



Geography & Geology

Conference

دومین جغرافیا و زمین شناسی

2nd Geography & Geology Conference

تاریخ: ۱۳۹۱/۰۶/۲۴

شماره: ۹۱/۳۰۳۴

بدینوسیله گواهی می شود مقاله

شسته سازی رود توتوسه شهری با استفاده از مدل سازی عامل مبتلا مطالعه موردی شهر مشهد

نویسنده اول: محمود کیجانی، نویسنده دوم: روزبه ساد

در بخش ارائه شفاهی دومین کنفرانس ملی جغرافیا و زمین شناسی مورخ ۸ شهریور ماه سال ۱۳۹۴ پذیرفته شده است.

موقفت روز افزون شمارار عرصه های علمی و اجرایی کشور عزیزمان آرزومندیم.

دیر بر عالی کنفرانس
کوروش محمدی



دیر علمی کنفرانس
دکتر مصوب زارعی



Geography & Geology
Conference

۸ شهریور ماه ۱۳۹۴، سلگن همایش های تالش، تهران

30 Aug., 2015 Talash conference center, Tehran

Urban Growth Simulation Using Agent-based Modeling(case study in Mashhad)

Abstract

In recent decades, urban growth without planning principles, adverse effects on the nature and consequences of the disastrous economic, social, political, cultural, more than many. As a result, the need for proper planning and urban management, more and more important. The objectives of this study model for urban development to better understand the dynamics of urban systems by considering a combination of two basic elements to determine and predict the time and location and urban development. It is noteworthy that the base operating system capabilities such as independence, inference, learning, mobility, flexibility and the ability to analyze complex processes can be modeled as a tool for urban phenomenon used above. For this purpose, the base operating system and system integration of GIS spatial data were used in this study. In this study area, including the cities of Mashhad selected is now faced with a growing development. In this work the required data provided by ArcGIS software for use in the preparation of the implementation has been done. Then simulate this phenomenon using parameters more important factors include topography of the study area, the availability and attractiveness of the region, has been done by existing applications. to make decisions and take control of the crisis.

Keywords: GIS, Artificial intelligence, Agent-based modelling, Urban growth

شبیه سازی روند توسعه شهری با استفاده از مدلسازی عامل مبنا (مطالعه موردی شهر

مشهد)

محبوبه کمیجانی^۱، روزبه شاد^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد سیستم اطلاعات مکانی (GIS)، گروه عمران، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد

۲- استادیار، دکتری سیستم اطلاعات مکانی (GIS)، گروه عمران، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

در دهه های اخیر رشد شهرها بدون وجود برنامه ریزی اصولی، اثرات سوئی بر ساختار طبیعت و پیامدهای اسفبار اقتصادی، اجتماعی، سیاسی، فرهنگی بیشماری در بر داشته است. در نتیجه لزوم مدیریت شهری و برنامه ریزی مناسب، بیش از پیش حائز اهمیت است. لذا اهداف این پژوهش مدلسازی رشد و توسعه شهری به منظور درک بهتر پویایی سیستم شهری با در نظر گرفتن تلفیق دو عنصر اساسی زمان و مکان و تعیین و پیش بینی روند توسعه شهری می باشد. قابل توجه است که سیستم های عامل مبنا به دلیل قابلیت های از جمله استقلال، استنتاج، یادگیری، جابجایی، انعطاف پذیری و امکان تحلیل می توانند به عنوان ابزاری مناسب جهت مدلسازی فرآیندهای پیچیده شهری از جمله پدیده فوق الذکر مورد استفاده قرار گیرند. بدین منظور از تلفیق سیستم عامل مبنا و سامانه اطلاعات مکانی (GIS) در این تحقیق بهره گرفته شده است. در این راستا منطقه مطالعاتی شهر مشهد انتخاب شده است که از جمله شهرهایی است که امروزه با رشد و توسعه روز افزون مواجه شده است. در این کار ابتدا داده های مورد نیاز تهیه شده و توسط نرم افزار ArcGIS آماده سازی های لازم جهت به کارگیری در بخش پیاده سازی انجام گرفته است. سپس شبیه سازی این پدیده با استفاده از پارامترهای با اهمیت تر منطقه مطالعاتی شامل فاکتورهای توپوگرافی منطقه، میزان دسترسی و جذابیت منطقه، توسط نرم افزارهای موجود صورت پذیرفته است. در نهایت نتایج به دست آمده شامل نقشه پیش بینی روند رشد و توسعه شهری است به صورتی که بیان کننده ی طرحی از رشد و توسعه بهینه، اصولی و نزدیک به اهداف توسعه پایدار می باشند به نحوی که می توانند مورد استفاده برنامه ریزان و مدیران شهری جهت تصمیم گیری و کنترل بحران قرار گیرند.

کلمات کلیدی: رشد و توسعه شهری، سیستم اطلاعات مکانی (GIS)، هوش مصنوعی، سیستم عامل مبنا.

