

تحلیل مناطق مستعد جهت توسعه کالبدی شهری (مطالعه موردی: شهر اشنویه)

رباب حسین زاده^{۱*}، پروین پوریان^۲

۱. استادیار گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری - دانشگاه پیام نور - تهران - ایران.

۲. کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

DOI: 10.22034/mpsh.2026.552346.1066

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۱/۱۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۸/۱۶

چکیده

توسعه کالبدی شهرها فرآیندی پویا و مداوم است که طی آن محدوده‌های فیزیکی شهر و فضاهای کالبدی آن در جهات عمودی و افقی از حیث کمی و کیفی افزایش می‌یابد. و اگر این روند سریع و بی برنامه باشد باعث توسعه نامتعادل فیزیکی و ناموزون فضاهای شهری می‌شود و در نتیجه سیستم‌های شهری را با مشکلات عدیده‌ای مواجه خواهد ساخت. از این رو اهداف این پژوهش، تحلیل تناسب زمین به منظور توسعه کالبدی شهری با رویکرد ملاحظات زیست‌محیطی می‌باشد. روش پژوهش با توجه به هدف کاربردی و از لحاظ ماهیت و روش توصیفی - تحلیلی است. معیارهای مورد بررسی مشتمل بر، ۱۱ مؤلفه‌ی محیطی (ارتفاع، شیب، جهت شیب، فاصله از محدوده خدماتی شهر، فرسایش خاک، زمین‌شناسی، فاصله از رودخانه‌ها، فاصله از گسل، فاصله از نقاط روستایی، کاربری اراضی و فاصله از جاده می‌باشد. برای ارزیابی و تحلیل تناسب اراضی جهت توسعه کالبدی، تکنیک‌های مختلف تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM) به کار گرفته شده است. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و ترسیم نقشه‌ها از نرم‌افزارهای IDRISI, GIS, Excel و Google Earth pro استفاده شده است. نتایج حاصل از پژوهش نشان داد که قسمتی از بخش‌های جنوبی، جنوب شرقی، جنوب غربی، شمال شرقی در محدوده مورد مطالعه مناسب‌ترین مکان‌ها جهت توسعه کالبدی شهر اشنویه است. در نهایت دو محدوده اولویت‌دار (A و B) به منظور توسعه کالبدی شهر برای سال‌های آتی پیشنهاد گردید که می‌توانند به تناسب نیاز در فاز توسعه پیوسته و ناپیوسته شهری جهت توسعه و ایجاد شهرک‌های مسکونی به عنوان یک گزینه، در مقایسه با سایر گزینه‌های دیگر، مدنظر قرار بگیرند.

واژگان کلیدی: تحلیل تناسب مکانی، توسعه کالبدی - فیزیکی، شهر اشنویه، ملاحظات زیست محیطی.

R.hos@pnu.ac.ir

* نویسنده مسئول: رباب حسین زاده

مقدمه

یکی از ویژگی‌های عصر حاضر، افزایش جمعیت و توسعه نواحی سکونتگاهی و در پی آن توسعه شهرهای بزرگ و کوچک است (Gilbert & Gagler, 1996:766). در سراسر جهان، کشورها به طور فزاینده‌ای در حال شهری شدن هستند (Dutta, 2012:2). مطابق با پیش‌بینی سازمان ملل، احتمال می‌رود تا سال ۲۰۵۰ حدود ۸۰ درصد جمعیت جهان در شهرها زندگی کنند (Jha, 2015: 10). بنابراین، رشد روزافزون شهرها متأثر از رشد جمعیت و مهاجرت، منجر به ساخت و سازهای بدون برنامه و تغییرات زیاد ساختار فضایی به طور خاص توسعه فیزیکی شهرها در مکان‌های نامساعد گشته است که هدایت آگاهانه و ساماندهی اساسی را می‌طلبد (قربانی و همکاران، ۲۰۱۳:۹۲). توسعه فیزیکی شهرها فرآیندی پویا و مداوم است که طی آن محدوده‌های فیزیکی شهر و فضاهای کالبدی آن در جهات عمودی و افقی از حیث کمی و کیفی افزایش می‌یابد و اگر این روند سریع و بی برنامه باشد باعث توسعه نامتعادل فیزیکی و ناموزون فضاهای شهری می‌شود و در نتیجه سیستم‌های شهری را با

مشکلات عدیده‌ای مواجه خواهد ساخت. در طرح‌های توسعه شهری و توسعه‌های بدون برنامه دهه‌های گذشته، شهرها و آبادی‌ها غالباً بدون توجه به امر حیاتی کاربری بهینه زمین، در جهات مختلف و بر روی اراضی با ارزش کشاورزی، دشت‌های غنی، کوهپایه‌ها، سواحل دریا و حاشیه رودخانه‌ها شکل گرفته‌اند (اعتماد، ۱۶: ۱۳۷۸). بنابراین برای کنترل مناسب توسعه فیزیکی و گسترش کالبدی شهرها، لازم است علاوه بر تحلیل‌های اقتصادی-اجتماعی، شناخت و تحلیل دقیقی از خصوصیات زمین و تناسب آن نیز در دسترس باشد (حاجی زاده بیدگلی و همکاران: ۱۴۰۲، ۱۲۷). شناسایی مناطق مستعد توسعه کالبدی-فیزیکی شهرها، از جمله مهم‌ترین تصمیمات در برنامه‌ریزی شهری محسوب می‌شود (Bamrungkhul and Tanaka, 2023: 2)؛ چراکه بسیاری از مناطق با محدودیت‌های زیادی جهت توسعه فیزیکی نواحی سکونتگاهی مواجه هستند (Li et al., 2022: 115). ارزیابی تناسب زمین، ابزاری برای برنامه‌ریزی، طراحی و پیش‌بینی الگوی بهینه‌ی استفاده و کاربری زمین است که سعی دارد مناقشات و کشمکش‌های زیست‌محیطی را به حداقل برساند (کرم و محمدی: ۱۳۸۸، ۶۰). چنانچه ارزیابی تناسب یا استعداد زمین به صورت یک مسئله‌ی تصمیم‌گیری با فاکتورها و معیارهای چندگانه با GIS یکپارچه شود الگویی برای برنامه‌ریزی کاربری زمین مهیا می‌کند که مناقشات را به حداقل رسانده و نظرات دست‌اندرکاران را نیز تا حد زیادی ملحوظ می‌کند (Sukopp, et al, 1995). در شهرهای کنونی با پیچیدگی‌ها و عدم قطعیت‌ها و عوامل متعددی که بر نحوه توسعه آن تاثیر می‌گذارد، روش‌های سنتی در حل مسائل فضایی نظیر روی هم گذاری دستی نقشه‌ها دیگر نمی‌تواند پاسخ‌گو باشند. سرعت رشد و دگرگونی شهرها و هم‌چنین حجم انبوه عوامل تاثیرگذار بر مسائل فضایی در شهرها، چاره‌ای جز استفاده از چارچوبی مدون مبتنی بر GIS در حل مسائل فضایی در شهرسازی باقی نگذاشته است؛ از سوی دیگر روش تحلیل تصمیم چند معیاره پتانسیل زیادی را به منظور کاهش دادن هزینه و زمان و بالا بردن دقت در تصمیم‌گیری فضایی را دارا می‌باشد و می‌تواند چارچوب مناسبی را برای حل مسائل فضایی در شهرسازی فراهم بیاورد (لطیفی و حبیبی، ۱۳۹۰: ۳۲-۳۳).

