مجله آمایش جغرافیایی فضا،
فصلنامه علمی- پژوهشی دانشگاه گلستان
سال پنجم/ شماره مسلسل هجدهم/ زمستان ۱۳۹۴

بررسی پیامدهای تغییر کاربری اراضی پیرامون شهری بر سکونت‌گاه‌های روستایی با استفاده از راهبرد مدل‌سازی سلول‌های خودکار. مطالعه موردی: شهرستان ارومیه

امامعلی عاشری[۱*]، عبداله عبدالهی[۲]، سوران کریم‌زاده[۳]، روژین عزیزی[۴]

[۱]استادیار جغرافیا، دانشگاه پیام نور، [۲]استادیار جغرافیا، دانشگاه پیام نور
[۳]دانشجوی دکتری برنامه‌ریزی شهری، [۴]کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی

تاریخ دریافت: ۹۴/۲/۲۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۴/۴/۸

چکیده

گسترش تدریجی کالبد شهر و دست‌اندازی به اراضی و روستاهای اطراف در شهرهای درحال‌توسعه ایران، امری اجتناب‌ناپذیر است. توسعه خودبه‌خودی و بدون برنامه می‌تواند زیان‌های کالبدی، اقتصادی، اجتماعی جبران‌ناپذیری را تحمیل نماید. در این راستا دست‌یابی به یک مدل بهینه به‌منظور بررسی روند تغییرات و پیش‌بینی گسترش آتی شهر و در پی آن، شناسایی روستاهایی که در معرض انحلال در بافت شهری قرار دارند می‌تواند ابزار بسیار مفیدی برای کمک به برنامه‌ریزان باشد. سلول‌های خودکار ابزاری مفید در تشریح فرآیندهای رشد شهری و تغییرات آن است. علاوه بر این، این رهیافت می‌تواند بر اساس تحلیل این نتایج، روند رشد و توسعه آتی شهر را پیش‌بینی نماید. روستاهای اطراف ارومیه نیز به‌مانند دیگر روستاهایی که در اطراف شهرهای بزرگ ایران واقع هستند، از مهاجرت و تبدیل به بافت شهری براثر گسترش فیزیکی پیرامون شهری در امان نمانده‌اند. روش‌شناسی این پژوهش از نوع کمی است و ازلحاظ روش و ماهیت آن در رده تحقیقات تجربی- تحلیلی و اکتشافی قرار می‌گیرد. این پژوهش ابتدا با بررسی تصاویر ماهواره‌ای و مطالعه نقشه‌های کاربری موجود در طی فاصله زمانی ۱۹۸۹ تا ۲۰۳۰، روند توسعه شهر ارومیه و ادغام روستاهای پیرامونی آن را به‌دست آورده و با استفاده از مدل‌سازی سلول‌های خودکار به پیش‌بینی توسعه شهری در سال‌های آتی اقدام نموده است. این روش در سه مرحله انجام می‌شود: مرحله اول، تهیه داده‌های موردنظر از تصاویر ماهواره‌ای و طبقه‌بندی آن‌ها؛ گام دوم، کالیبره کردن؛ مرحله آخر، پیش‌بینی است. اعتبارسنجی این مدل نشان داد که نقشه پیش‌بینی‌شده ۸۴ درصد با واقعیت تطابق دارد.

واژه‌های کلیدی: توسعه شهری، حاشیه‌نشینی، شبیه‌سازی، سلول‌های خودکار

مقدمه

طرح مسأله: شهرنشینی فرآیند پیچیده‌ای از تغییر شیوه زندگی روستایی به شهری است (Champion, 1982; Bryant et al., 2000; Antrop et al., 2001; Pacione, 2001؛ اصغری‌زمانی و همکاران، ۱۳۹۲: ۳۵). روند تحولات جمعیتی سکونت‌گاه‌های انسانی در نیم‌قرن اخیر گواه بر کاهش نسبت جمعیت روستا به شهر است (ضیا توانا و قادرمزی، ۱۳۸۸: ۱۱۹). سطح و دامنه رشد بی‌رویه شهری اگر نگوییم همه‌جا، در اغلب موارد دل‌نگرانی‌هایی را در بین کارشناسان و شهروندان آگاه مطرح ساخته است (سعیدی و حسینی حاصل، ۱۳۸۶: ۸). یکی از خصایص برجسته و مهم فرآیند شهرنشینی در ایران، گسترش سریع فیزیکی شهرها به‌ویژه طی چند دهه اخیر آن توأم به‌صورت پراکنده می‌باشد، که با آثار متعدد ازجمله اتلاف منابع طبیعی و ارضی شهرها توأم است (پورنجما، ۱۳۹۰: ۷۳). روستا منطقه‌ای شکننده و آسیب‌پذیر در برابر تغییرات محیطی و انسانی است و با توجه به محدودیت زمین و ارزش معیشتی آن در نواحی روستایی، با بهره‌گیری از زمین‌های موجود و استفاده آن در ساخت‌وسازهای غیراصولی و بی‌رویه، برای احداث سکونت‌گاه‌های شهری مواجه هستند (فاضل‌نیا و افشار عمرانی،

*نویسنده مسئول: ali2513aa@gmail.com

۱۳۹۲: ۲۷). نرخ سریع توسعه شهری موجب تغییرات وسیعی در الگوی کاربری اراضی پیرامون شهرها شده است (Hall and Pfeiffer, 2000: 12؛ محمدی و همکاران، ۱۳۹۲: ۲۸۱). امروزه بحث‌ها و نگرانی‌ها در مورد تغییرات زیست‌محیطی و تغییرات کاربری زمین به‌طورجدی موردتوجه قرارگرفته است. در چنین وضعیتی کاربری پایدار زمین به موضوع تحلیلی-سیاسی مهمی تبدیل‌شده است. کاربری زمین نمونه‌ای از تأثیرگذاری انسان بر محیط است (Longley and Mesev, 2000:473؛ مطیعی لنگرودی و همکاران، ۱۳۹۱: ۱). از آنجا که بررسی روند تغییرات کاربری اراضی به کاربری شهری در تصمیم‌گیری‌ها و برنامه‌ریزی‌های بلندمدت نقشی اساسی دارد، پیش‌بینی روند گسترش شهر و مدل‌سازی آن در آینده با روش‌های دقیق جهت مدیریت و کنترل گسترش شهری بیش از پیش ضرورت می‌یابد. در این میان یکی از روش‌های مدل‌سازی گسترش و توسعه شهری مدل سلول‌های خودکار می‌باشد که به‌دلیل ماهیت پویا و پایین به بالای آن به‌طور گسترده‌ای مورداستفاده قرارگرفته است (محمدی و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۷۶). دلیل فراگیر شدن این مدل برای شبیه‌سازی رشد شهری، سادگی، انعطاف‌پذیری و برخورداری از قابلیت درک شهودی و شفافیت و مخصوصاً برخورداری از توانایی مواجه‌شدن با ابعاد مکانی و زمانی فرآیند توسعه شهری است. همچنین مدل سلول‌های خودکار می‌تواند به‌راحتی با سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی[1] تلفیق گردد (Ines, 2010:109). در مدل‌سازی رشد شهری، متغیرهایی که در سطح کلان اجتماعی اقتصادی وجود دارند همانند نابرابری‌های اقتصادی در سطح منطقه‌ای، مهاجرت جمعیت و همچنین تأثیرات سیاست‌گذاری‌ها نادیده گرفته می‌شود. در عوض، بسیاری از مدل‌های سلول خودکار، فقط به برون‌یابی روند تاریخی رشد شهری می‌پردازند (Han, 2009:135). در دهه اخیر مدل‌های سلول خودکار، به‌صورت گسترده‌ای برای شبیه‌سازی وقایع مکانی گوناگون نظیر تغییرات پوشش زمین و کاربری اراضی (Menard, 2007)، (Wu, 2002)، (Almeida, 2003)، توسعه شهری (Almeida, 2008)، (Batty, 1999)، (Dietzel, 2006)، (white, 2000)، انتشارات آتش (Berjak, 2002)، (Favier, 2004)، (Yasemi, 2008)، جریان ترافیک (Sun, 2007)، (Whale, 2001) مورد استفاده قرار گرفته‌اند. حجم زیاد و رو به افزایش تحقیقات نشان می‌دهد که سلول‌های خودکار یک ابزار مناسب برای مدل‌سازی دینامیک مکانی است (Batty, 1994) و به‌دلیل طبیعت مکانی این مدل، بسیار موردتوجه برنامه ریزان شهری بوده است. با توجه به این‌که بررسی روند تغییرات شهری و تأثیرات آن بر سکونت‌گاه‌های روستایی اطراف شهری یکی از چالش‌های اصلی برنامه‌ریزان شهری در دهه‌های اخیر می‌باشد، پژوهش حاضر درصدد ارزیابی روند رشد قبلی شهر ارومیه (که از قاعده رشد شهری و ادغام روستاها در بافت شهری مستثنا نبوده است) و بررسی تئوری‌های رشد شهری و استفاده از یک مدل منطبق با رشد شهری، نتایج آن را مورد تجزیه و تحلیل قرار دهد که از این رهگذر درصدد پاسخگویی به سؤالات زیر می‌باشد:

۱. آیا روند فعلی توسعه فیزیکی شهر ارومیه مطلوب است یا باعث به خطر افتادن روستاهای اطراف شهر می‌شود؟
۲. آیا ادغام روستاها در شهر همواره در جهت منفی بوده است و یا در برخی موارد این ادغام به‌جا و الزامی است؟
۳. آیا بررسی روند تغییرات گذشته شهر می‌تواند در پیش‌بینی گسترش آتی شهر ارومیه مؤثر باشد؟