مقدمه

شهرها به عنوان واقعیتهای مکانی، اقتصادی، سیاسی و جامعه‌شناختی، در هر دوره‌ای از رشد و تحول خود، از عوامل مذکور تأثیر پذیرفته و بر هر یک از آنها تأثیر گذاشته‌اند. پیچیدگی هر یک از این عوامل مسبب پیچیدگی پدیده شهر به عنوان تبلور مکانی وقوع هر یک از آنها بوده است (پوراحمد، حاتمی نژاد، حسینی، ۱۳۸۵). توسعه شهری و رشد بی‌رویه آنها، از جمله مهمترین مسائلی است که جوامع امروزی با آن مواجه شده‌اند. لذا توسعه شهری لگام گسیخته اثرات سویی را بر ساختار طبیعت و منابع طبیعی وارد می‌سازد و منجر به پیامدهای منفی اقتصادی، اجتماعی و اکولوژیکی می‌گردد (سلطانی، منوری، سلمان ماهینی، آل‌شیخ، ۱۳۹۱). در نتیجه لزوم مدیریت شهری و برنامه‌ریزی مناسب بیش از پیش حائز اهمیت می‌باشد. در حال حاضر در ایران رشد و توسعه شهری، نمود بیشتری در کلان‌شهرها پیدا کرده است. به نحوی که اینگونه شهرها به دلیل تمرکز امکانات و تسهیلات، شاهد مهاجرت‌های غیر اصولی، رشد روزافزون جمعیت، ایجاد مناطق دو قطبی و نهایتاً تغییرات زیاد در ساختار مکانی شهر بوده‌اند. شهر مشهد نیز از جمله شهرهایی است که امروزه با توسعه روزافزون مواجه شده است. با توجه به مواردی مانند پیچیده‌تر شدن محیط‌های شهری، گسترش متغیرها و عوامل دخیل در رشد و توسعه آنها و دگرگونی‌های وسیع در علوم؛ نظریات و گرایشهای برنامه‌ریزی شهری به سوی نگرشهای ساختاری-راهبردی نیل می‌کنند. بدین جهت، در دهه‌های اخیر تهیه طرح‌های توسعه شهری، از ملزومات زندگی شهری است. در نتیجه سازمان دادن و نظم بخشیدن به شهر و چگونگی رشد و تحول آن، نیازمند موضوع شناسی شهری و سپس برنامه‌ریزی برای آن می‌باشد. مهمترین راه برای نیل به این هدف، دستیابی به جریان دانش و اطلاعات با کیفیت‌تر در راستای اخذ تصمیم مناسب و کاهش خطا در اجرا بوده به‌صورتی که از ابهام در روند تصمیم‌گیری-ها کاسته شود (میره‌ای و کلانتری، ۱۳۹۰). لذا برنامه‌ریزان شهری همواره با این تصمیم‌گیری مواجه‌اند که کدام سیاست‌ها در برگزیده بهترین الگوها جهت بررسی پدیده مذکور می‌باشد. از این رو تلاش‌ها و مطالعات متعددی جهت پاسخ به این پرسش و ساماندهی توسعه شهری در سطح جهان انجام شده است. علاوه بر این کاربرد بسیاری از روش‌ها به‌بوته آزمایش گذاشته شده است (سلطانی و همکاران، ۱۳۹۱). در این پژوهش ابتدا منطقه مطالعاتی شهر مشهد معرفی شده و به تعریف مدلسازی عامل مبنای جهت ادراک بیشتر پرداخته شده است. سپس داده‌های مورد نیاز و لزوم استفاده از آنها بیان شده است. در ادامه مدل اجرایی مورد نظر تشریح خواهد گردید و در نهایت نتایج به دست آمده شامل نقشه پیش‌بینی روند رشد و توسعه شهری است به‌صورتی که بیان‌کننده‌ی طرحی از رشد و توسعه بهینه، اصولی و نزدیک به اهداف توسعه پایدار می‌باشند به‌نحوی که می‌توانند مورد استفاده برنامه‌ریزان و مدیران شهری جهت تصمیم‌گیری و کنترل بحران قرار گیرند.

پیشینه تحقیق

در این میان ژانگ جینگ و همکاران (۲۰۱۳) مدلسازی عامل مبنا (ABM)، سیستم اطلاعات مکانی (GIS) و داده‌های سنجش از دور (RS) را با یکدیگر در منطقه مطالعاتی شهر فایانگ در چین ادغام کرده‌اند (Zhang, Wang, Song, Chen, 2013). نتایج این بررسی بیان می‌کنند که مدل توسعه شهری عامل مبنا، می‌تواند ویژگی‌های اساسی و قواعد گسترش شهری را بازتاب دهد. این مدل دارای پتانسیل زیادی برای استفاده توسط دولت و برنامه‌ریزان شهری، در پشتیبانی تصمیم‌گیری و حمایت فرآیند-های سیاست‌گذاری است. همچنین از مزایای این روش آن است که مشکلات مرتبط با قسمت‌های ساخته نشده ناشی از مدیریت شهری، با این روش قابل شناسایی بوده و روند و منطق برنامه‌ریزی فضای شهری را بهبود می‌بخشد. در پژوهشی دیگر برایان کریستوفر و امین طیبی (۲۰۱۱) با هدف مدلسازی باندری رشد شهری، یک مدل مرز رشد شهری (UGBM) را، با بهره‌گیری از شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN)، سیستم‌های اطلاعات مکانی (GIS) و سنجش از دور (RS) به منظور شبیه‌سازی هندسه‌های پیچیده از مرز شهری تهران، ارائه دادند (Tayyebi, Pijanowski, 2011) و هفت متغیر پیش‌بینی برای هندسه شهری مرز تهران شامل جاده‌ها، فضاهای سبز، شیب، جهت، ارتفاع، موقعیت مراکز خدمات، و مناطق ساخته شده را در نظر گرفتند. همچنین دیمیتریوس (۲۰۱۲) با هدف مدلسازی پیش‌بینی توسعه شهری از فرکتال و تئوری Chaos بهره گرفت (Dimitrios, 2012). فرکتال‌ها اشیاء پویایی می‌باشند که ویژگی مهم آنها، Self-Similarity یا خود شباهتی و وابستگی به مقیاس است (Al-Hathloul, Mughal, 2004). این اشکال برای توصیف کاربری زمین دینامیک و تجزیه و تحلیل رشد شهری مورد استفاده قرار می‌گیرند و از طریق تکرار شکل اولیه الگوهای داده شده عناصری مانند نقاط، خطوط و یا سطوح و توسط تقسیم کردن قطعات با توجه به یک مقدار ثابت تولید می‌شوند. در این تحقیق موزائیک کاری سرپینسکی به منظور پیش‌بینی رشد شهری به کار گرفته شد.

همچنین صبا رضا سلطانی و همکاران (۱۳۹۱) با استفاده از ارزیابی چند معیاره و سامانه اطلاعات مکانی، مساله توسعه شهری را به گونه‌ای دیگر بررسی کردند. در این مطالعه، بر پایه ۱۵ معیار مختلف، مشتمل بر ویژگی‌های بوم شناختی - اقتصادی - اجتماعی، تناسب زمین برای توسعه شهری با استفاده از روش ترکیب خطی وزن دار و در محیط سامانه اطلاعات مکانی، محاسبه گردید. ۱۵ معیار مذکور شامل شیب، جهت، ارتفاع، زمین‌شناسی، خاک‌شناسی، اقلیم، فاصله از گسل، پوشش گیاهی، فاصله از مناطق مسکونی، فاصله از جاده‌ها و راه‌ها، فاصله از رودخانه‌ها، فاصله از خطوط برق و گاز، فاصله از کاربری‌های صنعتی و معدنی، عمق آب‌های زیرزمینی و سرعت وزش باد می‌باشند. در نهایت، نقشه تناسب زمین که نشان‌دهنده نواحی اولویت‌دار و مناسب برای توسعه شهری می‌باشد، ارائه شده است. در این روش، در نتایج حاصله از جمله مقدار آستانه، تابع فازی، وزن معیارها و تغییر محدوده طبقه‌بندی به شیوه‌های گوناگون، می‌توان به نحوی تغییر ایجاد نمود که پاسخ‌های قابل قبول‌تری به دست آیند (Eaton, Eckstein, 1997). در تحقیقی دیگر عثمان (۲۰۱۲) در مقاله‌ای تحت عنوان شبیه‌سازی زیر ساخت‌های مدیریت شهری مبتنی بر