شهر اشنویه واقع در استان آذربایجان غربی از جمله شهرهایی می‌باشد که به دلیل موقعیت خاصی که دارد، توسعه فیزیکی در آن می‌بایست با حساسیت زیادی انجام شود. این شهر در وهله اول با عوامل زیست‌محیطی و محدودیت‌های مکانی از جمله وضعیت توپوگرافی و شیب تند در قسمت‌های شمالی و غربی شهر، باغات و زمین‌های کشاورزی مرغوب و درجه یک، مستعد بودن منطقه به لحاظ مخاطرات محیطی از جمله زلزله، سیل و ... روبه‌روست. از این رو در پژوهش حاضر سعی شده است با عنایت به محدودیت‌های موجود، ضمن تحلیل وضع موجود شهر به لحاظ فاکتورهای تاثیرگذار در جهات توسعه فیزیکی - کالبدی شهر اشنویه، الگوی بهینه با بهره‌گیری از تکنیک‌های تلفیقی تصمیم چند معیاری و GIS ارائه گردد.

پیشینه پژوهش

در زمینه تحلیل تناسب زمین جهت توسعه سکونتگاه‌های شهری مطالعات چندی انجام گرفته است که از جمله این تحقیقات که در غنای پایه‌های نظری پژوهش حاضر نقش مؤثری دارند می‌توان به پژوهش‌های انجام شده در جهان و ایران مطابق جدول ۱ اشاره کرد.

جدول ۱. تحقیقات و پژوهش‌های انجام‌گرفته در زمینه تحلیل تناسب زمین برای توسعه شهری در جهان و ایران

پژوهشگر و سال	موضوع	روش و نتایج
لــــوان و پینگ (۲۰۲۱)	ارزیابی تناسب کاربری زمین برای توسعه شهری با استفاده از رویکرد محاسبات نرم افزاری مبتنی بر GIS مطالعه موردی: دره ایلچی، چین	آن‌ها از ۱۳ معیار جهت انجام پژوهش خود استفاده کردند. از روش میانگین وزنی مرتب شده (OWA) و روش امتیازدهی منطقی اولویت (LSP) نتایج پژوهش نشان داد ۶۷/۴ درصد از مناطق جهت استقرار کاربری توسعه شهری مناسب و ۳۲/۶ درصد از مناطق برای استقرار کاربری مذکور مناسب نمی‌باشند.
اوستاوغلو و آییــــدین	ارزیابی تناسب زمین جهت ساخت و ساز شهری در منطقه پندیک استانبول، ترکیه	در این پژوهش از مدل‌های AHP فازی، WLC و GIS استفاده شده است. نتایج پژوهش نشان داد مناطق مرکزی و جنوبی منطقه مورد مطالعه از نظر توان

اوغلو (۲۰۲۰)	اکولوژیکی برای استقرار کاربری شهری مناسب هستند.	
هابتمو (۲۰۲۰)	این پژوهش با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاری به انجام رسیده است. از سیستم نمره‌دهی ساعتی نیز جهت تدوین پرسشنامه به منظور وزن‌دهی و اولویت‌بندی معیارها کمک گرفته شده. نتایج نشان داد که ۱۷۵۰ هکتار از محدوده مورد مطالعه دارای توان عالی از نظر استقرار کاربری توسعه شهری است.	تجزیه و تحلیل تناسب زمین برای گسترش شهری در شهر ولکیتیه اتیوپی
منسنگ و همکاران ۲۰۱۱	در این تحقیق با استفاده از روش میانگین وزنی ترتیبی (OWA) و تحلیل سلسله مراتبی (AHP) به ارزیابی موقعیت‌های مکانی فعلی مسکن و اراضی مستعد توسعه مسکونی در شهر صفا پرداختند.	رویکرد تحلیلی تصمیم‌گیری چند متغیره برای تهیه نقشه الگوهای توسعه مسکونی (مطالعه موردی: کومور)
یاکوب ۲۰۱۱	در این پژوهش اراضی مستعد توسعه مسکونی و مغایر با استانداردهای ساخت‌وساز مسکونی با بررسی پارامترهای مختلفی نظیر شیب، ارتفاع، دسترسی و فاصله از رودخانه مشخص شدند.	سیستم اطلاعات جغرافیایی و سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری برای طرح‌های توسعه مالزی با استفاده از نرم‌افزار What if
لیو و همکاران ۲۰۱۰	در این تحقیق، تأثیر مستقیم الگوهای استفاده از زمین‌های منطقه ایی و کیفیت محیط زیست منطقه ایی با استفاده از تصاویر ماهواره ایی، مدل ارتفاعی رقومی، شیب و سایر پارامترهای زیست‌محیطی برای تعیین مناسبت توسعه صنعتی و مسکونی زمین‌های شهری بر اساس تحلیل همپوشانی در محیط GIS بررسی شده و با تعیین سه کلاس نسبتاً مناسب، مناسب و نامناسب توسعه اکولوژیک محور شهر وهان مشخص گردید.	ارزیابی اثرات زیست‌محیطی برنامه‌ریزی استفاده از زمین در شهر وهان بر اساس تحلیل تناسب اکولوژیکی
فرحانی و همکاران (۱۴۰۱)	در این پژوهش از روش AHP و GIS جهت پیشبرد اهداف تحقیق استفاده شده است. نتایج پژوهش نشان داد که حدود ۲۴ درصد از اراضی شهرستان بم دارای توان اکولوژیکی متوسط جهت استقرار کاربری توسعه شهری می‌باشد.	مدل ارزیابی تناسب زمین برای توسعه شهری با استفاده از رویکرد تصمیم‌گیری چندمعیاری و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: بم)
روستایی و همکاران (۱۳۹۳)	در این پژوهش ۶ شاخص (فاصله از گسل، حریم رودخانه ارس، حریم مسیل، جنس زمین، فرسایش و شیب) در نظر گرفته شده است. نتایج به‌دست آمده نشانگر آن می‌باشد که مطلوب‌ترین مکان برای توسعه شهری بر اساس دوری از عوامل بحران آفرین طبیعی در سمت جنوب، جنوب غربی و غرب منطقه قرار دارد که ۴۷۶۲ هکتار از مساحت منطقه را به خود اختصاص داده است.	پهنه‌بندی زمین برای توسعه شهری بخش مرکزی منطقه آزاد ارس با استفاده از مدل AHP
کریمی و همکاران (۱۳۹۱)	نتایج پژوهش نشان داد که به ترتیب ۱.۷۸، ۵.۸۲، ۱۱.۶۴ و ۳۸.۳ درصد از منطقه مورد مطالعه به ترتیب دارای توان عالی، خوب، متوسط و ضعیف است و ۴۲.۴۴ درصد از سطح منطقه فاقد توان برای این کاربری است. در این مطالعه از روش AHP و GIS جهت تحلیل داده‌ها استفاده گردیده است.	مکان‌یابی مناطق مستعد توسعه کاربری مسکونی با استفاده از GIS و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (مطالعه موردی: حوزه آبخیز بابلرود، مازندران)

منبع: مطالعات کتابخانه‌ای نگارنده، ۱۴۰۳

با توجه به جدول فوق و پیشینه تحقیق، محدود تحقیق و پژوهشی به تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های محیطی به منظور شناسایی مناطق مستعد توسعه کالبدی شهری با استفاده از روش تحقیق این پژوهش و در مورد توسعه کالبدی شهر اشنویه انجام گرفته است، که این تحقیق در راستای پر کردن جای خالی این خلأ علمی انجام شده است.

