دو فصلنامه علمی پژوهش‌های بوم‌شناسی‌شهری
سال ۱۲، شماره ۱، پیاپی ۲۳، بهار و تابستان ۱۴۰۰ (۳۶-۵۰)

Biannual Journal of Urban Ecology Researches
Vol.12, No.1, Series 23, Spring & Summer 2021 (36-50)
DOI: 10.30473/grup.2021.8242

مقاله علمی پژوهشی

شبیه‌سازی تحولات کاربری اراضی در شهر- منطقه مرکزی استان مازندران با استفاده از مدل SLEUTH

***هاشم داداش‌پور[۱]، فردیس سالاریان[۲]**

۱.دانشیار، گروه برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

۲. دانشجوی دکتری، گروه شهرسازی، دانشگاه هنر اصفهان، اصفهان، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۴/۰۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۹/۰۳

Simulation of Land Use Changes in Central City- Region of Mazandaran Province by Using SLEUTH Model

***Hashem Dadashpoor[1], Fardis Salarian[2]**

1. Associate Professor Department of Urban and Regional Planning, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.
2. Ph.D Student, Department oF Isfahan Art University, Isfahan, Iran.

Received: 2017/06/25 Accepted: 2021/11/24

چکیده

در پژوهش حاضر تلاش می‌شود تا با هدف شبیه‌سازی تحولات توسعه کاربری اراضی و سناریوسازی توسعه در ۱۴۲۰ برای کاهش اثرات توسعه نامتوازن بر منطقه‌ای با ارزش طبیعی، گامی مؤثر برداشته شود. برای دستیابی به این مهم، از مدل SLEUTH برای شبیه‌سازی کاربری اراضی آتی و سناریوسازی استفاده شده است. داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز پژوهش شیب اراضی، پوشش اراضی، محرومیت، توسعه شهری، حمل و نقل، خطوط ارتفاعی و کاربری اراضی است که از مدل SLEUTH و ضرایب پنج گانه رشد آن استخراج شدند. سپس به ارزیابی سناریوهای سه گانه روند تاریخی، حفاظت از اراضی با ارزش طبیعی و شبکه چندمرکزی پرداخته شد. نتایج یافته ها نشان داد که ضریب گسترش و جاذبه جاده بیش‌ترین تأثیر را بر شبیه‌سازی و سناریوسازی دارند و نقش بسیار مؤثری را بر توسعه آتی محدوده مطالعاتی برجای می‌گذارند. از همین رو، پیرامون محورهای اصلی ارتباطی محدوده مطالعاتی، الگوی توسعه پراکنده خطی، در مجاورت روستاها و شهرک‌های پر جمعیت الگوی توسعه خوشه‌ای و در سایر اراضی با ساختاری مجزا و تک واحدی الگوی توسعه متفرق و پرش قورباغه‌ای نمود فضایی پیدا می‌کنند. این روند توسعه در نواحی شمالی و مرکزی شهر- منطقه مازندران بیش از سایر نواحی شکل گرفته و سناریوی جایگزین در راستای دستیابی به الگوی توسعه متعادل و متوازن منطقه، شبکه چندمرکزی است. نوآوری پژوهش در شبیه‌سازی توسعه اراضی ساخته شده و سناریوسازی تحولات توسعه در شهر- منطقه مرکزی استان مازندران پیش‌بینی اراضی ساخته شده براساس مدل SLEUTH می‌باشد.

واژگان کلیدی

الگوی فضایی، رشد شهری، کاربری اراضی، مازندران.

Abstract

In this research, we attempt to simulate the land use development and scenarios prediction in 1420 to reduce the effects of unbalanced development on a region of natural value. To achieve this, the SLEUTH model has been used to simulate future land use and scenario. The data and information required for the study include slope, land cover, exclusion, urban development, transportation, hillshade, which were extracted from the SLEUTH model and its five growth coefficients. Then, using related research and researchers' opinions, the three scenarios of historical trends, protection of lands with natural value and multicenter network were evaluated.The results showed that the coefficient of expansion and gravity of the road have the greatest impact on simulation and scenario building and play a very effective role in the future development of the study area. Therefore, around the main communication axes of the study area, the pattern of linear scattered development, in the vicinity of villages and populated towns, the pattern of cluster development and in other lands with a separate structure, the pattern of scattered development and frog jumping have a spatial appearance. This development trend has been formed in the northern and central areas of the city-Mazandaran region more than other areas and the alternative scenario in order to achieve a balanced and balanced development model of the region is a multicenter network. The innovation of the research in simulating the development of constructed lands and the scenario of development developments in the city-central region of Mazandaran province is the prediction of lands constructed based on the SLEUTH model.

Keywords

Spatial Pattern, Urban Growth, Land Use, Mazandaran.

*** نویسنده مسئول:** هاشم داداش‌پور

E-mail: hadadashpoor@gmail.com

***Corresponding Author:** Hashem Dadashpoor

مقدمه

رشد و توسعه منطقه‌ای در گذر زمان دچار تغییر و تحولات بسیاری گشته است (داداش‌پور و همکاران، ۱۳۹۵: ۵۲ ;Tang et al., 2005: 36)؛ در صورتی که رشد و توسعه بر اساس ساختار نظام‌مند و برنامه‌ریزی شده محقق شود، پدیده بسیار مطلوبی در سطح منطقه رخ می‌دهد (Barredo, 2003: 297). اما اگر توسعه تنها به‌واسطه گرایش ساکنین بومی و غیربومی به شکلی غیر برنامه‌ریزی شده شکل گیرد، می‌تواند تبعات و پیامدهای منفی را بر ساختار کلان منطقه برجای گذارد (He et al., 2015: 164). زیرا با تأثیر بر عملکرد زیرسیستم‌های محیط طبیعی، اجتماعی، اقتصادی، کالبدی- فضایی و مدیریت منطقه‌ای (Natale et al., 2015)؛ روند غیرقابل پیش‌بینی را برای سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان (جهت تدوین برنامه‌های توسعه) برجای خواهد گذاشت (Greenhalgh, 2000: 37).

هریک از زیرسیستم‌های منطقه‌ای در تعامل پیچیده با یکدیگر هستند، یعنی بر یکدیگر تأثیر می‌گذارند و از یکدیگر تأثیر می‌پذیرند (Gonzalez et al., 2015: 119).

چالش اصلی پژوهش حاضر روابط پیچیده‌ای است که به‌واسطه توسعه کالبدی و جمعیتی بر ساختار محیط طبیعی و زیست منطقه‌ای وارد می‌شود. یکی از ابزارهایی که به‌دلیل نتایج مطلوب و مؤثر مورد استفاده قرار می‌گیرد، مدل‌سازی و سناریوسازی توسعه آتی است که همراستا با مؤلفه‌ها و اهداف توسعه تدوین می‌شود (Gonzalez et al., 2015: 119). از طرف دیگر، کاربست سناریوهای تغییر کاربری اراضی یکی از ابزارهایی است که از دیرباز جهت تجزیه و تحلیل چندمعیاره از تحولات محیط زیست مورد استفاده قرار گرفته است. سناریوسازی به تصمیم‌گیران اجازه می‌دهد تا براساس احتمال‌های مختلف توسعه آتی (Penteado, 2014: 154) به پیش‌بینی و انتخاب تصمیم‌ها بپردازند. بدین ترتیب، ضعف در برنامه‌ریزی آینده ممکن است بر ساختار کلان منطقه‌ای و ملی اثرگذار باشد.

شهر- منطقه مرکزی استان مازندران از دیرباز مرکز فعالیت‌های کشاورزی در سطح ملی با طبیعتی منحصر به فرد بوده است. اما بر اثر گذر زمان و گرایش ساکنان بومی و غیر بومی به ساخت‌وساز در اراضی پیراشهری و روستایی، عملکرد کشاورزی این منطقه به‌شدت کاهش پیدا کرده و کیفیت اراضی آن با افت شدیدی مواجه شده است (داداش‌پور و سالاریان، ۱۳۹۴: ۱۵۸). نوآوری تحقیق در این است که با درک روند تحولات و طراحی بهترین سناریو الگوی توسعه فضایی پایدار در شهر- منطقه مرکزی مازندران شکل بگیرد. از این‌رو، در پژوهش حاضر تلاش شده تا با استفاده از ارزیابی روند تحولات توسعه اراضی شهر- منطقه مرکزی مازندران به شبیه‌سازی و سناریوسازی توسعه اراضی با هدف کاهش تخریب اراضی طبیعی پرداخته شود. سؤال اصلی پژوهش عبارت است از این‌که با شبیه‌سازی تحولات کاربری اراضی در شهر - منطقه مرکزی استان مازندران می‌توان برای تحولات توسعه آتی سناریوسازی نمود؟

مبانی نظری

چارچوب نظری

با روند توسعه برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای، توجه به ابعاد محیط طبیعی در چارچوب برنامه‌های پایدار، اهمیتی ویژه یافته است؛ زیرا این نوع برنامه‌ها، ناشی از دغدغه‌هایی است که به‌واسطه رشد و توسعه بی‌برنامه بر فضای برنامه‌ریزی وارد می‌شود. فرآیند نام برده به‌دلیل پیچیدگی‌ها و تعامل چندسویه دارای ماهیتی پیچیده بوده و نیازمند جهت‌گیری خاصی در برنامه‌ریزی است (Shahumyan, 2014: 38).

اراضی طبیعی پیرامون مراکز شهری به‌دلیل دربر گیرندگی اراضی جنگلی، زراعی و باغی از اهمیت بسیاری در ساختار اکوسیستم طبیعی و جانوری، چشم‌انداز طبیعی و مناظر زیبا دارند. چه بسا تغییرات گسترده این اراضی در سطح منطقه موجب تخریب چنین سرمایه‌های ملی و جهانی گردد (Haque et al., 2007; Vargas et al., 2010; Natale et al., 2014; Lubowski et al., 2006).

