



جغرافیا و روابط انسانی، بهار ۱۳۹۹، دوره ۲، شماره ۴، پیاپی ۸

## ارزیابی مناطق مستعد توسعه فیزیکی شهر سقز با استفاده از

### مدل تلفیقی *AHP-Fuzzy*

معصومه اسدی<sup>۱</sup>، فاطمه اکبری<sup>۲</sup>، کامیار امامی<sup>۳</sup>

۱. دکتری ژئومورفولوژی، عضو هیات علمی دانشگاه پیام نور هرمزگان

۲. کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه مازندران

۳. کارشناس ارشد ژئومورفولوژی، دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۱/۰۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۱/۱۷

#### چکیده

در طی سال‌های اخیر، شهرها با توسعه فیزیکی قابل توجهی مواجه شده‌اند. توسعه فیزیکی نواحی سکونتگاهی در بسیاری از شهرها با محدودیت مواجه شده است که از جمله آن‌ها شهر سقز می‌باشد. در واقع، وضعیت ژئومورفولوژی شهر سقز سبب شده است تا این شهر با محدودیت‌هایی مواجه باشد، به همین دلیل در این تحقیق به شناسایی مناطق مستعد توسعه فیزیکی در محدوده این شهر پرداخته شده است. در این تحقیق به منظور دستیابی به اهداف مورد نظر از ۸ پارامتر (شیب، جهت شیب، رودخانه، ارتفاع، لیتولوژی، گسل، راه ارتباطی و کاربری اراضی) و مدل تلفیقی منطق فازی و *AHP* استفاده شده است. روش کار به این صورت است که پس از تهیه لایه‌های اطلاعاتی، با استفاده از مدل *AHP* به این لایه وزن داده شده است و سپس این لایه‌ها با استفاده از منطق فازی باهم ترکیب شده و در نهایت نقشه میزان تناسب زمین جهت توسعه فیزیکی نواحی سکونتگاهی در ۵ کلاس (خیلی کم تا خیلی زیاد) تهیه شده است. بر اساس نقشه نهایی، مناطقی که دارای پتانسیل کم و خیلی کم هستند شامل واحد پادگانه رودخانه و مناطق با شیب و ارتفاع زیاد می‌باشد که در مرکز و حاشیه شهر سقز قرار دارند. همچنین مناطقی که دارای پتانسیل زیاد و خیلی زیادی هستند عمدتاً شامل مناطق با شیب و ارتفاع کم و خارج از حریم رودخانه قرار دارند. مجموع نتایج به دست آمده بیانگر این است که محدوده مطالعاتی به دلیل وجود واحد پادگانه رودخانه و واحد کوهستانی با محدودیت‌های زیادی از نظر توسعه فیزیکی مواجه می‌باشد.

**کلمات کلیدی:** ژئومورفولوژی، توسعه فیزیکی، سقز

## مقدمه

رشد شهری و تمرکز جمعیت در مناطق شهری و روند نامتعادل و صعودی نمودارهای توسعه‌های شهری بر روی زمین و عرصه‌های طبیعی محدود، مشکلات اجتماعی زیادی در سطح محلی، منطقه‌ای و جهانی ایجاد کرده است (مرو، ۲۰۰۴: ۱۳۶). افزایش جمعیت و توسعه سکونتگاه‌ها سبب توسعه غیرقابل کنترل نواحی شهری شده است (اورتگا، ۲۰۱۱: ۲). شهرنشینی و حرکت به طرف شهری شدن جهان با رشد انفجاری جمعیت، ابعاد و تنوع الگوی توسعه شهری همسو شده است (نظریان، ۱۳۸۹: ۱۷). لذا مقوله مدیریت شهری در حال حاضر به یکی از مهم‌ترین مباحث و دغدغه دولت‌ها تبدیل شده است (عبدی و مهدی-زادگان، ۱۳۸۹: ۱). از آنجا که شهرها در دامن محیط طبیعی استقرار می‌یابند. تشخیص مکان مناسب و بررسی تناسب اراضی جهت توسعه کالبدی آن‌ها در حیطه وظایف متخصصین علوم محیطی از جمله دانش ژئومورفولوژی قرار می‌گیرد (نیری و همکاران، ۱۳۹۷: ۵۰). در واقع، نواحی شهری زمین‌های وسیع و گسترده‌ای را به خود اختصاص می‌دهد که از ترکیب واحدهای مختلف توپوگرافی و مورفولوژیکی تشکیل می‌یابد. هراندازه شهرها توسعه یابد، برخورد آن‌ها با واحدهای گوناگون ژئومورفولوژی و توپوگرافی زیادتیر می‌شود و هرگونه اقدام در راستای توسعه و عمران شهری به نحوی با پویایی و دینامیسم آن و در نتیجه با پدیده‌های مورفولوژیکی تلاقی پیدا می‌کند (رجایی، ۱۳۸۷). بنابراین در توسعه فیزیکی شهری، مکان‌یابی مناسب و اصولی از اهمیت بسیاری برخوردار است (لطفی و همکاران، ۱۳۹۲: ۲۴). در طی سال‌های اخیر، مدل‌ها، روش‌ها و پژوهش‌ها در اشکال مختلفی برای برنامه‌ریزی کاربری شهری توسعه داده شده‌اند (سانت ریورا و همکاران، ۲۰۰۸: ۲۵۸)، از جمله این مدل‌ها، مدل منطق‌فازی و تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) می‌باشد، که در این تحقیق بر مبنای آن‌ها به شناسایی مناطق مستعد توسعه فیزیکی شهری در محدوده شهری سقز پرداخته شده است.