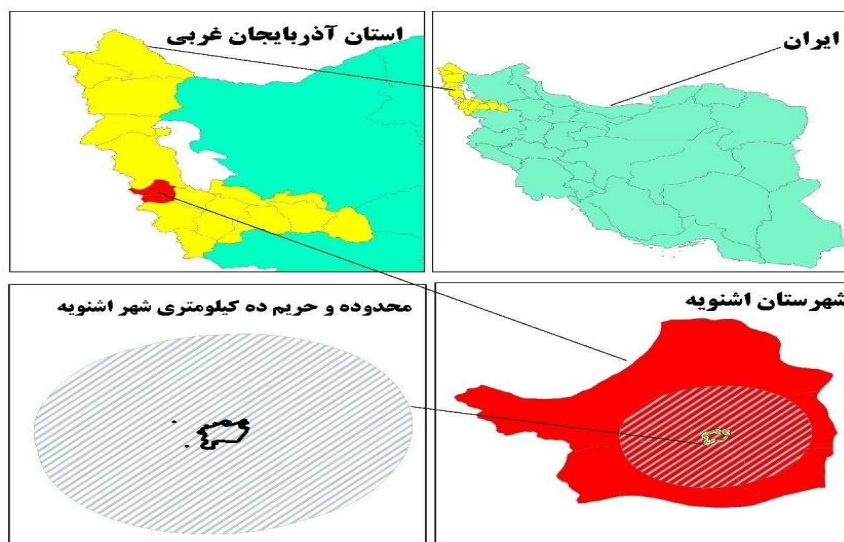
روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر با توجه به هدف از نوع کاربردی و با توجه به ماهیت و روش از نوع توصیفی – تحلیلی می‌باشد. از روش کتابخانه‌ای و اسنادی همچنین مراجعه به سازمان‌ها و ارگان‌های مربوطه (فرمانداری، راه و شهرسازی، شهرداری و غیره) جهت جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز استفاده شده است. به منظور تجزیه و تحلیل وضعیت محدوده مورد مطالعه و اولویت‌بندی تناسب

زمین جهت توسعه سکونتگاه‌های انسانی در برنامه‌ریزی‌های آتی از نظر مؤلفه‌های محیطی از انواع تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاری مبتنی بر GIS از جمله تکنیک تحلیل سلسله‌مراتبی AHP، استفاده شده است. برای ارزش‌گذاری و استانداردسازی معیارها از منطق فازی استفاده شد، سپس جهت تعیین وزن معیارها روش مقایسه زوجی به کار گرفته شد. به منظور تعیین مطلوبیت اراضی به لحاظ مؤلفه‌های مورد بررسی، مدل‌های کمی از جمله VIKOR و منطق فازی و بولین استفاده شد.

موقعیت جغرافیایی شهرستان اشنویه

شهرستان اشنویه در موقعیت جغرافیایی ۳۷ درجه و ۳ دقیقه عرض شمالی و ۴۵ درجه و ۷ دقیقه طول شمالی در جنوب غربی استان آذربایجان غربی واقع گردیده است. از جنوب با شهرستان پیرانشهر، از شمال با شهرستان ارومیه، از غرب با کشور عراق و ترکیه و از شرق با شهرستان نقده هم‌مرز می‌باشد. این شهرستان ۱۱۹۰ کیلومتر مربع مساحت دارد که حدود ۳/۲ درصد مساحت استان متعلق به این شهرستان است. بر اساس آخرین تقسیمات کشوری، شهرستان اشنویه متشکل از ۲ بخش، ۴ دهستان و ۲ نقطه شهری و ۸۱ آبادی دارای سکنه است (استان‌داری آذربایجان غربی، ۱۴۰۳). (شکل ۱).



شکل ۱. موقعیت شهرستان ارومیه در کشور و استان

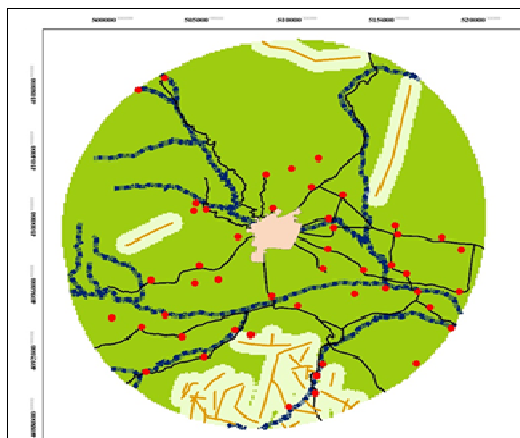
یافته‌های پژوهش

در این تحقیق به منظور شناسایی مناطق مستعد توسعه کالبدی شهر به تناسب از معیارها و داده‌هایی استفاده شده است که در تحقق اهداف تحقیق کارساز باشند. در جدول زیر نمونه‌هایی از معیارها و شاخص‌های مورد استفاده نشان داده شده است:

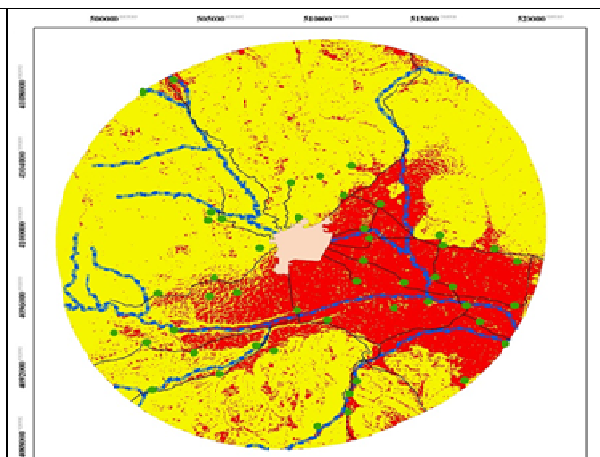
جدول ۲. شاخص‌های تأثیرگذار در شناسایی مناطق مستعد توسعه کالبدی شهری

شاخص	توضیحات	محققان تأییدکننده
ارتفاع	پیکسل‌های با ارتفاع کمتر پتانسیل بیشتری جهت توسعه کالبدی شهری دارند	مرادی و همکاران (۱۳۹۸)، تقیان و غلام‌حیدری (۱۳۹۲)
شیب	تناسب کم مناطق پرشیب جهت اهداف توسعه شهری	مقیمی (۱۳۸۵)، بابایی اقدم و همکاران (۱۳۹۰)، مهندسین مشاور DHV (۱۳۷۱)
فاصله از رودخانه	مناطق نزدیک به رودخانه در معرض سیلاب قرار دارند و این مناطق مناسب برای اهداف توسعه سکونتگاه‌ها نیستند.	زمردیان (۱۳۷۸)،
فاصله از خطوط گسل	به موازات فاصله گرفتن از خطوط گسل مطلوبیت جهت ساخت و ساز شهری افزایش می‌یابد.	غصبان (۱۳۸۱)، غفاری گیلانده (۱۳۹۰)، روستایی (۱۳۹۲)،

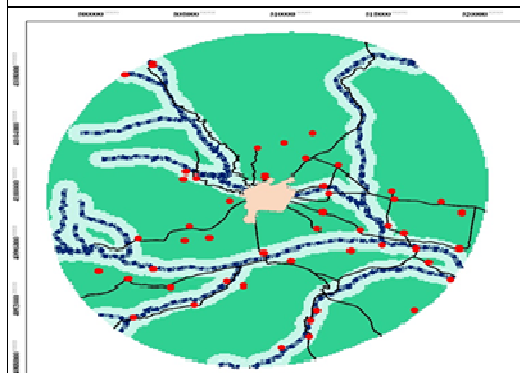
پور احمد و همکاران (۱۳۹۳)، صادقی (۱۳۹۰)	مطلوبیت بیشتر مناطقی که در مجاورت خطوط ارتباطی قرار می‌گیرند.	شبکه‌های ارتباطی
پور احمد و همکاران (۱۳۹۳)	مکان‌های نزدیک به مرکز شهری بیشترین امتیاز برای توسعه شهری دارند.	فاصله از مراکز شهری
مرادی و همکاران (۱۳۹۸)	اولویت اول با مناطق با اراضی بایر	کاربری اراضی
-	مکان‌هایی که شدت فرسایش در آن‌ها کمتر است در توسعه شهری ارجحیت داده می‌شوند.	فرسایش خاک
سایر شاخص‌های تاثیرگذار: سازندهای زمین‌شناسی، واحدهای ژئومورفولوژی، جهت شیب و ...		