پیشینه تحقیق

به‌طورکلی تاریخ استفاده از سلول‌های خودکار شهری به اواخر دهه ۸۰ میلادی برمی‌گردد که تحقیقات متنوعی نیز در این زمینه به ثبت رسیده است. مدل‌های سلول خودکار طراحی‌شده برای شبیه‌سازی تغییرات کاربری اراضی و گسترش اراضی شهری از تنوع زیادی در جهان برخوردار است و در

1. Geographic Information System (GIS)

تحقیقات متعددی استفاده شده است که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

وو (Wu, 2000: 73) توسعه شهرها را به دو فرآیند خودبه‌خودی که فرآیندی است مستقل از مدل سلول‌های خودکار - و خودسامان گر - که به‌طور مستقیم به‌وسیله مدل سلول‌های خودکار کنترل می‌شود. تقسیم کرد و برای آزمون نظریات خود مدل سلول‌های خودکار را در فضای مجازی اجرا نمود. المیدا و همکاران (Almeida, 2003:1) مدلسلول‌های خودکار خود را بانام دینامیکا برای شبیه‌سازی تغییرات کاربری‌های مختلف در شهر بااورا در ایالت سائو پائولای برزیل بر اساس مدل وایتز اف اویدنس ارائه کردند. ماورودی (Marroudi, 2007)، در پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد خود با عنوان «شبیه‌سازی رشد شهری با استفاده از الگوریتم سلول‌های خودکار» به طراحی الگوریتمی برای شبیه‌سازی فرآیند رشد شهری می‌پردازد. ماورودی در این پژوهش به دنبال ارائه مدلی جهت شبیه‌سازی پراکندگی کاربری‌های شهری مانند کاربری تجاری و مسکونی است و برای دست‌یابی به این امر به تعریف قوانین انتقال متعددی در مدل سلول‌های خودکار می‌پردازد.

جان لاهتی (Lahti, 2008) در پایان نامه کارشناسی ارشد خود با عنوان «مدل‌سازی رشد شهری با استفاده از سلول‌های خودکار؛ نمونه موردی: سیدنی استرالیا»، با اشاره به پیچیدگی‌های پدیده‌های شهری، از مدل سلول‌های خودکار به‌عنوان رویکردی پایین به بالا و موفق در تبدیل پیچیدگی‌های شهری به قوانین ساده قابل‌فهم یاد می‌کند. لاهتی عواملی نظیر فاصله از مرکز فعالیت نواحی و فاصله از شبکه ارتباطی را در نظر می‌گیرد و مدل‌سازی خود را بر پایه‌ی این عوامل استوارمی سازد. ون ولایت و همکاران (Van Vliet et al., 2009) در مقاله‌ای با عنوان «مدل‌سازی رشد شهری با استفاده از سلول‌های خودکار تغییر شبکه‌ای» به‌منظور مدل‌سازی رشد شهری از سلول‌های خودکار متغیر شبکه‌ای استفاده کرده‌اند. آن‌ها بیان می‌کنند که این روش، امکان به‌کارگیری اطلاعات فضایی بیش‌تر را به‌روشنی، به‌گونه‌ای کارآمدتر در اختیار مدل‌ساز قرار می‌دهد. رویکرد متغیر شبکه‌ای با توجه به ایده مفهومی ساختار سلسله مراتبی فضا، امکان در نظر گرفتن تأثیر کاربری‌ها در فواصل بزرگ‌تر را فراهم می‌کند و قابلیت بررسی تأثیر کاربری‌ها در مقیاس منطقه‌ای و محلی را دارا است. قرخلو و حبیبی (۱۳۸۵: ۶۰) به ارزیابی اثرات طرح‌های توسعه شهری بر ساختارشکنی و ارتقای کیفی فضای کهن ایرانی پرداخته‌اند. در این تحقیق به بررسی ریشه‌ها و عوامل شکل‌گیری تقلید از اندیشه‌های غربی و پیامد حاصل از آن، در نظام برنامه‌ریزی و طرح‌های توسعه شهری در ایران اقدام شده است. محمدی سراب عباس و همکاران (۱۳۸۹: ۸۱) گسترش اراضی مسکونی در حومه جنوب غرب تهران را با استفاده از مدل سلول‌های خودکار برای سال‌های ۱۳۷۵، ۱۳۸۱ و ۱۴۰۰ شبیه‌سازی نمودند. نتایج حاصل از این تحقیق قابلیت‌های مدل سلول‌های خودکار برای پیش‌بینی و مدل‌سازی تغییرات کاربری در شرایط منطقه مطالعه را نشان می‌دهد و ارزیابی و بررسی‌های بیشتر برای بهینه‌سازی این مدل در شرایط مختلف توصیه می‌شود. کریمی (۱۳۹۱: ۲) رشد شهر سیرجان بین سال‌های ۱۳۶۷ و ۱۳۸۸ و همچنین ۱۳۷۸ و ۱۳۸۸ را با همسایگی مور پیش‌بینی نمود. نتایج نشان داد که کاهش بازه زمانی باعث افزایش دقت مدل‌سازی می‌شود. عسگریان و همکاران (۱۳۹۲: ۱۳) به پیش‌بینی رشد مکانی و توسعه پراکنده شهرسازی با به‌کارگیری مدل سلول‌های خودکار مارکوف و شاخص آنتروپی شانون در سال‌های ۱۳۸۹،۱۳۸۱،۱۳۷۱ و همچنین سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۱۰ پرداختند. براساس نتایج حاصل از آشکارسازی و شبیه‌سازی تغییرات شهر ساری، وسعت کاربری مسکونی این شهر از سال ۱۳۷۱ همسو با رشد جمعیت افزایش‌یافته و به گسترش خود تا سال ۱۴۱۰ و عبور از مرز ۲۸۰۰ هکتار ادامه خواهد داد. همچنین نتایج حاصل از مقادیر نسبی شاخص آنتروپی شانون نشان از افزایش میزان پراکندگی شهر ساری دارد.

مفاهیم نظری پژوهش

سلول‌های خودکار از زمانی که توسط اولام در سال ۱۹۴۰ و بعد ازآن توسط فون نئومان در سال ۱۹۵۰ به کار گرفته شد (آبغانی و همکاران، ۲۰۱۱، ۴۲) و تا انتشار کتاب وولفارم با عنوان «ساختار ساده اتوماسیون سلولی[1]»، محققان را از رشته‌های مختلف به خود جذب کرده است (Ganguly et al., 2003:1). توبلر (Tobler, 1979) رویکرد سلول‌های خودکار را برای مدل‌سازی پدیده‌های جغرافیایی استفاده کرد و سلول‌های خودکار را به جغرافیا معرفی نمود و در سال‌های اخیر از آن در موضوعات گوناگونی از پدیده‌های شهری مانند ترافیک، تغییرات کاربری زمین، تغییرات پوشش زمین و... استفاده کرده‌اند (رضازاده، ۱۳۸۸: ۴۸). نیم‌قرن تجربه و توسعه در این زمینه به همراه پیشرفت‌ها و تغییرات زیادی در تئوری و متدولوژی و تکامل فناوری‌های کامپیوتری منجر به موفقیت‌هایی شده اما برای ایجاد یک مدل قابل‌اطمینان و معتبر هنوز برخی مسائل به‌صورت حل‌نشده باقی‌مانده است. سلول‌های خودکار یک فضای سلولی است که در آن هر سلول حالت خود را بر اساس حالت قبلی خود و سلول‌های همسایه مطابق با قوانین خاص تغییر می‌دهد. در واقع قوانین انتقال نه‌تنها به روی حالت قبلی سلول بلکه به روی حالت سلول‌های همسان نیز اعمال می‌شود (Eastman, 2001). سلول‌های خودکار سیستم‌های دینامیکی گسسته‌ای هستند که رفتار آن‌ها کاملاً بر اساس رفتار محلی استوار است و شامل ۵ عناصر می‌باشد: فضای سلولی، حالات، همسایگی، زمان و قوانین انتقال.

فضای سلولی: فضای سلولی، شبکه‌ای یک یا چندبُعدی از سلول‌ها می‌باشد. در سلول‌های خودکار اولیه (کلاسیک)، سلول‌ها به‌صورت اشکال منظم، اغلب به شکل مربع یا دیگر اشکال منظم (از شش‌ضلعی و مثلث نیز برخی موارد استفاده‌شده است) تعریف می‌شوند. در مدل‌سازی شهری معمولاً به علت طبیعت داده‌های ورودی، سهولت محاسبه و برنامه‌نویسی، سلول‌های همگن مورد استفاده قرار می‌گیرند؛ اما تحت شرایطی خاص استفاده از سلول‌های غیر همگن به علت واقعی‌تر بودن شکل آن‌ها (مانند قطعات زمین) ممکن است مناسب‌تر باشد (O'Sullivan, 2001).