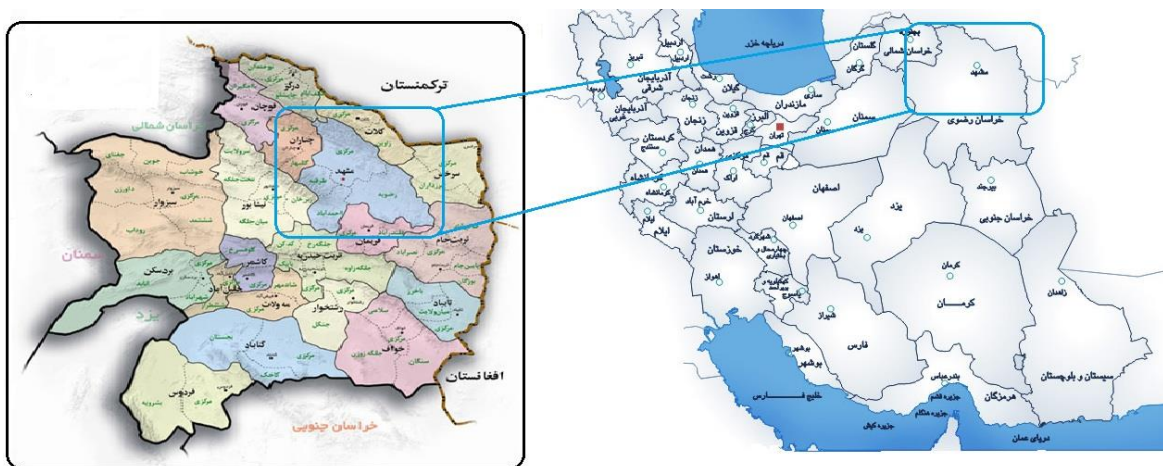
عامل، چند مطالعه موردی مربوط به آب، فاضلاب، زیرساخت‌های جاده در کانادا و مصر مورد بررسی قرار دادند. در این کار از مدل BIUSQM (رفتار زیر ساختی مدل کیفیت سرویس کاربری) به منظور درک بهتر و جذب کاربران و رضایت از ارائه خدمات زیر ساخت‌ها و فرآیند تصمیم‌گیری مارکوف جهت بهینه سازی، تعمیر، نگهداری، توانبخشی و به حداکثر رساندن وضعیت فیزیکی سرویس‌ها در الگوریتم بهینه‌سازی استفاده شده است. گوانژینگ تیان و همکاران نیز (۲۰۱۴) مدلسازی عامل مبنا را با روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) به‌منظور بررسی فرآیندهای تصمیم‌گیری پیچیده و پویای شهری ادغام نمودند. در این روش، رفتارها و حالت‌های تصمیم‌گیری از قدرت‌های منطقه‌ای، توسعه‌دهندگان املاک، عوامل موثر بر کشاورزی و نظیر آن و نیز اثرات متقابل آنها به کمک سیستم اطلاعات مکانی و مدل رگرسیون شبیه‌سازی شده‌اند. در این راستا از AHP برای اولویت‌بندی فاکتورهای مورد نظر عامل‌ها استفاده گردید (Turner, Hegedus, Tosics, 2011) در پژوهشی دیگر با هدف شبیه‌سازی توسعه پیچیده مسکونی با استفاده از ارزیابی چند معیاره و تلفیق با سیستم عامل مبنا، لی و لیو (۲۰۰۷) مدلی از دو نوع اصلی از لایه‌ها شامل لایه‌های محیطی بی حرکت و لایه عامل‌های متحرک استفاده نمودند (Li, Liu, 2007). به‌صورتی که لایه‌های محیطی شامل داده‌های مکانی از قبیل انواع کاربری زمین، قیمت زمین، محیط اطراف، دسترسی، امکانات عمومی کلی و تحصیلات می‌باشند. در نتیجه در تحقیق مذکور با به‌کارگیری CA استاندارد، احتمال توسعه‌ی وابسته به عوامل فیزیکی نیز برآورد شده است.

تان و همکاران (۲۰۱۵) از تلفیق مدلسازی عامل مبنا، اتوماسیون سلولی و همچنین تئوری بازی‌ها در شهر وون از کشور چین بهره گرفتند. همچنین از سیستم اطلاعات مکانی، داده‌های سنجش از دور و تجزیه و تحلیل‌های آماری کمک گرفته شده است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که درگیری‌های اجتماعی بین ذینفعان مختلف در توسعه شهری می‌تواند با به‌کارگیری درخت بازی (game tree) شناسایی شود. در این راستا نظریه بازی‌ها برای تجزیه و تحلیل فرآیند تصمیم‌گیری به کار گرفته شده است (Tan, Liu, Zhou, Jiao, Tang, 2015). در مقاله‌ای دیگر در سال ۱۳۹۱ رضا زارعی و علی اصغر آل‌شیخ با هدف یافتن مدلی برای شبیه‌سازی و پیش‌بینی پدیده توسعه شهری، از تلفیق روش اتوماسیون سلولی و الگوریتم ژنتیک بهره گرفتند. مدلسازی این روش، با استفاده از لایه‌های اطلاعاتی نظیر: فاصله از راه اصلی، شیب زمین، مناطق غیر قابل توسعه و تراکم سلولهای شهری در شعاع همسایگی صورت پذیرفته است. در این تحقیق، از الگوریتم ژنتیک جهت کالیبراسیون مدل CA و تعیین میزان تاثیر عوامل مختلف در فرایند مدل‌سازی استفاده شده است.

روش تحقیق

محدوده مطالعاتی

شهر مشهد، مرکز استان خراسان رضوی با ۳۲۸ کیلومتر مربع مساحت، در شمال شرق ایران و در طول جغرافیایی ۵۹ درجه، ۱۵ دقیقه تا ۶۰ درجه، ۳۶ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه، ۴۳ دقیقه تا ۳۷ درجه، ۸ دقیقه و در حوضه آبریز کشف رود، بین رشته کوه‌های بینالود و هزار مسجد واقع است. ارتفاع شهر از سطح دریا حدود ۱۰۵۰ متر می‌باشد. شکل ۱ نمایی از این شهر را به تصویر کشیده است. این شهر با نقش و عملکرد فرهنگی/ مذهبی و اهمیت ارتباطی و تجاری در سطح ملی و فرا ملی از ابتدای حیات خود تا بحال دو سناریوی رشد افقی را تجربه کرده است. یک سناریوی رشد افقی آرام یا رشد ارگانیک که قبل از اصلاحات اراضی دهه ۴۰ بر توسعه فیزیکی این شهر حاکمیت داشته و مشخصه عمده آن درونریزی جمعیت شهر در خود بوده است. در این فرایند تغییرات ساختاری عموماً محتوایی بوده است. سناریو دیگر رشد سریع یا رشد غیر ارگانیک مربوط به ۴۰ سال گذشته که در این فرایند رشد افقی شهر بسیار سریع‌تر از رشد جمعیت و نیاز واقعی شهر بوده و این سناریو شهر را دچار مشکلات متعدد نموده است.