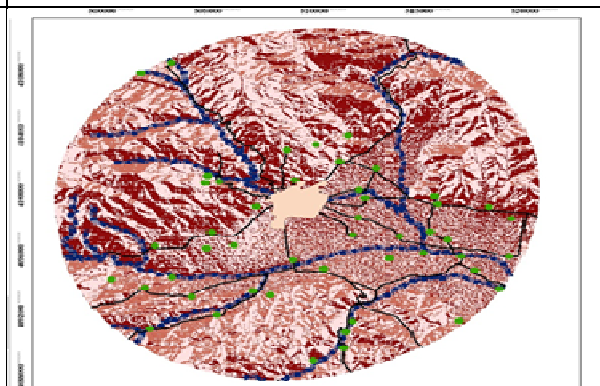
نقشه استاندارد شده فازی فاصله از حریم گسل



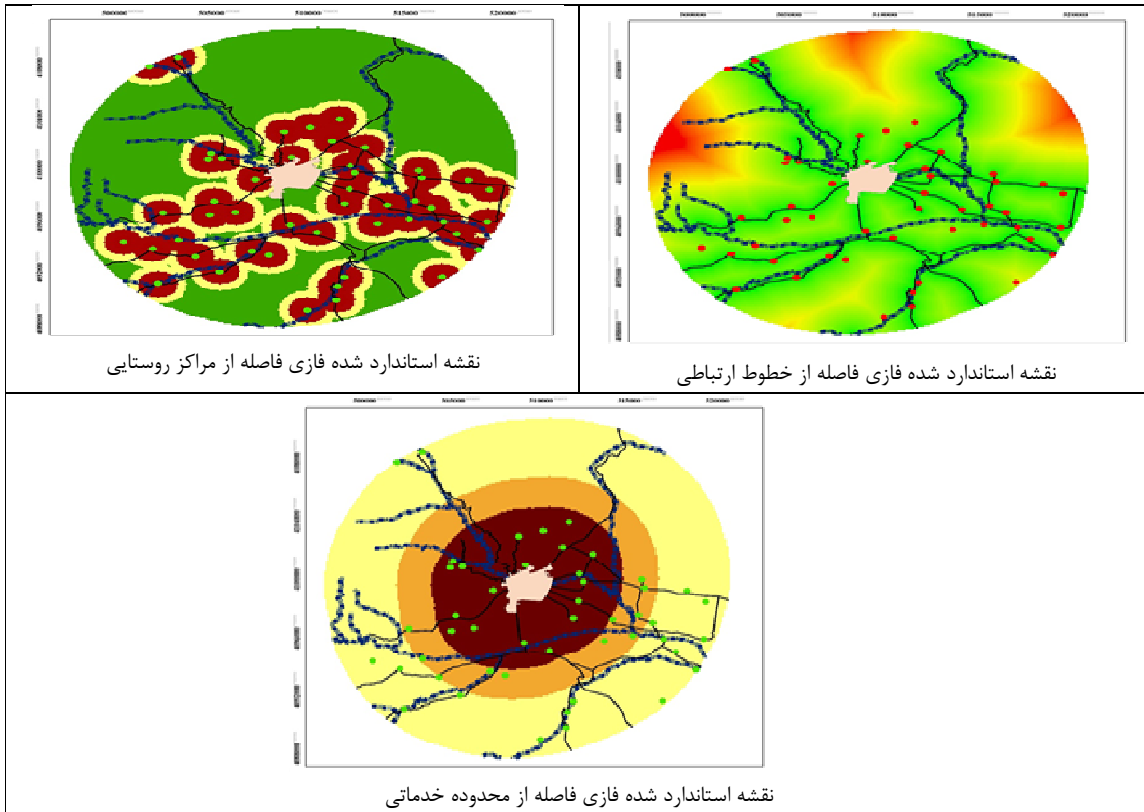
نقشه استاندارد شده فازی شیب طبقات



نقشه استاندارد شده فازی فاصله از حریم رودخانه



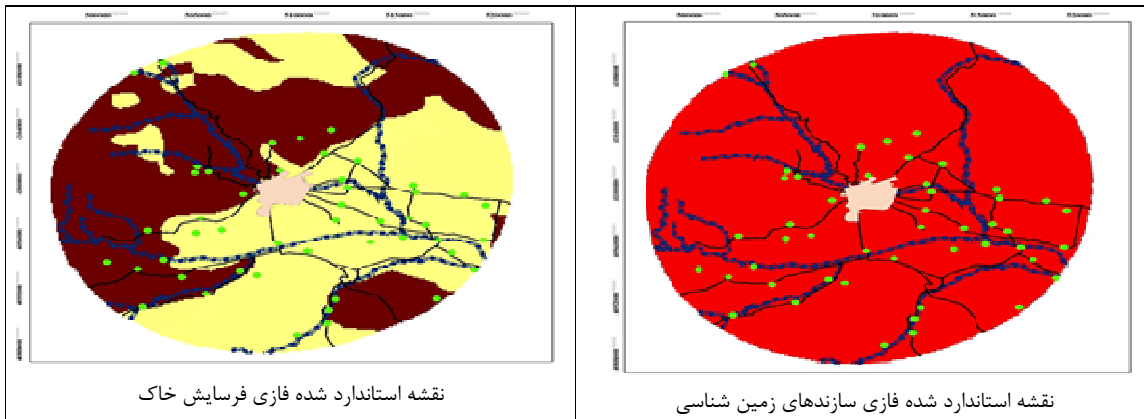
نقشه استاندارد شده فازی جهت شیب

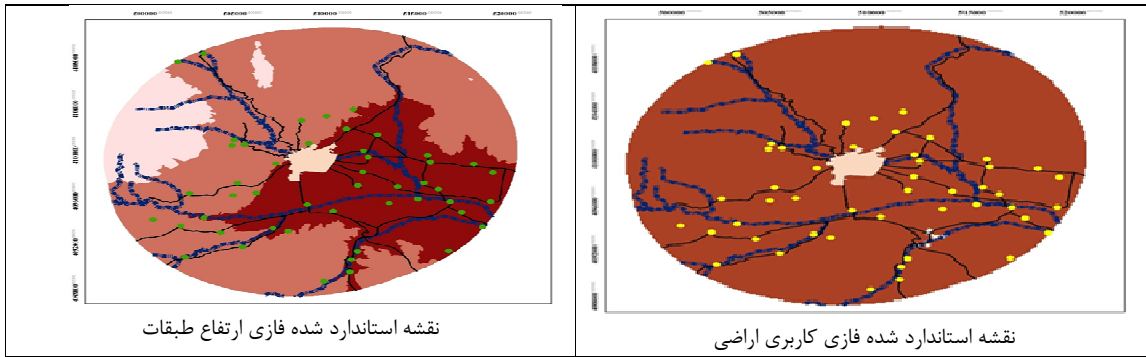


شکل ۲. نقشه استاندارد شده فازی فاصله از محدوده های تأثیرگذار بر توسعه کابردی شهر

زمین‌شناسی و لیتولوژی

بسیاری از پدیده‌هایی که مورفولوژی کنونی منطقه را به وجود می‌آورد به ویژگی‌های لیتولوژی مربوط می‌شود. لذا، برای تحلیل مطلوب تحول ژئومورفولوژیکی نیاز به بررسی دقیق تمامی مشخصات لیتولوژیکی منطقه ضروری است (ستایشی نساز و همکاران، ۱۳۹۳: ۷). در بررسی لیتولوژی محدوده مورد مطالعه جهت آگاهی و شناخت مخاطرات ژئومورفولوژیکی تحت این عامل (جنس و مقاومت سازندها) در برابر تغییرات ژئومورفیکی و نقش آن‌ها در جهت جلوگیری از مخاطرات بررسی شد.





