

## بررسی آثار ناشی از توسعه شهر گرگان بر تناسب پهنه‌های دارای ارزش زیبایی شناختی

سپیده سعیدی<sup>۱</sup>، سیدحامد میرکریمی<sup>۲</sup>، مرجان محمدزاده<sup>۳\*</sup>، عبدالرسول سلمان ماهینی<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی دکتری ارزیابی و آمایش محیطزیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران  
<sup>۲</sup> استادیار گروه محیطزیست دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران  
<sup>۳</sup> دانشیار گروه محیطزیست دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران  
تاریخ دریافت: ۹۴/۷/۲۵؛ تاریخ پذیرش: ۹۵/۸/۸

### چکیده

منظر شهری از مباحثی است که در برنامه‌ریزی و آمایش شهری کمتر مورد توجه قرار گرفته است. به همراه رشد و توسعه شهرها، مناطق دارای ارزش بصری بیش از پیش در معرض آسیب قرار گرفته و در نتیجه کیفیت طبیعی شهرها کاهش یافته است؛ بنابراین ضروری است تا تلاش برای حفظ و حتی ارتقای کیفیت بصری منظر در دستور کار برنامه‌ریزان شهری قرار گیرد. هدف این پژوهش، بررسی روند توسعه شهری و تأثیر آن بر کیفیت بصری سیمای سرزمین محدوده شهر گرگان در استان گلستان است. مدلسازی ارزش زیبایی شناختی منطقه به روش (MCE WLC) با نُه معیار شامل باغات و کشاورزی، رودخانه، تنوع تیپ پوشش گیاهی، تنوع پستی بلندی‌ها، تراکم پوشش گیاهی، تراکم و ارتفاع ساختمان‌ها، فضای سبز شهری، میداين، رفوژها و بلوارها و آثار تاریخی انجام شد. پیش‌بینی رشد شهر نیز تا سال ۲۰۳۰ با استفاده از مدل SLEUTH و با تدوین سه سناریوی رشد تاریخی (HUG)، مدیریت شده (MUG) و رشد با محدودیت در پهنه‌های دارای ارزش زیبایی‌شناختی (AUG) صورت گرفت. یافته‌های این مقاله نشان می‌دهد که سناریوی HUG ممکن است شهری با پهنه‌های گسترده‌تر و ارتباط لکه‌ای بیشتر تولید کند، اما در این سناریو، سیمای سرزمین به شدت شهری می‌شود. از سوی دیگر، این الگو ارتباط بهتر و فشردگی بیشتر لکه‌های شهری را نشان می‌دهد. در مقابل، سناریوی AUG با کمترین میزان شهری شدن، اتصال فیزیکی کمتر و تعداد لکه‌های بیشتر قرار دارد. کارایی این الگو از آنجایی که شهری با درجه پایین تری از اتصال و فشردگی را ارائه می‌دهد، می‌تواند مورد پرسش قرار گیرد، اما در این سناریو پهنه‌های بیشتری از سیمای طبیعی زیبا حفظ خواهند شد و رشد شهری رد پای اکولوژیکی کمتری خواهد داشت. لذا استفاده از چنین مدل‌هایی با امکان پیش‌بینی روندهای مختلف رشد شهری، تحت عنوان رهیافت چندهدفه و پویا در آمایش سرزمین و مدیریت و برنامه ریزی شهری پیشنهاد می‌شود.

**واژه‌های کلیدی:** تناسب ارزش زیبایی شناختی، توسعه شهر، SLEUTH، شهر گرگان

### مقدمه و بیان مسئله

روابط موجود بین اجزای سیستم‌های درون شهر با محیط اطراف شهر به شکلی که ارتباط سازگار با طبیعت در این مناطق حفظ شود، ضروری به نظر می‌رسد (جهانی شکیب و همکاران، ۱۳۹۷: ۴۷). ایجاد ارتباط بین شهر با طبیعت برای حضور بیشتر طبیعت در شهر و در ارتباط موثر با شهر و معرفی نمادهای طبیعی در محیط شهری از جمله اقداماتی است که می‌تواند برای بازگشت به وضعیت مطلوب گذشته شهرها و طبیعت در برگزیده، آن‌ها مفید باشد (گودرزی و حق طلب، ۱۳۹۱: ۱؛ سیف‌الدینی و

در حال حاضر در بسیاری از شهرهای بزرگ توازن یا تعامل بسیار ناچیزی بین ساختارهای شهری و الگوهای طبیعی مشاهده می‌شود و منظر شهری به طور فزاینده‌ای در حال روبرو شدن با کاهش مناطق با ارزش اکولوژیک است. تداوم این روند به خصوص در حاشیه شهرها مناطقی ایجاد کرده که از نوعی سردرگمی و بی‌برنامگی رنج می‌برند. برای دستیابی به توسعه پایدار همگام با طبیعت، بازنگری دراز مدت

\*نویسنده مسئول: marjan.mohammadzadeh@gmail.com

تجلی‌گاه تحولات ایجاد شده ناشی از توسعه است با ارزیابی اعم از منظر اکولوژیک تا منظر بصری به پایش این تحولات و ماهیت آن‌ها می‌پردازد. ارزیابی بصری منظر نیز در پی آن است مبتنی بر ماهیت تحولات، راه‌حلهایی برای ارتقاء کیفیت منظر ارائه کند (یوسفی و عابدی، ۱۳۹۱: ۱). با توجه به روند روزافزون توسعه شهری و در پی آن تخریب فضاهای طبیعی دارای ارزش بصری، درک و شناخت صحیح این روند به منظور اجرای مدیریتی کارآمد در جهت جلوگیری از کاهش ارزش زیبایی‌شناختی مناطق پیرامون ضروری است. یک روش مناسب برای انجام این کار، دیدن تغییرات از طریق شبیه‌سازی رایانه‌ای و ارزیابی اثرات آن‌ها است. مدل‌ها ابزار مناسبی برای بیان پیچیدگی فرایندهای توسعه به شکل ساده هستند. یکی از پرکاربردترین مدل‌ها در حیطه مدلسازی تغییرات کاربری اراضی، مدل‌های بر پایه سلول خودکار (CA<sup>1</sup>) هستند (Torrens & Sullivan, 2000: 166). رویکرد استفاده شده در این دسته از مدل‌ها به رویکرد پایین به بالا موسوم است (رویکردی که در آن منافع و نظر مردم دخالت داده می‌شود). به کمک سلول‌های خودکار می‌توان پویایی سیستم‌های پیچیده را شناسایی و در قالب قوانین ساده ارائه کرد (شیخ‌گودرزی و همکاران، ۱۳۹۱: ۳۳). در این مطالعه جهت شبیه‌سازی توسعه شهر گرگان در دراز مدت، از مدل SLEUTH<sup>2</sup> که برگرفته از نام نقشه‌های مورد استفاده در این مدل شامل نقشه‌های شیب، کاربری سرزمین، مناطق مستثنی از شهرسازی، محدوده شهر، شبکه حمل و نقل و نقشه پستی و بلندی منطقه است، استفاده می‌شود. کاربرد این مدل و مدل‌های شبیه‌سازی شده بوسیله آن همبستگی بالایی را با واقعیت نشان می‌دهد (Silva & Clark, 2002: 529). علت استفاده از این روش در این پژوهش این است که این مدل به اطلاعات تقریباً کمی نیاز دارد تا کالیبره شود و همچنین با مشکل به روز رسانی داده‌ها مواجه نیست.

