مدل‌سازی توسعه تبریز در سال ۱٤۱۰ با استفاده از LTM

Modeling of Tabriz Expansion in 2031 using LTM

اکبر رحیمی[۱]

دریافت: ۹۳/۰۳/۰٤ **پذیرش: ۹۳/۰۹/۰۵**

چکیده

تغییر کاربری اراضی فاکتور کلیدی پیشرفت بشری و توسعه محیط فیزیکی می‌باشد. در این پژوهش برای ارزیابی تغییرات کاربری اراضی در تبریز، از تصاویر ماهواره‌ای سال‌های ۱۳٦۸ و ۲۰۰۵ استفاده شده است و برای مدل‌سازی این تغییرات در سال ۱٤۱۰، از پارامترهای مؤثر در توسعه شهر تبریز و از مدل LTM استفاده گردید. شهر تبریز در دهه‌های گذشته به‌شدت با تغییرات اراضی شهری مواجه بوده است که نتایج به‌دست آمده از بررسی تصاویر ماهواره‌ای برای سال‌های ۱۳٦۸ و ۱۳۸٤ نشانگر تغییرات فزاینده کاربری‌ها مخصوصاً کشاورزی و فضاهای سبز به کاربری اراضی ساخته شده می‌باشد. با ادامه این روند، شهر تبریز با مسائل و مشکلات فراوان در آینده مواجه خواهد شد. به‌طوری که نتایج حاصل از مدل‌سازی توسعه شهر تبریز برای سال ۱٤۱۰ در این پژوهش نشانگر این است که بیش از ۹۰ درصد از محدوده شهر در افق پیش‌بینی به اراضی ساخته‌شده اختصاص خواهد یافت و تنها ۱۰ درصد از محدوده شهر به کاربری فضای سبز اختصاص می‌یابد. پیش‌بینی توسعه در این تحقیق نشانگر این است که اراضی ساخته‌شده، ۱٤۳ درصد افزایش خواهد یافت و اراضی کشاورزی و فضاهای سبز به ترتیب با ۱۱٦۰۳ و ۱۹۱۹ هکتار کاهش یافته و به ساخت‌وساز اختصاص خواهد یافت. با ادامه این روند توسعه در دهه‌های آتی شهر تبریز با مشکلات فزاینده زیست‌محیطی و اکولوژیکی مواجه خواهد شد.

واژگان کلیدی: تغییر کاربری اراضی، مدل‌سازی شهری، مدل LTM، فضای سبز شهری، شهر تبریز.

۱. استادیار گروه مهندسی فضای سبز، تبریز، دانشگاه تبریز، دانشکده کشاورزی، گروه مهندسی فضای سبز. (akbar.rahimi@gmail.com).

Akbar Rahimi[1]

Accepted: 25/05/2014 **Received: 26/11/2014**

Abstract

Land use change is a key factor in the human progress and environmental development. Therefore, we investigated the land- use changes in Tabriz using satellite images taken in 1989 and 2005. We then modeled how these changes would alter the land uses in 2031 using both effective parameters in the development of Tabriz and land transformation model (TLM), Over the past decades, Tabriz has sharply faced changes in the urban land use. The results obtained from satellite images for years 1989 and 2005 represent increasing changes in land use, particularly agricultural land use and green spaces. With the continuance of this process, Tabriz will face a great many challenges. The results of this study for Tabriz development modeling in 2031 show that more than 90 percent of the city will be dedicated to the built areas and only 10 percent of the city will be assigned to green spaces. According to the results obtained, it is forecast that the built areas in Tabriz will increase to 143 percent and agricultural land as well as green spaces will decrease to 11603 and 1919 hectare respectively in order to be allocated for construction. With the expansion of Tabriz in coming decades, it will be encountered with increasingly ecological and environmental problems.

Key words: land use change, Urban modeling, Land Transformation Model, Urban green space, Tabriz city.

1. Assistant professor in department of Landscape Engineering, University of Tabriz, Bolvare 29 Bahman, Tabriz, Iran. (akbar.rahimi@gmail.com).

مقدمه

طرح مسأله

تمایل شدید به شهرنشینی و گسترش و توسعه شهرها را در همه جای دنیا می‌توان مشاهده کرد (Pauleit et al., 2005: 295). در سال‌های اخیر توسعه اسپرال با سکونت‌گاه‌های کم‌تراکم و توسعه شهری در طول کریدورهای ترابری سبب ایجاد مسائل و مشکلات فراوانی گردیده است که این فرایندها، الگوهای اسکان را از لحاظ زیست محیطی ناکارآمد کرده و تأثیر منفی در حوزه پیرامونی سکونتگاه‌ها گذاشته است (Antrop, 2000: 260; Swenson and Franklin, 2000: 717). با رشد سریع نواحی شهری، فرایند شهرنشینی در آینده با تغییرات فزاینده‌ای مواجه می‌گردد. یکی از این موارد، تغییرات کاربری اراضی شهری است که همیشه با تغییرات چشمگیری همچون تغییرات زیستی در جهان، فرایندهای فیزیکی و اقلیمی، مشکلات شدید زیست‌محیطی و اکولوژیکی می‌باشد (Latifovic et al., 2005: 32, Fisher et al., 2006: 53). تغییر کاربری و پوشش زمین، به‌طور وسیع در نواحی مختلف، می‌تواند تغییرات در سکونت‌گاه‌های شهری و الگوهای پوشش گیاهی را به‌عنوان یک شاخص مهم برای محیط‌های الکولوژیکی شهری به دنبال داشته و نقش مهمی در ارزیابی سکونت‌گاه‌های انسانی بازی می‌کند (Mayunga et al., 2007: 2345, Gallego, 2004: 3025). این تغییرات پیآمد بحث برانگیز فعالیت‌های بشر است که به طور آشکار تأثیرات فراوانی در توسعه پراکنده در نواحی شهری داشته است (Brueckner 2000: 165; Glaeser and Kahn 2004: 45). توانایی درک و پیش‌بینی تغییرات در الگوهای کاربری اراضی برای تصمیم‌گیران و سیاست‌گذران که نگران منابع عمومی، کیفیت زندگی و نتایج حفاظت محیطی هستند، ضرورتی اجتناب‌پذیر می‌باشد. تغییرات در الگوهای کاربری زمین، بر انسان و سیستم طبیعی تأثیر می‌گذارد. اثر تغییرات الگوهای کاربری زمین بر پتانسیل‌های اجتماعی و اقتصادی، شامل افزایش هزینه‌های تهیه خدمات عمومی، هدررفتن فضاهای باز و افزایش ازدحام و تراکم می‌باشد. اثرات اکولوژیکی شامل اتلاف و قطعه قطعه شدن سکونتگاه‌ها و دگرگونی ریتم هیدرولوژیکی می باشد (Bell and Irwin, 2002: 220).