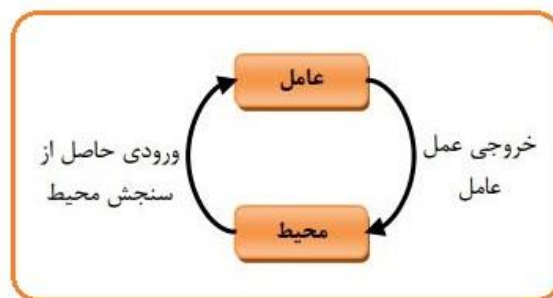


شکل ۱- نمایی از منطقه مطالعاتی شهر مشهد.

مدلسازی عامل مینا

سیستم‌های عامل مینا با توجه به امکان ترکیب مکان و زمان می‌توانند ابزاری قدرتمند در زمینه مدیریت مسائل مکانی باشند (Weiss, 1992). در علوم مختلف همیشه سعی بر این بوده است تا با شکستن سیستم‌ها به اجزا کوچکتر، آنها را به صورت

جداگانه و جزء به جزء تحلیل نمایند. مدلسازی عامل مبنا از قرار دادن اجزاء یا عامل‌های ساده در کنار هم به منظور ایجاد رفتارهای پیچیده استفاده می‌شود. از این رو، این سیستم‌ها به عنوان یک روش پایین به بالا شناخته می‌شوند (Macal, North, 2008). مدل‌های عامل مبنا موجودیت‌های تصمیم گیرنده‌ای را ارائه می‌دهند و تعامل آنها با یکدیگر و با محیط‌های فیزیکی و اجتماعی‌شان را نمایش می‌دهند. عامل‌ها دارای مشخصات و خصوصیات از پیش تعریف شده‌ای برای رسیدن به یک هدف می‌باشند (Guilfoyle, Warner, 1994). در حالت کلی سیستم‌های مبتنی بر عامل عبارتند از مجموعه‌ای از عامل‌های مستقل که در اجتماع با یکدیگر در رسیدن به یک هدف کلی با برنامه‌ریزی، همکاری و هماهنگی، امکان حصول به هدف کلی را برآورد می‌سازند. شکل ۲ حالت کلی عملکرد یک عامل را نشان می‌دهد. این سیستم‌ها مانند هر سیستم هوشمند، دارای ساختاری جهت انجام مکانیزم‌های استدلال و یادگیری بر اساس پایگاه دانش و عمل‌های منطبق بر اهداف در محیط‌های تعریف شده است. در طراحی اینگونه سیستم‌ها دو مبحث وجود دارد. یکی طراحی عامل‌ها و قوانین مربوط به آنها و همچنین روابط بین عامل‌ها با یکدیگر و دیگری طراحی محیطی است که عامل‌ها در آن به فعالیت می‌پردازند. محیط به فضایی گفته می‌شود که عامل‌ها در آن حرکت و فعالیت نموده و با یکدیگر مرادده داشته و بر هم اثر می‌گذارند. عامل، محیط را حس می‌کند و در آن عمل می‌کند و بر روی آن تأثیر می‌گذارد. از خصوصیات این گونه سیستم‌ها میتوان به قدرت و توانایی بالای آنها در ترکیب کردن و در نظر گرفتن پیچیدگی‌های زمانی- مکانی و رفتاری اشاره کرد. انعطاف پذیری ذاتی سیستم‌های عامل مبنای مسائل مکانی در نمایش اجزاء از خصوصیات آنهاست. همچنین آنها هنگامی که روابط موجود میان اجزاء و محیط به صورت سلسله مراتبی و تودرتو باشند نیز، بسیار مفید عمل می‌کنند. از دیگر قابلیت‌های آنها میتوان به توانایی آنها در مدلسازی پدیده‌های ناسازگار اشاره کرد (Parker, 2005).