همکاران، ۱۳۹۳: ۳۴)، علاوه بر این، منظر به خصوص منظر طبیعی یکی از مهم‌ترین و پررنگ‌ترین مؤلفه‌هایی است که می‌تواند به درک و ایجاد رابطه‌ای متعادل بین انسان و محیط بینجامد، چرا که خود حاصل ارتباط متقابل این دو است؛ بنابراین نقش بسیار مهم و گسترده‌ای در شکل‌گیری بسترهای فرهنگی، بوم‌شناختی، اجتماعی و محیطی دارد. از طرف دیگر می‌تواند منبعی بسیار حیاتی برای بهره‌برداری و توسعه فعالیت‌های اقتصادی باشد. به این نحو که از بُعد بوم‌شناختی روی میکروکلیمات تاثیر گذاشته و برای جانوران زیستگاه فراهم می‌آورد، از نظر اجتماعی فضاهای مطلوب‌تر، از بین بردن استرس‌های شهری و بهبود کیفیت زندگی را به دنبال داشته و از نظر اقتصادی، حفظ ارزش‌های خاص که از کیفیت زندگی بهتر، حاصل می‌شود را به دنبال دارد (منصوری و حبیبی، ۱۳۸۹: ۶۶)؛ بنابراین حضور طبیعت در شهر امری ضروری است ولی این امر با اقدامات پراکنده، به نحو مطلوبی میسر نیست. پارک‌ها و چمن‌کاری‌های کوچک و پراکنده نمی‌تواند جای خالی حضور پیوسته طبیعت را در شهر جبران کنند. برای سلامت شهر و جامعه، انشعاب و حضور پیوسته طبیعت در داخل شهر ضرورت دارد. حضور طبیعت به صورت اراضی طبیعی، اراضی باز و سبز باید وسعت، ترکیب، توزیع فضایی و ارتباط فیزیکی لازم را داشته و به صورتی با شهر آمیخته شود که در شرایط بهینه غیرقابل تفکیک از یکدیگر بوده و در واقع شهر را در برگیرد (یاوری، ۱۳۸۵: ۱).

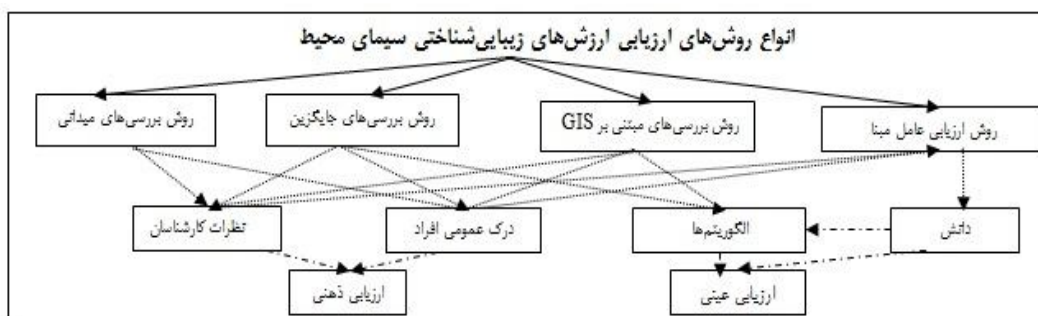
شهرنشینی یکی از مهم‌ترین تغییرات جهانی است (Acevedo et al., 1996: 149)، تغییرات و تصمیماتی که محیط شهری را تغییر می‌دهند تأثیری طولانی خواهند داشت؛ بنابراین ضروری است که اثرات تغییرات احتمالی و پیشنهادی قبل از این که اجرایی شوند، درک شوند. رشد سریع شهرها، فشار سنگینی بر سرزمین و منابع پیرامون آن ایجاد کرده است به شکلی که منابع دارای ارزش زیبایی‌شناختی نیز از این روند مستثنی نیستند. از سوی دیگر، منظر که

1. Cellular Automata

2. Slope, Land use, Excluded area, Urban extended, Transportation network, Hillshade

وزن‌دهی خواهند شد. از آنجا که درک زیبایی‌های منظر یک فرآیند ادراکی است، استفاده از تحلیل سلسله مراتبی این امکان را فراهم می‌کند که با دخالت نظر افراد در اولویت بندی معیارها از دیدگاه کاملاً عینی فاصله گرفته و درک عمومی افراد را نیز دخیل کنیم.

از سوی دیگر به منظور حفظ ارزش‌های زیبایی شناختی شهر، باید این پهنه‌ها شناسایی شوند. به منظور پهنه‌بندی ارزش زیبایی شناختی منطقه پس از بررسی انواع روش‌های موجود (شکل ۱)، از روش ارزیابی چند معیاره (MCE WLC) که تلفیقی از دو رهیافت عینی و ذهنی است استفاده شد. در این روش معیارها با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی



شکل ۱: نمودار انواع روش‌های ارزیابی ارزش‌های زیبایی‌شناختی سیمای محیط

- با مرور منابع داخلی در زمینه ارزیابی کیفیت بصری به روش عینی (به کمک نرم‌افزار) می‌توان به پژوهش سعیدی و همکاران (۱۳۹۳) اشاره کرد که با استفاده از روش ارزیابی چند معیاره به مدلسازی ارزش‌های زیبایی شناختی حوزه آبخیز زیارت استان گلستان پرداختند. در نهایت نتایج تحقیق نشان داد که با استفاده از رهیافت جامع که تلفیقی از رهیافت عینی و ادراکی است می‌توان به بهترین نتایج در این خصوص دست یافت. سایر مطالعات داخلی در این زمینه بیشتر بر مبنای رهیافت ادراکی و به کمک پرسش‌نامه‌ها صورت گرفته است که می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: جهانی و همکاران (۱۳۹۰)، پس از تهیه جداول یگان‌های محیط زیستی بخش پاتم، یگان‌ها را به ترتیب به مناطق ممتاز، معمولی و ضعیف طبقه‌بندی کردند، سپس با مطالعات میدانی در میان طبقه اول یا منظر ممتاز، نقاط خوش منظره و آزیموت هر کدام از این مناطق تهیه کردند، در نهایت نتایج این تحقیق مبنایی برای طراحی و مهندسی تفرجگاه‌های جنگلی، مسیرهای پیاده‌روی و سایر امکانات و تسهیلات اکوتوریستی این منطقه شد. متولی (۱۳۸۹)، به تحلیل موضوع کیفیت

با توجه به وجود زمین‌های کشاورزی و مراتع فراوان در شمال، شرق و غرب شهر گرگان و همچنین وجود جنگل‌های انبوه در جنوب این شهر و همچنین با در نظر گرفتن توسعه بیش از پیش شهر گرگان که منجر به تغییر کاربری و از بین رفتن بسیاری از پهنه‌های طبیعی و حائز ارزش زیبایی شناختی شده است، در این پژوهش هدف ارائه مدلی یکپارچه جهت ارزیابی اثرات بصری توسعه درون و حاشیه شهر بر ارزش‌های زیبایی‌شناسی سیمای سرزمین و مدیریت آن است. در این راستا از تجزیه و تحلیل عناصر ساختاری سیمای سرزمین در قالب روش‌های سیستماتیک شناسایی لکه‌های دارای ارزش زیبایی شناختی و همچنین مدل‌های شبیه‌سازی روند توسعه شهر استفاده گردید.

### مفاهیم، دیدگاه‌ها و مبانی نظری

در این مطالعه، پژوهش‌های انجام شده در دو بخش ارزیابی ارزش‌های زیبایی شناختی سیمای سرزمین و مدلسازی روند رشد شهر با سلول‌های خودکار در منابع داخلی و خارجی بررسی گردیده است.