حالت سلولی: حالت سلول، حالتی است که هر سلول در فرآیند تکامل سلول‌های خودکار می‌تواند داشته باشد. سلول در مدل اولیه سلول‌های خودکار اغلب دارای وضعیت بولین (۱ و ۰) است، (مانند مدل ماشین تورینگ) اما می‌توان وضعیت‌های بیشتری نیز در رابطه با نوع نیاز تعریف کرد. برای دو دل سلول‌های خودکار مختلف، با عناصر یکسان، هرچه تعداد وضعیت تعریف‌شده برای سلول کمتر باشد، آن مدل ساده‌تر خواهد بود. در مدل‌های شهری با توجه به هدف مدل‌سازی و وضعیت سلول‌ها معمولاً طبقه‌بندی‌های کاربری زمین، ارزش زمین، پوشش زمین و غیره مورد استفاده قرار می‌گیرند. در برخی موارد نیز وضعیت سلول‌ها به‌صورت دودویی (باینری)، توسعه‌یافته یا توسعه‌نیافته (شهری یا غیرشهری) تعریف می‌شوند (White, 2000)

همسایگی: مجموعه‌ای از سلول‌ها است که موقعیت سلول‌های زیر نظر خود را تحت تأثیر قرار می‌دهند (NortePinto, 2007:307). بر اساس تئوری سلول‌های خودکار، رفتار کلان سیستم خود سازمانده توسط قوانین انتقال که در سطح خُرد تعریف می‌شوند- کنترل می‌شود. این عملکرد سلول‌های خودکار در مدل‌های شهری با تعریف همسایگی نشان داده می‌شود. همسایگی دربردارنده خود سلول و تعدادی سلول دیگر در شعاع خاصی از سلول مورد آزمایش است (زارعی و آل شیخ، ۱۳۹۱: ۱۱). براثر روابط متقابل بین سلول مورد آزمایش و همسایه آن و تحت تأثیر قوانین انتقال، سلول به وضعیت‌های مختلف تغییر پیدا می‌کند (رضازاده و همکاران، ۱۳۸۸: ۴۹).

قوانین انتقال: قوانین انتقال به‌عنوان موتور اصلی تغییرات در مدل سلول‌های خودکار رفتار سلول‌ها را طی فرآیند تکامل، در مراحل زمانی مختلف، مشخص و وضعیت آینده سلول را تعریف می‌کند. این قوانین،

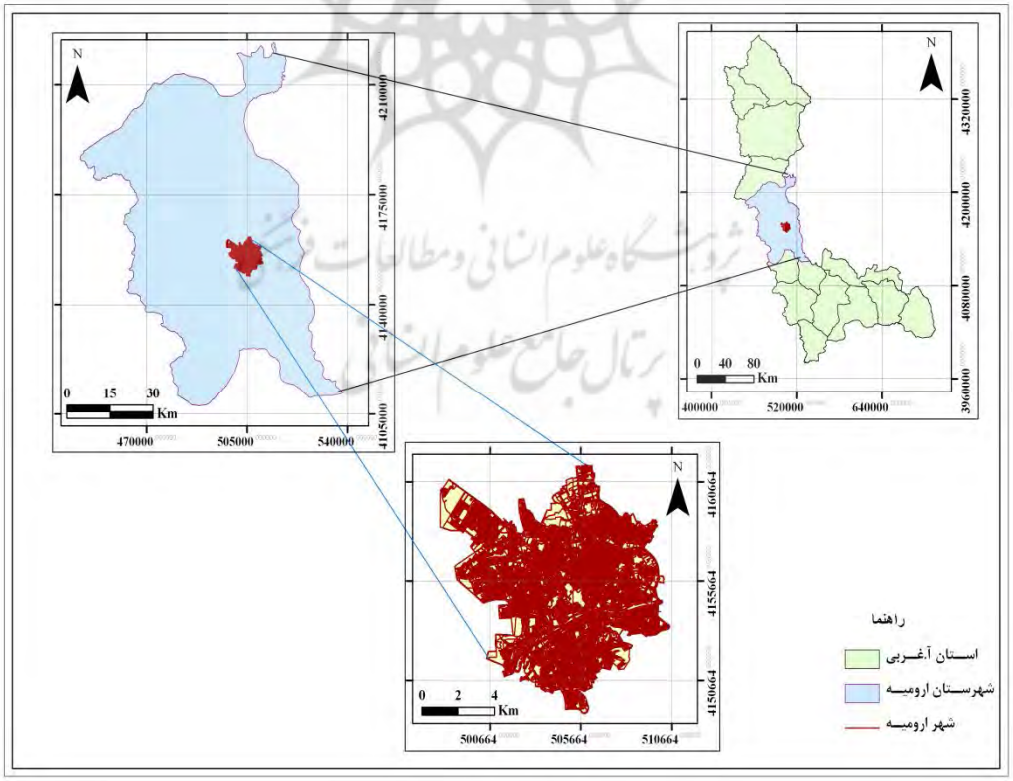
1. A New Kind of Science

طرز عمل سیستم واقعی را منعکس می‌کند. همچنین دستگاه‌ها را به عناصر ساده‌ای تجزیه می‌کنند که پویایی سیستم در اثر همین عناصر است (Batty, 1999). شیوه‌های مختلفی در تعیین قوانین انتقال مدل‌های سلول‌های خودکار شهری وجود دارد که باعث تمایز انواع مدل‌های سلول‌های خودکار شهری شده است (White, 2000).

کالیبراسیون مدل سلول‌های خودکار: منظور از کالیبره کردن در مدل‌سازی سلول‌های خودکار این است که ترکیب بهترین مقدار برای قوانین انتقال به‌منظور تطبیق با پدیده‌های شهر شبیه‌سازی‌شده و واقعی را کشف نماید. مدل سلول‌های خودکار شهری به قوانین انتقال و مقدار پارامترها حساس است و از این حیث است که کالیبراسیون یک مرحله حیاتی در معتبر سازی مدل طراحی‌شده می‌باشد. در مدل‌های سلول‌های خودکار تلفیق‌شده با روش‌های جبری، پیکربندی پارامترهای مورد استفاده در قوانین انتقال لازم و ضروری بوده که تعیین مقادیر صحیح و کالیبره شده همواره به‌سادگی صورت نخواهد پذیرفت. بنابراین استفاده از روش‌های غیر جبری نظیر شبکه عصبی مصنوعی به‌منظور تولید و کالیبره نمودن مقادیر پارامترها به‌صورت خودکار، مناسب به نظر می‌آید (Li, 2002).

مواد و روش‌ها

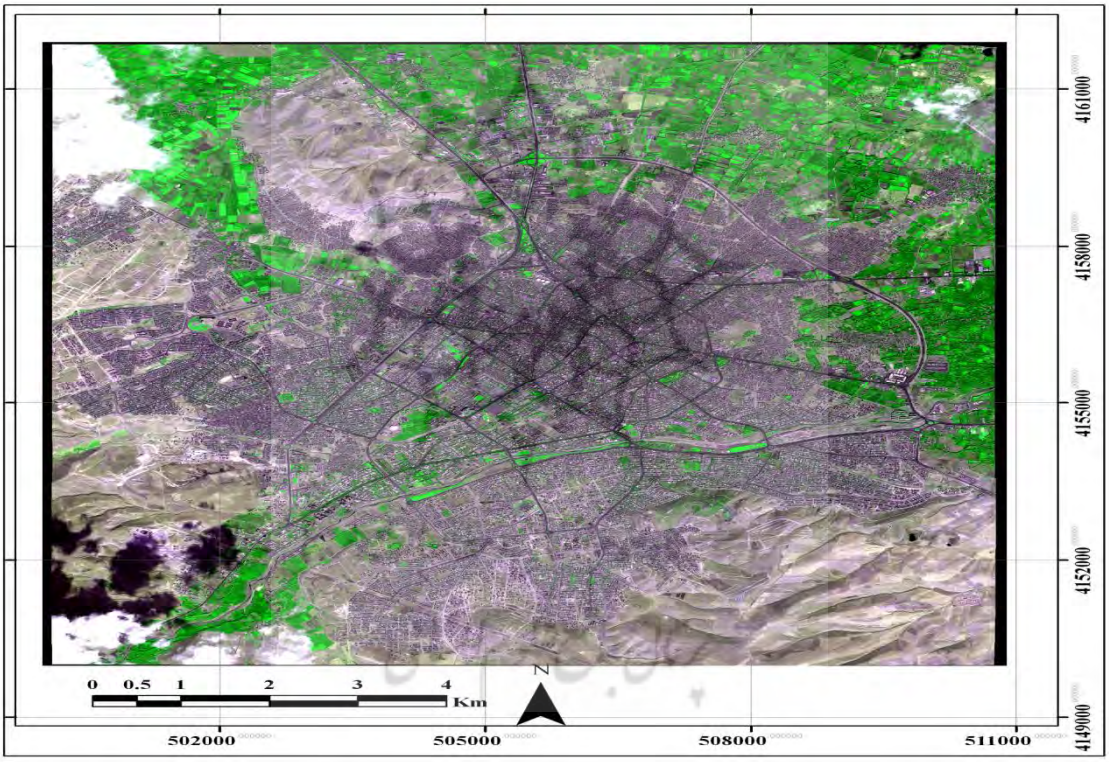
محدوده و قلمرو پژوهش: این پژوهش بر اساس اهداف خود روند توسعه شهرستان ارومیه را طی فاصله زمانی بین سال‌های ۱۹۸۹ تا ۲۰۳۰ بررسی خواهد نمود. جامعه آماری این تحقیق شهرستان ارومیه می‌باشد. شهرستان ارومیه ازلحاظ مختصات جغرافیایی در ۴۵ درجه و ۵ دقیقه طول جغرافیایی و ۳۷ درجه و ۳۲ دقیقه عرض جغرافیایی قرار دارد. که در ارتفاع ۱۳۱۵/۹ متری از سطح دریا واقع‌شده است (شکل ۱). این شهر طبق سرشماری سال ۱۳۸۹ با ۹۱۴۵۱۲ هزار نفر جمعیت، دهمین شهر پرجمعیت ایران به شمار می‌آید.