یکی از وظایف برنامه‌ریزان و مدیران منطقه‌ای جلوگیری و یا حتی کاهش روند تخریب اراضی طبیعی ناشی از توسعه بی‌برنامه است (Basse et al., 2014: 160). برای دستیابی به این امر نیز راهکارها و ابزارهای بسیار متنوعی همچون رهنمودهای نوین برنامه‌ریزی، ارائه چشم‌اندازهای راهبردی و یکپارچه، افزایش کیفیت زندگی، پیش‌بینی وضعیت آینده و اعمال ضوابط و مقررات توسعه وجود دارد (Vargas et al., 2010; Wu, 2009; Haase and Schwarz, 2008). چالش‌های ناشی از ساختار پیچیده تغییر کاربری اراضی، پژوهشگران را بر آن داشته تا به تعریف اجزا و روابط متقابل آن بپردازند (Gonzalez et al., 2015: 119). از آن‌جایی که تغییر و تحولات زیرسیستم طبیعی به‌طور عمده ناشی از فعالیت‌های انسانی و تغییرات کاربری اراضی می‌باشد و این‌که کاربری اراضی حاصل تعامل انسان و محیط طبیعی است، لذا می‌توان بر تأثیر متقابل آن بر اراضی طبیعی نیز اشاره نمود. به‌دلیل افزایش جمعیت و روند تحول توسعه روزافزون شهری و منطقه‌ای (Natale et al., 2014: 497)، نیاز است تا به بررسی پیامدهای ناشی از تغییر کاربری اراضی در محیط طبیعی پرداخته شود. به این دلیل که نتیجه چنین پیامدهایی(Haque, 2007; Lubowski, 2006; Vargas, 2010; Natale,

(2014) منجر به اثرات زیست‌محیطی منفی شده و آینده سیستم شهر و منطقه را دستخوش تغییر و تحول می‌کند. پس می‌توان با بررسی روند تغییرات محیط طبیعی به رهنمودی نوین، جهت ارائه چشم‌اندازهای (Wu, 2008: 56) راهبردی و یکپارچه با هدف کاهش تخریب اراضی با ارزش طبیعی و افزایش کیفیت زندگی شهری (Haase and Schwarz, 2009: 3) پرداخت.

تغییر کاربری اراضی می‌تواند یک پدیده فراگیر محلی (Agarwal et al., 2009: 78) و جهانی باشد. اما بررسی و ارزیابی تغییرات کاربری اراضی طبیعی در هر سطحی به‌دلیل پیچیدگی‌های (Shahumyan et al., 2014: 39) ناشی از تعامل چندسویه میان عناصر برنامه‌ریزی و ویژگی‌های فضایی-زمانی آن (He et al., 2015: 164)؛ دارای ماهیت پیچیده‌تری است. به‌واسطه پیچیدگی‌های نام برده، تعریف اجزا، روابط متقابل (Gonzalez et al., 2015: 119) و الگوهای تحولات فضایی (He, 2015; Dadashpoor 2019; Dadashpoor, 2018) تغییرات کاربری اراضی به‌عنوان یکی از مهم ترین چالش‌های برنامه‌ریزان و جغرافی‌دانان شناخته شده است (Basse et al., 2014: 160). برای مواجهه با این پیچیدگی‌های ناشی از تغییرات کاربری اراضی بر محیط طبیعی، نیاز است به مدل‌سازی (Greenhalgh, 2000: 5) و پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی پرداخته شود. زیرا مدل‌سازی ابزاری ضروری برای درک و فهم رفتار گسترش شهری و تشخیص ویژگی‌های اصلی آن (خود شباهتی، خود سازماندهی و رفتار غیر خطی) است. این مدل‌ها می‌توانند برای تولید عوامل پویای وابسته به این گونه سیستم‌ها، کشف عواملی که به‌عنوان نیروی محرک محسوب می‌شوند، تحلیل الگوهای رشد شهری و تأثیر آن بر اراضی استفاده شوند (Gonzalez et al., 2015: 119). این مدل‌ها، متاثر از عواملی همچون رواج و گسترش استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، روش‌های جدید سنجش از راه دور و سیستم تعیین موقعیت جهانی، پیشرفت در نظریه‌های سیستمی، مفهوم در حال ظهور توسعه پایدار در پاسخ به بحران جهانی محیط زیست هستند (Huang et al., 2008: 598).

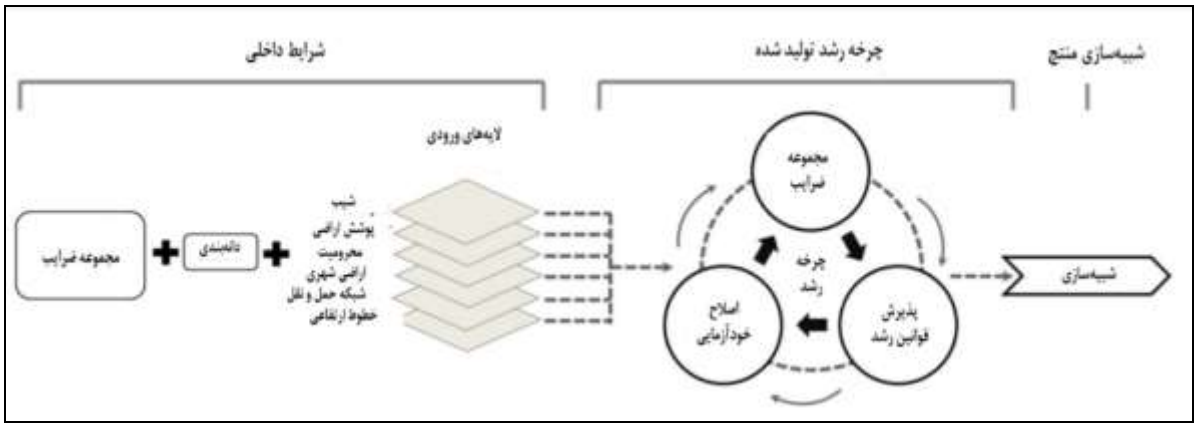
شهرها سیستم‌هایی با نظام پیچیده باز، پویا و خود سازمان‌دهنده هستند. جهت تدوین برنامه منسجم و بهبود وضعیت سیستم‌های شهری می‌توان با مدل‌سازی، الگوهای فضایی و شبیه‌سازی روندهای رشد شهری به درک بهتری از سیستم شهر به‌عنوان یک کل، دست یافت (هادوی و روستایی، ۱۳۹۰: ۲). حال این‌که توسعه در حومه شهرها منجر به گونه‌ای از رشد تحت عنوان «پراکنده‌رویی» شده است. با رشد و توسعه این الگو ممکن است بسیاری از زمین‌های قابل کشت حومه‌های شهرها برای ساختمان‌سازی استفاده شده و بازار تغییر کاربری اراضی کشاورزی به مسکونی و تجاری رونق گیرد (حسینعلی و همکاران، ۱۳۹۰: ۲). درپی این فرآیند، اراضی مستعد کشاورزی در معرض نابودی قرار می‌گیرند (احدنژادروشتی و حسینی، ۱۳۹۰: ۳). لذا الگوی توسعه فضایی پراکنده، نیاز مبرمی به تدوین برنامه‌ای منسجم و دقیق دارد؛ زیرا با شدت گرفتن توسعه شهر، برنامه‌ریزی برای توسعه‌های آتی جهت کاستن از میزان تخریب در زمینه‌های مختلف امری با ارزش تلقی می‌گردد (شیعه و انام‌پور، ۱۳۹۰: ۱۱۰). بدین ترتیب و با تأکید بر روند تخریب زیست‌محیطی که گسترش سکونتگاه‌ها به‌دنبال داشته‌اند، بر زمینه‌سازی برنامه‌ای منسجم برای این مسئله تاکید می‌گردد. می‌توان گفت که از هم‌افزایی تدوین برنامه منسجم و استفاده از مدل‌سازی در برنامه‌ها می‌توان به انتظام توسعه فضایی شهرها پرداخت.

روش انجام پژوهش

تحلیل تغییرات کاربری اراضی دارای مدل‌های بسیاری است که برمبنای ماهیت پیچیده سیستم‌های کاربری اراضی به ارزیابی تغییرات فضایی-زمانی و عوامل مؤثر اجتماعی- اقتصادی می‌پردازد (Campbell et al., 2011: 8). از طرفی کاربست سناریوهای تغییر کاربری اراضی یکی از ابزارهایی است که از دیرباز جهت تجزیه و تحلیل چندمعیاره از تحولات محیط زیست مورد استفاده قرار گرفته است. همچنین سناریوسازی به تصمیم‌گیران اجازه می‌دهد تا براساس احتمال‌های مختلف توسعه آتی (Penteado, 2014: 26) به پیش‌بینی و انتخاب تصمیم‌ها بپردازند. از آن جا که روند تغییر کاربری اراضی طبیعی، در اراضی حاشیه‌ای و لبه‌ای (Wu, 2008: 54) شهرها و مناطق بیش‌تر رخ داده است؛ نیاز است، توجه ویژه‌ای به این نواحی در روند برنامه‌ریزی‌های آتی صورت گیرد. SLEUTH یک مدل اتوماسیون سلولی است که طی دو دهه اخیر برای شبیه‌سازی تغییر و تحول توسعه استفاده شده است (Dadashpoor i, 2017 527; Chaudhuri, 2013: 89). نام این مدل مخفف عناصر دارای۶ لایه به نام‌های ورودی؛ شیب، پوشش اراضی، محرومیت، توسعه شهری، حمل‌ونقل و خطوط ارتفاعی است (Chaudhuri, 2013: 91) که در تحلیل مورد استفاده قرار می‌گیرند.

این مدل به‌عنوان یک مدل پیچیده در بسیاری از مناطق بین‌المللی با موفقیت انجام شده است. جهت درک روند پراکندگی در آینده؛ از این مدل رشد شهری برای پیش‌بینی رشد فضایی استفاده می‌شود (Al-shalabi, 2012: 407). مجموعه مدل‌های پوشش اراضی دلتاترون و مدل رشد شهری مبتنی بر ویندوز یونیکس، تشکیل دهنده این مدل هستند (Chaudhuri and Clarke, 2013: 89-90). همچنین به‌عنوان یک مدل پیچیده در بسیاری از مناطق بین‌المللی با موفقیت انجام شده است. جهت درک روند پراکندگی در آینده؛ از این مدل رشد شهری برای پیش‌بینی رشد فضایی استفاده می‌شود. این مدل با استفاده از دو زیرمدل رشد شهری و کاربری زمین/پوشش اراضی

دلتاترون تعریف می‌شود (Al-shalabi and et al., 2012: 407). این مدل با استفاده از دو مرحله شبیه‌سازی؛ کالیبراسیون (به معنی واسنجی) منتج از پارامترهای رشد براساس داده‌ها در طی زمان، پیش‌بینی پروژه‌های رشد و گسترش براساس کالیبراسیون صورت می‌پذیرد. با استفاده از این مدل می‌توان به شبیه‌سازی رشد و توسعه در الگوهای مختلفی همچون رشد تصادفی، گسترش جدید پیرامون مراکز توسعه (رشد در اطراف توسعه‌های جدید)، رشد لبه‌ای (توسعه در لبه مناطق موجود) می‌پردازد (Huang et al., 2008: 599).