در خصوص استفاده از روش SLEUTH و سلول‌های خودکار در ادامه ابتدا به مرور منابع مختلف داخلی و سپس خارجی پرداخته می‌شود:

- حسین نیا (۱۳۸۷) در بررسی تغییرات کمی آبهای سطحی با تکیه بر روند توسعه شهری در شهرهای چالوس و نوشهر از روش SLEUTH استفاده کرد. رفیعی (۱۳۸۶) در مکان‌یابی ایستگاه‌های انتقال پسماند جامد شهری با توجه به روند رشد شهر (مطالعه موردی شهر مشهد) از مدل SLEUTH سود جست. کیانی (۱۳۸۳) در رساله دکترا خود مدل سلول‌های خودکار را برای شبیه‌سازی تغییرات کاربری اراضی در منطقه ۵ تهران برای سال‌های ۴۳ تا ۸۲ را به کار برد.

- یوسفی و همکاران (۱۳۹۶)، با استفاده از داده‌های سنجش از دور، مدل زنجیره مارکوف و سلول‌های خودکار به آشکارسازی و مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی شهر بجنورد پرداختند.

- وو<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۱۰) با استفاده از مدل SLEUTH، به مدل‌سازی شهر شنیانگ پرداختند، مدل با داده‌های تاریخی ۲۰۰۴-۱۹۹۸ واسنجی و تا سال ۲۰۳۰ نیز رشد شهر با استفاده از سه سناریو (تاریخی، حفظ محیط زیست، سیاست توسعه منطقه‌ای) پیش‌بینی شد.

نتایج مطالعات انجام شده نشان داد که این مدل در مقایسه با مدل‌های دیگر دارای قابلیت بیشتری جهت مدل‌سازی روند توسعه شهری است.

### مواد و روش‌ها

**محدوده و قلمرو پژوهش:** در این پژوهش، شهر گرگان و محدوده شعاع ۴ کیلومتری اطراف آن برای بررسی‌های توسعه‌های احتمالی شهر در آینده مورد بررسی قرار گرفته است (شکل ۲). این شهر از شهرهای بخش شمالی دامنه ارتفاعات البرز ایران است و در محدوده  $10^{\circ} 54'$  تا  $45^{\circ} 54'$  طول شرقی و  $44^{\circ} 36'$  تا  $58^{\circ} 36'$  عرض شمالی قرار داشته و مساحتی حدود ۱۳۱۷ کیلومتر مربع دارد و دارای آب و هوای

زیبایی‌شناختی با تدوین معیارهای سنجش و ارزیابی بر پایه مفهوم دیدهای متوالی در مسیر گردشگری دارآباد تهران پرداختند برای دستیابی به این هدف ابتدا به بررسی حرکت و دیدهای متوالی در منظر پرداخته شد، سپس با استخراج مجموعه‌ای از معیارها و شاخص‌ها در ارتباط با مفاهیم کیفیت زیبایی و دیدهای متوالی، در قالب ماتریس ارزیابی، نمونه مطالعاتی مورد سنجش و ارزیابی قرار گرفت که این امر به دستیابی به اصول کاربردی در ارزیابی و طراحی منظر کمک شایانی کرد.

مرور منابع مختلف خارجی نشان می‌دهد که روش‌های عینی اخیراً بیشتر مورد توجه قرار گرفته است و در این بین می‌توان به تحقیقات زیر اشاره کرد:

- آریازا و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۰۴)، برای ارزیابی کیفیت بصری مناظر روستایی منطقه آندالوسیا در اسپانیای جنوبی با استفاده از نرم‌افزار GIS این منطقه رابه واحدهای تقریباً یکنواخت سیمای منظر تقسیم کردند و عکس‌برداری را به منظور پوشش دادن مناظر برجسته انجام دادند و سپس ارزش زیبایی شناسی منطقه را با استفاده از شاخص میانگین کیفیت بصری با بررسی ترجیح بازدیدکنندگان ارزیابی کردند، در نهایت نتایج نشان داد که میزان بکر بودن مناطق، نقشی کلیدی در تخمین کیفیت بصری سیمای مناظر دارد و با افزایش یکنواختی و کاهش تنوع از کیفیت بصری سیمای منظر کاسته می‌شود.

- ارواسمیت و چتری<sup>۲</sup> (۲۰۰۳)، با استفاده از داده‌های رقومی و ادراکی نقاط دارای ارزش زیبایی‌شناختی برای پارک ملی گرامپیان استرالیا را نقشه‌سازی کردند. شواهد به دست آمده از تحقیق نشان دادند که تمامی مناطق موجود در پارک جذاب نیستند و اکثر مناظر زیبا در امتداد دامنه‌ها قرار داشتند و اغلب مسیرهای پیاده‌روی نیز در امتداد این مناطق جذاب و زیبا واقع شده‌اند.

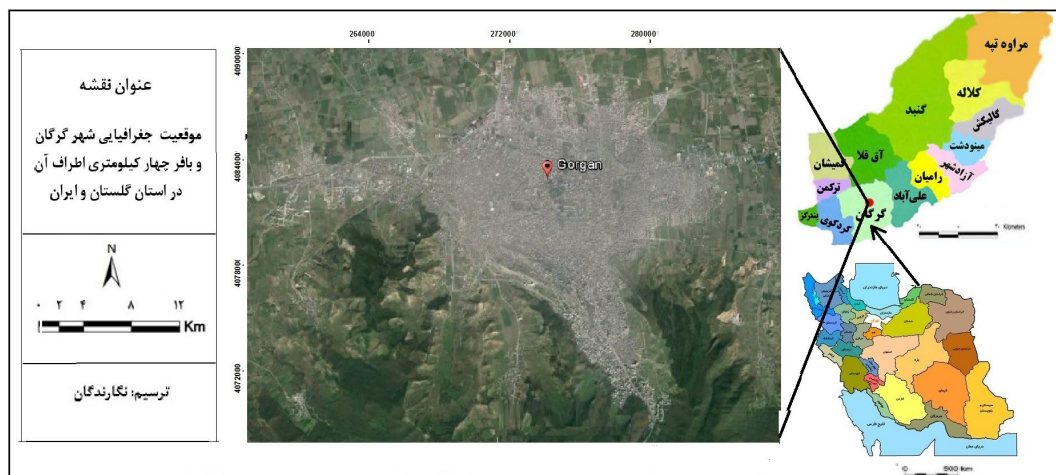
1. Arriaza et al

2. Chehtri & Arrowsmith

3. Wu

طبیعی در زمره یکی از زیباترین شهرهای کشور قرار گرفته است (ساجدی‌فر و میر کاظمیان، ۱۳۸۷: ۱۱)، به همین دلیل در این تحقیق بر آن شدید تا تاثیر توسعه‌های احتمال شهر را بر ارزش زیبایی منظر بسنجیم.

معتدل و مرطوب است. به لحاظ ویژگی‌های خاص اقلیمی، موقعیت توپوگرافی و وجود رودخانه‌هایی که بیشتر آن‌ها در پیوند با ارتفاعات، پوشش گیاهی متنوع، جنگل‌های انبوه و مناظر زیبا است، این شهر از لحاظ کیفیت بصری و ارزش زیبایی شناختی و منابع



شکل ۲: موقعیت جغرافیایی شهر گرگان و بافر چهار کیلومتری اطراف آن در استان گلستان و ایران

**گام ۳:** تعدیل سناریوهای حاصل از شبیه‌سازی توسعه شهری با تدوین سناریوهای توصیفی کاهش اثرات هر یک از مراحل به تفصیل در ادامه توضیح داده خواهند شد.