شکل ۳. نقشه استاندارد شده فازی عوامل مورفولوژیک و لیتولوژیک محدودده شهر

برای به دست آوردن وزن معیارها با تعیین ماتریس مقایسه زوجی معیارها پرسش‌نامه‌ای تهیه شد. این پرسشنامه توسط کارشناسان متخصص در زمینه شهرسازی و برنامه‌ریزی شهری تکمیل گردید. سپس وزن معیارها با استفاده از نرم‌افزار Expert choice محاسبه شد. نرم‌افزار مذکور قابلیت محاسبه نرخ ناسازگاری را دارد. پس از بدست آوردن نرخ ناسازگاری، هر کدام از ماتریس‌هایی که نرخ ناسازگاری آن‌ها خیلی بیشتر از حد قابل قبول باشد باید کنار گذاشته شود و در نهایت ماتریس‌هایی که دارای نرخ ناسازگاری کمتر از ۰/۱ بودند در روند تعیین وزن معیارها شرکت داده می‌شوند. به این صورت که میانگین وزن هر کدام از سلول‌های ماتریس بدست آمد و نرخ ناسازگاری ماتریس نهایی با استفاده از نرم‌افزار Expert choice تعیین و وزن معیارها بدست آمد. در این پژوهش، میزان نرخ ناسازگاری ۰/۰۸ بدست آمد که قابل قبول می‌باشد و وزن‌های بدست آمده دارای سازگاری خوبی هستند. وزن‌های بدست آمده برای معیارهای مختلف در جدول (۳) نشان داده شده است. معیار شیب و جهت شیب به ترتیب با امتیاز ۰/۲۳۲ و ۰/۱۸۹ دارای بیشترین وزن و سازند زمین‌شناسی با امتیاز ۰/۰۳۲ دارای کمترین وزن می‌باشد. باید توجه کرد که در روش مقایسه زوجی باید مجموع وزن معیارها یک شود.

جدول ۳. وزن و رتبه معیارهای مؤثر بر توسعه کالبدی شهر

رتبه هر معیار با توجه به وزن به دست آمده	وزن هر معیار	معیار
۱	۰/۲۳۲	شیب
۲	۰/۱۸۹	جهت شیب
۳	۰/۱۱۳	محدوده خدماتی
۴	۰/۰۹۹	کاربری زمین
۵	۰/۰۹۱	فرسایش خاک
۶	۰/۰۷۰	حریم رودخانه
۷	۰/۰۶۰	حریم گسل
۸	۰/۰۴۵	مناطق روستایی
۹	۰/۰۳۴	شبکه ارتباطی
۱۰	۰/۰۳۶	ارتفاع
۱۱	۰/۰۳۲	زمین‌شناسی

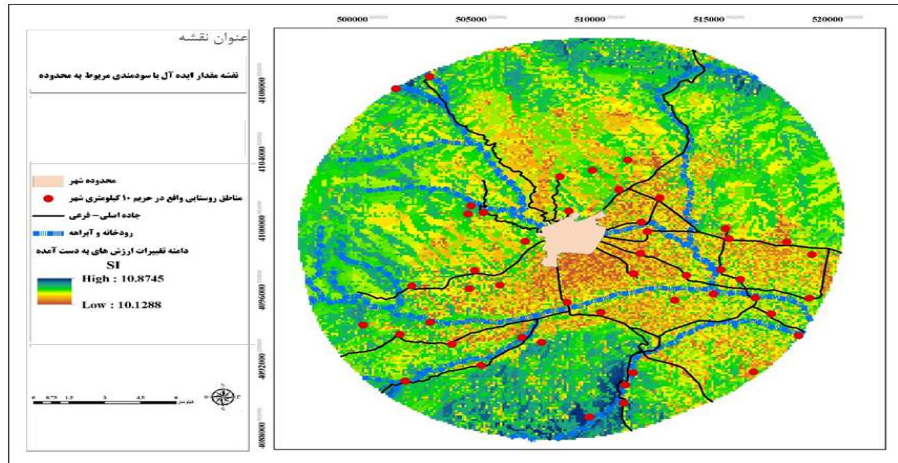
در این پژوهش جهت محاسبه مقدار ایدئال یا سودمندی (SI)، ابتدا هر معیار استاندارد شده با استفاده از ابزار Raster Calculator در محیط نرم‌افزار GIS وزن دهی شوند، بدین صورت که هر ارزش مطرح در سلولی از لایه نقشه معیار استاندارد شده در وزنی از اهمیت متناظر با آن ضرب می‌شوند.

سپس بهترین و بدترین مقدار از میان مقادیر موجود برای هر معیار تعیین گردید که در این پژوهش برای همه معیارها عدد ۰ و ۱ به دست آمده است (MAX=1 و MIN=0). در مرحله بعد SI مربوط به هر معیار استاندارد شده وزنی با استفاده از نوار ابزار

Raster Calculator در محیط کاری نرم‌افزار GIS محاسبه شد. به فرض مثال SI مربوط به معیار شیب با توجه به رابطه ۴-۱۴ به طریق زیر در محیط GIS محاسبه گردید.

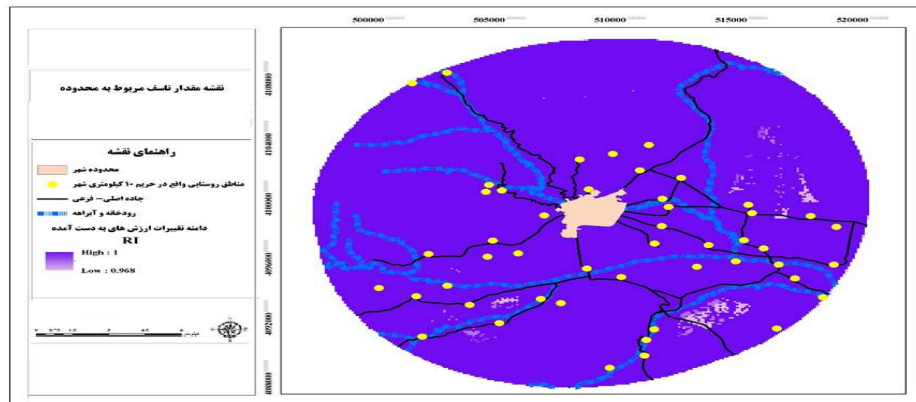
$$SI = (1 / (\text{نقشه استاندارد شده وزنی شیب} - 1))$$

در نهایت مجموع مقدار سودمندی (SI) همه معیارها را با استفاده از ابزار Raster Calculator جمع کرده و نقشه مربوط به دامنه ارزش‌های SI به دست آمد.



شکل ۴. نقشه مقدار ایده آل یا سودمندی (SI) مربوط به محدوده مورد مطالعه

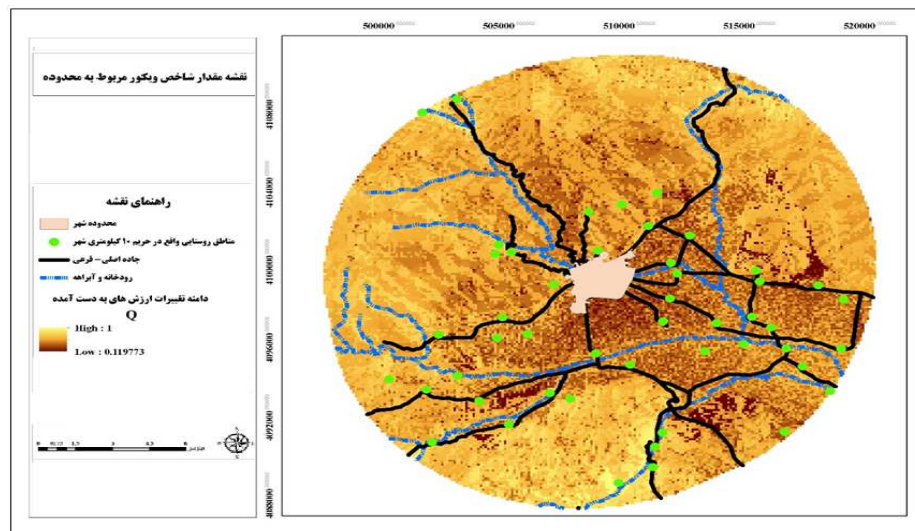
مقدار تأسف (RI) با استفاده از ابزار Cell size به دست آمد. به فرض مثال ابتدا ماکسیمم (MAX) SI مربوط به دو معیار جهت شیب و ارتفاع را با هم به دست آوردیم. سپس ماکسیمم به دست آمده با معیار دیگری مثلاً SI مربوط به محدوده خدما تاشهر محاسبه گردید، دوباره ماکسیمم به دست آمده را با یک معیار دیگر محاسبه می‌کنیم. به همین ترتیب، عملیات مشابهی نیز در رابطه با سایر معیارها انجام گردید تا نقشه مربوط به دامنه ارزش‌های مربوط به RI به دست آمد.