شکل ۱. فرآیند مدل SLEUTH

مأخذ: Huang et al., 2008

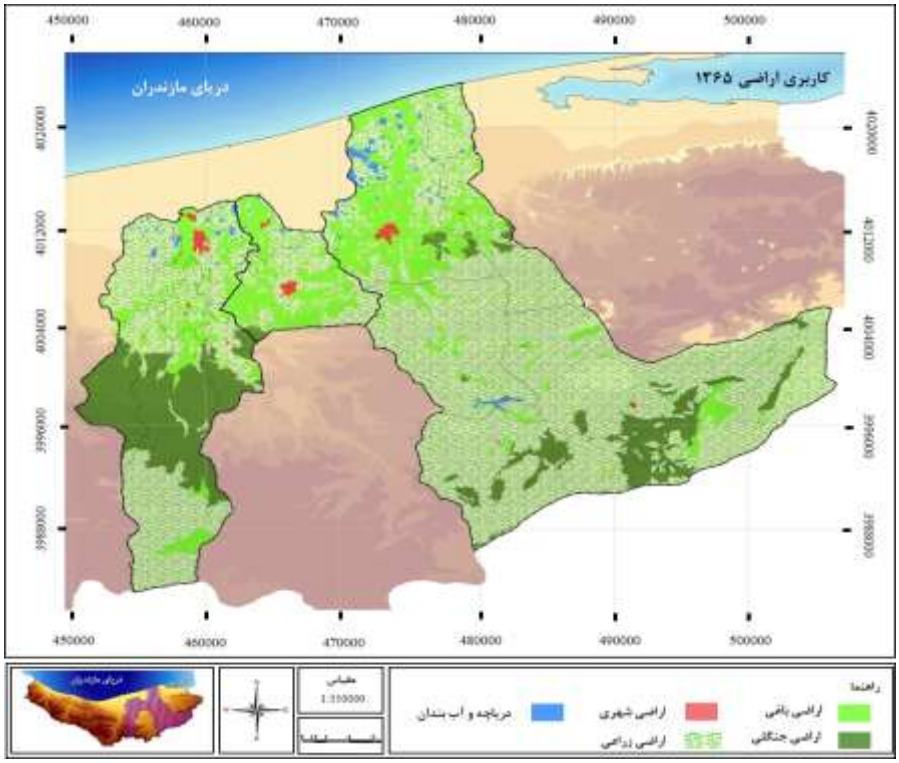
با استفاده از این مدل می‌توان به شبیه‌سازی رشد و توسعه در الگوهای مختلف همچون؛ رشد تصادفی[1]، گسترش جدید پیرامون مراکز توسعه[2] (رشد در اطراف توسعه‌های جدید)، رشد لبه‌ای[3] (توسعه در لبه مناطق موجود) پرداخت (Huang et al., 2008: 599). اما برای تحلیل و بررسی سناریوهای توسعه روش‌ها و مدل‌های گوناگونی وجود دارد که در پژوهش حاضر تلاش شده تا برمبنای شاخص‌ها و لایه‌های مدل SLEUHT به سناریوسازی تغییرات توسعه در محدوده مطالعاتی پرداخت.

جدول ۱. داده‌های مورد نیاز جهت بکارگیری مدل SLEUTH

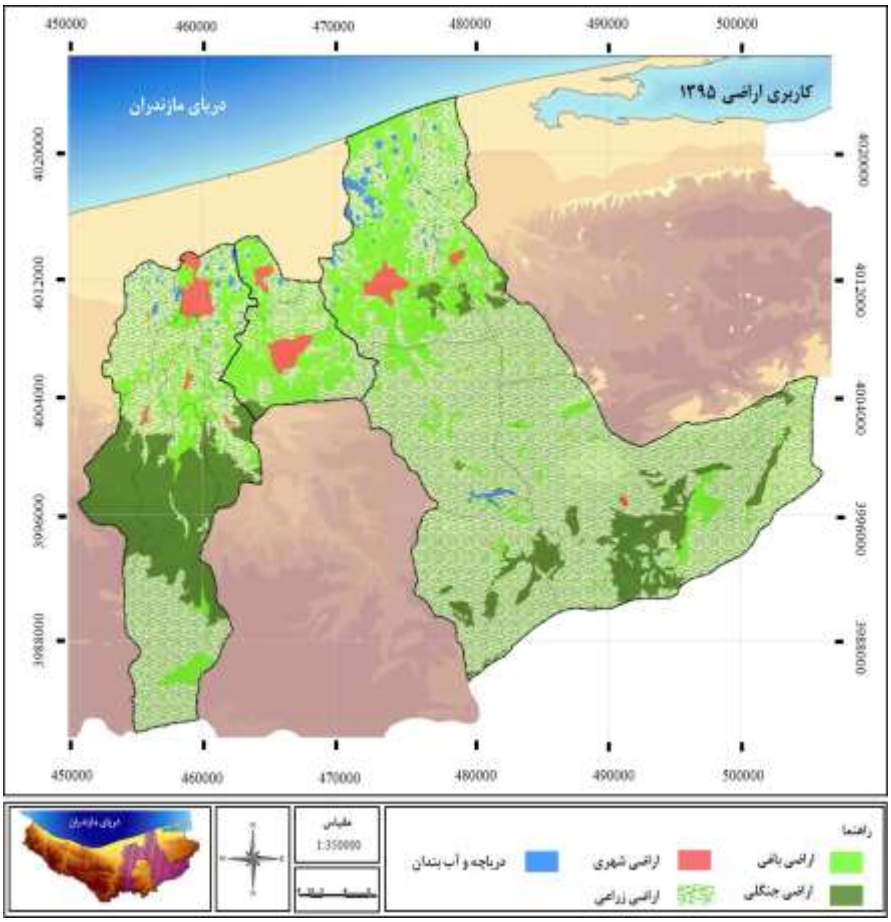
شیب	**نقشه شیب اراضی به‌دست آمده از اطلاعات پایه**
کاربری اراضی	حداقل استفاده از ۲ نقشه کاربری اراضی تا به وسیله آن کالیبراسیون انجام گیرد.
محرومیت	نقشه‌ای از اراضی که در آن توسعه نمی‌تواند صورت گیرد
شبکه حمل و نقل	نقشه شبکه حمل و نقل
شهری شدن	حداقل ۴ دوره از روند توسعه اراضی برای کالیبراسیون
خطوط ارتفاعی	به‌عنوان پس زمینه نقشه‌ها
پوشش اراضی	نقشه‌ای از پوشش گیاهی اراضی در منطقه

در شکل ۲، کاربری اراضی منطقه مطالعاتی نمایش داده شده است. دسته‌بندی اصلی شامل اراضی باغی، اراضی جنگلی، اراضی زراعی (اراضی طبیعی)، اراضی شهری و آب‌بندان‌های محدوده است. روند تحول کاربری اراضی در طی دوره ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۵ افزایش اراضی شهری در محدوده اراضی طبیعی (به خصوص کاربری باغی و زراعی) را نشان می‌دهد. غالب توسعه اراضی شهری پیرامون مرزهای شهری و در محدوده‌های روستایی شکل گرفته که می‌توان لزوم سناریوسازی اراضی را در شهر – منطقه مرکزی استان مازندران احساس کرد.

1. Spontaneous
2. New Spreading Center Growth
3. Edge growth

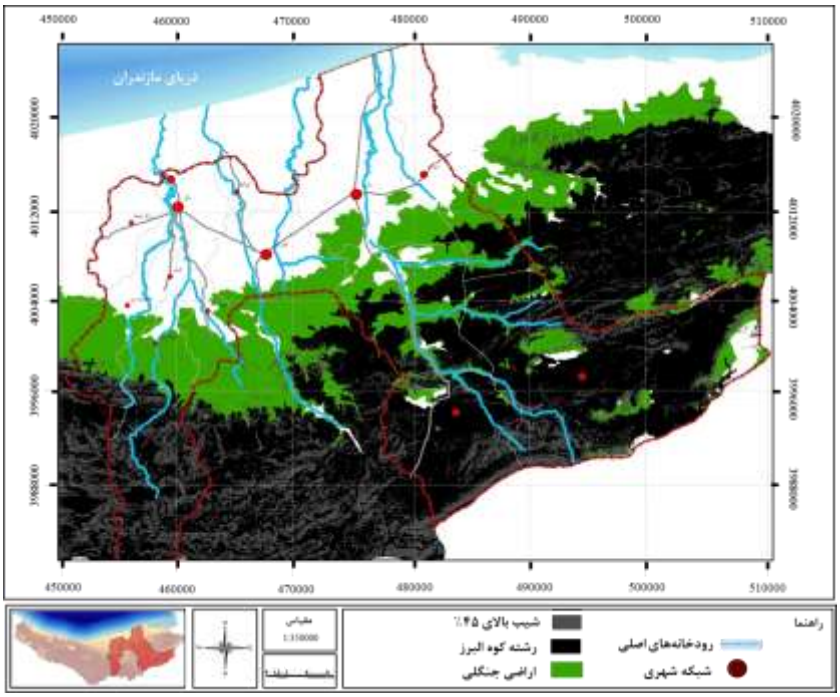


شکل ۲-الف. تحولات کاربری اراضی شهر- منطقه مطالعات



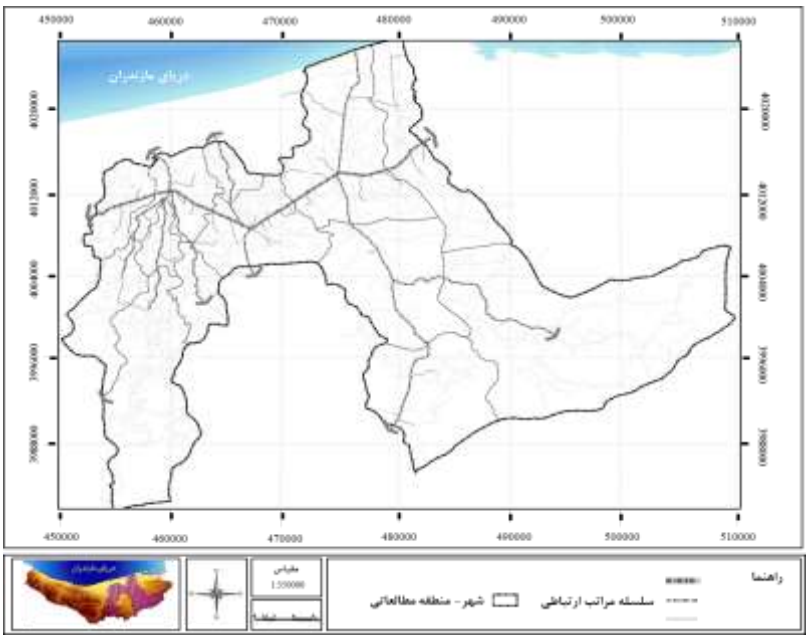
شکل ۲-ب. تحولات کاربری اراضی شهر- منطقه مطالعاتی

برای دستیابی به نقشه محرومیت توسعه اراضی تلاش گردید تا از لایه‌های مختلف کالبدی- فضایی و طبیعی استفاده شود. بنابراین رودخانه‌های اصلی (مبتنی بر میزان دبی)، اراضی جنگلی، اراضی با شیب بالای ۴۵ درصد و اراضی شهری و روستایی از پیش ساخته شده به‌عنوان اراضی محرومیت توسعه در قالب شکل ۳، نشان داده شده‌اند. باتوجه به این شکل، می‌تواند گفت، احتمال توسعه آتی در اراضی شمال محدوده که دارای محرومیت کم‌تری نسبت به سایر اراضی هستند، وجود دارد.