شکل ۱: منطقه موردمطالعه

روش تحقیق

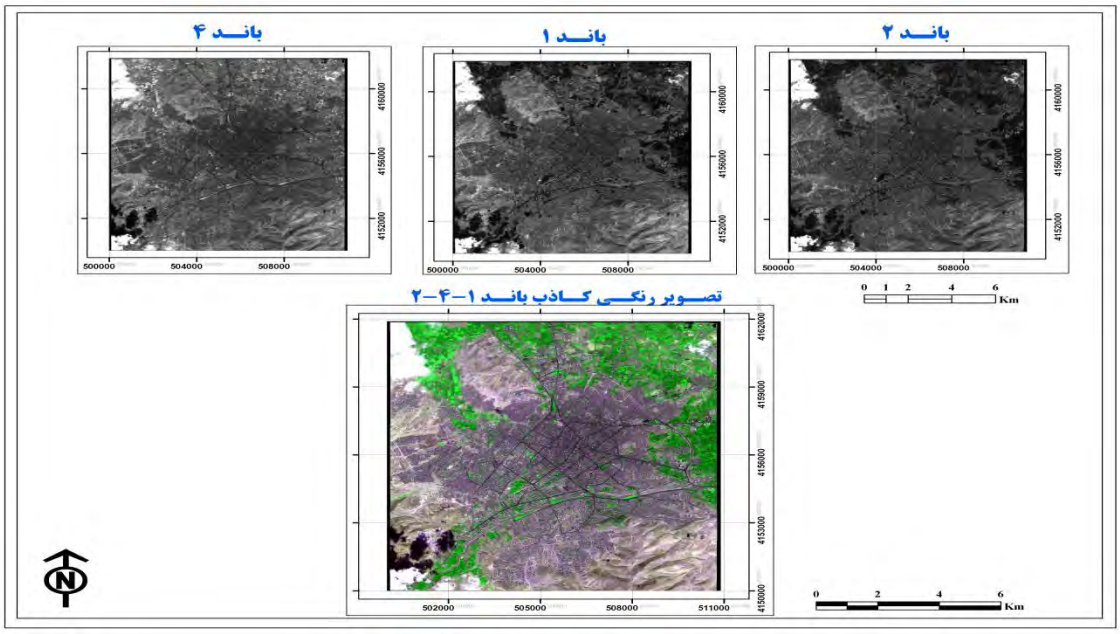
روش‌شناسی این پژوهش از نوع کمی می‌باشد و از لحاظ روش و ماهیت آن در رده تحقیقات تجربی-تحلیلی و اکتشافی قرار می‌گیرد. در این پژوهش ابتدا با بررسی تصاویر ماهواره‌ای و مطالعه نقشه‌های کاربری موجود در طی فاصله زمانی ۱۹۸۹ تا ۲۰۳۰ میلادی (۱۳۶۸ تا ۱۴۱۰ شمسی) روند توسعه شهر ارومیه و ادغام روستاهای پیرامونی آن را به‌دست آورده، سپس با توجه به معضلات توسعه شهری بدون برنامه و جهت‌های نامناسب توسعه شهری به‌پیش بینی توسعه شهری طی ۲۰ سال آینده شهر پرداخته و پیشنهادهایی در زمینه برنامه‌ریزی فیزیکی شهر و روستاهای اطراف ارائه می‌شود. در تحقیق حاضر با درنظرگرفتن مبانی نظری، اهداف و روش‌های تحقیق و با توجه به این‌که تحقیق از نوع مطالعات کاربردی است، در مطالعات از شیوه‌های مختلف اسنادی و پیمایشی بهره گرفته‌شده که در شیوه اسنادی از کتب و مقالات معتبر خارجی و داخلی استفاده و در شیوه پیمایشی (میدانی)؛ از مشاهدات مستقیم، مصاحبه و بررسی میدانی به کار گرفته‌شده است.. ضمناً از اطلاعات، داده‌های GIS و تصاویر ماهواره‌ای TM و +ETM موجود شهر ارومیه نیز برای تهیه نقشه و داده‌های فضایی مکانی استفاده‌شده است (شکل ۲).



شکل ۲: تصویر ماهواره‌ای سنجنده ETM ماهواره Landsat از منطقه مورد مطالعه که در سال ۲۰۰۶ اخذشده است.

یافته‌های پژوهش

تجزیه و تحلیل داده با استفاده از نرم‌افزارهای تحلیلی مختلفی نظیر ARCGIS, ENVI, IDRISI انجام گرفت. ابتدا تصاویر ماهواره‌ای خام به‌دست‌آمده از ماهواره Landsat استخراج‌شده و سپس در باندهای مختلف توسط نرم‌افزار Envi ترکیب‌شده و تصویر رنگی کاذب جهت تشخیص کاربری‌های متفاوت در سطح منطقه‌ای، در دوره‌های زمانی ۱۹۸۹، ۲۰۰۰ و ۲۰۰۶ تولید گردید (شکل ۳).



شکل ۳: ترکیب باندهای بهینه تصاویر ماهواره‌های TM , ETM+ محدوده شهر ارومیه

سپس لایه‌های ورودی در محیط GIS و به کمک داده‌های سنجش‌ازدور و مدل رقومی ارتفاع (DEM) تهیه شد. ازآنجایی‌که در محیط GIS داده‌های گوناگونی از منطقه مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد تمام داده‌های مورد استفاده باید از نظر هندسی باهم همخوانی و مطابقت داشته باشد و همچنین از سامانه مختصات و پروژکسیون واحدی تبعیت کند. بنابراین در این تحقیق تمام داده‌های مورد استفاده به کمک نقاط کنترل و نقشه ۱/۲۵۰۰۰ توپوگرافی به‌عنوان مبنا با RMS قابل‌قبول (RMS<1) مورد تطابق هندسی قرارگرفته‌اند. از طرفی داده‌های مورد استفاده باید اندازه سلول یکسانی داشته باشند. بنابراین کلیه لایه‌ها به‌اندازه سلول یکسان نمونه‌گیری مجدد شد. مشخصات داده‌های مورد استفاده در تحقیق حاضر در (جدول ۱) ارائه شده است.

جدول ۱: مشخصات جغرافیایی داده‌های مکانی مورد استفاده در پژوهش

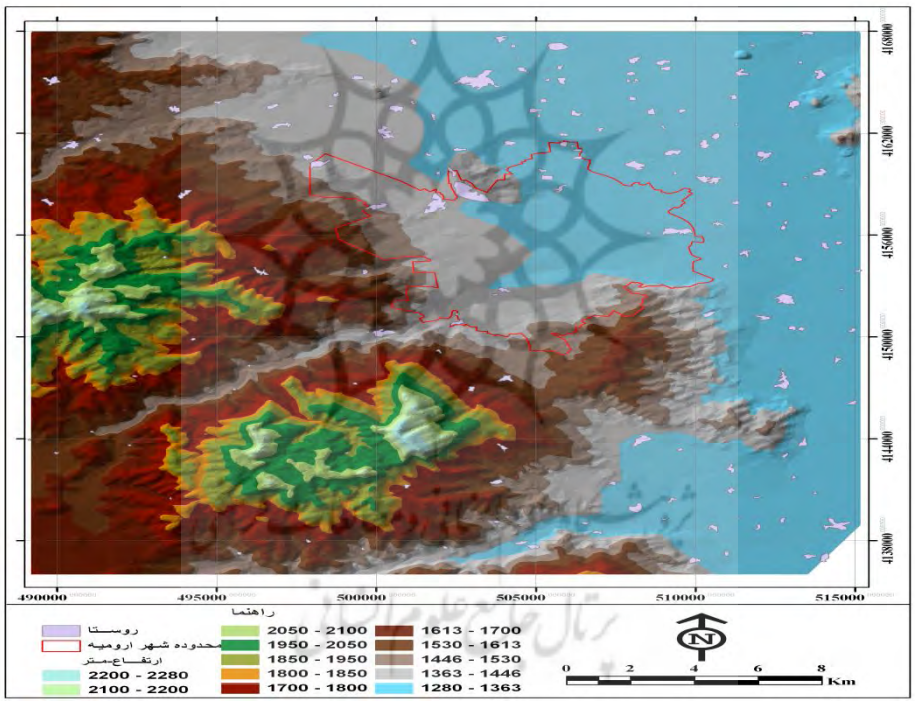
Min X	۵۱۱۲۷۵
Max X	۵۶۳۷۱۵
Min Y	۳۸۲۷۶۴۵
Max Y	۳۸۷۰۳۶۵
پروژکسیون	UTM_38N
مبنا	WGS1984
اندازه تفکیک	۳۰ متر

در این مدل به‌منظور مدل‌سازی و نیز محاسبه ضرایب فاکتورهای مؤثر به حداقل ۸ لایه مناطق شهری مربوط به چهار سال مختلف (سال‌های کنترل)، دولایه از شبکه حمل‌ونقل مربوط به دو سال مختلف و یک‌لایه شیب، موارد استثنا و همچنین لایه سایه‌روشن پستی‌وبلندی‌ها به‌منظور نمایش خروجی نیاز دارد. جدول ۲، داده‌های ورودی مدل، فرمت و تعداد آن‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۲: لایه‌های ورودی مدل سلول‌های خودکار

لایه	تعداد	فرمت
شیب	۱	GIF
مستثنیات	۱	GIF
کاربری اراضی	۳	GIF
شبکه حمل‌ونقل	۲	GIF
سایه‌روشن پستی‌وبلندی‌ها	۱	GIF
فاصله از راه‌های اصلی و فرعی	۱	GIF
فاصله از نقاط روستایی	۱	GIF
جاذبه جمعیتی از نقاط سکونتگاهی	۱	GIF