شکل ۵. نقشه مربوط به مقدار تأسف (RI) مربوط به محدوده مورد مطالعه

این مرحله از عملیات در راستای استخراج نقشه نهایی تغییرات ارزش‌های به دست آمده در تحلیل تناسب زمین جهت توسعه کالبدی شهر اشنویه با استفاده از روش VIKOR و با بهره‌گیری از ابزار Raster Calculator در محیط نرم‌افزار GIS انجام پذیرفت و نقشه نهایی مکان‌یابی بهینه جهت توسعه کالبدی شهر اشنویه را با استفاده از تکنیک VIKOR نمایش می‌دهد. دامنه‌ی ارزشی حاصل از مدل بین ۰/۱۱ تا ۱ می‌باشد که دارای ماهیت فازی می‌باشند و در نقشه‌ی به دست آمده، هر چه مقدار

ارزش یک پیکسل به سمت عدد ۰/۱۱ نزدیک باشد، بیانگر مکان بهینه و مناسب جهت توسعه کالبدی شهر می‌باشد و هر چه میزان مقدار ارزش دریافتی پیکسلی به سمت یک میل نماید گویای نامناسب بودن آن پیکسل جهت توسعه کالبدی شهر است.



شکل ۶. نقشه نهایی دامنه ارزش‌های به دست آمده با بهره‌گیری از مدل ویکور

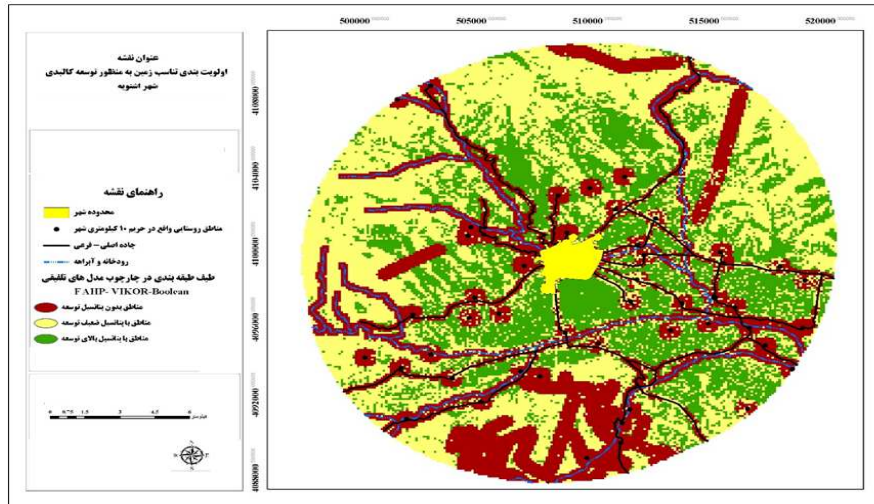
برای شناسایی اراضی مناسب جهت توسعه کالبدی شهر اشنویه از روش تلفیقی ویکور و تحلیل سلسله‌مراتبی فازی استفاده شد. در عالم واقع هر چند ضعیف بودن یک نقطه جغرافیایی در یکی از معیارها برای استقرار یک کاربری خاص تا حدی قابل جبران توسط سایر معیارها است، اما این قاعده به صورت مطلق جاری نیست. توضیح اینکه اگر آن نقطه در زمینه یکی از معیارها بیش از حد معینی ضعیف باشد، دیگر بالا بودن امتیاز سایر معیارها هم نمی‌تواند آن نقیصه را جبران کند. به عنوان مثال چنانچه درصد شیب از حد معینی (۱۲ درصد) بالاتر رود، حتی اگر سایر معیارها در مطلوبترین وضعیت باشند، آن نقطه برای کاربری شهری کاملاً نامطلوب تشخیص داده شده و از دایره بررسی حذف می‌گردد. بدین منظور برای هر معیار، حدی را تعیین می‌شود که چنانچه امتیاز یک نقطه در یکی از معیارها از آن حد فراتر رود، آن نقطه بدون در نظر گرفتن امتیاز سایر معیارها به عنوان کاملاً نامناسب معرفی شود. این حدود را محدودیت معیارها می‌نامیم. برای این کار براساس منطق بولین، در هر یک از لایه‌های رقمی که معرف یکی از معیارها است، نقاط فراتر از حد محدودیت را با صفر و نقاط بدون محدودیت را با یک نشان داده و از حاصلضرب لایه‌های محدودیت بر یکدیگر، لایه نهایی محدودیت به دست آمد. در نهایت از ضرب کردن لایه محدودیت در لایه خروجی مرحله قبل (نقشه حاصل از مدل‌های تلفیقی FAHP-VIKOR)، نقشه نهایی اولویت‌بندی تناسب زمین برای توسعه کالبدی شهر اشنویه در سه طیف طبقه‌بندی شده (مناطق بدون پتانسیل توسعه، مناطق با پتانسیل ضعیف توسعه و مناطق با پتانسیل بالای توسعه) به دست آمد. بر این اساس می‌توان گفت که اراضی مناسب جهت توسعه آتی شهر اشنویه عمدتاً در جنوب، جنوب غربی، جنوب شرقی و شمال شرق شهر قرار گرفته‌اند و این اراضی از موقعیت بهتری جهت گسترش آینده شهر به سایر بخش‌ها برخوردار می‌باشند. در ادامه جهت بررسی دقیق‌تر میزان مطلوبیت اراضی به منظور توسعه کالبدی شهر اشنویه با استفاده از قابلیت‌های تحلیل ناحیه‌ای در محیط GIS به شرح ذیل استخراج گردید.

جدول ۴. مساحت طیف طبقه‌بندی خروجی نهایی اراضی اولویت‌بندی شده جهت توسعه کالبدی شهر اشنویه

درصد	مساحت به هکتار	طیف قرارگیری به لحاظ درجه تناسب
۲۸/۱۴	۱۱۸۸۲	مناطق بدون پتانسیل توسعه
۴۳/۸۶	۱۸۵۱۴	مناطق با پتانسیل ضعیف توسعه
۲۸	۱۱۸۲۵	مناطق با پتانسیل بالای توسعه

منبع: محاسبات نگارنده: ۱۴۰۳

همان طوری که الگوی خروجی نشان می‌دهد ۲۸ درصد از مساحت محدوده مورد مطالعه را محدوده‌های با پتانسیل بالای توسعه را در بر گرفته است. هم‌چنین نزدیک به ۷۲ درصد از مساحت محدوده مورد مطالعه به دلیل نزدیکی به آب‌های سطحی، نزدیکی به حریم گسل و رودخانه، اراضی کشاورزی و باغات، ارتفاع و شیب نامناسب و ... پتانسیل کمی جهت توسعه کالبدی شهر دارند.