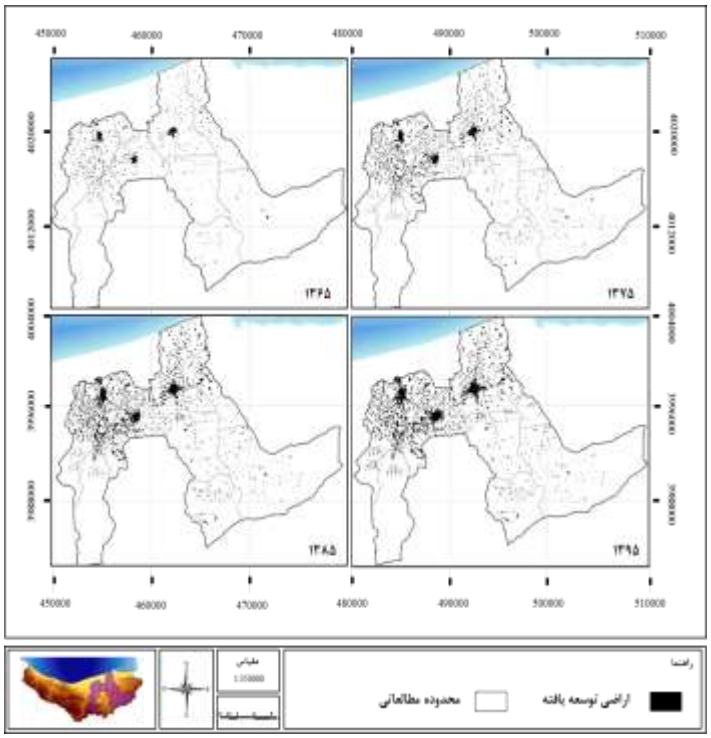
شکل۳. محرومیت توسعه در اراضی شهر- منطقه مطالعاتی

اما برای دستیابی به شبکه ارتباطی در محدوده مطالعاتی سلسله مراتبی از شبکه ارتباطی اصلی، فرعی و روستایی (خاکی) استفاده شد که در شکل ۴، ارائه گردیده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، نحوه توزیع فضایی شبکه ارتباطی در شمال محدوده مطالعاتی با تمرکز بالاتری دیده می‌شود.



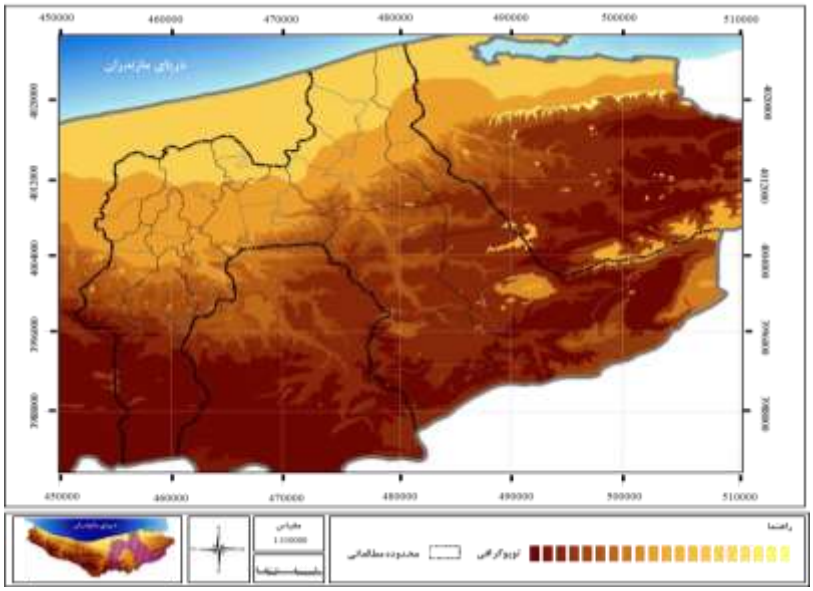
شکل ۴. شبکه ارتباطی شهر- منطقه مطالعات

داده مورد نیاز بعدی برای بکارگیری مدل SLEUTH توسعه اراضی است که در محدوده مطالعاتی ۴ دوره ۱۰ ساله از تحولات اراضی ساخته شده، نشان داده شده است (شکل ۵. شهر- منطقه مرکزی استان مازندران در سال ۱۳۶۵ دارای مراکز شهری نسبتا توسعه یافته به همراه پیرامونی کم‌تر توسعه یافته است. اما با گذر زمان همان‌گونه که مراکز شهری اصلی یعنی ساری، بابل و قائم‌شهر توسعه یافتند؛ پیرامون مراکز شهری یعنی اراضی پیراشهری و روستایی نیز به‌صورت چشمگیری افزایش یافتند. البته با نگاهی اجمالی به‌شکل شبکه ارتباطی و اراضی ساخته شده، می‌توان یکی از علل توسعه اراضی را در برخورداری آن‌ها از شبکه ارتباطی دانست.

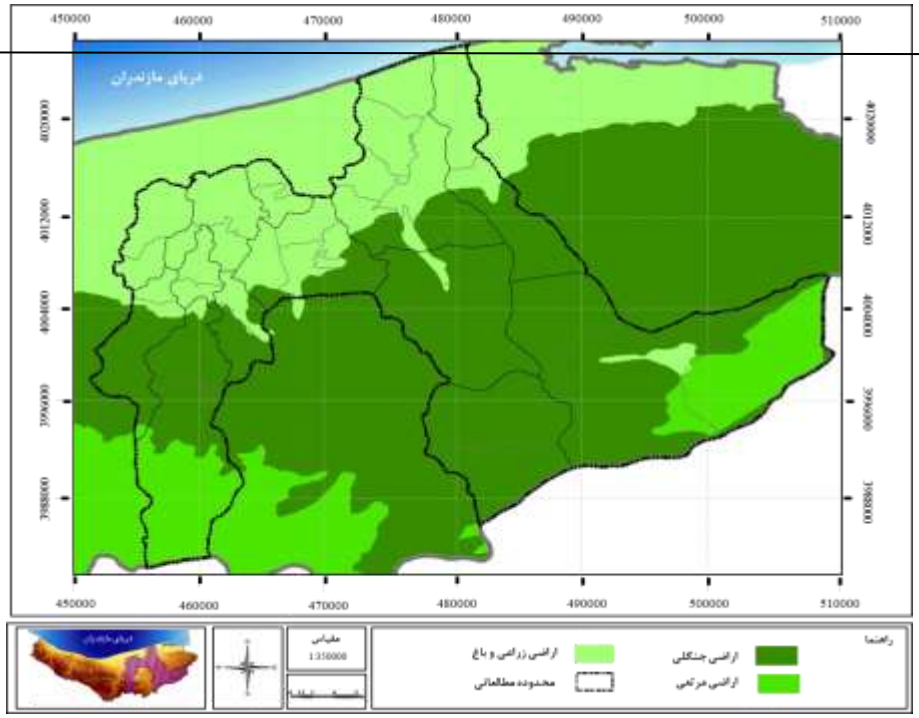


شکل ۵. تحولات اراضی ساخته شده در شهر- منطقه مطالعاتی

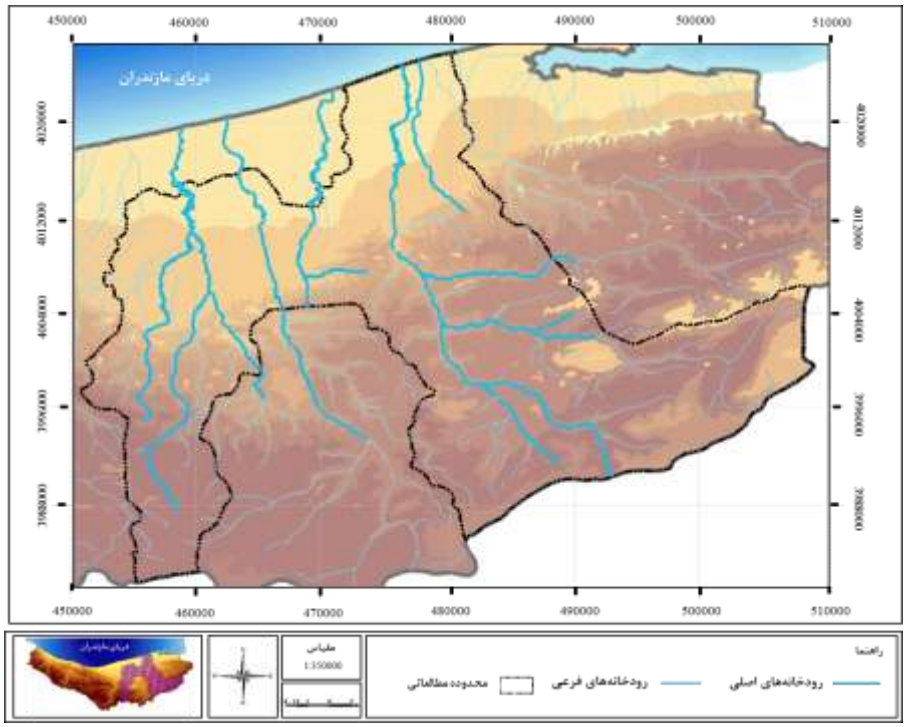
سایر داده‌های مورد نیاز برای کاربست مدل SLEUTH شامل توپوگرافی اراضی، پوشش گیاهی و رودخانه‌های اصلی و فرعی است (شکل، ۶، ۷ و ۸) که به‌عنوان عوامل تعیین کننده محدودیت‌ها و فرصت‌های محیطی توسعه در اختیار سیستم قرار می‌گیرند.