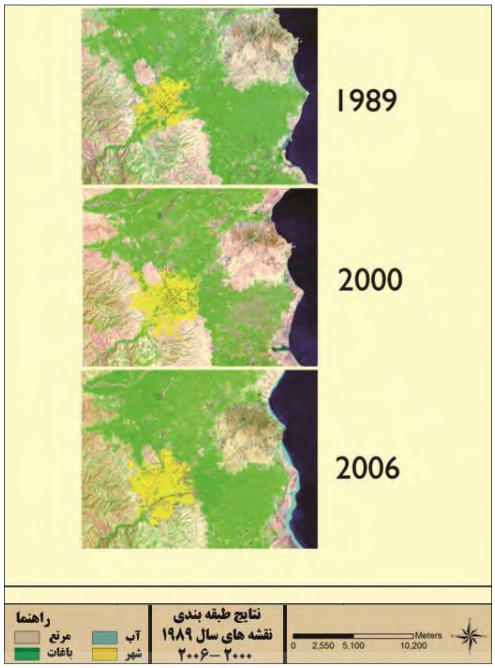
CA نیز از سایه و روشن پستی‌وبلندی‌ها تنها به‌منظور زمینه خروجی‌ها استفاده می‌کند. برای تهیه نقشه سایه‌روشن زاویه ارتفاعی ۴۵ درجه و آزیموت ۲۲۵ درجه در نظر گرفته شد. مطابق این نقشه به‌وضوح می‌توان دریافت که بیشترین ارتفاع را از سمت جنوب و جنوب غربی داریم (شکل ۴).



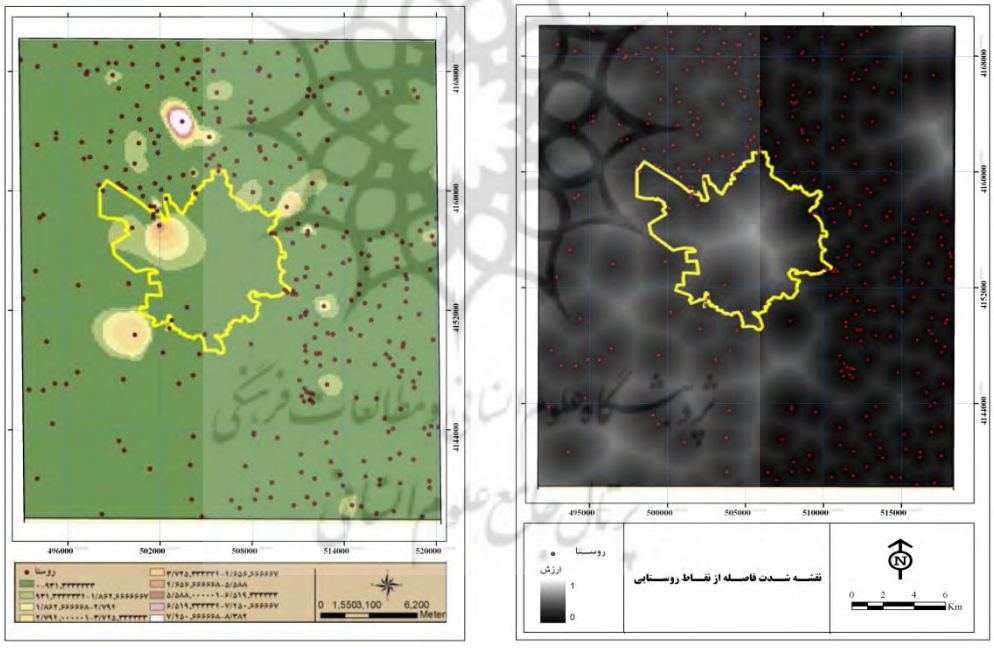
شکل ۴: مدل رقومی ارتفاع منطقه و طبقات شیب منطقه

برای کسب لایه کاربری اراضی از داده‌های سنجش از دور سنجنده TM ماهواره لندست مربوط به سال ۱۹۸۹ و سنجنده ETM^{+} این ماهواره مربوط به سال ۲۰۰۰ و ۲۰۰۶، استفاده شد. در این پژوهش از روش نظارت شده برای طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای استفاده شد که در نرم‌افزار Envi 4 انجام‌گرفته شد (شکل ۵).

لایه فاصله از نقاط روستایی و جاذبه جمعیتی؛ نشان‌دهنده بیشترین جذب جمعیت از سمت شمال شهرستان ارومیه می‌باشد (شکل ۶).



شکل ۵: نقشه کلاس‌های کاربری اراضی طی سال‌های ۱۹۸۹-۲۰۰۰ – ۲۰۰۶.

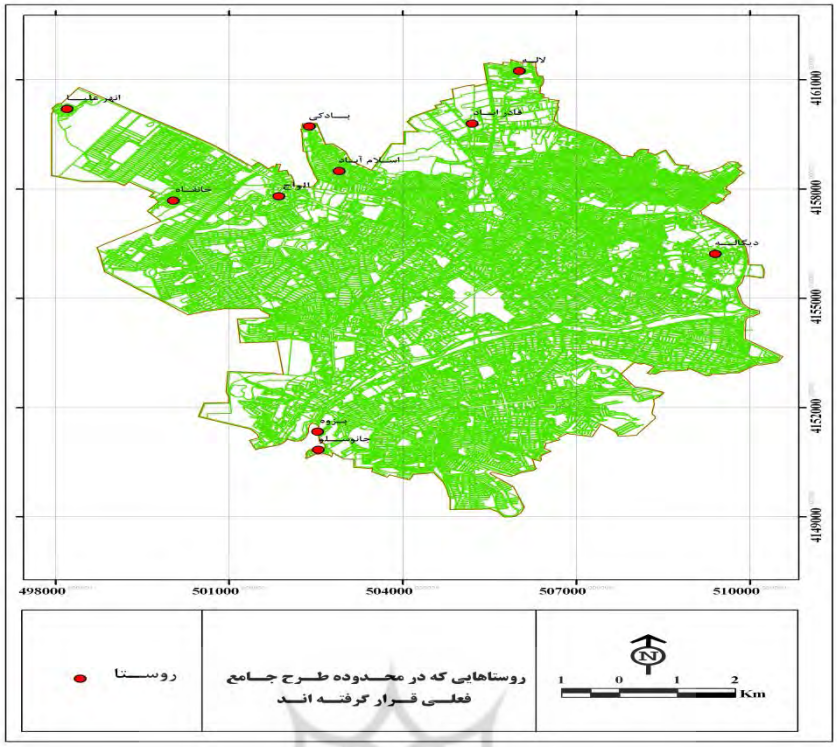


الف: شدت فاصله از نقاط روستایی **ب: جاذبه جمعیتی روستاهای اطراف شهرستان ارومیه**

شکل ۶: نقشه فاصله ازنقاط و جاذبه جمعیتی روستاهای اطراف شهرستان ارومیه

بررسی نقشه‌های طرح جامع روستاهایی که در حال حاضر در محدوده طرح جامع شهری قرارگرفته است مطابق نقشه زیر می‌باشد (شکل ۷).

در نهایت با انجام فرآیند مدل‌سازی نتایج زیر که به‌صورت جدول، نمودار و نقشه نشان داده‌شده است به‌عنوان نتیجه نهایی مدل در تحلیل‌های سناریوهای پیش رو مورد استفاده قرارگرفته است (جدول ۳ و شکل ۸).



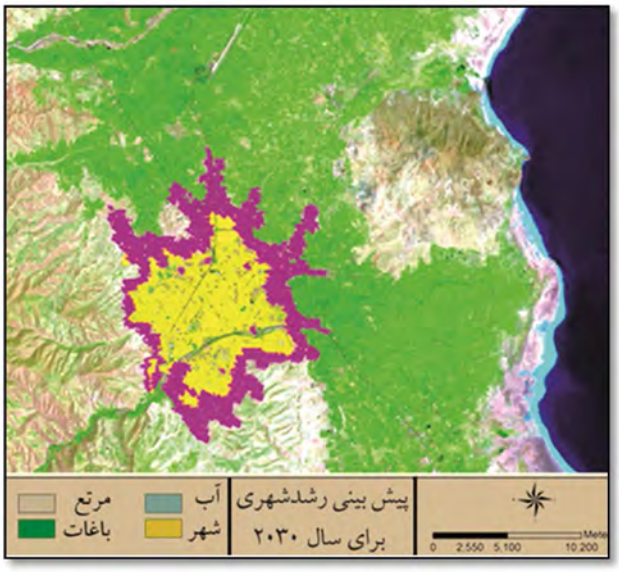
شکل ۷: شماره (۴-۱۰) روستاهای قرارگرفته در طرح جامع کنونی.

جدول ۳: مساحت سطح مناطق شهری منطقه موردمطالعه در سال‌های کنترل و پیش‌بینی‌شده.