شبیه‌سازی تغییرات کاربری زمین یک عنصر مهمی را فراهم می‌کند که تأثیر بسیاری در آماده‌سازی و توسعه در سطح کوچک‌تر، ارزیابی برنامه‌ها و استراتژی‌ها در مقیاس بزرگ دارد. مدل‌های بسیاری در سال‌های اخیر جهت بررسی تغییرات کاربری اراضی مورد استفاده قرار گرفته است. بریاسولیز (۲۰۰۰) به تشریح بسیاری از مدل‌های تغییرات کاربری اراضی شهری و سابقه نظری آنها پرداخته است. وادل و آلفارسون (۲۰۰۳) و وربورگ و همکارانشان (۲۰۰٤) پیشنهادات و دستورالعمل مناسبی در مورد این مدل‌ها را ارائه کرده‌اند. دستورالعملی که پیشرفت‌های رایج در تحلیل فرایند تغییرات کاربری اراضی را تبیین می‌کند. شناسایی و کشف مدل‌های جدید و پایه‌های نظری آنها و کاربردشان در شبیه‌سازی تغییرات کاربری در کتاب اخیر کومن و همکارانشان (۲۰۰۷) جمع‌آوری و تبیین گردیده است. پیشرفت‌ها مداوم در تکنولوژی محاسبات و کامپیوتر و همچنین توسعه روزافزون داده‌های جغرافیایی به‌صورت تفصیلی، به مدل‌سازان در سرتاسر جهان به‌منظور توسعه مدل‌های سریع و بهتر جهت تغییرات کاربری اراضی کمک می‌کند.

اهداف تحقیق

توسعه پراکنده و گسترده شهر تبریز در دهه‌های اخیر موجبات به‌هم ریختن نظم توسعه شهری و تخریب اراضی پیرامونی شهر شده است. هدف این تحقیق پیش‌بینی توسعه آتی شهر با روند توسعه گذشته برای سال ۱٤۱۰ می‌باشد تا روند توسعه آتی و میزان تغییرات در محدوده شهر تبریز را مشخص کند.

پیشینه تحقیق

ـ اصغری زمانی در رساله دکتری خود تحت عنوان «ارزیابی و پیش‌بینی گسترش فضایی ـ کالبدی شهرهای ایران، نمونه موردی شهر زنجان» با رویکردی به مبحث مدل‌سازی، فرایند گسترش فضایی ـ کالبدی با استفاده از مجموعه‌ای از بسته‌های نرم‌افزاری تحلیلی ـ گرافیکی و آماری از قبیل ARCGIS, IDRISI, SPSS و CLUE_S گسترش فیزیکی شهر زنجان را ارزیابی و پیش‌بینی کرده است. وی در این رابطه از مدل تحلیل کیفی DPSIR در قالب سناریوی شبیه‌سازی در محیط CLUE_S بهره برده‌است. محقق در تعیین مدل موردنظر خود معیارهایی همچون پویایی و انعطاف‌پذیری، آنی و لحظه به لحظه بودن و تعیین جزئیات فضایی تغییرات و تبدیلات کاربری اراضی شهری را مدنظر داشته و با توجه به قابلیت بالای توضیحی مدل رگرسیون لجستیک، توزیع کاربری اراضی شهر را پیش‌بینی و تبیین کرده است (Asghari zamani, 2007: 130).

ـ کرم با استفاده از رویکرد ارزیابی چندمعیاری (MCE) در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی به تحلیل تناسب زمین برای توسعه کالبدی در محور شمال‌غرب شیراز می‌پردازد. این مقاله با استفاده از روش ترکیب خطی وزن‌دار و در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی تناسب زمین برای توسعه‌ی کالبدی در محور شمال‌غرب شهر شیراز برپایه پنج معیار شیب، جنس و قابلیت زمین، فاصله با شهر و فاصله با راه‌های اصلی ارزیابی شده و نقشه تناسب زمین در محدوده مذکور تهیه شده‌است. برای ساخت نقشه‌های معیار قابل مقایسه و استانداردشده از روش فازی استفاده شده است. پس از آنکه معیارهای ارزیابی به مقیاس‌های قابل مقایسه و استاندارد تبدیل شدند می‌بایستی وزن و اهمیت نسبی هریک از آنها در رابطه با هدف موردنظر را تعیین نموده که در این پژوهش از روش فرآیند سلسله‌مراتب تحلیلی (AHP) ساتی برای تعیین وزن نسبی هر معیار ویژه استفاده شده است. براساس یافته‌های کرم، سیستم اطلاعات جغرافیایی به دلیل قابلیت‌هایی که در زمینه گردآوری، ویرایش، تغییر و تحلیل حجم انبوهی از داده‌ها و اطلاعات مکانی و غیرمکانی دارد، ابزار بسیار مناسبی برای پشتیبانی در زمینه تحلیل‌ها و برنامه‌ریزی‌های فضایی است. کارکردهای بنیادین و پیشرفته این سیستم اجرای طیف وسیعی از عملیات آماری و ریاضی و الگوریتم‌های فضایی بر روی داده‌ها را امکان‌پذیر می‌سازد. این عملیات تا اندازه زیادی محدودیت‌ها و پیچیدگی‌های ناشی از حجم زیاد اطلاعات، ناهمخوانی‌های ناشی از تنوع ماهیت معیارها را کاهش داده و مدت‌زمان محاسبات و تحلیل‌ها را نیز کاهش می‌دهد ضمن آنکه از دقت نسبتاً خوبی نیز برخوردارند (Karam, 2005:41).

رضازاده و میراحمدی در مقاله‌ای تحت عنوان «مدل اتوماسیون سلولی، روشی نوین در شبیه‌سازی رشد شهری» به شناخت این مدل و کاربرد آن در شبیه‌سازی رشد شهری پرداخته‌اند. در بخش نخست مقاله، اصول و عناصر تشکیل‌دهنده آن، معرفی و در بخش دوم چگونگی کار مدل اتوماسیون سلولی در شبیه‌سازی رشد شهری تشریح شده است. هدف مقاله، شناخت مدل اتوماسیون سلولی و چگونگی به‌کارگیری آن در مطالعات شهری بوده است که نهایتاً چهارچوبی برای طراحی مدل اتوماسیون سلولی شهری ارائه نموده است(Rezazade and Mirahmadi, 2009:48).

زارعی و آل شیخ در مقاله‌ای تحت عنوان مدل‌سازی توسعه شهری با استفاده از آتوماتای سلولی و الگوریتم ژنتیکی توسعه شهر شیراز را مدل‌سازی کردند و به بررسی و تحلیل توانایی و کاربرد این مدل‌ها پرداخته و نتایج به‌دست آمده نشانگر این است که با ترکیب این دو مدل جهت پیش‌بینی توسعه، تأثیر هرکدام از پارامترها را می‌توان بررسی و به پارامترهای اصلی در توسعه الویت داد (Zarei and Alesheikh, 2012:12).