شکل ۶. توپوگرافی اراضی در شهر- منطقه مطالعاتی



شکل ۷. پوشش اراضی در شهر- منطقه مطالعاتی

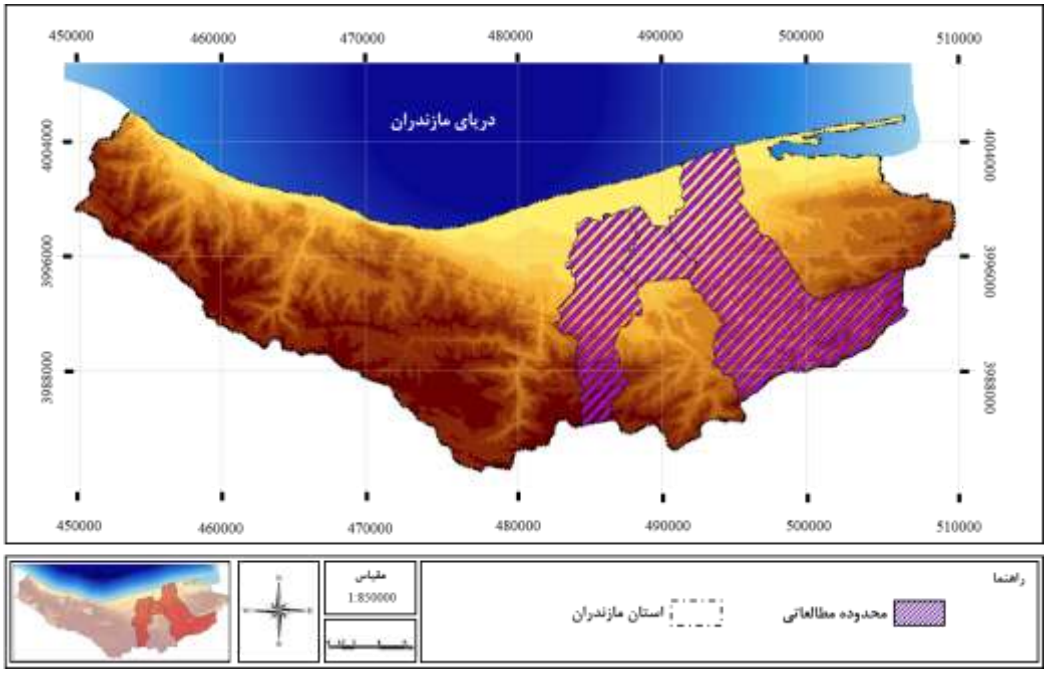


شکل ۸. رودخانه‌های اصلی و فرعی در شهر- منطقه مطالعاتی

محدوده مورد مطالعه

محدوده مطالعاتی در پژوهش حاضر شامل شهرها و روستاهای واقع در شهرستان‌های ساری، بابل و قائم‌شهر استان مازندران است. مساحت این محدوده ۱۵۲۸۵ کیلومتر مربع، معادل با ۲۲/۲۴ درصد از سطح استان مازندران است (شکل ۹) که جمعیتی معادل ۱۲۹۴۵۸۳ نفر را در خود جای داده است. در این محدوده اراضی ساخته شده با روند فزاینده‌ای توسعه یافته و در بازه ۷۵-۱۳۶۵ نرخ رشد ۶/۵۶ درصدی نمایانگر تحول بسیار اراضی ساخته شده و از بین رفتن اراضی محیط طبیعی است. در بازه‌های بعدی روند رشد کاهش یافته که نتیجه آن کاهش

تخریب اراضی محیط طبیعی است. البته این امر نشان دهنده کاهش توسعه پراکنده در شهر- منطقه مطالعاتی نبوده و تنها کاهش شدت فزاینده آن نسبت به سال‌های ابتدایی پژوهش مورد نظر است. دلیل انتخاب این محدوده به واسطه اولویت انتظام بخشی در ساختار سیاسی- مدیریتی استان است، زیرا این مراکز دارای شرایط جمعیتی، اقتصادی و مدیریتی مناسبی در سطح استان می‌باشند. بنابراین، اگر گرایش‌های افراد بومی و غیر بومی به سکونت در اراضی پیراشهری این مراکز افزایش یابد، خطرات جدی را برای اراضی طبیعی به همراه خواهد داشت (Natale et al., 2014; Zebardast et al., 2014;Tang et al., 2005; Agarwal et al., 2009). به‌دلیل حساسیت برنامه‌ریزی در این مراکز باید با نگرشی خاص به پیش‌بینی تحولات توسعه در این منطقه پرداخت تا میزان تخریب اراضی طبیعی را کاهش یابد.



شکل ۹. جایگاه شهر- منطقه مطالعاتی در استان مازندران

یافته‌ها

پس از بررسی‌های صورت گرفته مشخص شد که متغیرها و اطلاعات مورد نیاز جهت کاربست مدل SLUETH در شهر- منطقه مطالعاتی شامل شیب اراضی، کاربری اراضی، محرومیت، شهری شدن، شبکه حمل و نقل، خطوط ارتفاعی است. داده‌های مربوط به توپوگرافی و شیب اراضی، پوشش گیاهی و رودخانه‌های محدوده به‌عنوان عوامل و عناصر محدود کننده توسعه هستند تا برمبنای قابلیت توسعه طبیعی، به پیش‌بینی اراضی ساخته شده پرداخته شود. سپس کاربری اراضی، شبکه حمل‌ونقل و تحولات توسعه اراضی ساخته شده به‌عنوان مولفه‌هایی کالبدی در راستای تعیین پتانسیل‌های توسعه احتمالی در نظر گرفته می‌شوند. در پایان نیز محرومیت اراضی، پتانسیل‌های توسعه آتی و همچنین عدم قابلیت توسعه را نشان می‌دهد. در نتیجه می‌توان گفت که شبکه ارتباطی، کاربری اراضی و تحولات توسعه اراضی ساخته شده به‌عنوان داده‌های اصلی و محرومیت اراضی، پوشش گیاهی، توپوگرافی و شیب اراضی و رودخانه‌های محدوده مطالعاتی به‌عنوان داده‌ها و اطلاعات مکمل در راستای به‌کارگیری مدل SLEUTH تعریف می‌شوند. در مجموع اطلاعات و متغیرهای مذکور جهت کالیبراسیون آن‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد تا بتوان به واسطه آن از ویژگی برنامه‌ریزی سناریو جهت تحقق ارائه برنامه هدایت‌گر توسعه در سال ۱۴۲۰، استفاده نمود.

در ابتدا برای دستیابی به سناریوهای توسعه، نیاز است تا شاخص‌های متناسب برای مدل SLEUTH تعیین و تحلیل شود. شاخص‌های مورد نظر برمبنای مقایسه، حداقل رگرسیون‌ها و شاخص‌های اندازه میان توسعه پیش‌بینی شده و واقعیت اراضی است. در ابتدا کالیبراسیون براساس ضرایب به‌دست آمده در جدول ۲ و دسته‌بندی‌های مختلف تعیین شد. این ضرایب برمبنای احتمال توسعه در سلول‌های شهری و همچنین پژوهش سیلوا و کلارک (۲۰۰۲) به‌دست آمدند.

جدول ۲. کالیبراسیون اراضی در شهر– منطقه مطالعاتی

پارامترهای رشد	درشت ۴= تکرار شاخص مونت کارلو ۰/۶۵ = اندازه خوشه ۰/۳۸ = شاخص لی سالی		ریز ۶ = تکرار شاخص مونتکارلو ۰/۶۸ = اندازه خوشه ۰/۳۸ = شاخص لی سالی		نهایی ۸= تکرار شاخص مونت کارلو ۰/۷۲ = اندازه خوشه ۰/۳۸ = شاخص لی سالی		ارزش نهایی
	دامنه	مرحله	دامنه	مرحله	دامنه	مرحله	
ضریب پراکندگی	۱–۱۰۰	۲۵	۱–۲۵	۵	۹–۱۴	۱	۴
ضریب زایش	۱–۱۰۰	۲۵	۷۵–۱۰۰	۴	۹۵–۱۰۰	۱	۷۲
ضریب گسترش	۱–۱۰۰	۲۵	۵۰–۷۵	۵	۷۰–۷۵	۱	۱۰۰
ضریب مقاومت شیب	۱–۱۰۰	۲۵	۱–۲۵	۵	۱–۱۱	۲	۲۸
ضریب جاذبه جاده	۱–۱۰۰	۲۵	۵۰–۷۵	۵	۵۰–۶۰	۲	۸۲

پارامترهای رشد برای کالیبراسیون در شهر– منطقه مطالعاتی (جدول ۳)، براساس کالیبراسیون درشت، ریز و نهایی به‌دست آمدند. بدین ترتیب که بیش‌ترین و کم‌ترین تغییرات پارامترها در کالیبراسیون درشت و ریز لحاظ شده و برمبنای آن کالیبراسیون نهایی استخراج شد. در کالیبراسیون؛ ارزش نهایی ضریب گسترش (برابر با ۱۰۰) و ضریب جاذبه جاده (برابر با ۸۲) بیش‌ترین تأثیر را بر شبیه‌سازی و سناریوسازی دارند. زیرا ارزش نهایی آن به مراتب بالاتر از سایر پارامترهای رشد و توسعه است. پس از آن پارامترهای ضریب زایش، ضریب مقاومت جاده و ضریب پراکندگی در شبیه‌سازی مؤثر می‌باشند. در مرحله بعد، برمبنای شاخص‌های بررسی کالیبراسیون، مقادیر عددی هر یک از شاخص‌ها به‌دست آمد (جدول ۴) و در انتها نیز اراضی ساخته شده در سال ۱۴۲۰ برمبنای توسعه سلول‌های مطالعاتی پیش‌بینی شد.