در مورد موضوع مطالعه تحقیقات مختلفی صورت گرفته است که از جمله آن‌ها می‌توان به یان‌سی و جی-یانگ<sup>۱</sup> (۲۰۰۶) اشاره کرد که با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و مشاهده میدانی و بر مبنای پارامترهای مختلف، مناطق مستعد توسعه سکونتگاه‌ها را مشخص کرده‌اند. چانگ<sup>۲</sup> (۲۰۰۸) با استفاده از ترکیب GIS و مدل تصمیم‌گیری چند معیاره مناطق مستعد توسعه شهری در هارلینگن را شناسایی کرده است. موسوی و همکاران (۱۳۹۵) مکان‌یابی عرصه‌های مناسب توسعه شهری یاسوج را مورد ارزیابی قرار داده‌اند. پور طاهری و همکاران (۱۳۹۵) به ارزیابی میزان روایی روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه در تعیین پهنه‌های مناسب توسعه شهری شهرستان آذرشهر پرداختند. زیاری و همکاران (۱۳۹۶) به ارزیابی تناسب اراضی

۱. Merwe

۲. Ortega

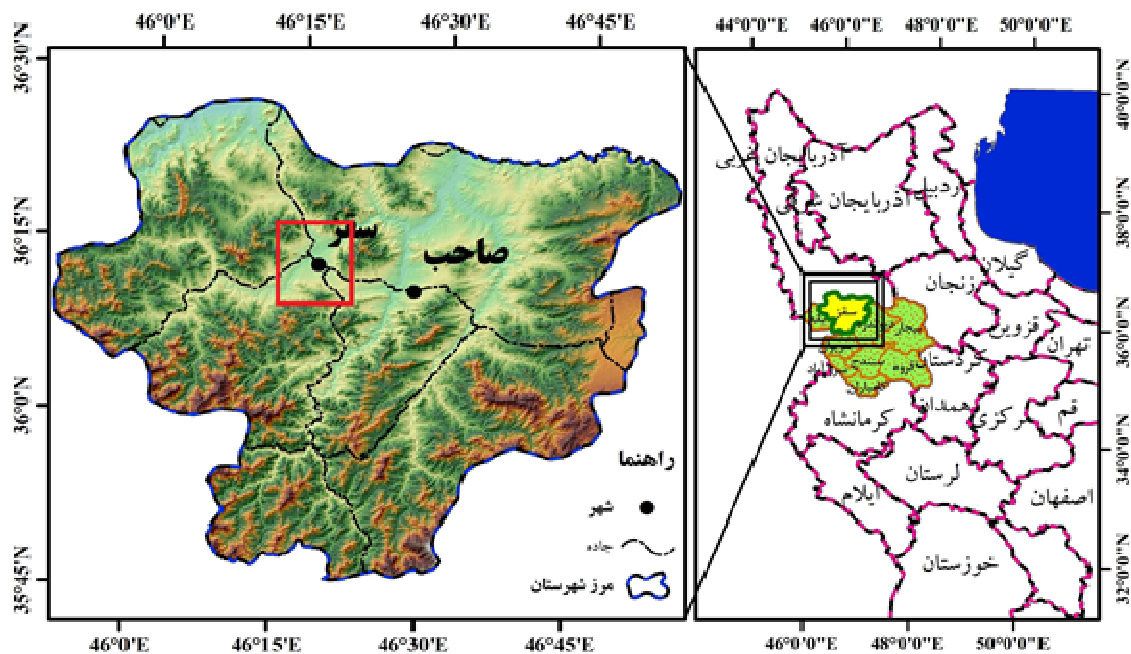
۳. Sant'e-Riveiraa

۴. Yan Sui & Jie Yong

۵. Chang

به منظور توسعه شهری اهواز پرداختند. سالاری و همکاران (۱۳۹۶) به مکان‌گزینی جهات مناسب توسعه شهری کامیاران با رویکرد مخاطره‌شناسی مبتنی بر اعمال مناطق ممنوعه ژئومورفولوژی پرداختند. صفاری و همکاران (۱۳۹۷) به تعیین جهات مناسب توسعه شهری شهرستان فارسان بر اساس مناطق ممنوعه ژئومورفولوژیکی پرداختند. با