ییکالو هایلوم آریا در رساله کارشناسی ارشد خود با عنوان ارزیابی و مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی شهری (مطالعه موردی شهرهای ستوبال و سسیمبال پرتقال) به بررسی تغییرات فضایی ـ کالبدی شهرهای مذکور پرداخته

است. ابتدا نقشه‌های به‌دست آمده از تصاویر موضوعی براساس الگوریتم نزدیک‌ترین همسایگی طبقه‌بندی گردیدند. طبقه‌بندی به‌دست آمده با استفاده از درجه دقت‌پذیری جامع و مدل سنجش کاپا (Kappa) مورد سنجش و ارزیابی قرار گرفت. پویایی کاربری زمین هم از لحاظ الگو و هم کمیت با استفاده از تکنیک طبقه‌بندی چنج دتکشن (change detection) مطابق با ماتریس‌های فضایی ـ منظر ارزیابی شدند که شامل: نواحی طبقه‌بندی شده، تعداد قطعات، تراکم لبه‌ها و کناره‌ها، شاخص بزرگترین قطعات، فاصله نزدیک‌ترین واحدهای مجاور، اندازه میانگین نواحی بارگذاری‌شده، می‌باشد. توسعه پراکنده شهری نیز با استفاده از رویکرد شانون انتروپی (Shannon Entropy) برای توصیف میزان توسعه و گسترش زمین شهری اندازه‌گیری گردید. نتایج به‌دست آمده نشانگر تغییرات شگرف و معنی‌داری در توسعه شهری و الگوهای توسعه در دوره زمانی مطالعه و تغییرات سریع در کاربری زمین می‌باشد. برای پیش‌بینی توسعه شهری و تغییرات کاربری از مدل سلولار آتوماتای مارکوف استفاده گردید که نتایج به‌دست آمده حاکی از آن است که اگر توسعه شهری به همین منوال ادامه پیدا کند باعث تخریب اراضی پیرامونی که عمدتاً جنگل و زمین‌های کشاورزی هستند، می‌شود (Araya, 2009: 73),

ـ نانگی یو و دو کینگان در مقاله خود با عنوان مدل‌سازی الگوهای رشد شهری با استفاده از رگرسیون لجستیک، دگرگونی در تغییرات کاربری و پوشش زمین را براساس تعداد و نوع فعالیت انسانی مؤثر در آن مورد بررسی قرار داده است. محاسبه و برآورد متغییرها در محیط GIS انجام گرفت و سپس از نرم‌افزار SPSS جهت کشف و ارزیابی ارتباط بین رشد شهری و نیروها و فاکتورهای مؤثر و فعال در توسعه شهری استفاده گردید. نقشه‌های به‌دست آمده از مدل مذکور، نشانگر توانایی مدل مذکور در پیش‌بینی و تخمین رشد شهری در مقیاس استانی می‌باشد (Yu and Qingyun, 2011: 65),

ـ یان سانگ و گریت ژان ناپ در مقاله‌ای با عنوان سنجش شکل شهری: آیا پرتلند در جنگ پراکنش شهری برنده خواهد شد «در دوم از سال هفتادم، به بحث در زمینه رشد ناموزون و نااندیشیده شهری در حواشی منطقه شهری پرتلند آمریکا پرداخته‌اند. نکته برجسته در کار این دو، ارائه روش‌های کمّی درخصوص اندازه‌گیری میزان رشد پراکنش شهری است. به‌عبارت دیگر، محققین زیادی به موضوع حواشی شهری پرداخته‌اند، لیکن، کمتر کسی درصدد موشکافی و ارائه راهکار در این خصوص برآمده است. آنها در بررسی خود دریافته‌اند که بیشتر واحدهای موجود در این مناطق واحدهای تک‌خانواری هستند که از دهه ۱۹۶۰ به این سو، در این مناطق نضج گرفته‌اند. آنها در بررسی خود از دو شاخص تراکم و حمل‌ونقل به‌عنوان دو عامل اثرگذار در فرآیند شکل‌گیری و تکوین مناطق حاشیه شهری، نام برده‌اند (Yan and Gerrit-jan, 2005, 14),

مواد و روش‌ها

مدل‌سازی توسعه شهری

رشد سریع شهرها معمولاً با نابودی مناطق کشاورزی و طبیعی همراه است که باعث افزایش اثرات منفی شهرنشینی بر محیط زیست می‌گردد. ویتوسک[1] ۰ در سال ۱۹۹٤ بیان داشته است که « سه تغییر جهانی مستند عبارتند از: افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن در اتمسفر، تغییر بیوشیمیایی در چرخه جهانی نیتروژن و تغییرات کاربری و پوشش اراضی به‌طور مداوم». فرایندهای مکانی و زمانی توسعه شهری و پیامدهای زیست‌محیطی و اجتماعی چنین توسعه‌ای به خاطر اثرات مستقیم و عمیق بر زندگی انسان، شایسته مطالعات جدی توسط جغرافی‌دانان و طراحان شهری و سیاست‌گذاران می‌باشد در دهه ۱۹۷۰ میلادی مدل‌های ریاضی کنار گذاشته شد و مدل‌های کیفی جایگزین آن‌ها گردیدند. مدل‌های

1. Vitousek

کیفی تا پایان دهه ۱۹۸۰ میلادی به‌منظور بررسی توسعه شهرها مورد استفاده قرار گرفتند (Allen, 1997:124), توسعه و پیشرفت سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و نیز سنجش از دور (RS) در فراهم‌آورن اطلاعات فضایی مناسب، در سال‌های دهه ۱۹۹۰ و به کارگیری آن‌ها در مدل‌سازی فضایی تغییرات کاربری اراضی، مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی و توسعه شهری را تسهیل کرد (Takayama et al. 1997:79), از این رو روش‌های مدل سازی فضایی توسعه پیدا کرد.