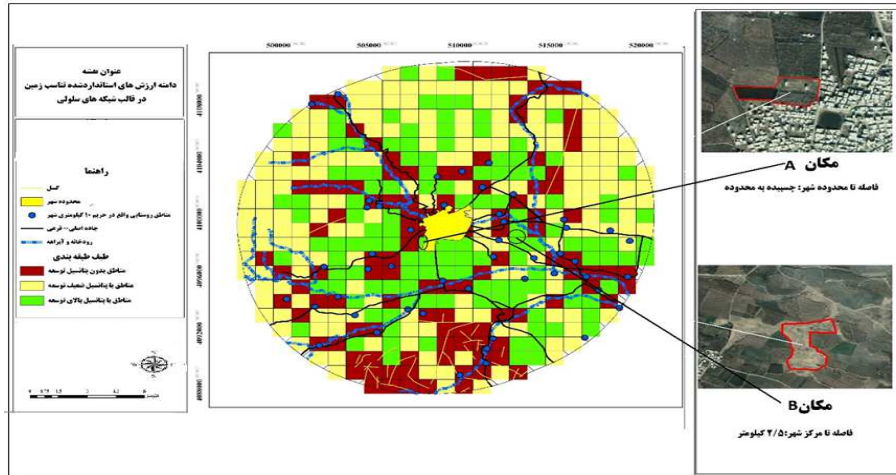
شکل ۷. نقشه نهایی اراضی مناسب جهت توسعه کالبدی- فیزیکی شهر اشکنویه

تهیه شبکه‌های با سلول‌های ۱۰۰۰ در ۱۰۰۰ متری (مبنای واحدهای همسایگی) بر مبنای ارزش‌های حاصل از مدل‌های تلفیقی FAHP-BOOLEAN-VIKOR

بررسی سطوح اولویت‌بندی شده زمین جهت توسعه کالبدی شهر اشکنویه در شکل ۷ نشان می‌دهد که این سطوح به صورت پراکنده و نامنسجم بوده و نمی‌تواند در رابطه با الگوی توسعه منظم و منسجم شهری قابلیت کاربردی مناسبی داشته باشند. لذا برای رفع این مشکل اقدام به تهیه نقشه سلول‌های ۱۰۰۰ در ۱۰۰۰ متری شد که می‌تواند مبنای واحدهای همسایگی در توسعه سامانمند شهری تلقی شود.

برای تهیه نقشه‌های سلولی، ابتدا در محیط Arc GIS محدوده مورد مطالعه (با فرمت وکتوری) با Cell size ۱۰۰۰ متر تبدیل به نقشه رستری شد و سپس با استفاده از دستور point to Raster به نقشه نقطه‌ای تبدیل گردید. در مرحله بعد با استفاده از تابع تیسین (Thiessen) در محیط GIS، چندضلعی‌های مربعی شکل که شامل شبکه‌ای از سلول‌های ۱۰۰۰ در ۱۰۰۰ متری است، ایجاد گردید. هر سلول از این شبکه، ارزش خاصی را به نمایش می‌گذارد و سلول‌های با ارزش بیشتر، نشانگر آن است که برای کاربری مورد نظر (مسکونی) از ارزش بالایی برخوردارند (شکل ۸). در پژوهش حاضر دو محدوده اولویت‌دار (A و B) به منظور توسعه کالبدی شهر برای سال‌های آتی پیشنهاد گردید که می‌تواند به تناسب نیاز در فاز توسعه پیوسته و ناپیوسته شهری جهت توسعه و ایجاد شهرک‌های مسکونی به‌عنوان یک گزینه، در مقایسه با سایر گزینه‌های دیگر، مدنظر قرار بگیرند.

از مهم‌ترین مسائلی که پس از انتخاب و مکان‌یابی به وسیله GIS باید مورد توجه برنامه‌ریزان شهری قرار گیرد، بررسی حدود مطابقت محدوده‌های تعیین شده با واقعیت و شرایط منطقه است که در این پژوهش برای بررسی موضوع، علاوه بر انجام بازدیدها و مطالعات میدانی، محدوده‌های مارک‌دار در محیط نرم‌افزار گوگل ارث مورد بررسی قرار گرفتند.



شکل ۸. بررسی موقعیت پیکسل‌های دارای اولویت در دنیای واقعی به منظور توسعه کالبدی شهری در قالب شبکه‌های سلولی برای مستندسازی بیشتر اعتبار معرفی محدوده‌های اولویت‌دار با استفاده از مدل‌های تلفیقی به کار گرفته شده، در این قسمت سعی شده است به بررسی موردی این محدوده‌ها به لحاظ برخی از معیارهای تعیین شده پرداخته شود (جدول ۵).

جدول ۵. بررسی ارزش‌های عادی و فازی برخی از معیارهای مورد استفاده در محدوده‌های اولویت‌دار

محدوده B (الگوی توسعه متصل شهری)		محدوده A (الگوی توسعه متصل شهری)		معیار
ارزش فازی	ارزش عادی	ارزش فازی	ارزش عادی	
۱-۰/۵	۶-۰ درصد	۱	۶-۲ درصد	شیب محدوده
۱-۰/۷۵	مسطح - جنوبی - شمالی	۰/۷۵	جهت جنوبی	جهت شیب
۱	۳۶۰۰ متر به بالا	۱	۴۰۰۰ متر به بالا	حریم گسل
۰/۵	۱۰۰۰ متر به بالا	۰/۵	۶۰۰-۱۰۰۰ متر	فاصله از حریم رودخانه‌ها
۰/۵-۰/۲۵	۵۰۰-۱۰۰۰ متر	۰/۵	۱۰۰۰-۱۵۰۰ متر	حریم روستا
۰/۷۵	۲ کیلومتر	۱	چسبیده به محدوده	محدوده خدماتی شهر
۱	۵۰۰ متر	۱	۱۲۸۰ متر	دسترسی به جاده
۱	اراضی مرتعی	۰/۵	اراضی مزروعی	کاربری زمین

منبع: محاسبات نگارنده در محیط GIS، ۱۴۰۳

نتیجه‌گیری

از آنجا که الگوی توسعه کالبدی هر شهر تأثیری اساسی بر پایداری یا ناپایداری توسعه آن دارد، مدیران و برنامه‌ریزان شهری می‌باید به منظور هدایت این الگو برای توسعه پایدار شهری، از الگوی گسترش فیزیکی و فضایی موجود شهرها شناخت کافی داشته باشند. با تجزیه و تحلیل‌های انجام گرفته و شناسایی عوامل طبیعی و انسانی موثر در رشد کالبدی شهر، جهات بهینه توسعه آتی شهر تعیین گردید. عواملی که در این پژوهش مورد مطالعه قرار گرفتند فاصله از شبکه‌های ارتباطی، فاصله از سکونتگاه‌های روستایی، فاصله از حریم رودخانه و گسل، وضعیت فرسایش خاک، لیتولوژی، کاربری اراضی، شیب، جهت شیب، ارتفاع و فاصله از محدوده خدماتی شهر بود. با توجه به بکارگیری تلفیقی مدل‌ها و تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاری VIKOR، AHP، منطق فازی و بولین و اجرای آن‌ها در محیط GIS، خروجی الگوی مکان‌یابی نشان داد که با بهره‌گیری از تکنیک‌های تلفیقی می‌توان بهترین جهات را به منظور توسعه کالبدی - فضایی شهر اشنویه شناسایی و در راستای مدیریت شهری پیشنهاد داد. تحلیل نتایج حاصل از خروجی لایه نهایی و انطباق آن با واقعیات زمینی بیانگر این است که قسمتی از بخش‌های جنوبی، جنوب شرقی، جنوب غربی، شمال شرقی در محدوده مورد مطالعه مناسب‌ترین مکان‌ها جهت توسعه کالبدی شهر و بخش‌های غربی در

رابطه با شاخص‌های تعریف شده وضعیت کاملاً نامطلوبی به منظور توسعه ساخت و سازهای شهری داشته و کم‌ترین سازگاری را نسبت به شاخص‌های تاثیرگذار دارد. در نهایت دو محدوده اولویت‌دار (A و B) به منظور توسعه کالبدی شهر برای سال‌های آتی پیشنهاد گردید که می‌توانند به تناسب نیاز در فاز توسعه پیوسته و ناپیوسته شهری جهت توسعه و ایجاد شهرک‌های مسکونی مدنظر قرار بگیرند. با توجه به بررسی‌های انجام شده در طی روند پژوهش و نتایج به دست آمده، پیشنهادات زیر ارائه می‌شود:

- مسئولین و برنامه‌ریزان برای توسعه کالبدی شهر اشنویه جهات جنوب غربی و شمال شرقی را به صورت الگوی توسعه پیوسته و متصل شهری و جهات شرقی را به صورت الگوی توسعه ناپیوسته و منفصل شهری در اولویت قرار بدهند؛
- لزوم استفاده از نتایج تحقیق حاضر جهت تحلیل تناسب زمین در قالب شبکه‌های سلولی ۱۰۰۰ در ۱۰۰۰ متری (واحدهای همسایگی) به عنوان واحدهای توسعه کالبدی شهر در موضوع طرح‌های آماده‌سازی زمین و تفکیک آن در فرایند شهرسازی و برنامه‌ریزی شهری؛
- ارزیابی الگوهای توسعه شهری با توجه به مناسبت اراضی پیرامونی شهر اشنویه و انتخاب الگوی متناسب با قابلیت‌های اراضی برای نیل به توسعه پایدار شهری؛

منابع

- بابائی اقدم، فریدون؛ آزادی مبارکی، محمد؛ عقیل مددی. (۱۳۹۰). مدل سازی محلات مسکونی مناسب شهر اردبیل به روش AHP در محیط GIS، مجله جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، سال ۲۲، شماره ۴، صص ۱۹۶-۱۷۹
- پور احمد، احمد؛ احمد زاده، فردین؛ مهدیان بهمنیری، معصومه؛ مهدی، علی. (۱۳۹۳). مکان یابی مناطق بهینه توسعه فیزیکی شهر بابلسر بر مبنای شاخص های زیست محیطی. چاپ اول، تهران: انتشارات دانشگاه تهران
- تقیان، علیرضا؛ غلام حیدری، حمیده. (۱۳۹۲). پتانسیل ها و موانع ژئومورفولوژیکی توسعه فیزیکی شهر یاسوج با استفاده از مدل AHP، دوفصلنامه ژئومورفولوژی کاربردی ایران، سال اول، شماره دوم، صص ۱۱۵-۹۹
- حاجی زاده بیدگلی و همکاران، علی. (۱۴۰۲). بررسی توان سنجی محیط طبیعی در توسعه کالبدی شهر (نمونه موردی: شهر کازرون)، مجله علوم جغرافیایی دانشگاه آزاد واحد مشهد، دوره ۱۹، شماره ۴۳، صص ۱۴۳-۱۲۶
- روستایی، شهریور؛ اصغری زمانی، اکبر؛ زلفی، علی. (۱۳۹۲). پهنه بندی زمین برای توسعه شهری بخش مرکزی منطقه آزاد ارس با استفاده از مدل AHP، نشریه جغرافیا و برنامه ریزی، دوره ۱۸، شماره ۴۷.
- زمردیان، محمد جعفر. (۱۳۷۸). کاربرد جغرافیای طبیعی در برنامه ریزی شهری و روستایی، تهران، انتشارات دانشگاه پیام نور
- صادقی، شعبان. (۱۳۸۰). مکان یابی (جانمایی) کاربری اراضی شهری با تاکید بر برنامه ریزی حمل و نقل درون شهری، پایان نامه کارشناسی ارشد رشته جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران
- غضبان، فریدون. (۱۳۸۱). زمین شناسی زیست محیطی، چاپ اول، تهران: انتشارات دانشگاه تهران
- غفاری گیلانده، عطا. (۱۳۹۰). امکان سنجی بهره برداری بهینه از توان های محیطی (انسانی و طبیعی) شهرستان های اردبیل، نیر و نمین با استفاده از قواعد تصمیم گیری چند معیاری و تحلیل سوات، طرح پژوهشی دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل.
- فرحانی و همکاران، پویا. (۱۴۰۱). مدل ارزیابی تناسب زمین برای توسعه شهری با استفاده از رویکرد تصمیم گیری چند معیاری و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: بم)، نشریه سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی
- قربانی و همکاران، رسول. (۱۳۹۲). تحلیل تناسب اراضی برای توسعه شهری در محدوده مجموعه شهری تبریز با استفاده از روش تحلیل فرآیند سلسله-مراتبی، جغرافیا و آمایش شهری- منطقه‌ای، شماره ۸، صص ۱۴-۱
- کریمی، امید؛ حسینی نصر، سید محمد؛ جلیلود، حمید؛ میر یعقوب زاده، میرحسن. (۱۳۹۱). مکان یابی مناطق مستعد توسعه کاربری مسکونی با استفاده از GIS و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (مطالعه موردی: حوزه آبخیز بابلرود، مازندران)، مجله کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی، سال سوم، شماره ۲، صص ۱۰۹-۹۹
- لطیفی، صدیقه، حبیبی، کیومرث. (۱۳۹۰). تحلیل تناسب زمین جهت توسعه کالبدی با استفاده از روش تحلیل سیستم چند معیاره مبتنی بر سیستم اطلاعات جغرافیایی (نمونه موردی: شهر بابلسر)، چشم انداز جغرافیایی "مطالعات انسانی"، سال ۶، شماره ۱۷، صص ۴۳-۳۱
- مرادی و همکاران، انور. (۱۳۹۸). آمایش ژئومورفولوژیکی جهت توسعه مناطق مسکونی براساس تلفیق مدل فازی و ANP مطالعه موردی: جنوب استان خراسان رضوی، مجله آمایش جغرافیایی فضا، سال ۹، شماره ۳۴، صص ۸۴-۶۷

- مقیمی، ابراهیم. (۱۳۸۵). ژنومورفولوژی شهری، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ دوم.
- مهندسان مشاور DHV هلند. (۱۳۷۱). رهنمودهایی برای برنامه ریزی مراکز روستایی، مرکز تحقیقات و بررسی مسائل روستایی
- مهندسین مشاور شهر و بنیان. (۱۳۹۰). طرح جامع شهر اشنویه، اداره کل راه و شهرسازی استان آذربایجان غربی
- Bamrunghul, S., Tanaka, T. (2023). The assessment of land suitability for urban development in the anticipated rapid urbanization area from the Belt and Road Initiative: A case study of Nong Khai City, Thailand, *Sustainable Cities and Society*, V 83.
- Li, C., Lu, T., Fu, B., Wang, S., Holden, J. (2022). Sustainable city development challenged by extreme weather in a warming world, *Geography and Sustainability*, V 3 (2), pp: 114-118.
- Dutta, V. (2012). War on the Dream, How Land use Dynamics and Peri-urban Growth Characteristics of a Sprawling City Devour the Master Plan and Urban Suitability, A Fuzzy Multi-criteria Decision Making Approach, proceeded In 13th Global Development Conference "Urbanisation and Development: Delving Deeper into the Nexus", Budapest, Hungary.
- Gilbert & Gagler (1996). *Urbanism development of Third World*, Translate by Parvize Karimi Naseri, Tehran, General management Tehran.
- Jha, K., Miner, W., Geddes, S. (2012). *Building urban resilience: principles, tools, and practice*, The world Bank, 155.
- Sukoop, H. et al. (1995). *urban ecology as basis of urban planning*. academic publishing, Hague. 1995.
- Luan C, Liu R, Peng S. (2021). Land-use suitability assessment for urban development using a GISbased soft computing approach: A case study of Ili Valley, China. *Ecological Indicators*, 123: 107333. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.107333>.
- Habtamu K. (2020). Contemporary land suitability analysis for urban expansion in Welkite town, Gurage zone, Ethiopia. *Journal of Geography and Regional Planning*, 13(4): 91-98. <https://doi.org/10.5897/JGRP2019.0756>
- Yaakup, A., Johar, F., Maidin, M., Ahmad, E. (2011). GIS and Decision Support System for Malaysian Development Plan Studies, *Journal of Environment and Planning B: Planning and Design*, Vol. 21, 1-26.
- Liu, J., Ye, J., Yang, W., Yu, S. (2010). Environmental Impact Assessment of Land Use Planning in Wuhan City Based on Ecological Suitability Analysis. *Journal of Procedia Environmental Sciences*, Vol. 2, pp. 185-191.
- Meng, Y., Malczewski, J., Boroushaki, S. (2011). A GIS-based Multicriteria Decision Analysis Approach for Mapping Accessibility Patterns of Housing Development Sites: A Case Study in Canmore, Alberta. *Journal of Journal of Geographic Information System*, Vol. 3, pp. 50-61