توجه به موارد مذکور، هدف از تحقیق حاضر شناسایی مناطق مستعد توسعه شهری در محدوده شهری سقز با استفاده از مدل تلفیقی منطق‌فازی و تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) می‌باشد.

**محدوده مطالعاتی:** محدوده مطالعاتی شامل شهر سقز و مناطق حاشیه‌ای این شهر می‌باشد. شهر سقز در غرب کشور و از نظر تقسیمات سیاسی در شمال استان کردستان و شهرستان سقز قرار دارد. این شهرستان از شمال به شهرستان‌های بوکان و شاهین‌دژ، از شمال شرق به تکاب، از شرق به دیواندره، از جنوب به مریوان و از غرب به بانه منتهی می‌شود. شهرستان سقز از نظر ژئومورفولوژی کوهستانی بوده و به دلیل ارتفاع زیاد و عرض بالای جغرافیایی دارای تابستان‌های معتدل و زمستان‌های بسیار سرد است، به طوری که این شهرستان سردترین منطقه استان و از سردترین مناطق کشور در زمستان محسوب می‌شود. در شکل ۱ نقشه موقعیت شهرستان سقز و محدوده مطالعاتی نشان داده شده است.



شکل ۱: نقشه موقعیت شهرستان سقز و محدوده مطالعاتی

## مواد و روش‌ها

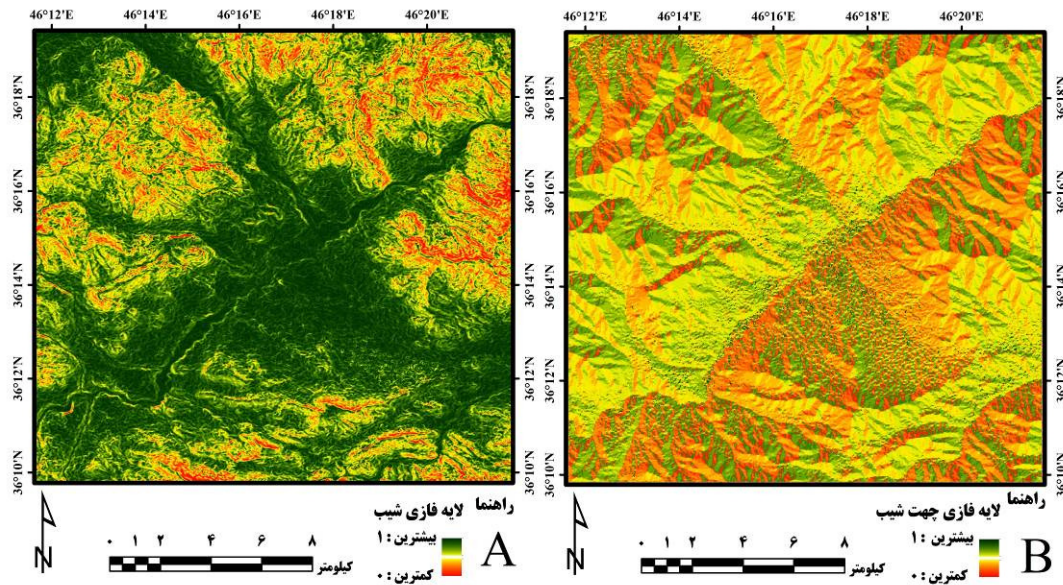
این تحقیق مبتنی بر روش‌های میدانی، نرم‌افزاری و کتابخانه‌ای است. ابتدا با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی، محدوده حوضه مورد مطالعه مشخص شده است. داده‌های اصلی پژوهش نقشه‌های توپوگرافی