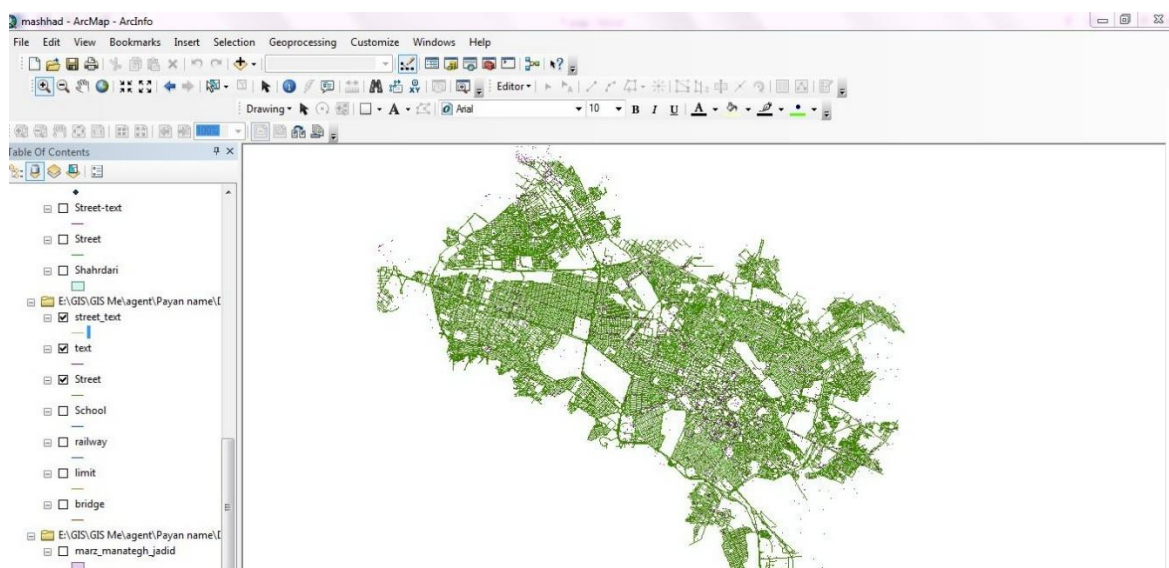


شکل ۲- نحوه عملکرد عامل.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

در این پژوهش مدل عامل مبنای پیاده‌سازی شده ابتدا تنظیم و سپس با استفاده از داده‌های ورودی به اجرا در می‌آید. تنظیم مدل با کمک داده‌های موجود و نظرات کارشناسی انجام می‌شود. در این راستا از داده‌های سال ۱۳۸۵ برای شبیه‌سازی گسترش اراضی شهری در سال ۱۳۹۰ استفاده می‌شود و نتایج با داده‌های واقعی مربوط به همین سال مقایسه و بدین ترتیب نتایج حاصل از مدل ارزیابی می‌گردد. داده‌های مورد استفاده در این تحقیق همگی مکانی و یا مربوط به مکان هستند. عامل‌ها نیز در یک محیط مکانی به جستجوی زمین می‌پردازند. با این توصیف و با عنایت به قابلیت‌های مناسبی که سامانه‌های اطلاعات مکانی (GIS) در ذخیره‌سازی، بهنگام‌رسانی، بازیابی، پردازش، تجزیه و تحلیل، یکپارچه‌سازی و نمایش انواع مختلفی از داده‌های مکان مرجع دارند (Alesheikh, Soltan, Nouri, Khalilzadeh, 2008). در این تحقیق استفاده از این سامانه جهت آماده‌سازی داده‌ها، ورود اطلاعات به نرم‌افزار و نیز تحلیل نتایج ضروری است. لذا از نرم افزار ArcGIS 10 برای آماده‌سازی داده‌ها، تحلیل و اخذ خروجی و از نرم‌افزار NetLogo 5.2.0 همراه با گسترش GIS آن، برای ورود نقشه‌ها و اجرای مدل عامل-مبنا استفاده گردیده است. بنابراین، GIS بستر ساز انجام این پژوهش به شمار می‌رود. محققان مختلف داده‌ها و نقشه‌های مختلفی را به عنوان عوامل تأثیرگذار در رشد و توسعه شهری مورد استفاده قرار داده‌اند. در این بین بعضی داده‌ها حضور ثابتی را در بیشتر این تحقیقات داشته‌اند. در برخی تحقیقات سعی شده است که تعداد نقشه‌ها و پارامترهای بیشتری مورد استفاده قرار گیرند. با این وجود، بنسن و ترنز بیان می‌کنند که استفاده از معیارها و پارامترهای بیشتر تنها، مساله را پیچیده‌تر می‌کند و کمکی به بهبود نتایج نمی‌کند. ودل نیز اذعان می‌کند که استفاده از نقشه‌های بیشتر به عنوان معیارهای رشد و توسعه شهری، سبب استفاده از داده‌های وابسته و در نتیجه منجر به منحرف شدن نتایج می‌گردد (Waddell, 2001). لذا سه معیار مهم در این تحقیق، با توجه به اهمیت آنها در منطقه مطالعاتی جهت بررسی پدیده مذکور عبارتند از توپوگرافی زمین، میزان دسترسی و جذابیت زمین. این معیارها که در قالب سه نقشه رستری مورد استفاده قرار می‌گیرند، هر یک حاصل اثر و ترکیب چندین نقشه دیگر است که در ادامه به آنها اشاره می‌شود. برای تهیه نقشه جذابیت زمین دو معیار میزان نزدیکی به امکانات اعم از امکانات بهداشتی، آموزشی، مذهبی، نظامی و نظیر آن؛ و همچنین میزان نزدیکی به عرصه‌های آبی، پارک‌ها، جنگل‌ها، رودخانه‌ها، برکه‌ها و فضاها (Ligmann-) است (Zielinska, Jankowski, 2010). نقشه دسترسی نیز، نشان‌دهنده نسبت سلولها برای دسترسی به شهر مشهد از نظر زمانی است. گفتنی است برای آماده‌سازی این نقشه‌ها از روش جمع وزنی نقشه‌های تشکیل‌دهنده آنها استفاده شده که وزن نقشه‌ها با نظر کارشناسی تعیین گردیده است. همچنین همه نقشه‌ها پیش از ترکیب به صورت نرمالیزه درآمدند. علاوه بر این، از منطقه‌بندی اراضی نیز استفاده شده، به نحوی که برای تهیه نقشه منطقه‌بندی با مراجعه حضوری و بازدید از محل، تقسیم‌بندی

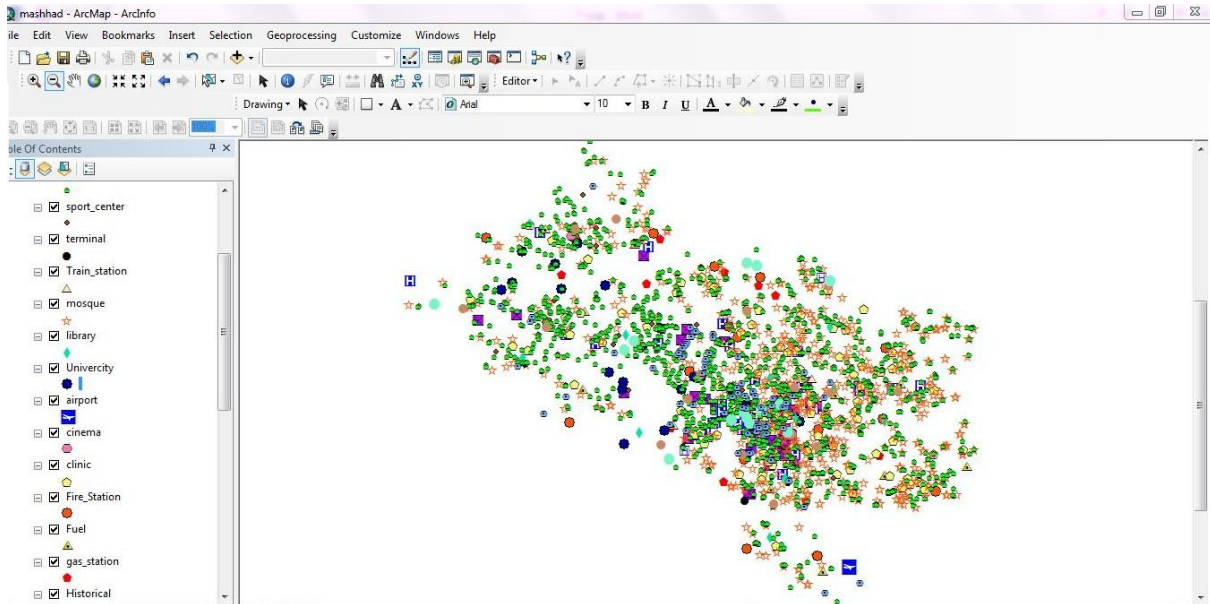
عرفی اراضی که در هنگام جستجو برای زمین مورد استفاده قرار می‌گیرد استحصال شد. این تقسیم‌بندی که مرزهای آن عمدتاً بر راه‌های اصلی موجود منطبق است، شامل ۱۳ منطقه می‌باشد. در شکل‌های ۳، ۴، ۵ و ۶ اطلاعات این پارامترها برای شهر مشهد به تصویر کشیده شده‌اند. در نهایت لازم است که مناطق توسعه یافته در سالهای مورد پژوهش مشخص شوند. برای سال ۱۳۸۵ مناطق توسعه یافته از نقشه‌های موجود تهیه شده توسط سازمان نقشه‌برداری کشور به دست آمدند و از تصاویر ماهواره‌ای نیز برای تشخیص مناطق توسعه یافته در سال ۱۳۹۰ مورد استفاده قرار گرفت.