• **مدلسازی کیفیت بصری سیمای سرزمین**

جهت مدلسازی کیفیت بصری سیمای سرزمین پس از بررسی انواع روش‌های مختلف مندرج در شکل (۱)، جهت ارائه یک مدل یکپارچه، از روش ارزیابی چند معیاره (MCE WLC) که تلفیقی از دو رهیافت عینی و ذهنی است استفاده شد. در این روش پس از شناسایی معیارهای مؤثر بر ارزش زیبایی شناختی سیمای سرزمین، با استفاده از روش‌های مبتنی بر GIS معیارها، نقشه‌سازی و استانداردسازی شدند و وزن‌دهی به معیارها با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی و مبتنی بر نظرات کارشناسان صورت گرفت.

در این مدل نه معیار مؤثر بر زیبایی شهر و محیط طبیعی شامل باغات و کشاورزی، رودخانه، تنوع تیپ پوشش گیاهی، تنوع پستی بلندی‌ها، تراکم پوشش گیاهی، تراکم و ارتفاع ساختمان‌ها، فضای سبز شهری،

**روش تحقیق**

داده‌های مورد نیاز به منظور تهیه و برآورد صحت نقشه‌های شبیه‌سازی محدوده شهری و مطلوبیت زیبایی شناختی در این تحقیق شامل تصاویر ماهواره‌ای Landsat (TM, ETM+) در سال‌های ۱۹۸۷، ۱۹۹۲، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۰، نقشه رقومی ارتفاع، کاربری اراضی، شبکه حمل و نقل جاده‌ای، دسترسی به آب و هیدرولوژی، نقشه تیپ و تراکم پوشش گیاهی و مواردی از این قبیل است. در انجام مراحل مختلف این پژوهش نرم‌افزارهای Arc GIS، IDRISI SELVA، Irfan View، ERDAS 9.1، 10 به دلیل کاربرد آسان و سهولت در تبادل اطلاعات مورد استفاده قرار گرفتند. پس از بررسی و مرور منابع مختلف اینترنتی و کتابخانه‌ای مراحل ذیل در انجام پژوهش پیموده خواهند شد:

**گام ۱: مدلسازی**

- ۱-۱- مدلسازی کیفیت بصری سیمای سرزمین
- ۱-۲- مدلسازی توسعه شهری

**گام ۲: تلفیق نتایج مدلسازی کیفیت بصری و تحلیل**

کاهش ارزش بصری پهنه‌های در معرض توسعه

کارشناسی ۲۰ نفر از اساتید دانشگاه و کارشناسان رشته‌های مختلف از قبیل محیط‌زیست، شهرسازی، معماری منظر، جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری و اکوتوریسم انتخاب شدند (جدول ۱).

میادین، رفوژها و بلوارها و آثار تاریخی جهت مکان‌یابی مناطق دارای ارزش زیبایی‌شناختی با مرور منابع مختلف (Wei qi et al., 2014; Arrowsmith, 2001; Chhetri & Arrowsmith, 2003; Ayad, 2005; Gong et al., Pouta et al., 2014; 2015) و نظر

جدول ۱: معیارهای موثر بر زیبایی شهر و محیط طبیعی

معیارهای طبیعی	معیارهای شهری
<ul style="list-style-type: none"> <li>• باغات و کشاورزی</li> <li>• رودخانه</li> <li>• تنوع تیپ پوشش گیاهی</li> <li>• تنوع پستی بلندی‌ها</li> <li>• تراکم پوشش گیاهی</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• پارک‌ها و فضای سبز شهری</li> <li>• میادین، رفوژها و بلوارها</li> <li>• آثار تاریخی</li> <li>• تراکم و ارتفاع ساختمان‌ها</li> </ul>

می‌کند. در این دستور توابع عضویت به صورت خطی، S شکل، J شکل و تعریف شده توسط کاربر هستند. هر کدام از این توابع دارای سه شکل افزایشی یکنواخت، کاهش‌ی یکنواخت و متقارن هستند (Eastman, 2009: 243). در این پژوهش از توابع خطی و در برخی موارد (معیارهایی که تنها دارای دو حالت حضور و عدم حضور بودند) از توابع تعریف شده توسط کاربر استفاده شده است و معیارها نسبت به اهمیتشان در زیبایی منظر، در محدوده ۰ تا ۲۵۵ ارزش دهی شدند، ارزش بالاتر نشان‌دهنده اهمیت بیشتر است.

برای تهیه نقشه نهایی تناسب ارزش زیبایی‌شناختی، ابتدا نقشه‌های بی‌مقیاس شده معیارها (فازی) در وزن‌های برآورد شده (جدول ۲) ضرب و سپس با رویه جمع‌برداری با یکدیگر تلفیق شدند و مجموع امتیازات برای هر سلول محاسبه گردید. استانداردسازی توسط توابع عضویت فازی و در مقیاس ۰ تا ۲۵۵ انجام شد. در این پژوهش استانداردسازی فاکتورها در نرم‌افزار IDRISI SELVA توسط دستور Fuzzy صورت گرفت. تئوری مجموعه فازی یک پایه ریاضی غنی برای درک مشکلات تصمیم‌گیری و ایجاد قوانین تصمیم‌گیری در ارزیابی و ترکیب معیارها تولید

جدول ۲: ارزش فازی، تابع مورد استفاده و وزن تخصیص یافته به معیارها

معیارها	ارزش فازی	تابع فازی مورد استفاده	وزن AHP
			۰/۲۲۵۵
پارک‌ها و فضای سبز شهری	۲۵۵	تعریف شده توسط کاربر	۰/۲۲۵۵
تنوع تیپ پوشش گیاهی	۰-۲۵۵	خطی افزایشی	۰/۱۴۶۲
تراکم پوشش گیاهی	۰-۲۵۵	خطی متقارن	۰/۱۱۱۷
باغات و کشاورزی	۲۰۰	تعریف شده توسط کاربر	۰/۱۰۰۷
قابلیت دید رودخانه	۲۰۰	تعریف شده توسط کاربر	۰/۱۰۱۲
تنوع پستی بلندی‌ها	۰-۲۵۵	خطی افزایشی	۰/۰۹۷۵
آثار تاریخی	۱۵۰	تعریف شده توسط کاربر	۰/۰۹۲۳
میادین، رفوژها و بلوارها	۲۰۰	تعریف شده توسط کاربر	۰/۰۷۲۰
تراکم و ارتفاع ساختمان‌ها	۰-۲۵۵	خطی کاهش‌ی	۰/۰۵۲۷

همچنین نقشه‌های پستی و بلندی، شیب و مناطق مستثنی از شهر سازی است و مدل بر پایه آن‌ها به شبیه سازی روند توسعه شهر می‌پردازد (Clarke et al., 1997). این مدل را بر اساس رهیافت تلفیقی GIS

#### • مدلسازی توسعه شهر

نام مدل SLEUTH برگرفته از داده‌هایی است که به صورت نقشه به وارد آن می‌گردد و شامل نقشه کاربری شهری، شبکه حمل و نقل جاده‌ای، و

آمده در مرحله کالیبراسیون، این مدل سنجه‌های آماری را ارائه می‌دهد که به کمک آن می‌توان اعتبار قوانین انتقال که در واقع مجموعه ضرایب محاسبه شده هستند، را سنجید. در این پژوهش رشد شهر بر مبنای سه ستاریوی مختلف برای سال ۲۰۳۰ به شرح زیر پیش بینی شد (جدول ۳).