مدل بر پایه شبکه‌های عصبی مصنوعی[1]

با توجه به اینکه بخش اصلی در مدل‌سازی LTM بر پایه شبکه‌های عصبی مصنوعی صورت می‌گیرد به بررسی کلی از این مدل می‌پردازیم. پیش‌زمینه شبکه‌های عصبی در اوایل قرن نوزدهم و اواخر قرن بیستم به کارهای اساسی، در فیزیک، نروفیزیولوژی و روان‌شناسی برمی‌گردد که توسط ارنست ماخ[2]، ایوان پاولوف[3] و هرمان فون هلم‌هلتز[4] صورت گرفت (Menhaj, 2005: 53), شبکه‌های عصبی از 1943 وارد مرحله جدیدی شد که در آن وارون مک کلوچ[5] و والتر پیتز[6] نشان دادند که شبکه‌های عصبی می‌توانند هر تابع حسابی و منطقی را محاسبه کنند و جزئیات مدل‌های ریاضی را توسعه دادند (McCulloch, 1943:127), کار این افراد را می‌توان نقطه شروع شبکه‌های عصبی در حوزه علمی دانست. در سال 1949 میلادی هب[7] اولین قانون آموزشی را برای شبکه‌های عصبی مطرح کرد. وی به این نتیجه رسید که اگر دو نرون همزمان فعال باشند در آن صورت باید مقدار اثر ارتباط بین آنها افزایش یابد (Hebb, 1949: 146), دهه‌های 50 و 60 قرن بیستم، سال‌های طلایی شبکه‌های عصبی می‌باشد. در محدوده سال‌های 1958 تا 1962 روزن بلات[8] شبکه‌های عصبی، به نام پرسپترون را معرفی نمود. قانون آموزش این شبکه‌ها یک روش تکراری از اصلاح وزن می‌باشد که بسیار قوی‌تر از قانون هب می‌باشد (Rosenblatt, 1959: 96), امروزه کاربردهای بسیاری برای شبکه‌های عصبی به‌وجود آمده است و به طبع با توجه به نوع کاربرد ساختار و قوانین یادگیری در شبکه می‌تواند متفاوت باشد به‌طور خلاصه مهمترین شبکه‌های عصبی را می‌توان به‌صو.رت زیر تقسیم‌بندی نمود:

۱. پرپسترون چندلایه[9] (MLP)
۲. شبکه خودسازمانده[10] (SOM)
۳. یادگیری تدریجی‌بردار[11] LVQ
٤. هاپفیلد[12]
۵. تاخیر زمانی[13] (TDNN)
٦. تابع شعاعی[14] (RBF)

مدل تحول زمین[15]

مدل تحول زمین (LTM) برپایه شبکه‌های عصبی مصنوعی و سیستم اطلاعات جغرافیایی برای پیش‌بینی تغییرات کاربری زمین و برای مناطق وسیع توسعه یافته‌است (Pijanowski et al., 2000: 34), مدل LTM می‌تواند تغییرات کاربری را با مدل‌های اکولوژیکی به مانند جریان آب‌های زیرزمینی و سیستم ترابری و تغییرات پوشش جنگلی پیوند دهد (Boutt et al., 2001: 28,), همچنین این مدل قادر است برنامه‌ریزی کاربری اراضی محلی و مدیریت منابع منطقه‌ای را با استفاده از اطلاعات موجود در مورد پتانسیل‌های تغییرات کاربری و محیط

1. Artificial Neural Networks
2. Ernest mach
3. Ivan povlov
4. Herman Von Helmholts
5. Mcculloch Varren
6. Pitts Walter
7. Hebb
8. Rozenblat
9. Multilayer Perceptron (MLP)
10. Self Organization Map (SOM)
11. Learning Vector Quantization (LVQ)
12. Hopfield
13. Time Delay Neural Network (TDNN)
14. Radial Basic Function (RBF)
15. Land Transformation Model

زیست، مدل‌سازی کند. براین پیجانوسکی[1] و همکاران در سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۰۲ به تشریح مدل تحول زمین پرداختند و کاربرد آن را در پیش‌بینی تغییرات زمین مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار دادند و همچنین این مدل را با مدل‌های دیگر مورد مقایسه قرار دادند و کارایی فراوان این مدل را که از شبکه‌های عصبی مصنوعی و سیستم اطلاعات جغرافیایی بهره جسته است را تشریح کردند. در این مقالات توسعه شهری در یک منطقه وسیع و اثر آن تغییرات زمین مورد تجزیه تحلیل قرار گرفت (Pijanowski et al., 2000, 2002),

فرایند مدل‌سازی LTM

الف. آماده‌سازی داده‌ها

برای انتخاب عوامل و داده‌ها بایستی شناخت علمی از منطقه مورد نظر داشت. داده های اولیه مورد نیاز برای مدل‌سازی از سازمان‌ها و نقشه‌های مصوب شهری تبریز اخذ و با استفاده از نرم‌افزارهای Autodesk map، ArcGIS و Erdas آماده‌سازی و به نقشه‌ها و فرمت‌های مورد نیاز تبدیل شدند که نقشه‌های نهایی در این پژوهش برای ورود به مدل LTM عبارتند از:

ـ طیف ارتفاعی: نقشه طیف ارتفاعی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای تهیه گردید.

ـ شیب و جهت شیب: نقشه شیب و جهت شیب با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و نقشه توپوگرافی تهیه گردید.

ـ فاصله از مراکز آموزشی: ایجاد بافر فاصله از مراکز آموزشی موجود

ـ فاصله از پارک: ایجاد بافر فاصله از پارک‌های موجود در شهر

ـ فاصله از مراکز درمانی: ایجاد بافر از مراکز درمانی موجود

ـ شبکه های دسترسی اصلی: ایجاد بافر فاصله از شبکه های درجه ۱ و درجه ۲ اصلی در شهر

ـ تراکم جمعیت: تراکم جمعیت براساس سرشماری سال ۱۳۸۵

ـ جهت پیشنهادی طرح‌های فرادست: پیشنهاد توسعه شهری در طرح‌های مجموعه شهری، طرح ناحیه تبریز.

ـ جهات اجرایی توسعه شهری مدیریت شهری: نقشه توسعه شهری براساس نظر و مصوبات مدیریت شهری

ـ کاربری اراضی سال ۱۳٦۸: با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست TM نقشه کاربری اراضی شهر تهیه گردید.

ـ کاربری اراضی سال ۱۳۸٤: با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای اسپات، نقشه کاربری اراضی تهیه گردید.

ـ نقشه محدودیت‌های توسعه شهری: این نقشه شامل سلول‌هایی است که در جریان مدل‌سازی مورد تحلیل و پیش‌بینی قرار نمی‌گیرد.

ب. ایجاد شبکه

برای مدل‌سازی در مدل LTM از بسته نرم‌افزاری تهیه شده توسط دانشگاه پوردیو (Purdue) آمریکا با تغییراتی در فرایند یادگیری، تست و پیش‌بینی شبکه توسط نگارنده استفاده گردیده است.

فایل اجرایی جهت ایجاد شبکه با توجه به داده‌های موجود به فرمت txt آماده گردید و از طریق command prompt در ویندوز مراحل ایجاد شبکه انجام می‌گردد.