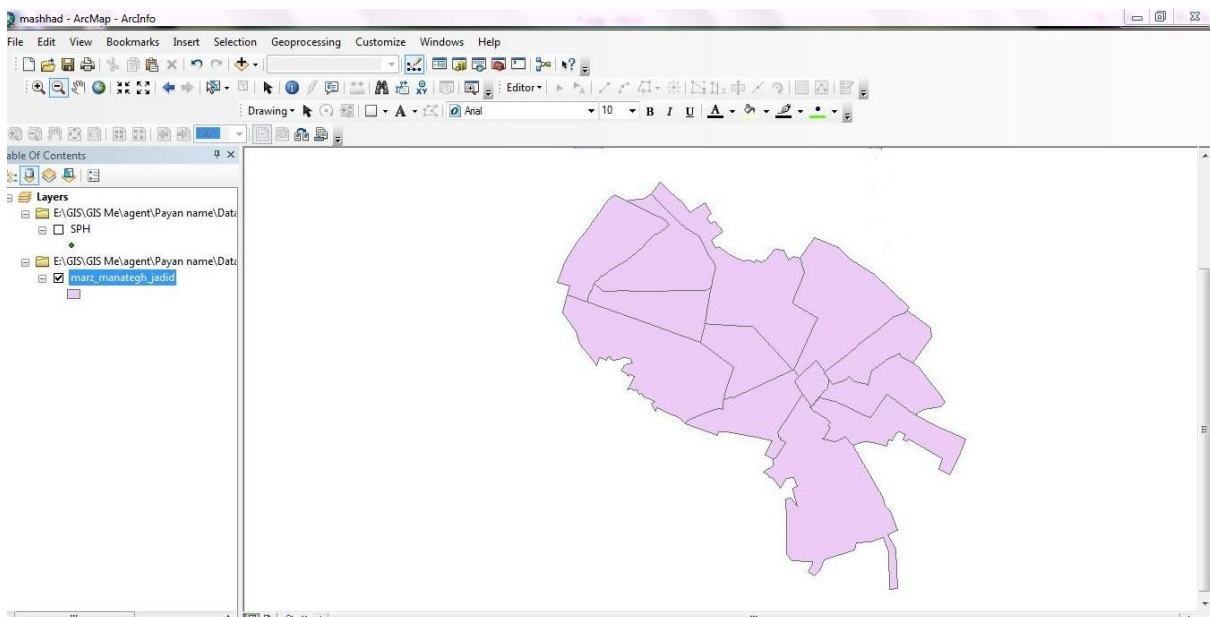
شکل ۳- نقشه دسترسی شهر مشهد.

شرح مدل

مدل اطلاعات مکانی مورد استفاده در این پژوهش یک مدل رستری است. این مدل به همراه سه نقشه معیار، نقشه مناطق توسعه یافته و نقشه منطقه‌بندی، محیط تعامل عامل‌ها را تشکیل می‌دهد که محیط تعامل عامل‌ها را تشکیل می‌دهد. در این شبکه سلول‌بندی شده، هر سلول دارای مقدار مشخص در سه نقشه معیار مورد استفاده (نقشه‌های توپوگرافی زمین، دسترسی و جذابیت زمین) است. همچنین هر سلول با توجه به نقشه توسعه منطقه، می‌تواند توسعه یافته، توسعه نیافته و غیر قابل توسعه باشد. از طرف دیگر سرزمین مورد مطالعه با توجه به بافت و خصوصیات توسعه به ۱۳ منطقه تقسیم شده است. از این رو هر سلول می‌تواند به یکی از این مناطق ۱۳ گانه تعلق داشته باشد. عامل‌ها معمولاً به صورت افرادی در نظر گرفته

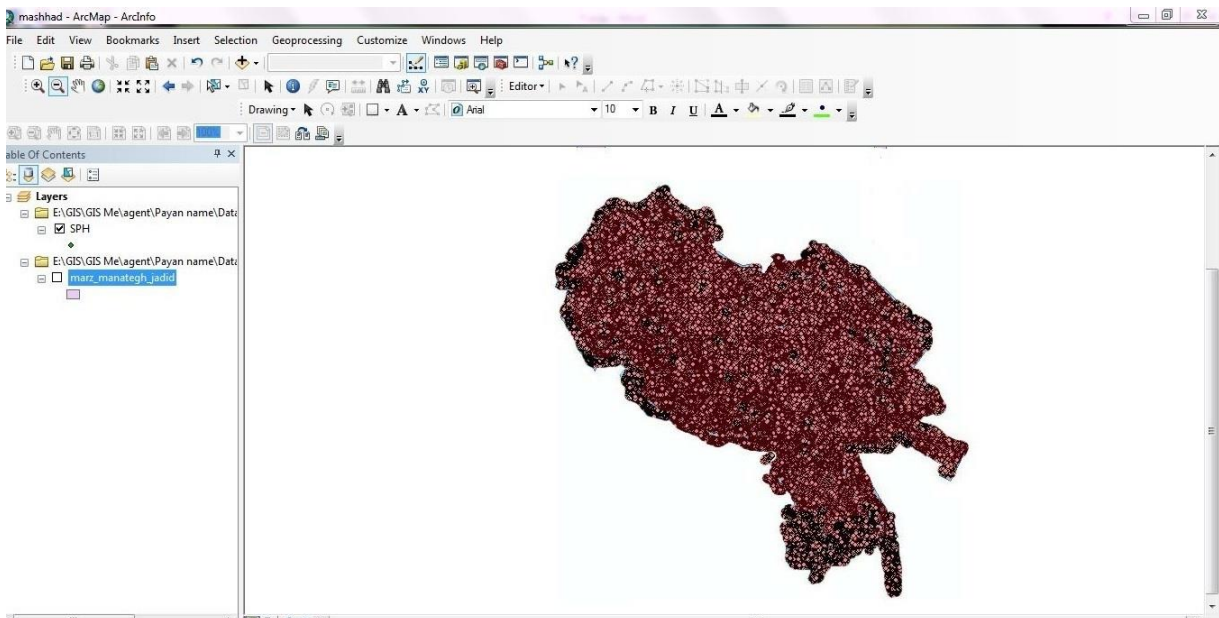


شکل ۴- نقشه امکانات شهر مشهد اعم از امکانات بهداشتی، رفاهی، مذهبی و نظیر آن.



شکل ۵- نقشه منطقه‌بندی شهر مشهد.