جدول ۳. شاخص‌های مورد نیاز برای بررسی کالیبراسیون در شهر– منطقه مطالعاتی

شاخص	توضیحات	درشت	ریز	نهایی
مقایسه	مقایسه میان حدود توسعه پیشبینی شده با وسعت واقعی شهر	۰/۳۷	۰/۳۷	**۰/۳۷**
r^2جمعیت	کم‌ترین (حداقل) رگرسیون مربع از توسعه شهرنشینی پیشبینی شده با شهرنشینی واقعی	۰/۹۴	۰/۹۵	**۰/۹۴**
لبه r^2	کم‌ترین (حداقل) رگرسیون مربع از مرزهای شهری پیشبینی شده با مرزهای شهری واقعی	۰/۹۷	۰/۹۵	**۰/۹۵**
r^2خوشه	کم‌ترین (حداقل) رگرسیون مربع از خوشه‌های شهری پیشبینی شده با خوشه‌های شهری واقعی	۰/۶۵	۰/۶۸	**۰/۷۲**
شاخص لی	یک شاخص شکل که به اندازه‌گیری تناسب میان رشد مدل‌سازی شده و میزان اراضی شهری می‌پردازد	۰/۳۸	۰/۳۸	**۰/۳۸**
متوسط شیب r^2	کم‌ترین (حداقل) رگرسیون مربع از شیب اراضی	۱	۱	**۱**
X- r^2	کم‌ترین (حداقل) رگرسیون مربع مقادیر x (مراکز ثقل) سلول‌های شهری در مقایسه با متوسط مقادیر	۰/۱۲	۰/۱۱	**۰/۱**
Y- r^2	کم‌ترین (حداقل) رگرسیون مربع مقادیر y (مراکز ثقل) سلول‌های شهری در مقایسه با متوسط مقادیر	۰/۷۶	۰/۷۷	**۰/۸۲**

برنامه‌ریزی سناریو بر اساس مدل SLEUTH

برمبنای کالیبراسیون داده‌ها، به تعیین ضرایب رشد در سناریوهای مختلف پرداخته می‌شود. سناریوهای منتخب در پژوهش حاضر شامل حفاظت از اراضی طبیعی (برمبنای الگوی توسعه متمرکز و فشرده) و سناریو شبکه چندمرکزی (برمبنای تلفیق روند تاریخی توسعه و راهبردهای توسعه کالبدی– فضایی اسناد فرادست استان مازندران) است (شکل ۱۰). پس به وسیله دخالت اندک پژوهشگران در مدل، برخی از پارامترهای رشد تغییر یافته و برآمده از ضرایب پنج‌گانه رشد(جدول ۴)، سناریوهای توسعه شهر– منطقه مطالعاتی پیش‌بینی شدند.

جدول ۴. ضرایب رشد در سناریوهای شهر– منطقه مازندران

	ضریب پراکندگی	ضریب زایش	ضریب گسترش	ضریب مقاومت شیب	ضریب جاذبه جاده
سناریو روند تاریخی	۴	۷۲	۱۰۰	۲۸	۷۵
سناریو حفاظت از اراضی طبیعی	۲	۶۹	۸۶	۲۸	۷۶
سناریو شبکه چندمرکزی	۳	۷۰	۱۰۰	۲۸	۸۲

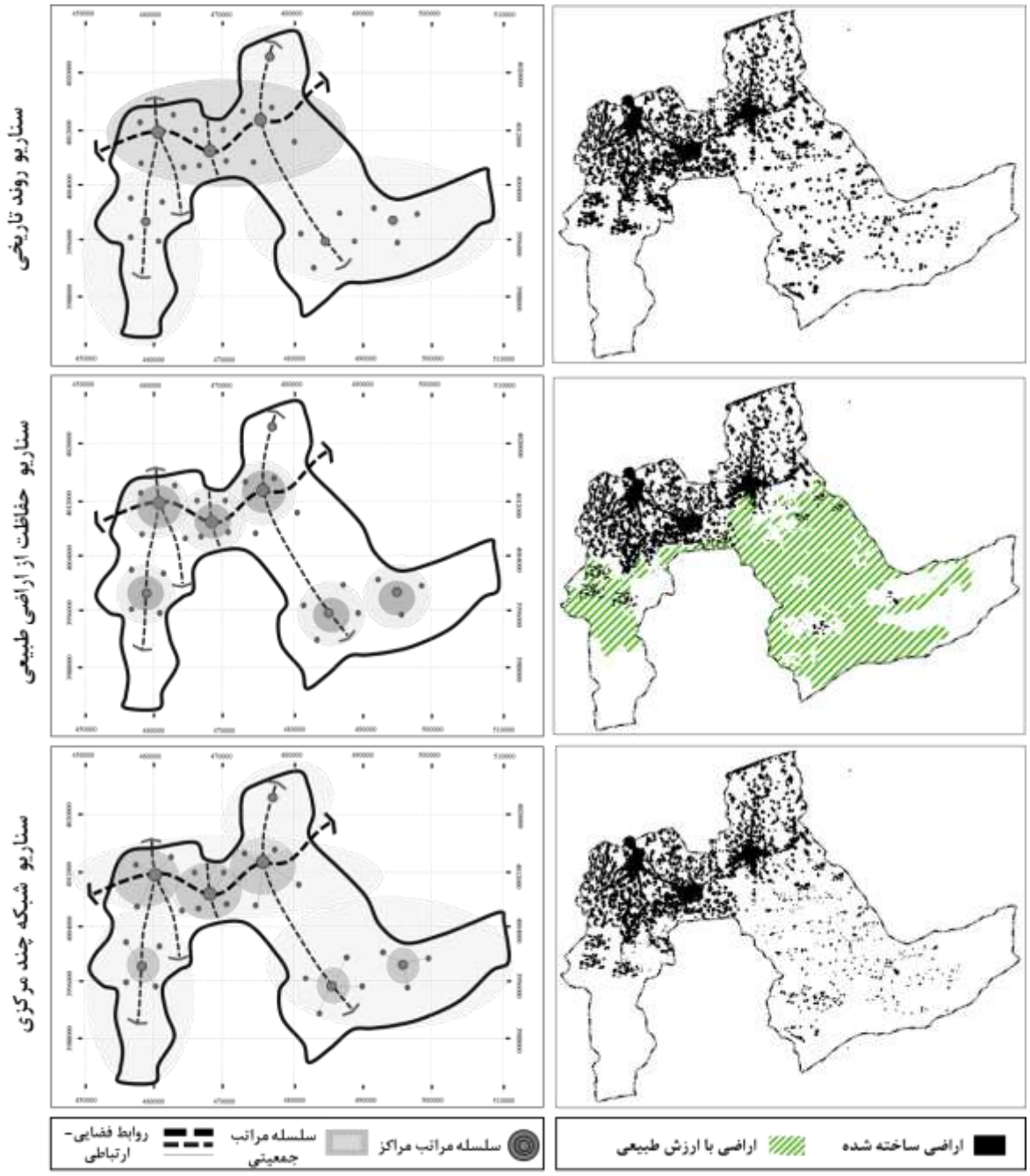
شکل ۱۰. میزان تأثیر شاخص‌های SLEUTH بر سناریوهای توسعه اراضی

✓ **سناریوی روند تاریخی:** در این سناریو که برمبنای فرآیندهای تحولات توسعه پیشین (در ۴ دهه گذشته دوره ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۵) ترسیم شده؛ شاخص تحولات اراضی ساخته شده در دهه‌های پیشین و شبکه ارتباطی بیش‌ترین تأثیر را داشته است، چون در فرایند توسعه حال حاضر منطقه این دو شاخص مولفه‌هایی بسیار مهم در الگوهای پراکنده فضایی هستند. در صورت تحقق این سناریو، توسعه پراکنده افزایش می‌یابد. بنابراین سناریوی روند تاریخی به‌عنوان نامطلوب‌ترین شرایط توسعه آتی شهر- منطقه مطالعاتی شناخته می‌شود. زیرا اگر روند توسعه موجود ادامه پیدا کند، آنگاه اراضی با ارزش طبیعی در سطح شهر- منطقه مطالعاتی به‌شدت کاهش یافته و توسعه به صورت نامتوازن و خارج از برنامه؛ حجم زیادی از منطقه را دربر می‌گیرد. پس با ارائه این تفاسیر، می‌توان گفت که ادامه روند توسعه موجود در قالب توسعه پراکنده برای شهر- منطقه مطالعاتی نامناسب است و خطرات جدی محیطی را به همراه عدم تعادل توسعه کالبدی- فیزیکی به منطقه وارد می‌کند.

✓ **سناریوی حفاظت از اراضی طبیعی (محیطی):** برای ترسیم الگوی تجریدی و سناریوی توسعه اراضی در سناریو حفاظت از اراضی طبیعی که با رویکردی محیطی همراه است؛ شاخص‌های کاربری اراضی وضع موجود، پوشش گیاهی (جهت جلوگیری از توسعه بیش از حد در اراضی با ارزش طبیعی)، خطوط ارتفاعی و شیب اراضی، لایه محرومیت بیش‌ترین تأثیر را داشته است. در این سناریو، رویکرد محافظه‌کارانه نسبت به توسعه فیزیکی در اراضی با ارزش طبیعی لحاظ شده است. در این سناریو توسعه پراکنده به‌صورت کنترل شده در حال کاهش است و در نتیجه اراضی با ارزش طبیعی حفاظت می‌شوند.

در صورت تحقق این سناریو، اراضی طبیعی کاملا حفاظت می‌شود، اما توسعه کالبدی تنها در شمال محدوده رخ می‌دهد. بدین ترتیب عدم تعادل فضایی و بهره‌کشی از اراضی بیش از قابلیت‌های محیطی آن در شمال محدوده منجر به تخریب کامل اراضی شمالی شده و می‌تواند در درازمدت تأثیرات مخربی را بر محیط طبیعی بر جای گذارد.