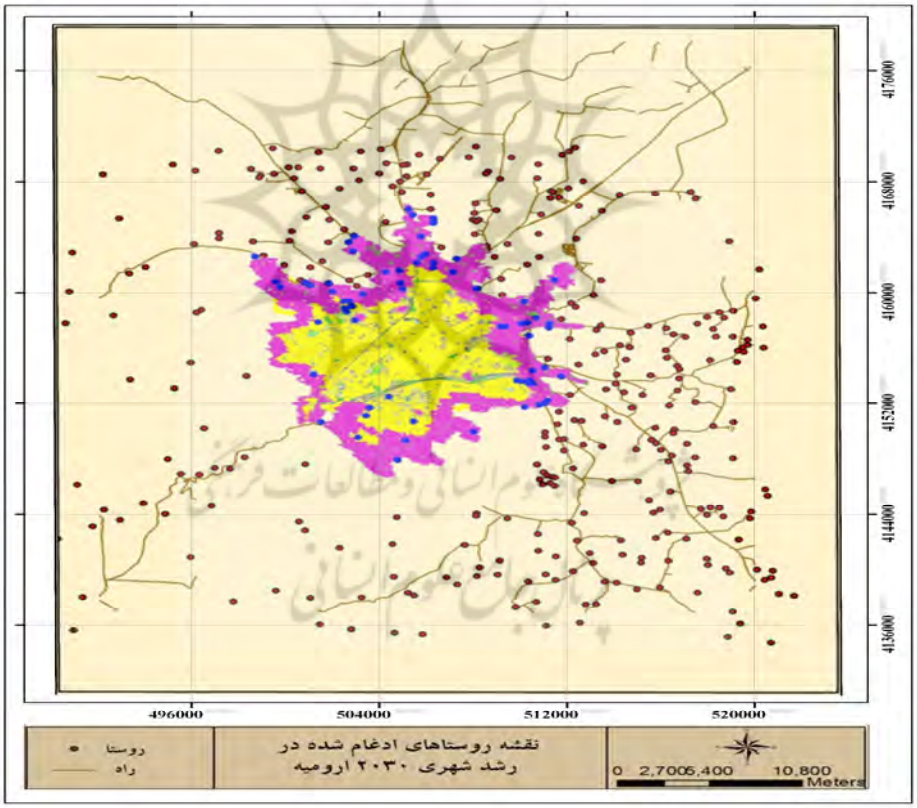
سال	۱۹۸۹	۲۰۰۰	۲۰۰۶	۲۰۱۰	۲۰۲۰	۲۰۳۰
مساحت (Ha)	۱۶۱۲/۹۳	۳۷۶۱/۵۶	۵۲۲۳/۴۲	۵۹۴۳/۱۲	۷۹۴۴/۷۸	۱۰۲۴۳/۶۵

شکل ۸: نمودار تغییرات مساحت شهر ارومیه تا سال ۲۰۳۰.

نقشه (شکل ۹) نشان‌دهنده مناطق شهری، شهر ارومیه در سال ۲۰۳۰ می‌باشد. در این شکل مناطق شهری بارنگ زرد و گسترش شهری بارنگ بنفش نمایش داده شده‌اند.



شکل ۹: روند پیش‌بینی‌شده رشد شهری ارومیه برای سال ۲۰۳۰ .



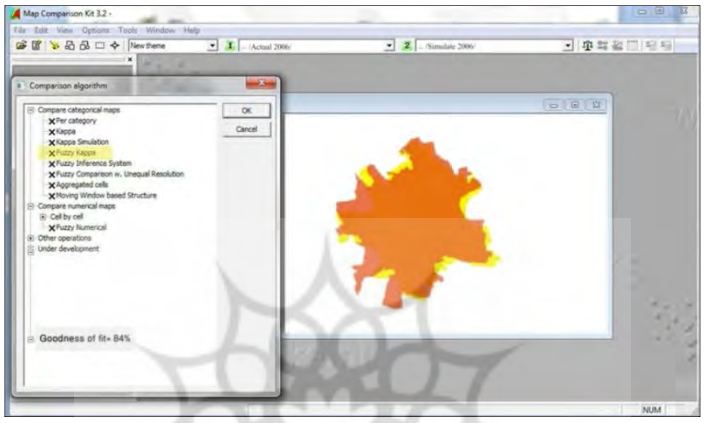
شکل ۱۰: روستاهای ادغام‌شده در رشد شهری در سال ۲۰۳۰ ارومیه.

این نقشه نشان می‌دهد که حدود ۶۶ روستا و آبادی ازجمله جانویسلو در سمت جنوب غربی انهر سفلی، انهر علیا، بادکی، ناصر آباد، علی آباد گنج آباد. ... از سمت شمال و شمال غربی، ریحان آباد و جارچیلو از سمت غرب به محدوده شهری اضافه می‌شود. بیشترین تعداد روستاهای ادغام شده از سمت شمال و سپس از سمت شرق است.

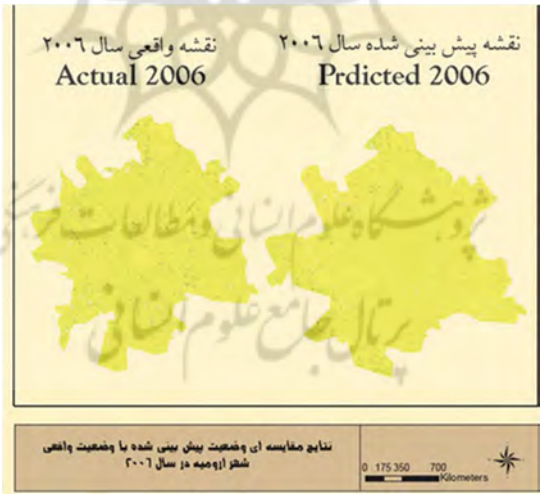
در این پژوهش دقت شبیه‌سازی با استفاده از ضریب کاپای فازی و از طریق نرم‌افزار Map Comparison Kit 3 ارزیابی‌شده است. ضریب کاپای فازی یک ضریب کاپای تعدیل شده است که در آن فازی سازی هم در مکان و هم قیاس آن در همسایگی یک سلول انجام می‌شود (Heng, 2003). ضریب کاپای فازی شده را می‌توان به‌صورت رابطه زیر نشان داد:

معادله ۱ $$K_{Fuzzy} = \frac{P_o - P_e}{1 - P_e}$$

به‌طوری‌که P_o میزان درصد مشاهده‌شده مشابه (میانگین مشابهت) بین دو نقشه، P_e مشابهت مورد انتظار بر اساس هیستوگرام‌های معین. ضریب کاپای فازی شده از طریق شعاع ده سلول و تابع‌نمایی نزولی با دونیم کردن فاصله دو سلول محاسبه‌شده است. که نتایج این آزمون حاکی از تطابق ۸۴ درصد تصویر شبیه‌سازی‌شده با تصویر واقعی می‌باشد (شکل ۱۱ و شکل ۱۲).



شکل ۱۱: اعتبار سنجی مدل با روش کاپای فازی



شکل ۱۲: مقایسه بین نقشه پیش‌بینی‌شده با نقشه واقعی در سال ۲۰۰۶

اثرات منفی

- اتلاف و تخریب اراضی مرغوب کشاورزی و باغات و از میان رفتن یکپارچگی اراضی حاشیه.
- کاهش نیروی انسانی شاغل در بخش کشاورزی و گرایش به اشتغال در مشاغل کاذب و غیررسمی.
- تغییرات کاربری اراضی کشاورزی و گسترش ساخت‌وسازها و زمین ارزان و ... گرایش مهاجران روستایی را به حاشیه شهرها افزایش می‌دهد.
- حاصل مستقیم گستردگی شهر، دور شدن ساکنان از محل کار، مسکن و خدمات دیگر است که این

بُعد فاصله باعث افزایش بیش‌ازحد ترافیک و محورهای ارتباطی شده است.

- بین شرایط فرهنگی - اجتماعی حاکم بر شهرک‌هایی که آمیزه‌ای از فرهنگ روستایی- عشیره‌ای است با مهم‌ترین انعکاس کالبدی مدنیت یعنی زیستن در ارتفاع بسیار به‌ندرت هم‌جوشی و انطباق وجود دارد؛ بنابراین اکثر خانه‌های آن‌ها در ارتفاع پایین و یک طبقه‌ای و در مقیاس‌هایی کوچک‌تر از زمین‌های تفکیکی و استاندارد شهر هستند و این خود دلیلی بر شلوغی و در هم تنیدگی این محلات گشته است.

اثرات مثبت

- رشد مهاجرت‌های روستایی به حاشیه شهر ارومیه و ادغام این مناطق به‌تدریج در بافت شهری برای روستائیان و ساکنین حاشیه شهری مزیت‌هایی را در بردارد که عام‌تر از منظر و منافع محدود شهر است.
- برخی از روستاییان شهرنشین شده در خدمات صنعتی جذب‌شده‌اند و همچنین سکونت در بافت شهری انگیزه ادامه تحصیل و کسب مدارج عالی علمی را در آن‌ها ایجاد کرده است.
- ادغام روستاها در بافت شهری و باقی ماندن برخی از باغات، ازجمله باغات توت در بافت شهری موجبات به وجود آمدن چشم‌انداز و تفریحگاه‌های طبیعی در داخل شهر را فراهم آورده است.
- در برخی از مناطق باوجود دادن امتیازهای شهرنشینی به ساکنان آن‌ها، روستاییان به فعالیت‌های کشاورزی و باغداری خود هم چنان ادامه می‌دهند.
- ادغام برخی از مناطق روستایی در بافت شهری به‌گونه‌ای صورت گرفته که این محله‌ها نه‌تنها در حاشیه نیستند بلکه گویی از دیرباز جزء مناطق شهری بوده‌اند و زمین‌های آن‌ها جزء گران‌ترین زمین‌های شهری است و باگذشت زمان اندک ناهماهنگی‌ای که ممکن است با بافت اصلی شهر داشته باشند نیز از میان برود. ازجمله زمین‌های ادغام‌شده روستای خطایلو.