شبکه‌های عصبی مورد استفاده در این پژوهش شبکه پرسپترون چندلایه (MLP) می‌باشد که دارای سه لایه لایه ورودی، لایه مخفی و لایه خروجی می‌باشد. لایه ورودی و خروجی هرکدام یک لایه دارند ولی لایه مخفی ممکن است یک یا بیشتر از آن انتخاب گردد. در تغییر لایه‌های شبکه فقط لایه مخفی را کم‌وزیاد می‌کنند و نمی‌توان لایه ورودی و خروجی را کم‌وزیاد کرد. اکثراً لایه مخفی را نیز یک‌لایه‌ای در نظر می‌گیرند ولی ممکن است در بعضی موارد لایه‌ای بیش از یک لایه مخفی

1. Bryan C. Pijanowski

جواب بهینه داشته باشد. در تحقیق حاضر نیز شبکه سه لایه (یک لایه ورودی، یک لایه مخفی و یک لایه خروجی) مورد استفاده قرار گرفت. از جمله پارامترهایی که برای بهینه‌سازی شبکه تغییر داده می‌شود، نرون‌های موجود در شبکه می‌باشد. در این مورد نیز فقط نرون‌های لایه مخفی تغییر داده می‌شود به این دلیل که نرون‌های ورودی و خروجی شبکه با متغیرهای موجود در آن‌ها همخوانی می‌کند، نمی‌توان در آن تغییراتی را انجام داد (Rahimi, 2013:112), در این تحقیق شبکه به‌صورت سه لایه به‌صورت ۹ نرون ورودی، ۹ نرون پنهان و ۱ نرون خروجی ایجاد گردید.

ج. الگوی یادگیری شبکه

با توجه به تعداد و نوع داده‌ها، الگوی یادگیری به فرمت txt و از طریق command prompt و با استفاده از بسته نرم‌افزار LTM ران می‌گردد.

د. آموزش و تست شبکه

هدف از آموزش شبکه برقراری ارتباط بین یک‌سری از پترن‌ها و کلاس مربوط به آنها و یا ارتباط‌دادن یک‌سری از متغیرها با سیگنال اندازه‌گیری شده آن‌ها می‌باشد. در آموزش شبکه یک پترن وارد شبکه شده و مقدار Net برای هر نرون محاسبه می‌شود، سپس این مقدار در تابع انتقال نرون قرارگرفته و خروجی نرون محاسبه می‌شود. خروجی هر نرون در هر لایه به‌عنوان ورودی برای نرون‌های موجود در لایه‌های بعدی محسوب می‌شود و عملیات ذکرشده در نرون‌های پایین دست به همان صورت انجام می‌گیرد. و در نهایت خروجی لایه آخر که خروجی شبکه می‌باشد، محاسبه می‌شود. حال این خروجی با مقدار مطلوب[1] که همان سیگنال اندازه‌گیری شده می‌باشد مقایسه شده و اختلاف این دو به عنوان خطا تلقی می‌شود این مقدار خطا به لایه‌های بالادست انتشار داده[2] می‌شود و براساس آن وزن‌های نرون‌ها در لایه‌های بالادست تصحیح می‌گردد. عمل تصحیح تا اولین لایه مخفی ادامه می‌یابد. به این الگوریتم، الگوریتم انتشار معکوس خطا[3] گویند. آموزش شبکه می‌تواند به دو صورت با ناظر[4] و بدون ناظر[5] انجام شود. در آموزش با ناظر مقادیر مطلوب یا کلاس‌های پترن‌ها موجود می‌باشند اما در آموزش بدون ناظر شبکه باید خود کلاس‌بندی را انجام دهد. شبکه SOM جزء شبکه‌های بدون ناظر می‌باشد. اما شبکه‌های یادگیری تدریجی بردار (LVQ)، MLP ، شبکه عصبی با تأخیر زمانی (TDNN) و RBF جزء شبکه‌هایی هستند که آموزش آن‌ها به‌صورت با ناظر انجام می‌گیرد (Rahimi, 2013:120),

برای آموزش شبکه از الگوریتم یادگیری BP استفاده شده است که این الگوریتم توسط روملهارت در سال 1986 توسعه و شهرت یافت.. BP برپایه و اساس توپولوژی شبکه MLP، که یک شبکه آموزش با معلم می‌باشد، به‌وجود آمده است. اصل و مبنای BP بر پایه الگوریتم شیب گرادیانت[6] (GD) می‌باشد. BP یک نوع از روش نزول گرادیان را مورد استفاده قرار می‌دهد، که درصدد است، شیب خطا را به کمترین حد ممکن برساند. ضریب مومنتوم[7]، می‌تواند در انتخاب نرخ یادگیری کمک شایانی بکند. وظیفه شرط مومنتوم هموارکردن زمینه برای تغییرات وزن می‌باشد، که می‌تواند یادگیری شبکه را از نوسانات محافظت کند. اضافه‌کردن ثابت مومنتوم، به الگوریتم BP، برای رسیدن به سازگاری سریع، کمک می‌کند، که شامل افزودن، خصیصه کاهنده به‌صورت خودکار برای الگوریتم می‌باشد. به هرحال، یکی از نیازها برای تغییرات جزئی الگوریتم، افزودن شرط جدید است که متناسب با سازگاری روندهای قبلی عمل می‌کند (Rahimi, 2013: 59), نقشه اولیه و در واقع نقشه تغییرات واقعی در مرحله آموزش برای مدت ۱۳۶۸ تا ۱۳۸۴ ایجاد می‌گردد. پس از یادگیری شبکه و تهیه نقشه

1. Target
2. propagate
3. ErrorBack propagation (BP)
4. Supervised
5. unsupervised
6. Gradient Decent
7. Momentum

واقعی تغییرات و محاسبه تعداد سلول‌های تغییریافته، تست شبکه با توجه به نقشه‌های ورودی در مرحله قبل مورد سنجش قرار می‌گیرد.

