSIS Framework for Evaluation and Selection of Thermal Power Plant Location: A Case Study from India", *Department of management studies, Indian Institute of Technology Delhi*, New Delhi: Hauz khas, 2012.
- Ju, C., J. Yonggang, S. Hongxian, T. Changwei, J. Fanghui & Y. Zhongnian; "Coastal Urban Road Geo – Disaster Monitoring Problems of Laoshan District", in *2011 International Conference of Green Buildings and Sustainable Citics*, 2011.
- Yan, L. & S. R.Phinn, *Modelling Urban Development with Cellular Automata Incorporating Fuzzy Set Approach*, Queensland: School of Geography Planning & Architecture, the University of Queensland, 2003.

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-26]