نتیجه‌گیری

بررسی‌ها نشان می‌دهد که گستردگی نخستین در شهر ارومیه محدود بوده و مساحت کل اراضی بایر دارای قابلیت ساخت‌وساز چندان نیست؛ در ارتباط با دومین ساخت باید به بافت‌های قدیمی در شهر اشاره داشت. فرسودگی کالبد، ارتباطات مخدوش و تعریف‌نشده با پیرامون، محدودیت شبکه‌های سواره درونی، فروپاشی هویت‌های گذشته و عدم شکل‌گیری هویت جدید و برخی ناهنجاری‌های فرهنگی- اجتماعی، شاخص‌ترین ویژگی‌ها برای این‌گونه بافت‌هاست. خصوصیات مورداشاره مرکز شهر ارومیه و برخی از آبادی‌های هضم نشده توسط شهر، شهر را از ساختار و عملکرد شهری دور ساخته است

برای جلوگیری از توسعه کالبدی-فضایی نامناسب شهری به سمت پهنه‌های روستایی آسیب‌پذیر و اکولوژیک، نظارت دقیقی از سوی شهرداری‌ها یا سازمان‌هایی که از جانب استانداری یا شهرداری مشخص گردند لازم و ضروری می‌باشد. بازتاب سومین ساخت در شهر ارومیه شهرک‌های حاشیه‌ای هستند که عموماً در شمال شهر پراکنده می‌باشند. محلات کاظم‌آباد، جهود لر، اسلام‌آباد و... در زمره این ساخت می‌باشند که شرایط اقتصادی-اجتماعی ناظر برساخت و ساز و تصرف آن‌ها امکان رعایت ملاحظات کالبدی را نداده است و اغتشاش فضایی و عدم رعایت استانداردها در تفکیک، تراکم ساختمانی، سطح اشغال، طبقات و مشکلات ترافیکی و کمبودهای خدماتی به آشفتگی کالبدی انجامیده است. این بافت‌ها در زمره مهم‌ترین و گسترده‌ترین محدودیت‌های کالبدی شهر ارومیه می‌باشند. چهارمین ساخت در شهر ارومیه بافت‌هایی را در برمی‌گیرد که حسب عمر و تحولات اقتصاد فضا در آستانه تجدید فضا و یا در حال گذار به این آستانه هستند و همان‌گونه که بافت‌های ناسازگار ذخیره‌ای ضرورت‌ها و نیازهای ساختاری- کارکردی- تراکمی شهر را منعکس خواهند کرد، به‌مثابه یک ظرفیت بالقوه توسعه شهری قابل تأکید هستند. این قلمروها شامل بقایای ساخت‌وسازهای دهه ۳۰ تا اوایل دهه

۵۰ شمسی می‌باشند که غالباً طیف پیرامونی مرکز شهر را تشکیل می‌دهند. ساخت پنجم (باغات) در شهر ارومیه که زمانی به‌عنوان باغ شهر از آن یاد می‌شد اکنون بسیار محدودشده و عمدتاً شامل باغات پراکنده در منطقه ۱ شهرداری و جنوب رودخانه شهر چای است که باید ضمن حراست کامل از آن‌ها به ادغام و پیوندشان با فضاهای شهری تأکید کرد.

پیشنهادها

با توجه به مباحث مطرح‌شده، برای جلوگیری از توسعه کالبدی-فضایی نامناسب شهری به سمت پهنه‌های روستایی آسیب‌پذیر و اکولوژیک ذکر پیشنهادهایی جهت بهبود توسعه شهری لازم می‌نماید:

- با توجه به رشد بی‌رویه شهر و ساخت‌وسازهای آن لازم است تا نظارت دقیقی از سوی شهرداری با توجه به قوانین و مقرراتی که موجود است، اعمال شود یا سازمان یا واحدی خاص زیر نظر استانداری‌ها یا شهرداری‌ها این کار را انجام دهد.
- با توجه به این‌که، توسعه و گسترش شهر به سمت اراضی کشاورزی می‌باشد، پس حفظ و گسترش این فضاها که در معرض توسعه شهر هستند لازم و ضروری می‌باشد.
- ارزیابی باغات موجود ازنظر گستردگی و موقعیت و تعیین استراتژی برای چگونگی تبدیل آن‌ها از اجزایی منفرد و مهجور به عرصه‌های عملکردی از طریق پیوند آن‌ها با بلندمرتبه‌سازی، تبدیل به فضاهای سبز عمومی، ادغام در فضاهای شهری و یا استفاده از آن‌ها به‌عنوان فضاهای سبز خصوصی کارکردهای کلان‌شهری.
- قلمرویی که در زمان تهیه طرح تفصیلی عملکردی باغ- مسکن داشته و منازل مسکونی و باغات دو عنصر هم پیوند در ساختار کالبدی آن بوده‌اند، به دلیل سازمان فضایی ویژه و ساختار متمایز شهری معمولاً باید موضوع کار یک طرح موضعی خاص قرار گیرند تا با حفظ باغات و از طریق ادغام آن‌ها در فضای شهری و با توجه به موقعیت ساخت‌وسازهای انجام‌شده، اراضی بایر و باغات به محدوده‌هایی همگن تقسیم و برای هر محدوده ضوابط متناسب تدوین و پیشنهاد گردد.
- ضرورت دارد تمام امکانات در جهت ممانعت از گسترش بی‌رویه شهر به کار رود، بنابراین اولویت توسعه برساخت و ساز در اراضی داخل شهر می‌باشد تا از توسعه بی‌برنامه به سمت پهنه‌های آسیب‌پذیر جلوگیری شود.
- الگوی کنونی توسعه شهر ارومیه با توجه به شکل‌گیری شهر در ادوار مختلف تاریخی و عدم نظارت صحیح و کامل برساخت و سازهای شهری باعث تشدید اثرپذیری این شهر در گسترش به جهات نامناسب و پهنه‌های خطرپذیر و مناطق روستایی شده است. بر همین اساس لازم است تا مراکز حساس و آسیب‌پذیر شهر در این پهنه‌ها قرار نگیرد.
- با توجه به این‌که، توسعه و گسترش شهر به سمت اراضی روستایی، باغات و اراضی کشاورزی می‌باشد، پس حفظ و گسترش این فضاها که در معرض توسعه شهر هستند لازم و ضروری می‌باشد.
- کشاورزی به‌عنوان فعالیت غالب در نواحی روستایی، به‌تنهایی قدرت تأمین اشتغال و درآمد کافی برای جمعیت روستایی را ندارد؛ بنابراین توجه به دیگر فعالیت‌های اقتصادی درآمدزا در محیط روستا از مهم‌ترین اهداف برنامه‌ریزی منطقه در این مقطع زمانی باید باشد تا با این اقدام از تمایل روستاییان به مهاجرت به شهر کاسته شود.
- صنعتی سازی روستاها علاوه بر ایجاد اشتغال و افزایش درآمد برای روستاییان، به‌عنوان ابزار رشد سریع اقتصادی در منطقه و توسعه اجتماعی و فرهنگی است؛ این مهم می‌تواند گامی در جهت توسعه روستایی نیز تلقی شود.
- ضرورت استفاده از تفکر آمایش و تلفیق آن با فنّاوری‌های جدید شهرسازی در جهت توسعه پایدار شهری.
- ضرورت شهرسازی از پیش اندیشه شده و با برنامه با کمک ابزارهای مدل‌سازی رشد شهری.

- اگرچه درگذشته‌ای نه‌چندان دور، شهرها را مقابل و نه در کنار طبیعت می‌دانستند، امروزه می‌دانیم شهرهای پایدار هماهنگ و با حضور طبیعت توسعه می‌یابند. پس در رابطه با شهر ارومیه نیز اگر منطبق با منطق اکولوژی این منطقه گسترش انجام شود تمایز بین شهر و طبیعت کمرنگ خواهد بود. استدلال بر اساس حفظ فرآیندهای طبیعی به‌جای دست‌یابی به برخی از اهداف خاص، شاید بتواند ویژگی کاربرد اکولوژی در برنامه‌ریزی توسعه پایدار شهری باشد.
- کاربری‌ها را در حد توان محیط زیست و متناسب با آن انتخاب کنیم تا از به وجود آمدن شهری ناسالم با ساکنانی خسته جلوگیری به عمل آید.
- تلاش برای تهیه طرح چشم‌انداز ۲۰ ساله شهر.

منابع

۱. اصغری زمانی، اکبر. زادولی خواجه، شاهرخ. زادولی، فاطمه. بخشی زاده، پیام علی. ۱۳۹۲. ارزیابی میزان تغییرات کاربری اراضی در روستاهای الحاقی به کلان شهر تبریز طی دوره ی زمانی ۱۳۹۱-۱۳۸۱(نمونه مورد: آخماقیه)، فصلنامه جغرافیا و مطالعات محیطی، سال دوم، شماره هفتم، صفحات ۴۸-۳۵.

۲. پورنجما، اسماعیل. ۱۳۹۰. بررسی تاثیر رشد پراکنده بر نابودی اراضی کشاورزی صفاشهر و راهبردهای تعدیل آن، پژوهش و برنامه ریزی شهری، دوره۲،شماره ۴، صفحات ۹۶-۷۳.

۳. رضازاده. راضیه. میراحمدی.مهرداد. ۱۳۸۸، مدل اتوماسیون سلولی، روشی نوین در شبیه‌سازی رشد شهری، نشریه علمی و پژوهشی فناوری آموزش، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، سال چهارم، جلد ۴، شماره ۱، صفحات ۵۵-۴۷.