ه. شبیه‌سازی تغییرات توسعه

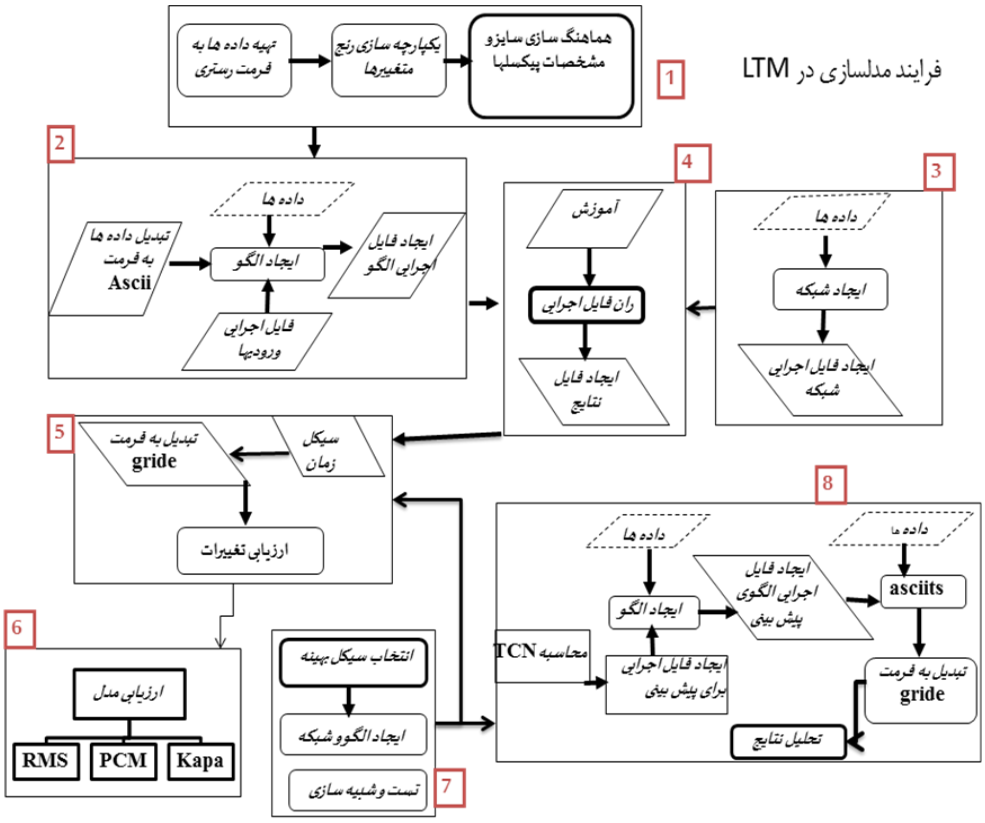
در این بخش با استفاده از الگوهای یادگیری و تست شبکه، توسعه شهری شبیه‌سازی می‌گردد و نتایج به‌دست آمده در این بخش برای ارزیابی مدل از فرمت Ascii به grid تبدیل می‌گردد.

و. پیش‌بینی نقشه توسعه شهری

برای پیش‌بینی نیاز به رانکردن دوباره الگوی با فایل جدید با لایه‌های موجود و مؤثر در توسعه شهری می‌باشد. پس از ایجاد الگوی مجدد و محاسبه میزان تغییرات مورد نیاز برای پیش‌بینی آتی، فایل اجرایی جهت پیش بینی اجرا می‌گردد. در این پژوهش از روش تخمین‌های جمعیتی و سرانه مورد نیاز براساس طرح‌های مصوب تبریز، همچون طرح جامع، طرح ناحیه‌ای تبریز، طرح مجموعه شهری و طرح تفصیلی استفاده شده‌است و براساس این داده‌ها، پیش‌بینی و مدل‌سازی توسعه و تحول شهری برپایه رویکرد توسعه گذشته شهری تعریف گردیده است:

$$TCN=\frac{P_i \times L_p}{c} \quad .۱$$

که TCN (Transformation Cell Number) نشانگر میزان نیاز به زمین شهری در سال پیش‌بینی (تعداد سلول‌های جدید برای توسعه آینده)، Pi تعداد جمعیت در سال افق پیش‌بینی، LP سرانه مورد نیاز کاربری‌های شهری و C نمایانگر مساحت هر سلول می‌باشد.



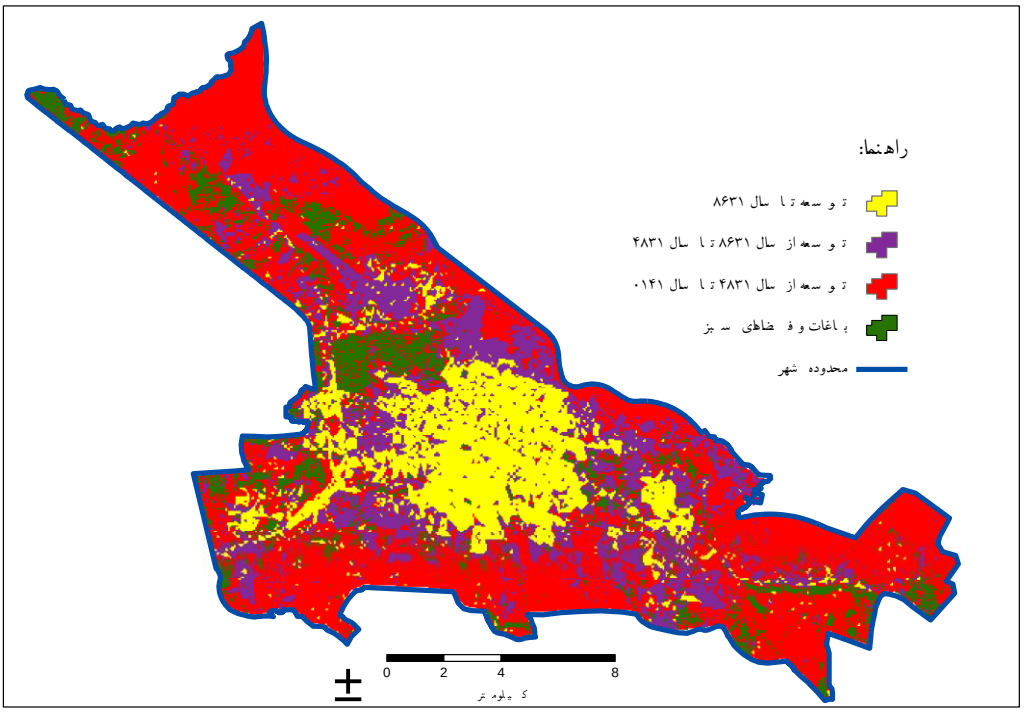
یافته‌های تحقیق

جدول ۱، روند تغییرات کاربری‌های فضای سبز، اراضی کشاورزی و بایر و اراضی ساخته‌شده را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشخص است، کاربری فضای سبز در سال ۱۳٦۸ مساحتی معادل ٤٥٤۱,٤٦ هکتار داشته است که با ادامه روند رو به توسعه شهر تبریز در دهه‌های اخیر به ٤۳۷۳,۹٦ کاهش یافته است که نشانگر تغییر بیش از ۲۰ درصد این نوع کاربری در دوره مذکور بوده‌است. تغییر و دگرگونی کاربری کشاورزی و بایر در دوره مشابه بیش از ۲٤ درصد بوده‌است که به نواحی ساخته‌شده شهری اختصاص یافته‌است. با ادامه این روند توسعه در سال‌های آتی، شهر تبریز با مشکلات و مسائل گوناگونی مواجه خواهد شد. برای بررسی و پیش‌بینی این روند توسعه، از مدل LTM به‌عنوان مدل مناسب برای پیش‌بینی تغییرات استفاده گردیده‌است. ابتدا کلیه عوامل مؤثر در توسعه شهری در گذشته و عوا ملی که می‌تواند توسعه شهر را در آینده تحت تأثیر بگذارد، به صورت Shape file آماده سازی گردید و برای تبدیل به داده‌های ورودی مورد استفاده، به‌صورت رستری آماده‌سازی گردیدند و در نهایت به فرمت Ascii برای ورود به شبکه عصبی جهت تست، شبیه‌سازی و پیش‌بینی تبدیل گردید. در شبکه‌های عصبی مصنوعی برای جلوگیری از آموزش بیش از حد (Overtraining) که منجر به افزایش خطا و یادگیری نامناسب الگوها می‌گردد بایستی از معیارهای مختلفی جهت کنترل روند یادگیری استفاده گردد و بهترین سیکل یادگیری برای ارزیابی و مراحل دیگر شبکه انتخاب گردد. بنابراین برای این منظور از ریشه میانگین مربعات (RMS)، درصد متریک سازگاری (PCM) و ضریب کاپا (Kappa) استفاده گردید و سیکل ۱۰۰۰۰ دور به‌عنوان سیکل مناسب جهت شبکه مورد استفاده انتخاب گردید.