۱:۵۰۰۰۰ و نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ هستند. در این تحقیق به منظور بررسی و پهنه‌بندی مناطق مساعد برای توسعه شهری از ۸ پارامتر شیب، جهت شیب، ارتفاع، لیتولوژی، کاربری اراضی، فاصله از گسل، فاصله از رودخانه و فاصله از راه ارتباطی همچنین دو مدل تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و منطق فازی استفاده شده است. در این تحقیق، روش کار به گونه‌ای است که ابتدا لایه‌های اطلاعاتی تهیه و به صورت فازی شده و قابل مقایسه درآمده‌اند، سپس با استفاده از مدل AHP ارزش هر کدام از لایه‌ها محاسبه شده است. در نهایت هر کدام از لایه‌ها در نرم‌افزار ARC GIS با استفاده از دستور Raster calculator در وزن به دست آمده از طریق مدل AHP ضرب شده و با استفاده از منطق فازی این لایه‌های اطلاعاتی در محدوده مورد مطالعه باهم تلفیق شدند. جهت تعدیل حساسیت خیلی بالای عملگر فازی ضرب و همچنین حساسیت خیلی کم فازی جمع، از عملگر فازی گاما استفاده شده است. در نهایت پس از همپوشانی، نقشه مناطق مساعد برای توسعه شهری در محدوده مورد مطالعه بر اساس تلفیق دو مدل فازی و AHP بدست آمده است.

## بحث و نتایج

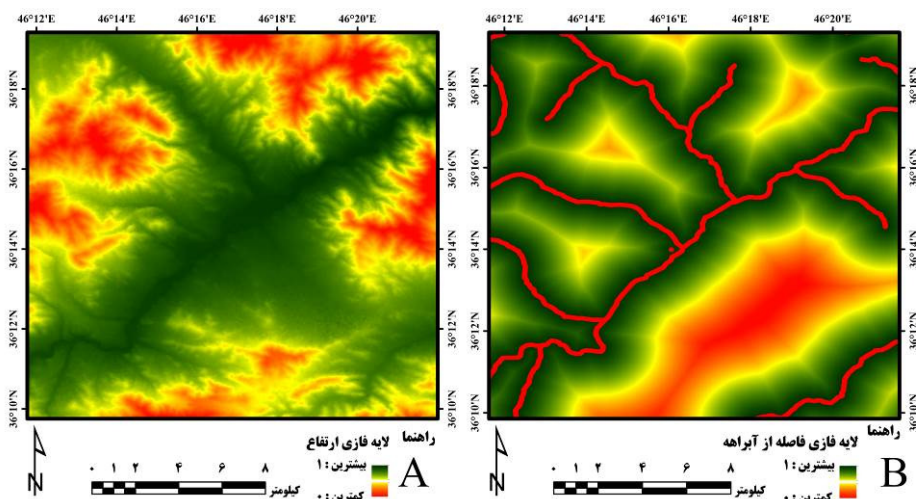
**بررسی پارامترهای مؤثر:** به منظور بررسی مناطق مساعد توسعه شهری در منطقه مورد مطالعه از ۸ پارامتر استفاده شده که در ادامه به تشریح هر کدام از این پارامترها پرداخته شده است:

**-شیب و جهت شیب:** یکی از عوامل و معیارهایی که در برنامه‌ریزیهای شهری مورد توجه قرار می‌گیرد، وضعیت شیب و جهت شیب منطقه است. معمولاً برای احداث شهرها در مطالعات مکان‌یابی آنها، شیب تا ۲۰ درجه در نظر گرفته می‌شود و در شیب‌های بالای ۲۰ درجه ساخت و سازی انجام نمی‌شود، زیرا ساخت شهرها در این شیب‌ها از نظر اقتصادی مقرون‌به‌صرفه نیست. مناسب‌ترین شیب برای توسعه مسکونی، شیب ۱ تا ۶ درجه است؛ اما در شیب‌های ۹ تا درصد نیز مجتمع‌های مسکونی و تأسیسات و تجهیزات شهری و روستایی ساخته می‌شود (مقیم، ۱۳۸۵: ۲۵۰). همچنین جهات جنوبی نیز به دلیل دریافت انرژی بیشتر نسبت به جهات جنوبی، دارای ارزش بیشتری جهت اهداف توسعه شهری هستند. در شکل ۲ نقشه فازی شده شیب و جهت شیب محدوده مطالعاتی نشان داده شده است.