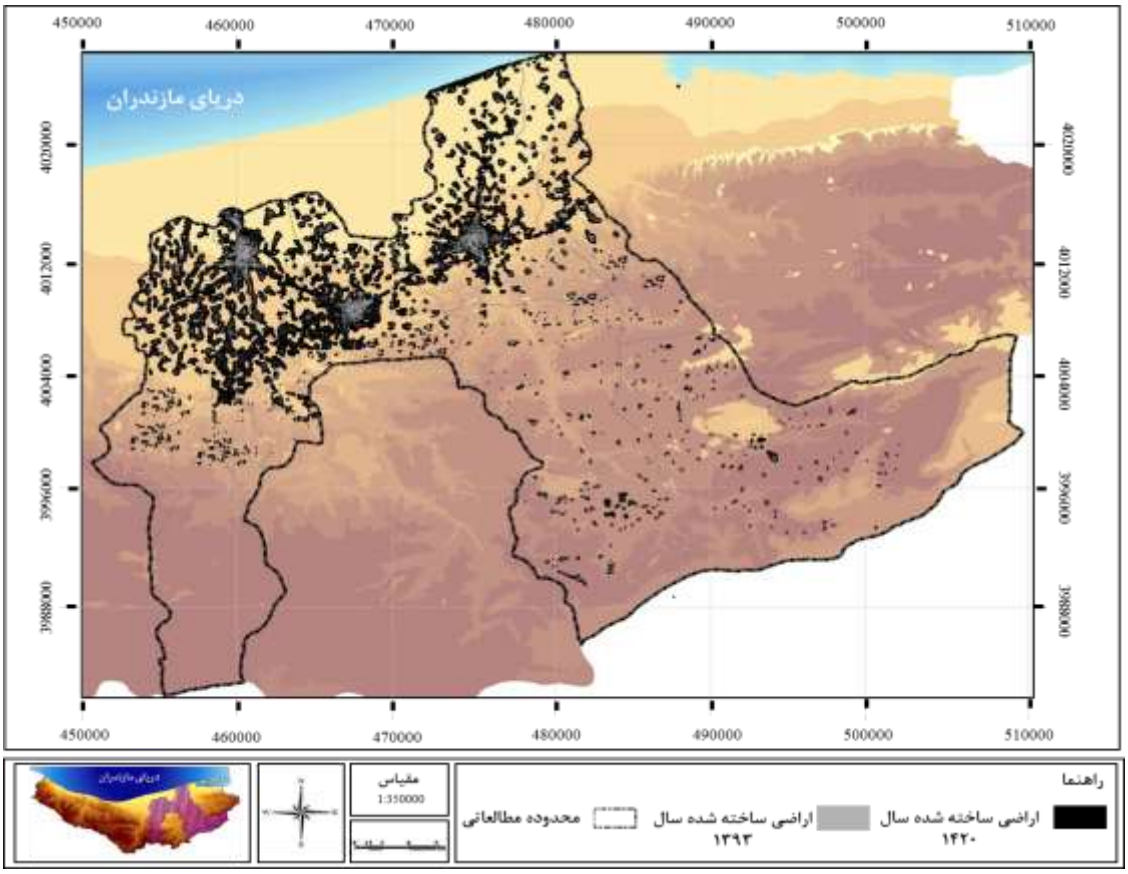
✓ **سناریوی شبکه چندمرکزی (تغییر توسعه متمرکز به شبکه چند مرکزی):** برای ترسیم الگوی تجریدی و سناریو توسعه اراضی در سناریوی شبکه چندمرکزی که در راستای بهبود تعامل فضایی شهر- منطقه مطالعاتی انجام شده، شاخص‌های محرومیت، شبکه ارتباطی، کاربری اراضی و خطوط ارتباطی بیش‌ترین تأثیر را داشته است. در این سناریو تلاش شده تا علاوه بر شناسایی اراضی متناسب برای توسعه آتی برمبنای پتانسیل‌های موجود، به محدودیت‌های ناشی از رویکرد حفاظت از محیط طبیعی نیز توجه شود. امید است با استفاده از برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری، توسعه پراکنده به صورت چشمگیری کاهش یابد و یا به صورت برنامه‌ریزی شده در قالب الگوهای خوشه‌ای در شهرک‌های مسکونی تعریف شود(Jantz etal., 2014: 1172). در این سناریو تلاش شده تا ابعاد مختلف توسعه به‌صورت متوازن همراستا با رویکرد فضایی شبکه چندمرکزی برای بهبود وضعیت شهر- منطقه مطالعاتی مورد توجه قرار گیرد. اگر این سناریو تحقق یابد، از اراضی متناسب با قابلیت‌های طبیعی آن استفاده شده و توسعه در سطح منطقه به صورت متوازن جانمایی می‌شود (شکل ۱۱).



شکل ۱۱. الگوی تجریدی و سناریوسازی اراضی ساخته شده در شهر- منطقه مطالعاتی

براساس مطالب گفته شده، می‌توان سناریوی شبکه چندمرکزی را برمبنای اهداف بلندمدت توسعه فضایی و محیط طبیعی دانست که همراستا با نیازهای جمعیتی و اشتغال است، انتخاب کرد و برمبنای آن به شبیه‌سازی تحولات توسعه در شهر- منطقه مطالعاتی پرداخت. از شکل به‌دست آمده می‌توان چنین تحلیل کرد که توسعه اراضی اغلب در نواحی صورت گرفته که از پیش ساخته شده بودند. متعاقبا به‌دلیل محدودیت‌های توسعه (ارتفاعات رشته کوه البرز و اراضی جنگلی) در بخش‌های جنوبی شهر- منطقه مطالعاتی، شدت توسعه نسبت به نواحی شمالی کم‌تر است. از چنین روند تحولی می‌توان نتیجه گرفت که در سال ۱۴۲۰ نواحی شمالی شهر- منطقه مطالعاتی از تمرکز اراضی ساخته شده بیش‌تری برخوردار بوده و توسعه همانند سال‌های مطالعاتی ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۵ صورت خواهد گرفت. در مجموع می‌توان گفت که به‌دلیل پتانسیل‌های اقتصادی، کالبدی و ... در اراضی شهری محدوده مطالعاتی، احتمال توسعه اراضی ساخته شده در آن بیش‌تر است و متعاقبا به واسطه کیفیت پایین شبکه ارتباطی در بخش‌های جنوبی و همچنین محدودیت‌های توسعه، اراضی ساخته شده در قالب

الگوی میان افزا در مراکز شهری کوچک شکل می‌گیرند (شکل ۱۲).



شکل ۱۲. پیش‌بینی اراضی ساخته شده سال ۱۴۲۰

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف شبیه‌سازی توسعه اراضی ساخته شده و سناریوسازی تحولات توسعه در شهر- منطقه مرکزی استان مازندران انجام شد. در بخش اول و در پیش‌بینی اراضی ساخته شده براساس مدل SLEUTH؛ مشخص شد که ضریب گسترش (برابر با ۱۰۰) و ضریب جاذبه جاده (برابر با ۸۲) بیش‌ترین تأثیر را بر شبیه‌سازی و سناریوسازی دارند و نقش بسیار مؤثری را بر توسعه آتی محدوده مطالعاتی برجای می‌گذارند. لذا این ضرایب به‌عنوان داده‌های اصلی در شبیه‌سازی تحولات توسعه در نظر گرفته شدند. برای برنامه‌ریزی سناریو با دخالت جزئی پژوهشگران؛ برخی از پارامترهای رشد تغییر یافته و برآمده از ضرایب پنج‌گانه رشد، سناریوهای حفاظت از اراضی طبیعی و شبکه چندمرکزی دسته‌بندی و استخراج شدند. به‌دلیل پتانسیل‌های تحقق سناریوی شبکه چندمرکزی و بر پایه خط مشی‌های توسعه برآمده از اسناد فرادست مؤثر بر شهر- منطقه مطالعاتی، این سناریو به‌عنوان سناریو برتر انتخاب شد. پس از انتخاب سناریوی برتر، الگوی اراضی ساخته شده در شهر- منطقه مطالعاتی ترسیم شد که در آن حجم گسترده‌ای از اراضی مبتنی بر روند ساخت‌وساز پیشین شکل گرفتند. اما الگوهای متنوعی از توسعه کالبدی در سطح محدوده به چشم می‌خورد. بدین ترتیب که پیرامون محورهای اصلی ارتباطی محدوده مطالعاتی، الگوی توسعه پراکنده خطی، در مجاورت روستاها و شهرک‌های پرجمعیت الگوی توسعه خوشه‌ای و در سایر اراضی با ساختاری مجزا و تک واحدی الگوی توسعه متفرق و پرش قورباغه‌ای نمود فضایی پیدا می‌کنند.

یکی از چالش‌هایی که اکثر شهرهای ایران با آن مواجه هستند، عدم وجود سامانه‌ای است که تغییرات لحظه‌ای کاربری اراضی در آن مشخص شود. این موضوع در شهر- منطقه مرکزی استان مازندران به‌دلیل وجود اراضی با ارزش طبیعی، اهمیتی دوچندان می‌یابد. با در اختیار داشتن تغییرات لحظه‌ای کاربری اراضی علاوه بر برنامه‌ریزی درست می‌توان تسلط کاملی بر روند تحولات داشت. همچنین با تسلط کامل بر تحولات کاربری اراضی و پیش‌بینی روند توسعه آتی آن، می‌توان زمینه‌های لازم برای توسعه در اراضی با تناسب طبیعی مطلوب را برای تحقق الگوی شبکه چندمرکزی فراهم کرد. از این گذشته، سوداگری در اراضی با ارزش طبیعی شهر- منطقه مطالعاتی بیش از پیش در حال ترویج است. در صورتی که خط مشی‌ها و سیاست‌های متناسب با این پدیده تنظیم و اعمال شوند؛ می‌توان نرخ سوداگری اراضی را

کاهش داد. بدین ترتیب به همراه کاهش سوداگری در اراضی طبیعی، سیاست‌های برنامه‌ریزی توسعه با موفقیت اعمال می‌شوند و تصمیم‌سازان و تصمیم‌گیران شهری و منطقه‌ای می‌توانند کارایی بیش‌تری را در برنامه‌ریزی برای بهبود شهر- منطقه مطالعاتی ارائه کنند. زیرا برای تحقق الگوی شبکه چندمرکزی کاهش نفوذ نیروهای غیر رسمی اهمیت بسیاری دارد. همچنین می‌توان با ارائه سیاست‌های تشویقی در بخش کشاورزی و باغی، تمایل به فروش اراضی را کاهش داد.