در مدل LTM جهت پیش‌بینی تغییرات برای توسعه آتی در این پژوهش، ابتدا به فرایند یادگیری، تست و شبیه‌سازی تغییرات پرداخته شد و با کاهش میزان خطا در شبکه تغییرات کاربری اراضی شهر تبریز در طی ۲٦ سال آتی (از سال ۱۳۸٤ تا ۱٤۱۰) پیش‌بینی گردید. نتایج حاصل از مدل نشانگر توسعه روزافزون در دهه‌های آتی می‌باشد که می‌تواند مسائل و مشکلات موجود را دوچندان کند. همان‌طور که در شکل ۱ مشخص است، توسعه شهر در سال افق پیش‌بینی بر تمام محدوده موجود شهر سوق خواهد یافت و تغییرات فراوانی را به بار خواهد آورد. مساحت اراضی ساخته شده در این دوره به بیش از ۲۲۹۲٤ هکتار افزایش خواهد یافت که در مقایسه با سال مبنا (۱۳۸٤) که مساحتی حدود ۹٤۰۱ هکتار داشته است، بیش از ۱٤۳ درصد افزایش می‌یابد. بررسی این پیش‌بینی نشانگر آن است که بیش از ۹۰ درصد محدوده شهر به این نوع از کاربری اختصاص یافته است و کمتر از ۱۰ درصد از محدوده به کاربری فضای سبز و مساحتی حدود ۲٤٥٤ اختصاص یافته است. در واقع در این دوره ۲٦ ساله نه تنها با افزایش جمعیت و توسعه شهر، میزان کاربری فضای سبز افزایش نیافته است بلکه در روند توسعه، ٤۳ درصد از این کاربری تخریب و به کاربری ساخته‌شده اختصاص خواهد یافت. همچنین نتایج نشانگر آن است که کلیه اراضی کشاورزی و بایر که در سال ۱۳۸٤، بیش از ٤٥ درصد از محدوده ۲٥ هزار هکتاری تبریز را به خود اختصاص داده بود، به کاربری ساخته شده تغییر خواهد یافت. بنابر نتایج به‌دست آمده با این روند، شهر تبریز به توسعه اسپرال خود ادامه خواهد داد و اراضی موجود در محدوده شهری به ساخت‌وساز شهری اختصاص خواهد داد.

جدول ۱. تغییرات کاربری اراضی برای سال‌های ۱۳٦۸، ۱۳۸٤ و ۱٤۱۰ شهر تبریز

کاربری	مساحت درسال ۱۳٦۸ (هکتار)	مساحت درسال ۱۳۸٤ (هکتار)	مساحت در سال ۱٤۱۰ (هکتار)	درصد تغییرات از سال ۱۳٦۸ تا ۱۳۸٤	میزان تغییرات از سال ۱۳۸٤ تا ۱٤۱۰ (هکتار)	درصد تغییرات از سال ۱۳۸٤ تا ۱٤۱۰
اراضی ساخته شده	٤٥٤۱,٤٦	۹٤۰۱,٦۸	۲۲۹۲٤,۸۸	۱۰۷,۰۲	۱۳٥۲۳,۲	۱٤۳,۸
فضای سبز	٥٤۷٥,٦٥	٤۳۷۳,۹٦	۲٤٥٤,٤۱	-۲۰,۱۲	-۱۹۱۹,٥٥	-٤۳,۹
اراضی کشاورزی و بایر	۱٥۳٦۲,۱۸	۱۱٦۰۳,٦٥	۰	-۲٤,٤۷	-۱۱٦۰۳,٦٥	-۱۰۰,۰
جمع	۲٥۳۷۹,۲۹	۲٥۳۷۹,۲۹	۲٥۳۷۹,۲۹	۰	۰	۰



شکل ۱. تغییرات کاربری اراضی در شهر تبریز برای سال ۱٤۱۰ با استفاده از مدل LTM

بحث و نتیجه‌گیری

شهر تبریز به‌عنوان بزرگترین شهر در شمال‌غرب ایران در دهه های گذشته با مسائل و مشکلات فراوانی ناشی از توسعه پراکنده مواجه بوده است و ادامه این توسعه نامتناسب می‌تواند تأثیر به‌سزایی بر کیفیت محیط شهری و زندگی ساکنان داشته باشد. نتایج حاصل از مدل‌سازی توسعه شهری در این پژوهش نشانگر این است که با ادامه روند توسعه گذشته در دهه‌های آتی، محدوده شهر تبریز به محیطی عمدتاً مصنوع و ساخته شده تبدیل خواهد شد. به‌طوری که تغییرات با شدت بیشتری اتفاق خواهد افتاد و بیش از ۹۰ درصد محدوده موجود به کاربری ساخته شده