**تلفیق نتایج دو زیر مدل:** در مدل SLEUTH، سناریوهای توسعه را می‌توان بر مبنای اعمال تغییرات در مراحل پیش‌بینی و کالیبراسیون (لایه‌های محدودیت و ضرایب پیش‌بینی)، طراحی نمود (Xi et al., 2009: 35). در این تحقیق تلفیق زیر مدل‌ها در مرحله پیش‌بینی رشد شهر توسط مدل SLEUTH، با اضافه کردن نقشه تناسب زیبایی شناختی به عنوان لایه دارای محدودیت رشد شهری صورت گرفت. در واقع افزایش تناسب ارزش زیبایی شناختی در مدل به معنای مقاومت بیشتر در برابر رشد شهر است.

### نتایج و بحث

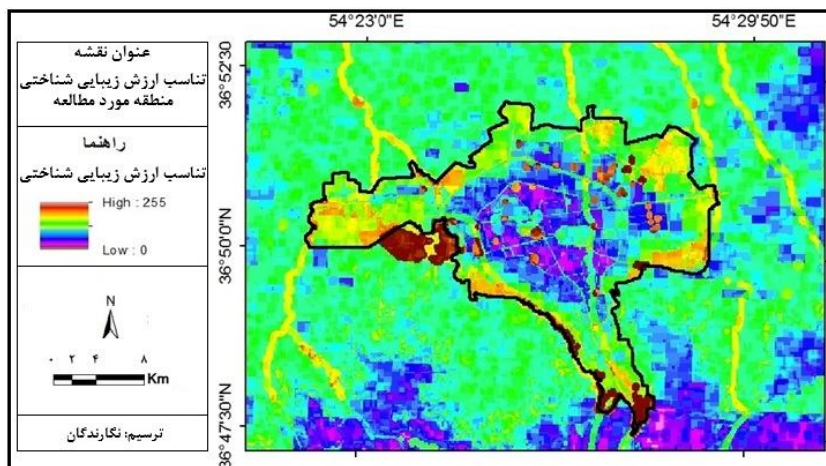
**ارزیابی کیفیت زیبایی شناختی سیمای سرزمین:** در این مرحله پس از تهیه نقشه‌های موثر بر ارزش زیبایی شناختی سیمای سرزمین، عملیات وزن‌دهی و ادغام معیاره به شیوه ترکیب خطی وزن‌دار صورت گرفت. نتیجه این گام، تهیه نقشه تناسب نهایی ارزش زیبایی‌شناختی سرزمین به عنوان مبنایی برای ارائه سناریوی مدیریتی در جهت حفظ این ارزش‌ها با وجود توسعه‌های آتی است (شکل ۳).

و سلول‌های خودکار توسعه دادند. این مدل شبیه‌سازی رشد شهری را براساس تبدیل مناطق غیر شهری به شهری انجام می‌دهد. ورودی‌های این مدل شامل چهار دوره از نقشه کاربری شهری، دو دوره از شبکه حمل و نقل و جاده‌ای، یک لایه شیب، یک لایه مستثنی از شهر سازی و یک لایه سایه روشن پستی و بلندی‌های منطقه است. این مدل شامل دو بخش اجرایی کالیبراسیون و پیش‌بینی است. در بخش کالیبراسیون بر اساس سوابق تاریخی منطقه مورد نظر، بهترین مجموعه برای ضرایب پنج‌گانه شهر که کنترل کننده رشد شهر در آینده هستند، استخراج می‌شود. این ضرایب شامل پراکندگی، زایش، مقاومت به شیب، گسترش و جاذبه جاده هستند. قوانین انتقالی که تحت تاثیر ضرایب پنج‌گانه رشد مشخص می‌شوند، مهم‌ترین نقش را در این چرخه برعهده دارند (Clarke & Gaydos, 1998:673). با اجرای سناریوهای مختلف از طریق تعدیل و تغییر ضرایب پنج‌گانه در مدل می‌توان نتایج و گزینه‌های مدیریتی متفاوت را در گذر زمان پیش‌بینی و مقایسه نمود. آخرین مرحله از اجرای مدل SLEUTH، انجام فرآیند خود سازمان‌دهی است. فرآیند خود سازمان‌دهی باعث می‌شود که مدل، الگوی رشد واقعی‌تری ارائه کند و بدون سازمان‌دهی مدل، الگوی رشد خطی یا نمایی خواهد داشت (Mitsova et al., 2011:145). مناسب‌ترین ضرایب، آنهایی هستند که توانسته‌اند رشد شهر را بهتر شبیه سازی کنند و نتیجه کار آن‌ها به واقعیت نزدیکتر باشد (رسولی و همکاران، ۱۳۹۵: ۵). به‌منظور ارزیابی صحت قوانین ضرایب به دست

جدول ۳: معرفی سناریوهای توسعه شهر گرگان

توضیحات	محدودیت توسعه	سناریوی رشد
سناریوی رشد بر مبنای الگوی تاریخی و فرم گسترده شهری و اعمال ضرایب رشد منطبق با نتایج کالیبراسیون	جاده‌ها، شبکه هیدروگرافی، جنگل انبوه	رشد تاریخی <sup>۱</sup>
سناریوی رشد بر مبنای الگوی رشد فشرده شهری و کاهش ضرایب پخش و زایش نسبت به مقادیر کالیبره شده	جاده‌ها، شبکه هیدروگرافی، جنگل انبوه	رشد مدیریت شده <sup>۲</sup>
مطابق محدودیت‌های اعمال شده در سناریوی رشد مدیریت شده همراه با افزودن لایه تناسب ارزش زیبایی شناختی به عنوان محدودیت	جاده‌ها، شبکه هیدروگرافی، جنگل انبوه، پهنه‌های دارای ارزش زیبایی شناختی بالا	رشد بوم‌شناختی با هدف حفظ ارزش زیبایی شناختی <sup>۳</sup>

1. Historical urban growth (HUG)
2. Managed urban growth (MUG)
3. Aesthetically sound urban growth (AUG)



شکل ۳: نقشه تناسب ارزش زیبایی شناختی منطقه مورد مطالعه

و ضرایب پیش‌بینی حاصل از مراحل کالیبراسیون انجام گرفت (جدول ۴).

کالیبراسیون مدل و پیش‌بینی توسعه شهر: در این بخش شبیه‌سازی توسعه برای شهر گرگان طی سال‌های ۲۰۳۰-۲۰۱۰ با استفاده از سناریوهای رشد

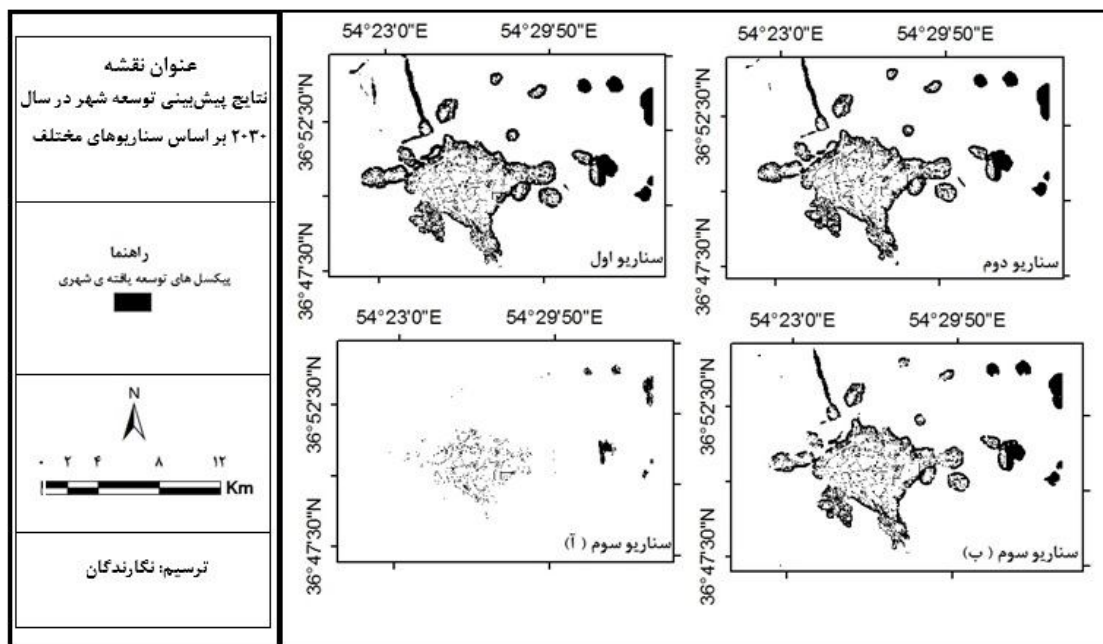
جدول ۴: ضرایب پنج‌گانه رشد استخراج شده از کالیبراسیون در سناریوهای مختلف