می‌شوند که توسعه‌دهندگان زمین هستند و باید از ویژگی‌های مهم تصمیم‌گیری برخوردار باشند. همچنین عامل‌ها را می‌توان به کلاس‌های مختلفی با خصوصیات و رفتارهای مختلف تقسیم نمود که منعکس‌کننده انواع تصمیم‌گیرندگان مساله تغییر وضعیت زمین باشند (حسین علی، آل شیخ، نوریان، ۱۳۹۱). در این پژوهش عامل‌ها معرف توسعه‌دهندگان زمین هستند که در سطح سرزمین به جستجو می‌پردازند و مطلوب‌ترین سلول‌ها را برای توسعه انتخاب و در پایان هر دوره فعالیت که متناظر با یک سال در نظر گرفته می‌شود، نسبت به توسعه آن اقدام می‌کنند. با طی این فرآیند سلول‌های منتخب از حالت توسعه نیافته به حالت توسعه یافته تبدیل می‌شوند. عامل‌ها نیز در این تحقیق پیکسل‌های موجود در شبکه رستری هستند که برای توسعه از نظر سه پارامتر بیان شده رقابت می‌کنند. حرکت آن‌ها نیز طبق قوانین خاصی انجام می‌شود. اگر فرض شود که محیط به چند ناحیه تقسیم بندی شده است، در آغاز جستجو هر عامل باید تصمیم بگیرد که در کدام منطقه به جستجو بپردازد. هر عامل بسته به نوع خود، تعداد مناطق مشخصی را جستجو می‌کند. عامل به صورت اتفاقی و بر حسب احتمال به یکی از مناطق می‌رود. وقتی عامل وارد یک سلول می‌شود، میزان مطلوبیت آن سلول و همه همسایگان قابل توسعه آن را بررسی و ذخیره می‌کند و سپس به یکی از سلول‌های همسایه که دارای بیشترین مطلوبیت است نقل مکان می‌کند و به همین شیوه به کاوش خود ادامه می‌دهد.



شکل ۶- نقشه توپوگرافی شهر مشهد.

معیار مطلوبیت، جمع وزنی مقادیر در سه نقشه معیار است و در شرایطی که بیش از یک سلول از سلول‌های همسایه به طور مساوی حائز بیشترین مطلوبیت شوند، یکی از آنها به صورت اتفاقی برگزیده می‌شود. در مرحله جستجو عامل‌ها کاملاً آزاد هستند و تزامنی برای یکدیگر ایجاد نمی‌کنند. بنابراین یک سلول می‌تواند توسط عامل‌های متعددی به صورت همزمان بازدید شود. با اتمام مرحله جستجو برای همه عامل‌ها، مرحله انتخاب سلول‌ها برای توسعه آغاز می‌گردد. هر عامل با توجه به نوع خود، تعداد مشخصی از سلول‌ها را در هر سال توسعه می‌دهد. بدین منظور عامل‌ها فهرست سلول‌های بازدید شده خود را در تمام سرزمین را بر اساس مطلوبیت به صورت نزولی مرتب می‌کنند و سپس مطابق با سهمیه توسعه خود، مطلوب‌ترین سلول‌ها را از ابتدای فهرست برای توسعه برمی‌گزینند. چنانچه این سلول‌ها مورد تقاضای هیچ عامل دیگری نباشند، آنها توسط عامل مورد نظر توسعه می‌یابند و در غیر این صورت عامل برای توسعه سلول‌های دارای خواهان وارد رقابت می‌شود. عاملی در رقابت برنده خواهد بود که بیشترین امتیاز را در میان عامل‌های رقیب کسب نماید.

نتایج و بحث

شهرها و روند تغییراتی آن‌ها نوع بارزی از سیستم‌های پیچیده و پویا هستند و تغییرات رشد شهری، متأثر از عوامل و نیروهای مختلفی ناشی از سیستم شهر و سیستم‌های فرا شهری است. در تحقیق حاضر، استفاده از فن آوری نوین عامل در سیستم‌های اطلاعات مکانی مورد توجه قرار گرفته که به عنوان مطالعه موردی به شکل‌دهی و شبیه‌سازی رشد و توسعه شهری در شهر مشهد پرداخته شده است. بر این اساس مدلی طراحی و پیاده‌سازی شده است که در آن هر پیکسل در شبکه سلولی محدوده مطالعاتی، به عنوان یک عامل توسعه‌گر و تعامل پذیر از نوع بررسی پارامترهای ویژگی‌های منطقه‌ای، دسترسی و با ارزش بودن زمین مدل شده است. برای پیاده‌سازی این سیستم از نرم‌افزار NetLogo 5.2.0 استفاده شده که با تلفیق نرم افزار ArcGIS به آن، امکان استفاده از داده‌های GIS فراهم گشته است. وظیفه هر عامل جمع آوری اطلاعات از محیط (سلول‌های همسایه) و محاسبه میزان امکان توسعه با توجه به پارامتر اولویت‌دار برای خود می‌باشد. سپس با بهره‌گیری از پایگاه دانش اولویت توسعه برای هر سلول را ایجاد می‌کند. مدل به صورت پویا عمل می‌کند؛ پویا بودن مدل به این معنی است که عامل‌ها پیوسته فعال بوده و محیط خود را حس می‌کنند و بلافاصله بعد از توسعه دادن یک سلول توسط یک عامل، دیگر عامل‌ها اثر تغییر توسعه‌ها را بر روی اولویت‌های خود اعمال می‌کنند. در نهایت نقشه‌ای از رشد و توسعه شهر مشهد در سال ۱۳۹۰ ایجاد شده که نتایج اصولی‌تر و سنجیده‌تری نسبت به توسعه واقعی حاصل شده است. لازم به ذکر است که مدل عامل مینا با داشتن قابلیت‌هایی نظیر استقلال، استنتاج، یادگیری، جابجایی و امکان تحلیل و نیز مزایایی مانند فضایی بودن، پیوند با دیگر ابزارهای تحلیل فضایی (GIS، RS)، دارا بودن محیط بصری و سادگی نسبی در مقایسه با دیگر مدل‌های شبیه‌سازی شهری می‌تواند به عنوان لابراتوری