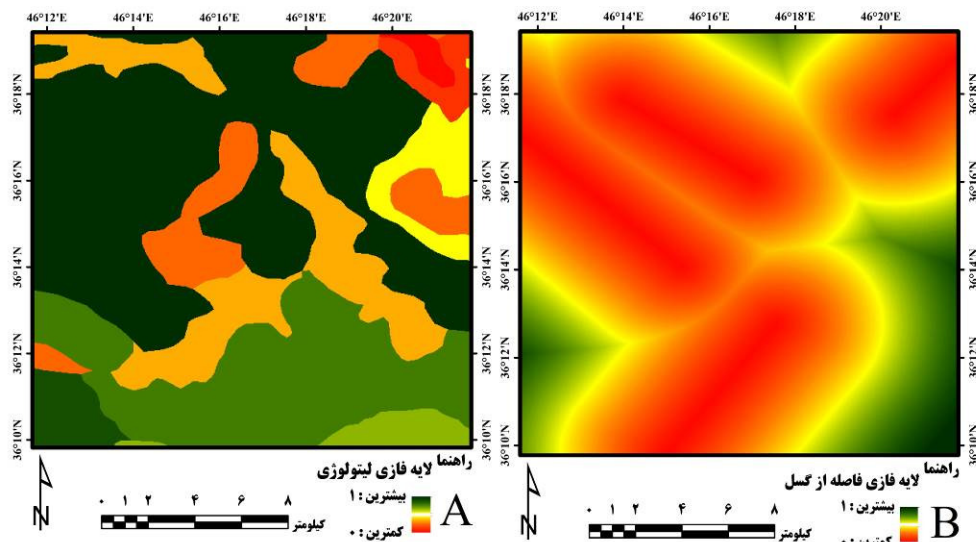
شکل ۲: (A) نقشه فازی شده شیب (B) نقشه فازی شده جهت شیب

ارتفاع و رودخانه: یکی از پارامترهای تأثیرگذار جهت اهداف توسعه شهری، وضعیت ارتفاعی است. وضعیت ارتفاعی در بسیاری از مسائل شهری مانند لوله‌کشی‌های آب، گاز، تخلیه آب‌های سطحی و فاضلاب شهرک و یا جهت‌گیری مسیر خیابان‌ها برای دریافت نور آفتاب، اهمیت شایانی دارد و مناطقی که دارای ارتفاع کم‌تری هستند نسبت به مناطق مرتفع، ارزش بیش‌تری دارند. رودخانه‌ها نیز به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل در جذب جمعیت و توسعه شهری محسوب شوند. یکی از مهم‌ترین فاکتورهایی که برنامه‌ریزان شهری باید آن را مورد توجه قرار دهند، رعایت حریم رودخانه‌هاست. با توجه به اینکه رودخانه سقز از مرکز شهر این شهر عبور می‌کند، توجه به این پارامتر بسیار ضروری است. در این تحقیق ارزش‌گذاری پارامتر رودخانه به این صورت بوده است که تا فاصله ۲۰۰ متر به عنوان حریم رودخانه در نظر گرفته شده است و سپس به مناطق نزدیک به حریم رودخانه ارزش نزدیک ۱ و به مناطق دورتر ارزش نزدیک به صفر داده شده است (شکل ۳).



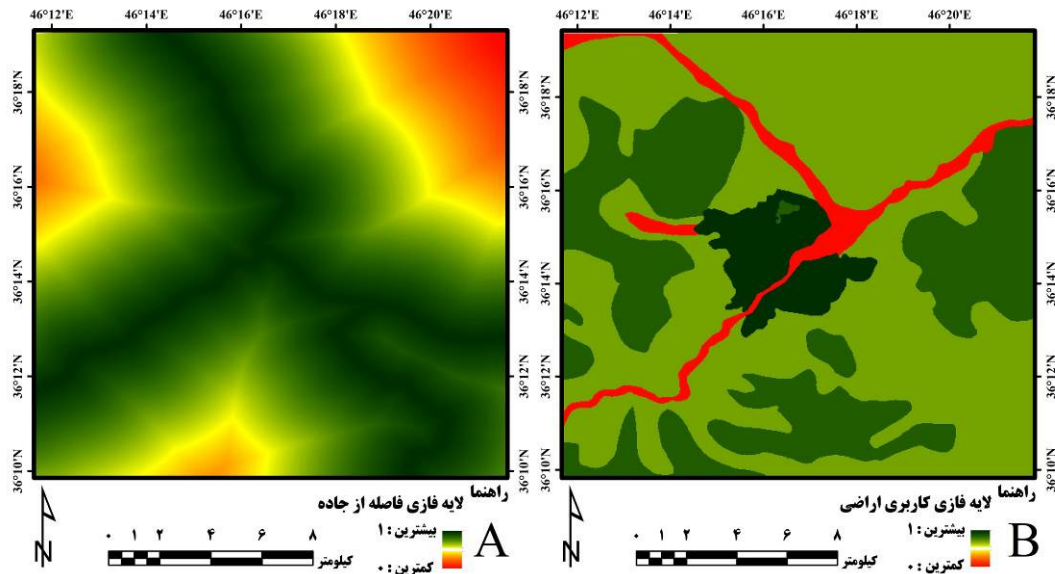
شکل ۳: (A) نقشه فازی شده ارتفاع (B) نقشه فازی شده فاصله از رودخانه