اختصاص می‌یابد. مدل‌سازی توسعه تبریز برای ۱٤۱۰، نشانگر این است که اراضی ساخته‌شده بین سال‌های ۱۳۸٤ تا سال افق پیش‌بینی، ۱٤۳ درصد افزایش خواهد یافت و از ۹٤۰۱ هکتار به ۲۲۹۲٤ هکتار خواهد رسید. در مقابل تمامی اراضی کشاورزی و بایر موجود در محدوده شهر که در اولویت اول توسعه می‌باشد به کاربری‌های ساخته‌شده شهری تغییر خواهد یافت. همچنین فضاهای سبز شهری نیز با ٤۳,۹ درصد تغییر، به ۲٤٥٤ هکتار کاهش و با تخریب ۱۹۱۹ هکتاری در دوره مطالعاتی مواجه خواهد شد. بنابراین شهر تبریز در افق پیش‌بینی، با کمبودهای شدید فضاهای سبز که به‌عنوان تنفس‌گاه و فیلتر شهر محسوب می‌گردد، مواجه خواهد شد که این توسعه، علاوه بر تخریب منابع زیست‌محیطی، تغییرات شدید اکولوژیکی را نیز به بار خواهد آورد. در واقع نتایج مدل نشانگر توسعه اسپرال و پراکنده شهری به پیرامون شهر می‌باشد که تخریب کاربری اراضی پیرامون که عمدتاً اراضی کشاورزی، باغات و فضاهای سبز می‌باشد را به دنبال خواهد داشت. مدل LTM که از قابلیت‌های شبکه‌های عصبی و سیستم اطلاعات جغرافیایی بهره‌مند می‌باشد، توانایی یادگیری الگوهای توسعه شهری و در نتیجه پیش‌بینی مناسب گسترش شهری را براساس پارامترهای مؤثر توسعه برخوردار می‌باشد. بدین‌ترتیب پیش‌بینی این تغییرات توسعه، مسائل و مشکلات فراروی شهری همچون تبریز را برای مدیران یادآوری می‌کند که با ادامه این روند گسترش فزاینده و پراکنده، شهر با کدام موانع و مشکلات مواجه خواهد شد. تا در توسعه، برنامه‌ریزی‌ها و طرح‌ها و نحوه مدیریت شهر جهت توسعه آتی مدنظر قرار گیرد.

References

1. Allen, M. (1997), Cities and regions as evolutionary, complex systems Geographical Systems 4(103-130),
2. Antrop, M., (2000), Changing patterns in the urbanized countryside of Western Europe. Landscape Ecol. 15, 257–270.
3. Araya, Y., H., (2009), urban land use change analysis and modeling: a case study of Setubal and Sesimbra, Portugal, Master Thesis, Institute for Geoinformatics University of Munster.
4. Asghari Zamani, A., (2007), Evaluation and prediction of spatial expansion in Iranian cities, case study: Zanjan city. Ph.D thesis, Department of Geography and urban planning in Tabriz University.
5. Bell, K. P., Irwin, E. G., (2002), Spatially explicit micro-level modelling of land use change at the rural–urban interface. Agricultural Economics 27T 217–232.
6. Boutt, D. F., Hyndman, D. W., Pijanowski, B. C., & Long, D. T. (2001), Identifying potential land use derived solute sources to stream base flow using ground water models and GIS. Groundwater, 39(1), 24–34.
7. Briassoulis, H., (2000), Analysis of land use change: theoretical and modeling approaches. In: The web book of regional Science, (www.rri.wvu.edu/regscweb.htm),Regional Research Institute, West Virginia University
8. Bruckner, JK.,(2000), Urban Sprawl: Diagnosis and Remedies. Int Reg Sci Rev 23(2):160–171.
9. Fisher T R, Benitez J A, Lee K Y. (2006), History of land cover change and biogeochemical impacts in the Chop tank River basin in the mid-Atlantic region of the US. International Journal of Remote Sensing, , 27(17): 3683- 3703.
10. Gallego F J. (2004), Remote sensing and land cover area estimation. International Journal of Remote Sensing , 25(15): 3019-3047.
11. Glaeser E, KahnM, (2004), Sprawl and urban growth. In: Henderson, V. Thiess JF (eds) Handbook of regional and urban economics: cities and geography, handbooks in economics, Vol 4, Elsevier, Amsterdam
12. Hebb, D.O. (1949), The Organization of Behavior. John Wiley & Sons, New York.
13. Karam, A., (2005), Evaluation of land proportion for spatial development in North West of Shiraz using MCE in GIS, journal of geographical researches, 54.
14. Koomen E, Stillwell J, Bakema A, Scholten HJ. (2007), Modelling land-use change;

progress and applications. In: Geojournal library, vol 90. Springer, Dordrecht
15. Latifovic R, Fytas K, Chen J, Paraszczak J. (2005), Assessing land cover change resulting from large surface mining development. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, , 7(1): 29-48.
16. Mayunga S D, Coleman D J, Zhang Y. (2007), A semi-automated approach for extracting buildings from Quick Bird imagery applied to informal settlement mapping. International Journal of Remote Sensing, 28(10): 2343- 2357.
17. McCulloch, W.S., and Pitts W. (1943), A Logical Calculus of the Ideas Imminent in Nervous Activity. Bulletin of Mathematical Biophysics, 5, 115-133.
18. Menhaj, M., B., (2005), Neural Network principal. Amir Kabir university Publication. Second edition.
19. Pauleit, S., Ennos, R., Golding, Y., (2005), Modeling the environmental impacts of urban land use and land cover change—a study in Merseyside, UK. Landscape and Urban Planning 71, 295–310.
20. Pijanowski, B. C., Brown, D. G., Shellito, B. A., & Manik, G. A. (2002),Using neural networks and GIS to forecast land use changes: A land transformation Model. Computers, Environment and Urban Systems, 26(6), 553e575.
21. Pijanowski, B. C., Gage, S. H., Long, D. T., & Cooper, W. C. (2000), A land transformation model: integrating policy, socioeconomics and environmental drivers using a geographic information system; In L. Harris, & J. Sanderson (Eds.), Landscape ecology: A top down approach. Lewis Publishers, Boca Raton.
22. Rahimi, A. (2013), Assessment and modeling of spatial development, with the emphasis on infill development: the case of Metropolis Tabriz Ph.D thesis, Department of Geography and urban planning in Tabriz University.
23. Rezazade, R., Mirahmadi, M., 2009. Cellular automata, a new approach in urban growth simulation. Journal of education technology, 4 (4),
24. Rosenblatt, R. (1959), Principles of Neurodynamics. New York, Spartan Books.
25. Swenson, J.J., Franklin, J., (2000), The effects of future urban development on habitat fragmentation in the Santa Monica Mountains. Landscape Ecol. 15, 713–730.
26. Takayama, M., H. Couclelis.(1997), Map Dynamic Integrating Cellular Automata and GIS Through Geo Algebra. International Journal of Geographical Information Science.11(1)73-91.
27. Verburg PH, Schot PP, Dijst MJ, Veldkamp A., (2004), Land use change modelling: current practice and research priorities. Geojournal 61:309–324
28. Waddell P, Ulfarson, GF., (2003), Introduction to urban simulation: Design and development of operational models. In: Stopher P, Button K, Kingsley K, Hensher D (eds) Handbook in transport, vol 5. Transport Geography and Spatial Systems. Pergamon Press, New York
29. Yan, S., and Gerrit-jan, K., (2005), Measuring urban form: is portland winining the war on sprowl?japa.
30. Yu, N., Qingyun, DU, (2011), Urban Growth Pattern Modeling Using Logistic Regression, Geo-spatial Information Science 14(1):62-67
31. Zarei, R., Alsheikh, A., A., (2012), Modeling of Urban development using cellular automata and genetic algorithm, case study: Shiraz City. Journal of Research and Planning, 3(11),