مطلوب برای مطالعه، مدلسازی و بازنمایی فرایندهای پیچیده شهری عمل نماید و عملکرد این مدل مشابه عناصر و عملکرد شهر واقعی می‌باشد. با اجرای سیستم طراحی شده و بررسی اطلاعات خروجی، این نتیجه شایان ذکر است که سیستم‌های شبیه‌سازی عامل مبنا در بحث مدیریت شهری و به خصوص رشد و توسعه شهری دارای کارایی فراوانی هستند و لزوم استفاده از این سیستم‌ها به همراه آنالیزهای GIS در کنار سایر روش‌های موجود غیر قابل انکار است. بنابراین با استفاده از تلفیق این نوع سیستم‌ها با GIS، به‌عنوان ابزاری کارآمد در بحث تصمیم‌گیری و کنترل بحران برای برنامه‌ریزان، سیاست‌گذاران و مدیران شهری، می‌توان عوامل مؤثر بر رشد شهری را بررسی کرد و شناخت جامعی از الگوهای رشد شهر طی زمان و مکان به دست آورد. همچنین سناریوهای مختلف رشد شهری برای آینده را پیش‌بینی کرده و پس از ارزیابی هر یک، بهترین را گزینش کرد تا از مخاطرات اجتماعی و محیطی رشد ناخواسته شهر جلوگیری شود. از اهداف کاربردی مقاله حاضر به منظور کمک به تصمیم‌گیری و تحلیل مسائل شهری، طراحی سامانه‌ای است که قادر باشد با استفاده از قابلیت‌های عامل مبنا، چارچوب بهینه‌تر و کاراتری در زمینه رشد و توسعه شهری ایجاد نموده و از آن در هدایت روند تغییرات شهری بهره گرفته شود، به نحوی که پژوهشگران بتوانند براساس این رویکرد به مدلسازی و مدیریت پدیده‌های پویا و پیچیده از جمله مسائل برنامه‌ریزی و مدیریت شهری بپردازند. در کنار این بررسی، امکان تحلیل پدیده رشد و توسعه شهری با پارامترهای کم اهمیت تر منطقه مطالعاتی علاوه بر فاکتورهای فوق پیشنهاد می‌گردد، بدین نحو که پارامترهای مختلف اضافه شده و اثرپذیری و لزوم استفاده از هر یک ارزیابی گردد. همچنین می‌توان از تلفیق سیستم‌های عامل مبنا با دیگر سیستم‌ها جهت تقویت کارهای اجرایی و بهبود دقت و صحت نتایج بهره جست.

منابع و مراجع

- پوراحمد، ا. حاتمی نژاد، ح. حسینی، س.ه. آسیب شناسی طرح‌های توسعه شهری در کشور. مجله پژوهش‌های جغرافیایی، تهران، ۵۸: ۱۶۷-۱۳۸۵، ۱۸۰.
- حسین علی، ف. آل شیخ، ع.ا. نوریان، ف. توسعه مدلی عامل-مبنا برای شبیه‌سازی گسترش کاربری اراضی شهری (مطالعه موردی: قزوین). مجله مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای، ۱۳۹۱.
- زارعی، ر. آل شیخ، ع.ا. مدلسازی توسعه شهری با استفاده از اتوماسیون سلولی و الگوریتم ژنتیک. مجله پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، تهران، ۱۱: ۱-۱۶، ۱۳۹۱.
- سلطانی، ر. منوری، ص. سلمان ماهینی، س.م. آل شیخ، ع.ا. ارائه مدل بهینه توسعه یکپارچه شهری در استان تهران، مجله منابع طبیعی ایران، تهران، ۳(۶۵): ۳۷۹-۳۹۲، ۱۳۹۱.

لطیفی، ش. روضاتی، ح.ر. صاحبقرانی، ع.ر. مدیریت توسعه شهری پایدار بر مبنای توسعه درون شهری، ۵۴۷.

میره‌ای، م. کلانتری، ح. آشنایی با طرح های توسعه شهری. سازمان شهرداری ها و دهیاری های کشور، تهران، ۱۳۹۰.

Alesheikh A. A, Soltani M. J, Nouri, N, Khalilzadeh M. Land assessment for flood spreading site selection using geospatial information system. *International Journal of Environmental Science & Technology*, ۵(۴), ۴۵۵-۴۶۲, ۲۰۰۸.

Al-Hathloul S, Mughal M.A. Urban growth management-the Saudi experience. *Habitat International*, ۲۸ (۴): ۶۰۹-۶۲۳, ۲۰۰۴.

Dimitrios P. Urban Growth Prediction Modelling Using Fractals and Theory of Chaos. *Open Journal of Civil Engineering*, ۲: ۸۱-۸۶, ۲۰۱۲.

Eaton J, Eckstein Z. Cities and growth: Theory and evidence from France and Japan. *Regional Science and Urban Economics*, ۲۷(۴): ۴۴۳-۴۷۴, ۱۹۹۷.

Guilfoyle, C, Warner, E. Intelligent agents: the new revolution in software. *Ovum*, ۱۹۹۴.

Ligmann-Zielinska A, Jankowski P. Exploring normative scenarios of land use development decisions with an agent-based simulation laboratory. *Computers, Environment and Urban Systems*, ۳۴(۵), ۴۰۹-۴۲۳, ۲۰۱۰.

Li X, Liu X. (۲۰۰۷). Defining agents' behaviors to simulate complex residential development using multicriteria evaluation. *Journal of Environmenta Management*, ۸۵(۴): ۱۰۶۳-۱۰۷۵.

Macal C. M, North M. J. Agent-based modeling and simulation: ABMS examples. In *Proceedings of the ۴۰th Conference on Winter Simulation* (pp. ۱۰۱-۱۱۲). ۲۰۰۸.

Osman H, Agent-based simulation of urban infrastructure asset management activities. *Automation in Construction*, ۲۸: ۴۵-۵۷, ۲۰۱۲.

Parker D. C, Integration of geographic information systems and agent-based models of land use: Prospects and challenges, *GIS, Spatial Analysis, and Modeling*, pp. ۴۰۳-۴۲۲, ۲۰۰۵.

Tan R, Liu Y, Zhou K, Jiao L, Tang W. (۲۰۱۵). A game-theory based agent-cellular model for use in urban growth simulation: A case study of the rapidly urbanizing Wuhan area of central China. *Computers, Environment and Urban Systems*, ۴۹: ۱۵-۲۹.

Tayyebi A, Pijanowski B.C, Tayyebi A.H. An urban growth boundary model using neural networks, GIS and radial parameterization: An application to Tehran, Iran. *Landscape and Urban Planning*, ۱۰۰(۱): ۳۵-۴۴, ۲۰۱۱.

Turner B, Hegedus J, Tosics I. *The Reform of Housing in Eastern Europe and the Soviet Union*. London, ۱۹۹۲.

Weiss G. (Ed.). *Multiagent systems: a modern approach to distributed artificial intelligence*. MIT press, ۱۹۹۹.

Waddell P. *Towards a Behavioral Integration of Land Use and Transportation Modeling*. ۲۰۰۱.

Zhang J, Wang K, Song G, Zhang Z, Chen X, Yu Z, Application of multi-agent models to urban expansion in medium and small cities: A case study in Fuyang City, Zhejiang Province. Chinese Geographical Science, China. ۲۳(۶): ۷۵۴-۷۶۴, ۲۰۱۳.