**لیتولوژی و گسل:** وضعیت زمین‌شناسی هر منطقه به‌عنوان یک عامل تأثیرگذار در روند توسعه شهری محسوب می‌شود که می‌تواند محدودیت‌هایی را به همراه داشته باشد. به‌طوری‌که سازندهایی که از لحاظ مقاومت در برابر فشار و امواج زلزله و نیز فشارهای ناشی از ساخت و سازه‌های شهری مقاومتی متفاوتی ندارند، مناسب برای اهداف توسعه شهری نیستند. بنابراین سازندهای مقاوم ارزش نزدیک به ۱ و مناطق با سازند سست دارای ارزش نزدیک به صفر هستند. گسل نیز به‌عنوان یکی از موانع مهم در توسعه شهری محسوب می‌شود که در برنامه‌ریزی‌های شهری بسیار مورد توجه قرار می‌گیرند. با توجه به اینکه مناطق نزدیک به خطوط گسلی دارای پتانسیل آسیب‌پذیری بالایی هستند، مناطق نزدیک به گسل دارای ارزش نزدیک به صفر و مناطق دورتر دارای ارزش نزدیک به صفر هستند (شکل ۴).



شکل ۴: (A) نقشه فازی شده لیتولوژی (B) نقشه فازی شده فاصله از گسل

**کاربری اراضی و راه ارتباطی:** نوع کاربری اراضی به‌عنوان یکی از فاکتورهای مؤثر در امر برنامه‌ریزی محسوب می‌شود. در منطقه مورد مطالعه با توجه به اینکه زمین‌های کشاورزی آبی و مرغوب نقش بسزایی در اقتصاد منطقه و حتی استان دارد، برنامه‌ریزی باید به‌گونه‌ای باشد که این اراضی کم‌تر دچار تخریب و تغییر کاربری شوند. به همین دلیل در تحقیق حاضر زمین‌های کشاورزی آبی و باغات دارای کم‌ترین امتیاز به‌منظور اهداف توسعه شهری هستند. همچنین عامل دسترسی می‌تواند نقش بسزایی در مکان‌یابی و گسترش آتی شهرها داشته باشد، بنابراین مناطق نزدیک به راه ارتباطی دارای ارزش نزدیک به ۱ و مناطق دورتر دارای ارزش نزدیک به صفر هستند (شکل ۵).



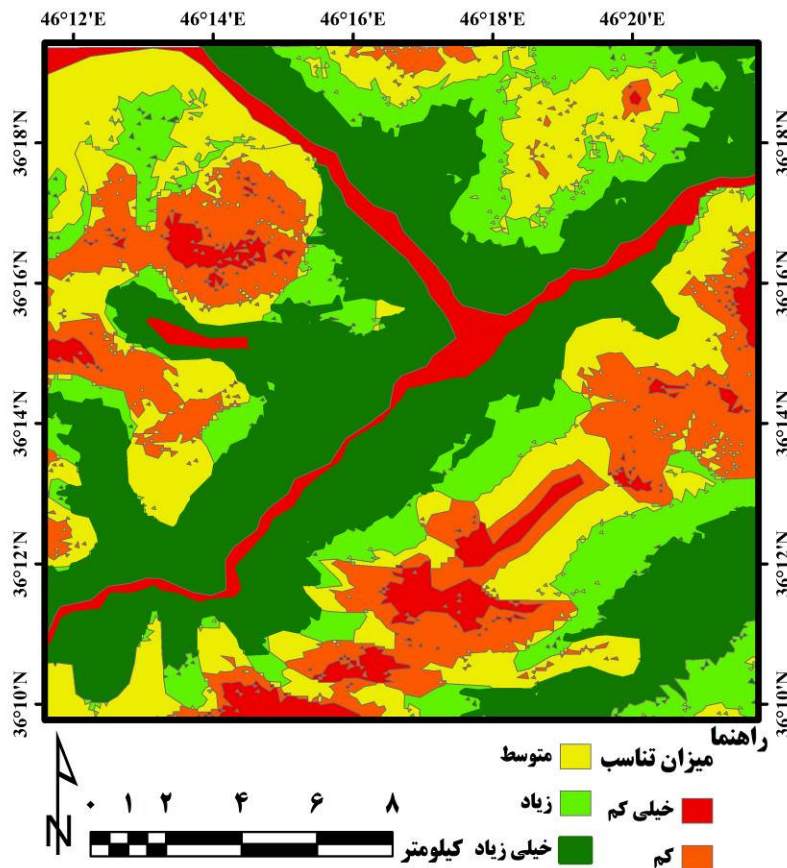
شکل ۵: نقشه فازی شده فاصله از جاده (A) نقشه فازی شده کاربری اراضی (B)