سناریوی سوم (رشد با هدف حفظ ارزش زیبایی شناختی)	سناریوی دوم (رشد مدیریت شده)	سناریوی اول (رشد تاریخی)	
۳۰	۳۰	۳۰	انتشار
۲۰	۲۰	۳۰	زایش
۴۰	۴۰	۵۹	پخش
۳۰	۳۰	۶۰	مقاومت به شیب
۷۶	۷۶	۷۶	گرایش به جاده

در بخش (۳:۱) شکل ۴ نشان می‌دهد که این زیر مدل به صورت بسیار سخت‌گیرانه عمل کرده و برای تمام مناطقی که دارای ارزش زیبایی‌شناختی هستند محدودیت رشد اتخاذ کرده و با هر گونه رشد در حاشه شهر (گسترش افقی) مخالف است. در زیر مدل دوم این سناریو، برای نرم‌تر کردن نتایج مدل و اتخاذ یک رهیافت آسان‌گیرانه مناطق دارای ارزش زیبایی‌شناختی بالاتر از ۱۵۰ به عنوان لایه مستثنی از شهرنشینی وارد مدل شدند و قوانین به‌گونه‌ای پایه‌گذاری شد که با وجود رشد شهر در آینده این پهنه‌ها حفظ شوند.

پس از اجرای مدل و پیش‌بینی توسعه شهر در سال ۲۰۳۰، در هر یک از سناریوها نقشه خروجی که نشان‌دهنده مجموع مناطق شهری موجود از قبل و مناطق جدید پیش‌بینی شده تا سال ۲۰۳۰ است از آخرین تصویر لایه مربوط به مناطق شهری ورودی مدل که تصویر مربوط به سال ۲۰۱۰ است، تفریق شد تا محدوده‌های جدید شهری بهتر به تصویر کشیده شوند (شکل ۴). سناریوی سوم به صورت دو زیر مدل اجرا شد: در زیر مدل اول لایه تناسب ارزش زیبایی منطقه مورد مطالعه در محدوده ارزش ۰-۲۵۵ به عنوان لایه مستثنی از شهرنشینی وارد شد. نتایج





شکل ۴: نتایج پیش‌بینی توسعه شهر در سال ۲۰۳۰ بر اساس سناریوهای مختلف

تاریخی دیده می‌شود. از دیگر تفاوت‌های قابل مشاهده در الگوی رشد سناریوها نیز می‌توان به کاهش ضریب مقاومت به شیب و کاهش ضریب انتشار اشاره کرد. روند ساخت و سازهای وضعیت موجود در شهر گرگان نشان‌دهنده این است که این ساخت و سازها توجهی به ممنوعیت و محدودیت شیب نداشته‌اند؛ بنابراین برای پیش‌بینی دقیق‌تر رشد آتی شهر ضریب مقاومت به شیب به نصف مقادیر حاصل از مرحله کالیبره کاهش یافت. با کم کردن ضریب پخش هم سعی بر این شد تا الگوی رشد حاشیه شهر را محدود کرده و رشد مترکم را در الگوی رشد شهر بگنجانیم. نسبت رشد شهری طی سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۳۰ در سناریو اول و دوم به ترتیب برابر با ۲/۱۷ و ۲/۰۴، و در زیر مدل اول و دوم سناریوی سوم نیز به ترتیب برابر با ۱/۹۱ و ۱/۱۸ درصد است. طبق نتایج به دست آمده با تعدیل ضرایب کنترل‌کننده رشد در سناریوی دوم و سوم نسبت به سناریوی اول، رشد محدودتری صورت گرفته است. برآورد مساحت لکه‌های شهری که تا سال ۲۰۳۰ به لکه‌های موجود اضافه می‌شوند، نیز موید محدودتر شدن رشد در سناریوهای دوم و سوم است (جدول ۵).

با توجه به ضرایب به دست آمده در مرحله رشد تاریخی، در محدوده شهر گرگان ضریب انتشار به دست آمده پایین بوده و این شکل رشد نشان‌دهنده این است که ساخت و سازهای خارج از کانون‌های شهری حاضر کمتر به چشم می‌خورد، مقدار پایین ضریب زایش بیانگر احتمال پایین تبدیل سلول‌های شهری شیب‌سازی شده به عنوان مراکز جدید انتشار است. مقدار نسبتاً بالای ضریب پخش با در نظر گرفتن ضریب زایش بیانگر احتمال رشد سلول‌های شهری در همسایگی سلول‌های مراکز جدید انتشار ایجاد شده در مرحله قبل است. در صورتی که ضریب مقاومت به شیب زیاد باشد، احتمال ساخت و ساز در مناطق با شیب زیاد پایین است؛ لذا توپوگرافی عامل مهمی در توسعه شهر است. ضریب گرایش به جاده نشان‌دهنده جاذبه جاده‌ها در توسعه نواحی شهری است. مقدار بالای به دست آمده برای این ضریب، بیانگر تاثیر زیاد شبکه حمل و نقل در توسعه این محدوده است. در شکل (۴) نحوه اثرگذاری شهر بر سیمای سرزمین حوزه بر اساس سناریوهای مختلف توسعه در آینده قابل مشاهده است. بر این اساس، بیشترین تمایل به حاشیه و ایجاد مراکز جدید شهری در سناریوی رشد

جدول ۵: مقایسه سناریوهای مختلف پیش بینی رشد شهری سال های ۲۰۱۰ تا ۲۰۳۰

مساحت پهنه‌های اضافه شده نسبت به سال ۲۰۱۰ (هکتار)	نرخ رشد نسبت به سال ۲۰۱۰	تعداد پیکسل‌های شهری	
۲۹۶۰	۲/۱۷	۵۳۸۸۷	سناریو اول
۲۶۳۷	۲/۰۴	۵۰۷۲۳	سناریوی دوم
۴۶۰	۱/۱۸	۴۷۵۰۲	سناریوی سوم (ا)
۲۳۱۰	۱/۹۱	۲۹۳۰۸	سناریوی سوم (ب)
-	۱	۲۴۷۸۳	وضع موجود (۲۰۱۰)

### جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در بسیاری از شهرهای بزرگ، توازن یا تعامل بسیار ناچیزی بین ساختارهای شهری و الگوهای طبیعی مشاهده می‌شود و منظر شهری به طور فزاینده‌ای در حال روبرو شدن با کاهش مناطق باارزش اکولوژیک است. تداوم این روند به خصوص در حاشیه شهرها مناطقی ایجاد کرده که از نوعی سردرگمی و بی‌برنامگی رنج می‌برند. برای دستیابی به توسعه پایدار همگام با طبیعت، بازنگری دراز مدت روابط بین شهر و طبیعت ضروری به نظر می‌رسد. ادغام عوامل و معیارهای طبیعی و شهری و بررسی روند رشد شهر در ارزیابی زیبایی‌شناختی سیمای سرزمین در یک مدل یکپارچه و تصمیم‌گیری جهت هرگونه توسعه آتی از زمینه‌های نوآوری این پژوهش به‌شمار می‌رود که تا کنون در هیچ یک از تحقیقات داخلی و خارجی مشاهده نشده است. در ارتباط با مقایسه نتایج تحقیق حاضر با مطالعات سایر محققان در زمینه انتخاب معیارهای مدلسازی ارزش زیبایی‌شناختی می‌توان به تحقیقات (Gong et al., 2015; Weiqi et al., 2014; Chhetri & Arrowsmith, 2014; Pouta et al., 2014) اشاره کرد. در این تحقیقات معیارها به گونه‌ای انتخاب شده‌اند که به‌طور کلی نماینگر سه شاخص طبیعی بودن، پیچیدگی و مقیاس بصری باشند و تفاوت آن‌ها در نوع و نحوه ترکیب این معیارها و نقشه‌سازی است. از عمده تفاوت‌های موجود در نقشه‌های مورد استفاده در این تحقیق می‌توان به استفاده از نقشه‌های تنوع تیپ پوشش گیاهی و تنوع ناهمواری‌ها و همچنین میدین و رفوژها اشاره کرد. بررسی مطالعات صورت گرفته در زمینه مدلسازی

توسعه شهر بر مبنای سلول‌های خودکار مؤید طیفی از شرایط تاثیرگذار جغرافیایی و توان بالقوه شهر و همچنین شرایط اقتصادی اجتماعی جامعه برای توسعه است. مقایسه نتایج این تحقیق با سایر تحقیقات (ساکیه، ۱۳۹۲؛ شیخ‌گودرزی و همکاران، ۱۳۹۱؛ Clark et al., 2000; Torrens & Sullivan, 2000; Mahiny & Clark, 2012; 1997) نشان می‌دهد که اشکال متفاوتی از توسعه در نواحی شهری قابل مشاهده است. طبق نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر، ضرایب پیش‌بینی کالیبره رشد در سناریوی تاریخی برای ضرایب انتشار برابر با ۳۰، زایش ۳۰، پخش ۵۹، مقاومت به شیب ۶۰ و گرایش به جاده ۷۶ می‌باشد که با تعدیل این ضرایب و همچنین اعمال محدودیت‌های مختلف توسعه در سناریوهای دوم و سوم، شهری با پراکندگی لکه‌ای کمتر و فشرده‌تر خواهیم داشت. در صورت اجرای صحیح سیاست‌های توسعه شهرسازی، در این تحقیق می‌توان تا ۳۲۳ هکتار در سناریوی دوم و ۲۵۰۰ هکتار در زیر مدل اول سناریوی سوم و ۶۵۰ هکتار در زیر مدل دوم سناریوی سوم نسبت به سناریوی اول در استفاده از زمین و همچنین حفظ پهنه‌های دارای ارزش زیبایی‌شناختی موفق‌تر عمل کرد. در سناریوی سوم این تحقیق استفاده از یک مدل خودکار پیش‌بینی رشد شهری مانند SLEUTH در کنار یک مدل ارزیابی چند معیاره (MCE) که نتایج آن به عنوان لایه مستثنی در مدل SLEUTH وارد شد، سبب شد تا مدل یکپارچه‌ای ارائه شود تا در آینده امکان حفظ ارزش‌های زیبایی‌شناختی و مواهب طبیعی در کنار رشد و گسترش آتی شهر میسر شود. با توجه به وجود

۲. جهانی، علی، مخدوم، مجید، فقهی، جهانگیر و اعتماد، وحید. ۱۳۹۰. تعیین کیفیت منظر و نقاط چشم‌انداز به منظور کاربری اکوتوریسم (مطالعه موردی: بخش پاتم جنگل خیرود). مجله پژوهش‌های محیط زیست، ۳: ۲۰-۱۳.
۳. حسین‌نیا، آزاده. ۱۳۸۲. بررسی تغییرات کمی آبهای سطحی با استفاده از مدل سازی روند توسعه شهری به روش SLEUTH در شهرهای چالوس و نوشهر، پایان نامه کارشناسی ارشد محیط زیست. دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده منابع طبیعی علوم دریایی نور.
۴. رسولی، مریم، سلمان ماهینی، عبدالرسول و کامیاب، حمیدرضا. ۱۳۹۵. تعیین ضرایب مؤثر بر رشد شهری در مدل SLEUTH برای هرستان‌های علی‌آباد، رامیان و آزادشهر. مجله آمایش جغرافیایی فضا، ۲۱(۶): ۱۲-۱.
۱. رفیعی، رضا. ۱۳۸۶. مکان یابی ایستگاه‌های انتقال پسماند جامد شهری با توجه به روند رشد شهر (مطالعه موردی: شهر مشهد). پایان نامه کارشناسی ارشد محیط زیست. اساتید راهنما: دکتر نعمت اله خراسانی و دکتر عبدالرسول سلمان ماهینی، دانشگاه تهران، دانشکده منابع طبیعی، گروه شیلات و محیط زیست.
۲. ساجدی‌فر، آیلار و میرکازمیان، مریم. ۱۳۸۷. اطلس ژئوتوریسم استان گلستان. پایگاه ملی جاده‌های علوم زمین کشور. ۷۱ صفحه.
۳. ساکیه، یوسف. ۱۳۹۲. تعیین محورهای توسعه پایدار شهر کرج بر اساس شبیه سازی توسعه شهر و توان محیط زیست. پایان‌نامه کارشناسی ارشد در رشته محیط‌زیست، استاد راهنما: دکتر بهمن جباریان امیری، دانشگاه تهران. ۱۵۰ صفحه.
۴. سعیدی، سپیده، محمدزاده، مرجان، سلمان ماهینی، عبدالرسول، میرکریمی، سیدحامد. ۱۳۹۳. ارزیابی و مدل‌سازی ارزش منظره ای سیمای سرزمین به روش ترکیب خطی وزن دار (مطالعه موردی: آبخیز زیارت استان گلستان). محیط‌زیست طبیعی. ۳(۶۷): ۳۱۱-۳۰۱.
۵. سیفال‌دینی، فرانک، رهنمایی، محمدتقی، فراهودی، رحمت اله و جعفری مهرآبادی، مریم. ۱۳۹۳. روش‌شناسی مطالعات منظر شهری در گردشگری. برنامه‌ریزی و توسعه گردشگری. ۸: ۵۲-۳۱.
۶. شیخ‌گودرزی، مهدی، علیزاده شعبانی، افشین، سلمان ماهینی، عبدالرسول و فقهی، جهانگیر. ۱۳۹۱. بررسی آثار ناشی از توسعه شهر بر مطلوبیت پهنه‌های

زمین‌های کشاورزی و مراتع فراوان در شمال، شرق و غرب شهرگرگان و همچنین وجود جنگل‌های انبوه در جنوب این شهر و با توجه به این که وجود این کاربری‌ها از عوامل تاثیرگذار بر ارزش‌های زیبایی شناختی این شهر به شمار می رود، حفظ این پهنه‌ها از تغییر به کاربری شهری ضروری است که سناریوی سوم تا حد زیادی به این هدف نایل آمده است. از آنجایی که در این مدل یکپارچه امکان اعمال تغییرات مختلف و همچنین جهت دهی به رشد آتی شهر وجود دارد استفاده از یک چنین رهیافتی می‌تواند تحت عنوان رهیافت چندهدفه و پویای آمایش سرزمین مطرح شود.