راهکار

با توجه به یافته های تحقیق، راهکارهای زیر پیشنهاد می شود:

- ✓ تدوین برنامه‌ای مدون و به روزرسانی شده از کاربری اراضی؛
- ✓ اعمال خط مشی‌ها و سیاست‌های دقیق برای عدم ترویج سوداگری زمین در شهر- منطقه مطالعاتی؛
- ✓ عدم ارائه مجوز ساخت و پروانه ساختمانی در اراضی پیراشهری محدوده مطالعاتی (با تاکید بر عدم جانمایی در کاربری‌های کشاورزی، باغی و زارعی)؛
- ✓ پهنه بندی و منطقه‌بندی اراضی طبیعی و اولویت‌دهی به توسعه‌های آتی در اراضی با ارزش پایین؛
- ✓ استفاده از رویکردهای توسعه درونزا، توسعه در اراضی قهوه‌ای، توسعه میان افزا و ... جهت پاسخگویی به نیاز جمعیت در حال رشد منطقه؛
- ✓ استفاده از مدل‌های مدیریت رشد و توسعه و همچنین اجرای ضوابط منطقه‌بندی مبتنی بر مدیریت بخشی برای تحقق سیستم مدیریتی- نظارتی منسجم.

منابع

احدنژاد روشتی، محسن و حسینی، سیداحمد (۱۳۹۰)، ارزیابی و پیش‌بینی تغییرات و پراکنش افقی شهرها با استفاده از تصاویر ماهوارهای چن زمانه و سیستم اطلاعات جغرافیایی (نمونه موردی: شهر تبریز در مطقع زمانی ۱۳۶۳-۱۳۸۹)، *پژوهش و برنامه‌ریزی شهری*، ۲(۴)، ۲۰-۱.

حسینعلی، فرهاد؛ آل‌شیخ، علی‌اصغر و نوریان، فرشاد (۱۳۹۰)، توسعهٔ مدلی عامل- مبنا برای شبیه‌سازی گسترش کاربری اراضی شهری(مطالعه موردی: قزوین)، *مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای*، ۴(۴)، ۱-۲۲.

داداش‌پور، هاشم؛ جهانزاد، نریمان و جلیلی، هما (۱۳۹۵)، تحلیل و پیش‌بینی تحولات ساختار فضایی منطقه کلانشهری مشهد طی دوره ۱۳۷۵-۱۴۲۰، *فصلنامه مطالعات شهری*.۱۸، ۵۱-۶۲.

داداش‌پور، هاشم و سالاریان، فردیس (۱۳۹۴الف)، تحلیل تأثیر عوامل جمعیتی و توسعه اراضی ساخته شده بر پراکنده‌رویی شهر- منطقه مرکزی مازندران، *جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای*، ۲۴، ۱۵۷-۱۸۳.

داداش‌پور، هاشم و سالاریان، فردیس (۱۳۹۴ب)، تحلیل تأثیر پراکنده‌رویی بر تغییر کاربری زمین در منطقه شهری ساری، *پژوهش‌های جغرافیایی برنامه‌ریزی شهری*. ۳(۲)، ۱۵۴-۱۶۳.

زارعی، رضا و آل‌شیخ، علی‌اصغر (۱۹۱)، مدل‌سازی توسعه شهری با استفاده از اتوماسیون سلولی و الگوریتم ژنتیک (منطقه مورد مطالعه: شهر شیراز)، *پژوهش و برنامه‌ریزی شهری*.۳(۱۱): ۱-۱۶.

شیعه، اسماعیل و انام‌پور، محمد(۱۳۹۰)، پیاده‌سازی الگوریتم‌های فازی مبتنی بر GIS در الگوهای نوین برنامه‌ریزی برای تهیه برنامه گسترش کالبدی مناسب شهرهای میانه جمعیتی ایران (نمونه موردی: شهر خرمدره)، *فصلنامه علمی-پژوهشی مطالعات شهری*، شماره ۱: ۱۰۹-۱۲۷.

Agarwal, A., Giuliano, G., Redfearn, & H., S. (2009), Network Accessibility and Employment Centers, Urban Studies, 49, 77-95.

Giuliano, G., Redfearn, C., Agarwal, A., & He, S. (2012), Network accessibility and employment centres. *Urban Studies*, 49(1), 77-95.

Al-shalabi, M., Biswajeet, P., Lawal, B., Shattri, M. & Omar, A. (2013), Manifestation of Remote Sensing Data in Modeling Urban Sprawl Using the SLEUTH Model. *ISRS*.41, 405-416.

Barredo, J. & Demicheli, L. (2003), Urban sustainability in developing countries' megacities, modelling and predicting future urban growth in Lagos. *Cities*. 20, 297–310.

Basse, R., Omrani, H., Charif, O., Gerber, Ph. & Bodis, K. (2014), Land use changes modelling using advanced methods, Cellular automata and artificial neural networks. The spatial and explicit representation of land cover dynamics at the cross-border region scale. *Applied Geography*, 53, 160-171

Campbell, L., Fisher, D., Svendsen, E. & Connolly, J (2011), Organizing urban ecosystem services through environmental stewardship governance in New York City. *Landscape and Urban Planning*, 109, 76-84.

Chaudhuri, G. & Clarke, K., (2013), The SLEUTH Land Use Change Model, A Review. *International Journal of Environmental Resources Research*, 89, 1-17.

Clark, J., Ronald, M., Darla, M. & Elena Irwin (2009), Spatial characteristics of exurban settlement pattern in the United States, *Landscape and Urban Planning*.90, 178-188.

Dadashpoor, H., & Salarian, F. (2018), Urban sprawl on natural lands, analyzing and predicting the trend of land use changes and sprawl in Mazandaran city region, Iran. Environment, *Development and Sustainability*, 1-22.

Dadashpoor, H., Azizi, P., & Moghadasi, M. (2019), Analyzing spatial patterns, driving forces and predicting future growth scenarios for supporting sustainable urban growth, Evidence from Tabriz metropolitan area, Iran. *Sustainable Cities and Society*, 47, 101502.

Dadashpoor, H. & Nateghi, M . (2017), Simulating spatial pattern of urban growth using GIS-based SLEUTH model, a case study of eastern corridor of Tehran metropolitan region, Iran. *Environmental Development Sustainable.* 19(2), 527-547.

Fang, J., Liu, Sh., Yuhan, h. & Zhang, Q. (2007), Measuring urban sprawl in Beijing with geo-spatial indices. *Journal of Geographical Sciences*, 10, 469-478

Gonzalez, P., Delgado, M. & Benavente, F. (2015), From raster to vector cellular automata models, A new approach to simulate urban growth with the help of graph theory. Computers, *Environment and Urban Systems*, 54, 119-131.

Greenhalgh, P. (2000), *Mechanisms of urban change, Regeneration Companies or Development Corporations*? Urban Regeneration Companie

Haase , D. (2010), *Land use change modelling in an urban region with simultaneous population growth and shrinkage including planning and governance feedbacks*. Brigham Young University.

Han, H., Hwang, Y., Ha, S. & Kim, B. (2015), *Modeling Future Land Use Scenarios in South Korea*, Applying the IPCC Special Report on Emissions Scenarios and the SLEUTH Model on a Local Scale. Environmental management.

He, Y., Ai, B., Yao, Y., & Zhong, F. (2015), Deriving urban dynamic evolution rules from self-adaptive cellular automata with multi-temporal remote sensing images. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 38, 164-174.

He, Y., Ai, B., Yao, Y. & Zhong, F. (2015), Deriving urban dynamic evolution rules from self-adaptive cellular automata with multi-temporal remote sensing images. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 38, 164-174.

Huang, J., Zhang, J. & Lu, X (2008), Applying SLEUTH for simulating and assessing urban growth scenario based on time series TM images, referencing to a case study of Chongqing China. *The International Archives of the Photogrammetry Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 37, 1-15.

Jantz, C., Drzyzga, S., & Maret, M. (2014). *Calibrating and validating a simulation model to identify drivers of urban land cover change in the Baltimore*, MD metropolitan region. *Land*, 3(3), 1158-1179.

Jantz, C., Drzyzga, S. & Maret, M. (2014), Calibrating and Validating a Simulation Model to Identify Drivers of Urban Land Cover Change in the Baltimore MD Metropolitan Region. *Land*. 3, 1158-1179.

Jiang, F., Liu, S., Yuan, H., & Zhang, Q. (2007), Measuring urban sprawl in Beijing with geo-spatial indices. *Journal of Geographical Sciences*, 17(4), 469-478. Fang, Jiang, Liu Shenghe, Yuhan hong and Zhang Qing (2007), Measuring urban sprawl in Beijing with geo-spatial indices. *Journal of Geographical Sciences*, 10, 469-478.

Loibl, W., & Toetzer, T. (2003), Modeling growth and densification processes in suburban regions—simulation of landscape transition with spatial agents. *Environmental Modelling & Software*, 18(6), 553-563.

Loibl, W. & Ted T. (2003), Modeling growth and identification processes in suburban regions—simulation of landscape transition with spatial agents. *Environmental Modelling & Software*, 18 , 553–563.

Natale, V. & Junquera, Z (2015), Assessment of the Conservation Status of Natural and Semi-Natural Patches Associated with urban Areas Through Habitat Suitability Indices. *International journal environmental research*, 9, 495-504.

Natale, E. S., Villalba, G., Junquera, J. E., & Zalba, S. M. (2015). *Assessment of the conservation status of natural and semi-natural patches associated with urban areas through habitat suitability indices.*

Penteado, cC. (2014), Comparison of scenarios for the integrated management of construction and demolition waste by life cycle assessment, A case study in Brazil. , *Waste Management & Research*, 34, 146-162.

Reis, J. P., Silva, E. A., & Pinho, P. (2016), Spatial metrics to study urban patterns in growing and shrinking cities. *Urban Geography*, 37(2), 246-271.

Reis, J., Silva, E. & Pinho, P. (2015), Spatial metrics to study urban patterns in growing and shrinking cities. *Urban geograohy*, 37, 246-271.

Savage, L. & Lapping, M. (2003), *Sprawl and Its Discontents, The Rural Dimension. In Suburban Sprawl, Culture, Theory, and Politicsed*. M. Lindstrom and H. Bartling. Lanham, MD. Rowman and Littlefield.

Shahumyan, H. & Jankowski, P. (2010), Integration of the MOLAND Model with GeoChoicePerspectives Spatial Decision Support Software for Scenario Evaluation. *International Conference on Geographic Information Science*, Portugal.

Tang, Z., Engel, B., Pijanowski, B. & Lim, k. (2005), Forecasting land use change and its environmental impact at a watershed scale. *Environmental Management*. 76, 35-45.

Wu , Yue.(2008), *Measuring sprawl in the United States*. The State University of New Jersey.

Copyrights

© 2022 by the authors. Lisensee PNU, Tehran, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY4.0) (http:/creativecommons.org/licenses/by/4. 0)