وزن‌دهی و ترکیب لایه‌های اطلاعاتی: با توجه به اینکه ارزش و اهمیت لایه‌های اطلاعاتی به منظور اهداف توسعه شهری یکسان نیست، در این تحقیق با استفاده مدل تحلیل سلسله مراتبی (AHP) به وزن‌دهی لایه‌های اطلاعاتی پرداخته شده است. به منظور وزن‌دهی به لایه‌ها از ۵ کارشناس ژئومورفولوژی استفاده شده است و پس از مقایسه زوجی معیارها، وزن نهایی برای هر معیار محاسبه شده است که در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱: وزن نهایی پارامترها با استفاده از مدل تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

معیار	شیب	جهت شیب	ارتفاع	رودخانه	کاربری اراضی	راه ارتباطی	لیتولوژی	گسل
وزن	۰/۲۰۲	۰/۰۹۱	۰/۰۸۹	۰/۱۹۵	۰/۰۹۹	۰/۱۱۷	۰/۰۹۸	۰/۱۰۹

پس از وزن‌دهی به لایه‌های اطلاعاتی، وزن بدست آمده بر روی آن‌ها اعمال شده است و در نهایت لایه‌های اطلاعاتی با استفاده از گامای فازی باهم تلفیق و ترکیب شده و نقشه نهایی مناطق مستعد توسعه فیزیکی شهری تهیه شده است (شکل ۶).



شکل ۶: نقشه مناطق مستعد توسعه فیزیکی شهری با استفاده از مدل تلفیقی منطق فازی و *AHP*

### نتیجه گیری

روند افزایشی جمعیت سبب شده است تا در طی سال‌های اخیر بسیاری از نواحی شهر با محدودیت توسعه فیزیکی مواجه باشند. در واقع شهرهایی که از نظر ژئومورفولوژی دارای تنگنانهایی هستند، از نظر توسعه فیزیکی با محدودیت مواجه شده‌اند، به همین دلیل بسیاری از نواحی سکونتگاهی در مناطق مخاطره آفرین استقرار یافته‌اند. با توجه به اینکه شهر سقز نیز از نظر ژئومورفولوژی با محدودیت‌هایی مواجه است، در این تحقیق به شناسایی مناطق مستعد توسعه فیزیکی در محدوده این شهر پرداخته شده است. نتایج تحقیق بیانگر این است که شهر سقز با محدودیت‌های زیادی از جمله وجود مناطق پرشیب و پادگانه رودخانه مواجه است. با توجه به محدودیت‌هایی که این شهر دارد، با استفاده مدل تلفیقی منطق فازی و *AHP*، مناطق مستعد توسعه فیزیکی این شهر شناسایی شده است. بر اساس نتایج بدست آمده، محدوده مطالعاتی از نظر میزان تناسب جهت توسعه فیزیکی به ۵ کلاس (خیلی کم تا خیلی زیاد) تقسیم شده است. ارزیابی نتایج نهایی بیانگر این است که طبقه با تناسب خیلی کم شامل محدوده حریم رودخانه می‌باشد که هیچ تناسبی جهت توسعه فیزیکی نواحی سکونتگاهی ندارد. طبقه با تناسب کم شامل مناطق پرشیب و با ارتفاع زیادی می‌باشد که پتانسیل کمی جهت توسعه فیزیکی نواحی سکونتگاهی دارد. طبقه با تناسب متوسط



عمدتاً شامل مناطق با شیب و ارتفاع متوسط می‌باشد. طبقه با تناسب زیاد شامل مناطق با شیب و ارتفاع کم و همچنین طبقه با تناسب خیلی زیاد نیز شامل مناطق خارج حریم رودخانه، ارتفاع کم، شیب کم و نزدیک به خطوط ارتباطی می‌باشد. مجموع نتایج حاصله بیانگر این است که شهر سقز از جهات مختلف توسط واحد پادگانه رودخانه و کوهستان احاطه شده است، بنابراین در توسعه فیزیکی با محدودیت‌های زیادی مواجه می‌باشد.

## منابع

۱. پورطاهری، مهدی. پاشا نژاد، احسان. احمدی، حسن. (۱۳۹۵). ارزیابی میزان روایی روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه در تعیین پهنه‌های مناسب توسعه شهری (مطالعه موردی شهرستان آذرشهر)، برنامه ریزی و آمایش فضا، دوره ۲۰، شماره ۱، صص ۱-۲۰
۲. رجایی، عبدالحمید (۱۳۸۷)، کاربرد ژئومورفولوژی در آمایش سرزمین و مدیریت محیط، تهران، نشر قوم، چاپ سوم، ۳۴۴ صفحه
۳. زیاری، کرامت اله؛ آروین، محمود؛ رحیم‌پور، نگار؛ تقوی‌زیوانی، اسماعیل (۱۳۹۶)، ارزیابی تناسب اراضی به‌منظور توسعه شهری با رویکرد آمایش سرزمین (مطالعه موردی: شهر اهواز)، مجله جغرافیا و توسعه، سال ۱۵، شماره ۴۷، صص ۱۷-۳۶
۴. سالاری، ممند؛ نیری، هادی؛ امانی، خبات؛ گنجائیان، حمید (۱۳۹۶)، مکانگزینی جهات مناسب توسعه شهری کامیاران با رویکرد مخاطره‌شناسی مبتنی بر اعمال مناطق ممنوعه ژئومورفولوژی، مجله مدیریت مخاطرات محیطی، دوره ۴، شماره ۴، صص ۴۳۶-۴۱۹
۵. صفاری، امیر؛ گنجائیان، حمید؛ فریدونی‌کردستانی، مژده؛ حیدری، زهرا (۱۳۹۷)، تعیین جهات مناسب توسعه شهری بر اساس مناطق ممنوعه ژئومورفولوژیکی (مطالعه موردی: شهرستان فارس)، فصلنامه جغرافیای طبیعی، سال ۱۱، شماره ۳۹، صص ۱۹-۳۲
۶. عبدی، محمدعلی؛ مهدیزادگان، سیما؛ سرایی، محمد؛ کردی، فرزانه (۱۳۸۹). توسعه درونی شهری. چاپ اول، انتشارات مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، تهران. ۳۵۲ صفحه
۷. لطفی، صدیقه؛ مهدیان بهمنیفر، معصومه؛ مهدی، علی (۱۳۹۲)، تعیین اراضی مناسب توسعه شهری با بهره‌گیری از مدل‌های چندمعیاره در شمال ایران، مجله برنامه‌ریزی و آمایش فضا، دوره ۱۷، شماره ۲، صص ۲۳-۵۴
۸. مقیمی، ابراهیم (۱۳۸۵)، ژئومورفولوژی شهری، انتشارات دانشگاه تهران
۹. موسوی، سیدحجت؛ ولی، عباسعلی؛ رنجبر، ابوالفضل؛ داستان، داریوش (۱۳۹۵)، مکان‌یابی عرصه‌های مناسب توسعه آتی شهر یاسوج، پژوهش‌های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری، دوره ۴، شماره ۱، صص ۶۹-۸۸
۱۰. نظریان، اصغر (۱۳۸۹). پویایی نظام شهری ایران. انتشارات مبتکران، چاپ دوم، تهران. ۳۱۲ صفحه

۱۱. نیری، هادی؛ گنجائیان، حمید؛ امانی، خبات (۱۳۹۷)، ارزیابی شاخص‌های محیطی تناسب زمین برای گسترش کالبدی شهر سروآباد با تلفیق دو مدل تحلیل شبکه‌ای و منطق فازی، فصلنامه پژوهش‌های اجتماعی جغرافیای شهری، سال ۵، شماره ۱، صص ۶۲-۴۹
۱۲. *Chang, N. B. 2008. combing GIS with Fuzzy multicriteria decicson making for landfill siting in afast geowing urban region. Jornal of Environmental management. V 87, pp 139-153*
۱۳. *Merwe, J. 2004. Gis- aided land evaluation and decision-making for regulating urbanexpansion: A South Africa case study, 43 (2), pp 135- 1۵۰*
۱۴. *Ortega, A. R., 2011. Disting-off the File: A Review of Knowledge on Urban Ornithology in Latin America, Journal of Landscape and Urban Planning, 101, pp. 1-10*
۱۵. *Sant'e-Riveiraa, n., Crecente-Masedaa, R., Miranda-Barr'osa, D. 2008. GIS-based planning support system for rural land-use allocation, Computers and electronics in agriculture, 63:pp 257-273.*
۱۶. *Yan Sui, L., Jie yong, S. 2006. GIS based assessment of land suitability for optimal Allocation in the qinling mountains, china, Valume 16, pp 586*