### پیشنهادات

- به منظور افزایش دقت و بهبود نتایج ارزیابی ارزش‌های زیبایی شناختی سیمای سرزمین، استفاده از سایر مدل‌های ارزیابی توان مانند رگرسیون لجستیک و شبکه عصبی مصنوعی جهت مقایسه نتایج حاصل با مدل MCE و انتخاب مدل بهینه پیشنهاد می‌شود.
- علاوه بر لایه تناسب زیبایی شناختی استفاده از سایر لایه‌های تناسب مانند تناسب کشاورزی، شهری و جنگلداری با وزن‌های مختلف در لایه مستثنی از شهرنشینی به ارائه نتایج بهتر و مطمئن‌تر کمک خواهد کرد.
- مدل‌سازی توسعه، نتایج و آثار تصمیمات مختلف برنامه‌ریزان شهری را نشان می‌دهد. از این رو با تدوین سناریوهای متفاوت بوم‌شناختی و اقتصادی- اجتماعی می‌توان نتایج مدل‌سازی را بهبود بخشید.

### منابع

۱. جهانی شکیب، فاطمه، اردکانی، طاهره و سلمان ماهینی، عبدالرسول. ۱۳۹۷. مقایسه و اعتبارسنجی دو رویکرد بهینه‌سازی کاربری‌ها در آمایش سرزمین شهرستان گرگان. مجله آمایش جغرافیایی فضا، ۲۹: ۴۷-۶۰.

- (2004). Assessing the Visual Quality of Rural Landscapes. *Landscape and Urban Planning*. 69: 115-125.
16. Arrowsmith, C. 2001. Modelling Tourism Potential for Nature-Based Tourism. *Proceeding of The Australian Academy of Science Fenner Conference*. Canberra. 25p.
17. Ayad, Y. 2005. Remote Sensing and GIS in Modeling Visual Landscape Change: a case study of the Northwestern arid coast of Egypt. *Landscape and Urban Planning*. 73: 307-325.
18. Chhetri, P., and Arrowsmith, C. 2003. Mapping the potential of scenic views for the Grampian National park. *Proceeding of 21 International Cartographic Conference (ICC)*. Durban, South Africa. 12p.
19. Clarke, K., and Gaydos, L. 1998. Loose-coupling a cellular automaton model and GIS: long-term urban growth prediction for San Francisco and Washington/Baltimore. *International Journal of Geographical Information Science*. 12(7): 699-714.
20. Clarke, K., Hoppen, S., and Gaydos, L. 1997. A self-modifying cellular automaton model of historical urbanization in the San Francisco Bay area. *Environment and Planning B: Planning and Design*. 24: 247-261.
21. Eastman, J.R. 2009. IDRISI: The SELVA edition. Worcester, MA: Clark University. 312p.
22. Gong, L., Zhang, Zh., and Xu, Ch. 2015. Developing a Quality Assessment Index System for Scenic Forest Management: A Case Study from Xishan Mountain, Suburban Beijing. *Forests*, 6, 225-243.
23. Mahiny. A.R., and Clarke, K. 2012. Guiding SLEUTH land-use/land-cover change modeling using multi criteria evaluation: towards dynamic sustainable land-use planning. *Environment and Planning B: Planning and Design*. 39: 925-944.
24. Mitsova, D., Shuster, W., and Wang, X. 2011. A cellular automata model of land covers change to integrate urban growth with open space conservation. *Landscape and Urban Planning*. 99: 141-153.
- حفاظتی با رویکرد سیمای سرزمین (مطالعه موردی: حوزه آبخیز گرگانرود). اکولوژی کاربردی. ۱: ۳۰-۴۳.
۷. کیانی، اکبر. ۱۳۸۳. شبیه‌سازی و ارزیابی کارایی سنسورهای هوشمند و اتوماتای سلولی در تحلیل کاربری فیزیکی ابر نقشه شهر. رساله دکترای در رشته جغرافیا، استاد راهنما: اکبر پرهیزکار، دانشگاه تربیت مدرس.
۸. گودرزی، مهدی و حق‌طلب، نسرين. ۱۳۹۱. بهسازی اکولوژیک منظر پهنه‌های حاشیه شهری شمال تهران در محدوده منطقه یک. نخستین کنفرانس بین‌المللی اکولوژی سیمای سرزمین دانشگاه صنعتی اصفهان. ۸ و ۹ آبان ۱۳۹۱.
۹. متولی، مسعود. ۱۳۸۹. بررسی و سنجش کیفیت زیبایی در منظر شهری بر اساس مفهوم دیدهای متوالی، نمونه موردی: مسیر گردشگری دارآباد تهران، آرمان‌شهر، ۵: ۱۳۹-۱۲۳.
۱۰. منصوری، امیر و حبیبی، امین. ۱۳۸۹. تبیین و ارزیابی مؤلفه‌های موثر بر ارتقای نقش منظر در پایداری محیط. *باغ نظر*. ۱۵: ۶۳-۷۸.
۱۱. یآوری، احمدرضا. ۱۳۸۵. اصلاحات ساختار اکولوژیک راهبرد موثر در حل معضل محیط‌زیست ناسالم شهرهای بزرگ. دومین سمینار ساخت و ساز در پایتخت. دانشکده فنی دانشگاه تهران، تهران. ۱ تا ۳ خرداد ۱۳۸۵.
۱۲. یوسفی، علی و عابدی کویایی، جواد. ۱۳۹۱. از ارزیابی اکولوژی سیمای سرزمین تا ارزیابی منظر در طراحی محیط. نخستین کنفرانس بین‌المللی اکولوژی سیمای سرزمین دانشگاه صنعتی اصفهان. ۸ و ۹ آبان ۱۳۹۱.
۱۳. یوسفی، مریم، مکانیکی، جواد، اشرفی، علی و نیسانی، نجمه. ۱۳۹۶. آشکارسازی و مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از داده‌های سنجش از دور، مدل زنجیره مارکوف و سلول‌های خودکار (مطالعه موردی: شهر بجنورد). *مجله آمایش جغرافیایی فضا*، (۷): ۲۶: ۱-۱۶.
14. Acevedo, W., Forestman, T.W., and Buchanan, J.T. 1996. Origins and philosophy of building a temporal database to examine human transformation processes. *Proceedings, ASPRS/ ACSM Annual Convention and Exhibition, Baltimore*. 24(1): 148-161.
15. Arriaza, M., Canas-Ortega, J.F., Canas-Madueno, J.A., and Ruiz-Aviles, P.

- Environment and Planning, 28(3): 163-168.
28. Weiqi, Zh., Cadenasso, M., Schwarz, K., and Pickett, S. 2014. Quantifying Spatial Heterogeneity in Urban Landscapes: Integrating Visual Interpretation and Object-Based Classification. *Journal of Remote Sensing*, 6: 3369-3386.
29. Wu, X., Hu, Y., He, H., Xi, F., and Bu, R. 2010. Study on forecast scenarios for simulation of future urban growth in Shenyang City based on SLEUTH model. *Geo-Spatial Information Science*, 13(1): 32-39.
25. Pouta, E., Grammatikopoulou, I., Hurme, T., Soini, K., and Uusitalo, M. 2014. Assessing the Quality of Agricultural Landscape Change with Multiple Dimensions. *Land*, 3: 598-616; doi:10.3390/land3030598.
26. Silva, E. and Clarke, K. 2002. Calibration of the SLEUTH urban growth model for Lisbon and Porto, Portugal. *Computers, Environment and Urban Systems*. 26 (6): 525-552.
27. Torrens, P.M., and Sullivan, D.O. 2000. Cellular Automata and Urban Simulation: Where do we go from here?,