۴. زارعی. رضا. آل شیخ. علی اصغر. ۱۳۹۱. مدل‌سازی توسعه شهری با استفاده از اتوماسیون سلولی و الگوریتم ژنتیک (منطقه مورد مطالعه: شهر شیراز)، مجله پژوهش و برنامه ریزی شهری، دانشگاه تهران، سال سوم، شماره ۱۱، زمستان، صفحات ۱۶-۱

۵. سعیدی، عباس. حسینی حاصل، صدیقه. ۱۳۸۶. ادغام کلانشهری سکونتگاههای روستائی با نگاهی به کلانشهر تهران و پیرامون، جغرافیا، سال پنجم، شماره ۱۲و ۱۳، صفحات ۱۸-۷.

۶. ضیا توانا، محمد حسن. قادرمزی، حامد. ۱۳۸۸. تغییرات کاربری اراضی روستاهای پیراشهری در فرایند خزش شهر روستاهای نایسر و حسن آباد سنندج، پژوهش‌های جغرافیای انسانی، شماره۶۸، صفحات ۱۳۵-۱۱۹.

۷. عسگریان، علی. جباریان امیری، بهمن. علیزاده شعبانی، افشین. فقهی، جهانگیر. ۱۳۹۲. پیش بینی رشد مکانی و توسعه پراکنده شهرسازی با به کارگیری مدل سلول‌های خودکار-مارکوف و شاخص آنتروپی شانون، بوم شناسی کاربردی، سال دوم، شماره ششم، صفحات ۲۴-۱۳.

۸. فاضل‌نیا، غریب. افشار عمرانی، الهام.۱۳۹۲. تحلیل تاثیر تقاضای اجتماعی بر کاربری اراضی روستاهای شهرستان تنکابن، جغرافیا و توسعه، زمستان ۱۳۹۲، شماره ۳۳، صص ۳۸-۲۷.

۹. قرخلو، مهدی. حبیبی، کیومرث. ۱۳۸۵. تحلیل مهاجرت در ارتباط با سطح توسعه یافتگی استان‌های کشور با استفاده از تکنیک‌های برنامه‌ریزی، تحقیقات جغرافیایی، شماره ۲(۸۱)، ۸۳-۵۹.

۱۰. کریمی، حمیده. ۱۳۹۱. مدل‌سازی رشد شهری با استفاده از مدل‌های سلول خودکار (مطالعه موردی: شهر سیرجان)، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد محیط‌زیست، دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند، ص ۶۸.

۱۱. محمدی سراب عباس، علی. متکان، علی‌اکبر. میرباقری، بابک. ۱۳۸۹. ارزیابی کارایی مدل سلول‌های خودکار در شبیه‌سازی گسترش اراضی شهری در حومه جنوب غرب تهران، نشریه برنامه ریزی و آمایش فضا(مدرس علوم انسانی)، دوره ۱۴،شماره ۲ (پیاپی ۶۶)، صفحات: ۱۰۲-۸۱.

۱۲. محمدی، محمود. مالکی پور، احسان. صاحبقرانی، علیرضا. ۱۳۹۲. مدل‌سازی گسترش شهر در اراضی پیرامونی با استفاده از سلول‌های خودکار (CA) و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) (مطالعه موردی: منطقه ۷ اصفهان)، مطالعات و پژوهش‌های شهری منطقه ای، سال پنجم، شماره ۱۸، صفحات ۱۹۲-۱۷۵.

۱۳. مطیعی لنگرودی، سیدحسن. رضوانی، محمد رضا. کاتب ازگمی، زهرا. (۱۳۹۱). بررسی اثر ات اقتصادی تغییر کاربری اراضی کشاورزی در نواحی روستایی (مطالعه موردی: دهستان لیچارکی حسن رود بندر انزلی)، مجله پژوهش و برنامه ریزی روستایی، شماره اول، صفحات ۲۳-۱.

14. Almeida, C.M., Batty, M., Monteiro, A.M.V., Câmara, G., Soares-Filho, B.S., Cerqueira, G.C., et al. 2003. Stochastic cellular automata modeling of urban land use dynamics: Empirical development and estimation. Computers, Environment and Urban Systems, 27: 481-509.
15. Almeida, C.M., Gleriani, J.M., Castejon, E.F., and Soares-Filho, B.S. 2008. Using neural networks and cellular automata for modelling intra-urban land-use dynamics. International Journal of Geographical Information Science, 22(9): 943-963.
16. Antrop, M. 2000. Transport routes in the landscape: about connectors, dividers, initiators, attractors and views. Pp: 21-40.
17. Batty M. and Longley, P. 1994. Fractal cities: geometry of form and function, academic press, San Diego.
18. Batty, M., Xie, Y., and Sun, Z. 1999. Modeling urban dynamics through GIS-based cellular automata. Computers, Environment and Urban Systems, 23: 205-233.
19. Berjak, S.G., and Hearne, J.W. 2002. An improved cellular automata model for simulating fire in a spatially heterogeneous Savanna system. Ecological Modelling, 148(2): 133-151.
20. Bryant, C., Russwurm, L., and Mclellan, A. 1982. The City's Countryside: Land and Management in the Rural Urban Firnge. Longman, London.
21. Champion, T. 2001. Urbanization,suburbanization, counterurbanisation and reurbanisation, in: paddison, R.(Ed), Handbook of Urban Studies. Sage, London, pp.143-161.
22. Dietzel, C., and Clarke, K.C. 2006. The effect of disaggregating land use categories in cellular automata during model calibration and forecasting. Computers, Environment and Urban Systems, 30(1): 78-101.
23. Eastman, R.J. 2001. Guide to GIS and Image processing, Vol. 2. Clark University, USA. 144.
24. Favier, C., Chave, J., Fabing, A., Schwartz, D., and Dubois, M.A. 2004. Modelling forest savanna mosaic dynamics in maninfluenced environments: Effects of fire, Lisbon and Porto, Portugal" Computers, Environment and Urban Systems 26: 525–552.
25. Ganguly, N. Sikdar, B., Deutsch, A., Canright, G., and Chaudhuri, N. 2003. A survey on cellular automata.
26. Hall, P. and Pfeiffer, U. 2000. Urban Feature Global Agenda for Twentyfirst Century Cities. London: Earthscan;
27. Han, J, Hayashi, Y, Cao, X, and Imura, H. 2009. "Application of an integrated system dynamics and cellular automata model for urban growth assessment: A case study of Shanghai, China" Landscape and Urban Planning, 91: 133–141
28. Inés Santé et al. 2010. "Cellular automata models for the simulation of real-world urban processes: A review and analysis" Landscape and Urban Planning, 96:108–122.
29. Lahti. J. 2008. Modelling Urban Growt Using Cellular Automata: A case study of Sydney, Australia, M.Sc Thesis, International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation Enschede.
30. Laila Abghani, Z., Abidin, Z. 2011. Generating transition Rules of Cellular Automata for Urban Growth Prediction, International Journal of Geology, 5(2).
31. Li, X., & Yeh, A. G. (2002). Neural-network based cellular automata for simulating multiple land use changes using GIS. International Journal of Geographical Information Science, 16(4): 323-343.
32. Longley, P.A. and Mesev, V. 2000."On the measurement and generalization of urban form Environment and Planning", Tourism Management. No. 32, pp. 473-488.
33. Ménard, A., and Marceau, D.J. 2007. Simulating the impact of forest management scenarios in an agricultural landscape of southern Quebec, Canada, using a geographic cellular automata. Landscape and Urban Planning, 79(3-4): 253-265.
34. Mavroudi. A. 2007. Simulating city growth by using the Cellular Automata Algorithm, MSc Thesis, University College London.
35. Norte Pinto, Nuno, 2007. Cellular automata and urban studies: Alitreture survey, Architecture, City and Environment.
36. O'Sullivan D. 2001. Exploring spatial process dynamics using irregular cellular automaton models, Geographical Analysis, 33: 1-18.
37. Pacione, M. 2001. Models of urban land use structure in cities in the developed world. Geography, 86: 97-119.
38. Sun, T., and Wang, J. 2007. A traffic cellular automata model based on road network grids and its spatial and temporal resolution s influences on simulation+ .Simulation Modelling Practice and Theory, 15: 864-878.

39. Tobler, W.R. 1979. Cellular geography, In Philosophy in Geography, (Gale, S. and Olsson, G., eds.), pp.379–386. Dordrecht, Holland, D Reidel Publishing Company.
40. Van Vliet, J., White, R., and Dragicevic, S. 2009. Modeling urban growth using a variable grid cellular automaton. Computers, Environment and Urban Systems, Vol. 33(1), 35-43.
41. Wahle, J., Neubert, L., Esser, J., and Schreckenberg, M. 2001. A cellular automata traffic flow model for online simulation.
42. White, R., Engelen, G., and Uljee, I. 2000. Modelling land-use change with linked cellular automata and socio-economic models: A tool for exploring the impact of climate change on the island of St. Lucia.
43. Wu F., 2000. A parameterized urban cellular model combining spontaneous and self-organising growth. Geocomputation: Innovation in GIS 7. P.A. a.D. Martin. London, Taylor & Francis, London:73-85.
44. Wu, F. 2002. Calibration of stochastic cellular automata: The application to rural urban land conversions. International Journal of Geographical Information Science, 16(8): 795-818
45. Yassemi, S., Dragicevic, S., and Schmidt, M. 2008. Design and implementation of an integrated GIS-based cellular automata model to characterize forest fire behavior. Ecological Modelling, 210: 71- 84.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی