سنجش عوامل تغییرات کاربری زمین در روند گسترش کلان‌شهرها، نمونه موردی: منطقه ۲۲ شهر تهران*

تاریخ دریافت: ۹۱/۴/۵
تاریخ پذیرش نهایی: ۹۱/۱۲/۱۹

محمدمهدی عزیزی ـ مصطفی دهقانی*****

چکیده

سرعت گسترش کلان‌شهرها موجب تغییرات سریعی در الگوی کاربری زمین پیرامون این شهرها شده است. در منطقه ۲۲ شهر تهران نیز، ادامه روند گسترش کاربری‌های شهری پراکنده، موجب بروز مشکلاتی مانند؛ کاهش فضای سبز، افت کیفیت محیط زیست، تغییرات پوشش گیاهی منطقه و نادیده گرفتن توان اکولوژیکی منطقه و افزایش مشکلات اجتماعی، اقتصادی و سیاسی شهر تهران می‌شود. بنابراین، ایجاد چارچوبی جهت درک تغییرات سریع کاربری زمین کلان‌شهرها و عوامل آن در گذشته، برای مدیریت کارآمد این تغییرات، اهمیت بسیاری دارد. این تحقیق با رویکردی توصیفی ـ تبیینی و کمی، در پی شناسایی عوامل و محرک‌های اصلی تغییرات کاربری زمین در روند گسترش کلان‌شهرها، جهت کنترل و مدیریت این تغییرات است. در این راستا، شاخص‌های تغییرات کاربری زمین برگرفته از مطالعات و تجارب جهانی و منطبق با شرایط خاص کلان‌شهرهای کشور، در محدوده منطقه ۲۲ شهر تهران، مطالعه و سهم هر یک از شاخص‌ها در تغییر کاربری زمین‌های بایر و غیرشهری سال ۱۳۷۵ به کاربری‌های شهری سال ۱۳۸۵، محاسبه شده است. و با استفاده از چارچوب سلول‌های خودیار (CA) و استفاده از روش تحلیل عاملی با شاخص‌های تدوین شده پژوهش، عوامل اصلی تغییرات کاربری زمین، شناسایی شده است. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که عوامل اصلی تغییرات کاربری زمین را می‌توان در ۵ عامل اصلی، شامل دسترسی به خدمات اجتماعی، دسترسی به مراکز شهری، پیشنهادهای طرح تفصیلی، موقعیت طبیعی و مشوق‌های ساخت و ساز مسکونی جستجو نمود. همچنین نتایج تحقیق نشان می‌دهند که ۵۳ درصد از تغییرات اراضی باغات خصوصی و ۹ درصد از تغییرات اراضی فضای سبز، تغییر به کاربری صنعتی است، که این مسأله باید به عنوان یک هشدار محیط زیستی در نظر گرفته شود. بیشترین تغییرات کاربری زمین، از زمین‌های بایر و ساخته نشده به کاربری مسکونی و معابر، و در زمین‌های با شیب ۲ تا ۸ درصد، زمین‌های دارای مالکیت خصوصی و مسکونی کم تراکم اتفاق افتاده است. شاخص‌های نزدیکی به مراکز تجاری، نزدیکی به راه‌های اصلی و کاربری زمین پیشنهادی طرح تفصیلی، بیشترین تأثیر را در تغییرات کاربری زمین دارند. و هر چه سلول به کاربری صنعتی نزدیک‌تر باشد، احتمال شهری شدن کمتری دارد.

واژگان کلیدی: تغییرات کاربری زمین، سلول‌های خودیار(CA)، تحلیل عاملی، منطقه ۲۲ تهران.

* این مقاله مستخرج از پایان نامه کارشناسی ارشد نویسنده دوم با عنوان «تحلیل الگوی تغییرات کاربری زمین در روند گسترش کلان‌شهرها» می‌باشد که در سال ۱۳۹۱ در پردیس هنرهای زیبا دانشگاه تهران به انجام رسیده است.

** استاد شهرسازی، دانشکده شهرسازی، پردیس هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
*** کارشناس ارشد برنامه ریزی شهری و منطقه‌ای، دانشکده شهرسازی، پردیس هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، تهران، ایران (نویسنده مسئول).
Email: mostafa2936@gmail.com

مقدمه

سرعت گسترش کلان‌شهرها موجب تغییرات سریعی در الگوی کاربری زمین پیرامون این شهرها شده است. این تغییرات که در بیشتر موارد برگشت‌ناپذیر است، مشکلات محیطی، اجتماعی و اقتصادی بسیاری در مناطق حاشیه‌ای این شهرها مانند آشفتگی در کاربری زمین، کمبود خدمات و زیرساخت‌ها، آلودگی محیط و غیره ایجاد کرده است (Briamoh & onishi, 2007) که یکی از مهم‌ترین دلایل این امر را می‌توان عدم مدیریت پایدار عوامل و محرک‌های تغییرات کاربری زمین دانست (Luo & Wei, 2009). یکی از نمونه‌های روشن مشکلات فوق را می‌توان در منطقه ۲۲ شهر تهران مشاهده کرد، که در آن روند شهرک‌سازی در دو دهه اخیر به صورت گسترش کاربری‌های شهری پراکنده، با وجود مغایرت این نحوه ساخت سکونتگاه‌ها با سیاست‌های طرح جامع و تفصیلی، به سرعت ادامه دارد. ادامه این روند موجب بروز مشکلاتی مانند؛ کاهش فضای سبز، افت کیفیت محیط زیست، افزایش روند تغییرات غیراصولی در پوشش گیاهی منطقه و نادیده گرفتن محدودیت‌ها و توان اکولوژیکی بهره‌برداری از منابع زمین در منطقه می‌شود. همچنین افزایش نرخ این تغییرات، افزایش مشکلات اجتماعی، اقتصادی و سیاسی شهر تهران را به دنبال خواهد داشت (Sharestan, 2007). بنابراین، ایجاد چارچوبی جهت درک تغییرات سریع کاربری زمین در منطقه و عوامل آن در گذشته، برای مدیریت کارآمد این تغییرات ضروری به نظر می‌رسد.

این تحقیق در پی شناسایی عوامل و محرک‌های اصلی تغییرات کاربری زمین در روند گسترش کلان‌شهرها، جهت کنترل و مدیریت این تغییرات است. در سطح جهانی مطالعات جامعی بر روی این عوامل و چگونگی تأثیرگذاری آن‌ها در تغییرات کاربری زمین انجام شده است. و طیف وسیعی از عوامل اقتصادی، اجتماعی، طبیعی و غیره مورد بررسی قرار گرفته است (Thapa & Murayama, 2011). ولی در ایران، این عوامل به صورت جدی مورد مطالعه قرار نگرفته است. در این راستا، به نظر می‌رسد که برای درک عوامل تأثیرگذار در تغییرات کاربری زمین کلان‌شهرهای کشور، شاخص‌های تغییرات کاربری زمین در قالب ۱۲ معیار دسترسی به مراکز صنعتی (اشتغال)، دسترسی به مراکز تجاری، دسترسی به مراکز خدمات شهری، مالکیت، توپوگرافی و شیب زمین، دسترسی به مترو، دسترسی به اتوبوس شهری، دسترسی به بزرگراه شهری، دسترسی به خیابان اصلی، پراکنش اراضی ساخته شده شهری، کاربری زمین، تراکم ساختمانی، می‌توانند روشنگر باشند. این پژوهش دارای ۶ بخش، شامل مبانی نظری؛ عوامل و محرک‌های تغییر کاربری زمین در روند گسترش کلان‌شهرها، چارچوب نظری و روش تحقیق، معرفی محدوده مورد مطالعه محاسبه امتیاز شاخص‌های تغییرات کاربری زمین، سنجش شاخص‌های تغییرات کاربری زمین در روند شهری شدن محدوده، با استفاده از تحلیل عاملی و در نهایت جمع‌بندی است و تلاش می‌شود تا با مروری بر نظریه‌ها، تجربه‌ها، و مطالعات موجود در زمینه عوامل تغییرات کاربری زمین، شاخص‌های الگوی تغییرات کاربری زمین به صورت مناسب و منطبق با محدوده مطالعاتی و اطلاعات موجود، انتخاب شود. با استفاده از منطق سلول‌های خودیار (CA) و استفاده از روش تحلیل عاملی با شاخص‌های تدوین شده پژوهش در رابطه با عوامل تغییر کاربری زمین، عوامل اصلی تغییرات کاربری زمین، شناسایی شوند.

۱. مبانی نظری؛ عوامل و محرک‌های تغییر کاربری زمین در روند گسترش کلان‌شهرها

تغییرات کاربری زمین نقش اساسی در مدیریت محیط زیست و اثرات آن بر تنوع زیستی، آلودگی‌ها، منابع آب و سرزندگی دارد. بنابراین مدیریت محیط زیست و برنامه‌ریزی کاربری زمین نیاز به شناسایی ماهیت پویای این تغییرات دارند (Verburg et al., 2002). در این فرآیند، فعالیت افراد و گروه‌ها بر اساس علایق آن‌ها شرایط خاصی را ایجاد می‌کند که ممکن است مشکلات اجتماعی، اقتصادی و محیطی را در مکان فعالیت آن‌ها، یا به عبارتی کاربری زمین، به همراه داشته باشد. بنابراین برنامه‌ریزی به منظور کاهش اثرات نامطلوب بر کاربری زمین می‌کوشد تا فعالیت‌ها را نظم‌دهی و کنترل کند و محیط را بهبود بخشد. برای نیل بدین هدف، شناخت عوامل مؤثر در فرآیند تغییرات و درک آن ضروری می‌نماید (Mclaughin, 1973, p. 59). برای مطالعه تغییرات کاربری زمین، گام اول شناسایی عوامل مؤثر در تغییرات کاربری و تخصیص و مکان‌یابی کاربری‌ها می‌باشد. تاکنون مطالعات نسبتاً جامعی بر روی این عوامل و چگونگی تأثیرگذاری آن‌ها در تغییرات کاربری زمین انجام شده است. برخی از این مطالعات عبارتند از:

موزر[۱] (۱۹۹۶) نیروهای مؤثر بر تغییر کاربری زمین را نیروهای محرک انسانی، نیروهای تعدیل‌کننده انسانی و نیروهای محرک تخمینی می‌داند (Moser, 1996, pp. 244-245). از نظر مک لولین[۲] (۱۹۷۳)، نیروهای اثرگذار (Driving Forces) در تغییرات کاربری زمین را می‌توان در عوامل و عوارض طبیعی، پیشینه فعالیت قبلی، ارتباطات و حمل و نقل، بورس بازی زمین و ضوابط و مقررات دانست (Mcloughlin, 1973, pp. 44-46). کی ول[۳] (۱۹۹۳) فرآیندهای متعددی را در تغییرات کاربری زمین شهری مؤثر دانسته است، اما دو گروه اصلی در این فرآیندها را حائز اهمیت بیشتری می‌داند که در واقع می‌توان آن‌ها را جنبه‌های اجتماعی و اقتصادی دانست. نخست نیروهای بازار که شامل رقابت میان فعالیت‌های مختلف شهری و نیازهای جابجایی مکانی صنعت و تجارت و ارزش‌های طبیعی زمین و تغییرات فناوری و حمل و نقل است. دوم نحوه عمل سیستم‌های برنامه‌ریزی کاربری زمین و تأثیر سیاست‌های دولتی بر استفاده و توسعه زمین شهری

می‌باشد (Kivell, 1993, p. 8). مولیگان و وین رایت[۴] (۱۹۹۹) معتقدند که نیروهای مؤثر در تغییرکاربری زمین را می‌توان در قالب گروه‌های زیر طبقه‌بندی کرد: ۱- عواملی که بر تقاضا تأثیر می‌گذارند، ۲- عواملی که شدت استفاده از زمین را کنترل می‌کنند؛ ۳- عواملی که به دسترسی و یا کنترل منابع زمین مربوط می‌شود؛ ۴- عواملی که انگیزه‌هایی جهت تحریک تصمیم سازان خود ایجاد می‌کنند (Muligan et al., 1999, p. 8).

برایمو و اونیشی[۵] (۲۰۰۷)، عوامل تغییر کاربری زمین شهری در لاگوس نیجریه را، ارتفاع، شیب، فاصله تا منبع آب، فاصله زمانی تا مراکز صنعتی، فاصله زمانی تا مراکز اقتصادی (CBD)، فاصله زمانی تا خیابان اصلی، فاصله زمانی تا فرودگاه و تغییر در ارزش افزوده خدمات می‌دانند (Briamoh & Onishi, 2007). هو و لو (۲۰۰۷)، جهت مدل‌سازی گسترش شهری در آتلانتا، شاخص‌های تغییر کاربری زمین در فرآیند گسترش شهری را، تراکم جمعیتی، درآمد سرانه، نرخ فقر، میانگین اجاره خانه، مالکیت، نسبت سفید پوستان، نرخ اشتغال، شیب، فاصله تا نزدیک‌ترین خوشه شهری، فاصله تا CBD، فاصله تا مراکز فعال اقتصادی، فاصله تا نزدیک‌ترین خیابان اصلی، تراکم ساختمانی و میزان زمین‌های کشاورزی و جنگلی، در نظر گرفته‌اند (Hu & Lo, 2007). پورتنو و پیرلموتر[۶] (۱۹۹۹)، شاخص‌ها و عوامل تغییر کاربری زمین در مناطق حاشیه‌ای شهرها را، اقلیم، جمعیت، مسکن، اشتغال، خدمات، زیرساخت‌ها و خوشه‌های شهری می‌دانند (Portnov & Pearlmutter, 1999).

ما و ژو[۷] (۲۰۰۹)، عوامل اصلی تغییر کاربری زمین و گسترش شهری در شهر گوانگژو چین را، عوامل توپوگرافیک، عوامل اقتصادی، عوامل جمعیتی (رشد و تراکم)، عوامل مسکونی (درآمد مسکونی)، مالکیت، زیر ساخت‌های شهری و طرح‌های شهری و سیاست‌های کاربری زمین می‌دانند (Ma & Xu, 2009). تاپا و موریاما[۸] (۲۰۱۰)، عوامل اصلی در تغییر کاربری و گسترش شهری در کاتمندو نپال را، شرایط فیزیکی محیط، فرصت‌های اشتغال، بازار زمین، مالکیت، دسترسی به خدمات اجتماعی، تراکم جمعیتی، شرایط سیاسی و طرح‌های توسعه، می‌دانند (Murayama & Thapa, 2010)؛ و از طرفی در مدل‌سازی گسترش شهری در منطقه شهری کاتمندو، عوامل اصلی تغییرات کاربری زمین را، شیب، فاصله از مراکز اشتغال صنعتی، فاصله از CBD و فاصله تا خیابان اصلی می‌دانند (Thapa & Murayama, 2011). تولمن و آنتون[۹] (۲۰۰۹)، عوامل اصلی گسترش شهری و تغییر کاربری زمین را، فاصله تا مرکز شهر، شیب، پتانسیل اشتغال، فاصله از خیابان اصلی و نوع پهنه‌بندی کاربری زمین می‌دانند و با مروری بر مدل و الگوهای گسترش شهری و شبیه‌سازی تغییرات کاربری زمین، الگوی تغییرات کاربری زمین و گسترش شهری در منطقه بروکسل را در فاصله سال‌های ۲۰۰۰-۱۹۸۸ بررسی می‌کنند (Toelman & Anton, 2009).

وربرگ و دیگران[۱۰] (۲۰۰۴)، پنج عامل، بیوفیزیکی، اجتماعی، اقتصادی، سیاسی، تعامل فضایی و ویژگی‌های همسایگی را مهمترین عوامل برای توضیح الگوی تغییرات کاربری زمین در شهرها می‌دانند (Verburg et al., 2004). ایروین و ژوگان[۱۱] (۲۰۰۱)، عوامل اقتصادی مانند دسترسی به آب، فاصله تا مراکز شهری و فاصله تا شبکه معابر را، مهمترین عوامل تغییر کاربری زمین شهری می‌دانند (Irwin & Geoghegan, 2001). دیلمن و وگنر۱۲ (۲۰۰۴)، مهمترین عوامل در تغییر کاربری زمین شهری را، عوامل سیاسی و کنترل توسعه توسط طرحهای توسعه و دولت می‌دانند (Dieleman &, 2004 Wegner). سرنیل و لامبین۱۳ (۲۰۰۷)، عوامل تغییر کاربری زمین در منطقه شهری ناروک در کنیا را، فاصله از مراکز شهری، فاصله از شبکه معابر، دسترسی به آب، توپوگرافی، شیب، تراکم جمعیتی و منطقه‌بندی کاربری زمین می‌دانند (Serneels & Lambin, 2007).

چنگ و مایزر۱۴ (۲۰۰۳)، عوامل تغییر کاربری زمین شهری را، فاصله از راه آهن، فاصله از مراکز صنعتی، فاصله از مراکز شهری، فاصله از خیابان های اصلی و فرعی، فاصله از رودخانه، فاصله از محدوده‌های قانونی شهر، فاصله از محلات شهری شده، تراکم محله های توسعه یافته (شهری شده)، تراکم مناطق و محله های صنعتی و نیز تراکم ساختمانی طرح جامع می‌دانند (Cheng & Masser, 2003). هی و دیگران[۱۵] (۲۰۰۷)، در تلاش برای مدل‌سازی پویایی گسترش شهر و تغییرات کاربری زمین، عوامل اصلی تغییرات کاربری زمین را، شیب، فاصله تا بزرگراه شهری، فاصله تا کمربندی شهر، فاصله از راه آهن، فاصله از خیابان اصلی، فاصله از مرکز شهر و فاصله از محلات شهری شده می‌دانند (He et al., 2007). لو و وی[۱۶] (۲۰۰۹)، برای مدل‌سازی الگوی گسترش شهری در شهرهای چین، عوامل تغییر کاربری زمین شهری راه در دو دسته متغیرهای دسترسی (Proximity) مانند فاصله از بزرگراه شهری، فاصله از خیابان اصلی، فاصله از مترو، فاصله از رودخانه، فاصله از محدوده شهری، فاصله تا مراکز اصلی شهری، فاصله از مراکز فرعی شهری فاصله از مراکز صنعتی؛ و متغیرهای همسایگی (Neighborhood)، مانند تراکم زمین کشاورزی، تراکم زمین‌های ساخته شده مسکونی، طبقه‌بندی کرده‌اند (Luo & Wei, 2009).

در نهایت علی‌رغم تأکیدی که در بسیاری از منابع کلاسیک بر تأثیر عوامل اقتصادی بر تغییر کاربری زمین و شکل‌گیری نظام کاربری زمین وجود دارد، نباید فراموش نمود که مسائل اجتماعی و کالبدی بسیاری مانند تغییرات اقتصادی و اجتماعی مانند مالکیت، رشد جمعیت، شهرنشینی، توسعه فناوری، تصمیمات سیاسی مانند یارانه‌ها و یا مالیات بر زمین و شرایط محیطی مانند شاخص‌های خاک و سایر عوامل اقلیمی و غیره وجود دارند که در تصمیم‌گیری‌ها و تغییرات

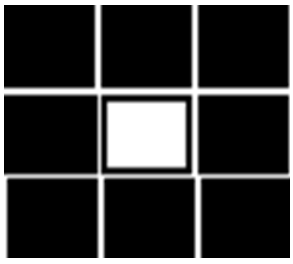
کاربری زمین تأثیرگذارند.

۲. چارچوب نظری و روش تحقیق

کاربری زمین در منطقه در دو دسته کاربری‌های شهری زمین و کاربری‌های غیر شهری زمین طبقه‌بندی شده است. که کاربری‌های شهری زمین شامل، کاربری‌های مسکونی، تجاری، آموزشی، مذهبی، فرهنگی، بهداشتی و درمانی، ورزشی، اداری، فضای سبز عمومی، صنعتی، تأسیسات و تجهیزات شهری و حمل و نقل و انبارداری است. و کاربری‌های غیرشهری زمین شامل کاربری نظامی، اراضی بایر و ساخته نشده و یا متروکه شهری، باغات و زمین‌های کشاورزی، مسیل‌ها، گورستان و کشتارگاه است (Shaban & Dikshit, 2001). همچنین برای تحلیل و پیش‌بینی تغییرات کاربری زمین در منطقه ۲۲، عوامل و متغیرهای ۱۲ گانه (جدول ۱)، براساس تجارب جهانی مرتبط، انتخاب شده‌اند. البته شاخص‌های دیگر مانند قیمت زمین، جنس خاک، دسترسی به تأسیسات شهری و غیره با توجه به همپوشانی برخی از این شاخص‌ها و یا خصوصیات مشابه شاخص فوق در کل منطقه، حذف شده‌اند.

مدل سلول‌های خودیار (CA) اساس چارچوب نظری این تحقیق را در برمی‌گیرد. مدل CA با داشتن مزایایی مانند فضایی بودن، داشتن دیدگاه غیر متمرکز در برخورد با مسائل، و 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 روشی مطلوب برای مطالعه، مدل‌سازی و بازنمایی فرآیندهای پیچیده شهری عمل نماید (Betty & Xie, 1994). البته در طراحی ساختار مدل CA برای انجام مطالعات شهری، مدل بایستی بتواند تا حد امکان، تحت تأثیر عملکرد سیستم شهری و مستقل از عناصر خود عمل نماید (C.L, 2002). در این پژوهش، ابتدا با تعریف شبکه سلولی ۱۵×۱۵متر بر روی منطقه ۲۲، منطقه به سلول‌های ۲۲۵ متر مربعی تقسیم می‌شود. چرا که حداقل مساحت یک قطعه زمین شهری در محدوده مورد مطالعه ۲۰۰ متر است. و این میزان ابعاد سلول باعث می‌شود تا حتی یک قطعه نیز خارج از تحلیل نماند. حداقل عرض معابر ۱۰ متر بوده که این ضلع ۱۵ متر برای سلول‌ها این امکان را فراهم می‌آورد که معابر احداث شده از مجموعه سلول‌های شهری خارج نماند؛ دقت محاسبات و تحلیل‌ها بیشتر شده و موارد ریز را نیز در نظر گرفته می‌شوند؛ قابلیت تقسیم به ۹ سلول درونی را دارد و محاسبات را ساده‌تر می‌کند. همچنین در تبدیل اطلاعات قطعات به سلول‌ها، هر سلول بیانگر اطلاعات همان قطعه است و اطلاعات هر سلول شامل ترکیب و ادغام الاعات دیگر نمی‌شود. لذا با توجه به تعریف، اگر کمتر از ۵۰ درصد از مساحت یک سلول، دارای کاربری شهری باشد، آن سلول را غیرشهری و در غیر این صورت، شهری نامیده می‌شود. همچنین شاخص‌های تدوین شده تحقیق، در غالب هریک از سلول‌های غیر شهری در سال مبدأ، محاسبه می‌شوند. و برای اندازه‌گیری پراکنش اراضی ساخته شده شهری، از همسایگی مور، با مجاورت ۸ سلول، که مشهورترین همسایگی در CA دو بعدی و به صورت سلول ۳×۳ است، استفاده می‌شود (شکل ۱).

شکل ۱: همسایگی مور



(Rezazadeh & Mirahmadi, 2009)

جدول ۱: شاخص‌های تغییر کاربری زمین در روند گسترش کلان‌شهرها

عوامل	معیار	شاخص	واحد اندازه‌گیری	مطالعات انجام شده
اجتماعی - اقتصادی	دسترسی به مراکز صنعتی (اشتغال)	معکوس فاصله تا نزدیک‌ترین مرکز صنعتی	متر	Thapa & Murayanna (2011), Luo & Wei (2009), Poelman & Anton (2009), Hu & Lu (2007), Braimoh & Onishi (2003), Cheng & Masser (2003), Portnov & Pearlmutter (1999), Deichman (1997)
	دسترسی به مراکز تجاری	معکوس فاصله تا نزدیک‌ترین مرکز تجاری	متر	Thapa & Murayama (2011), Luo & Wei (2009), Hu & Lu (2007), He et al. (2007), Aguiar et al. (2007), Braimoh & Onishi (2007), Cheng & Masser (2003), Irwin & Geoghegan (2001), Serneels & Lambin (2001)
	دسترسی به مراکز خدمات شهری	معکوس میانگین فاصله تا مراکز فرهنگی، بهداشتی، درمانی، مذهبی، آموزشی و ورزشی	متر	Thapa & Murayana (2010), Hu & Lo (2007), portnov & Pearlmutter (1999)
	مالکیت	نوع مالکیت	بدون واحد	Thapa & Murayana (2010), Ma & Xu (2009) , Hu & Lo (2007)
کالبدی	توپوگرافی و شیب زمین	معکوس شیب زمین	درصد	Thapa & Murayama (2010), Poelmon & Anton (2009), Ma & Xu (2009), Hu & Lo (2007), He et al (2007), Serneels & Lambin (2001), Braimen & Onishi (2007)
	دسترسی به مترو	معکوس فاصله تا نزدیک‌ترین ایستگاه مترو	متر	Luo & wei (2009), Braimoh & onishi(2007),), He et al. (2007), Cheng & Masser (2003), Kivell (1993), Mcloughlin (1973),
	دسترسی به اتوبوس شهری	معکوس فاصله تا نزدیک‌ترین ایستگاه اتوبوس شهری	متر	Luo & Wei (2009), Braimoh & Onishi (2007), Cheng & Masser (2007), Mertens et al. (2002)
	دسترسی به بزرگراه شهری	معکوس فاصله تا نزدیک‌ترین بزرگراه شهری	متر	Poelmen & Anton (2009), Luo & Wei (2009), He et al. (2007), Hu & lo (2006), Cheng & Masser (2003), Serneels & Lambin (2001), Kivell (1993), Mcloughlin, (1973)
	دسترسی به خیابان اصلی	معکوس فاصله تا نزدیک‌ترین خیابان اصلی	متر	Thapa & Murayama(2010), He et al. (2007), Hu & Lo (2007), Cheng & Masser (2007)
	پراکنش اراضی ساخته شده شهری	تعداد سلول‌های همجوار شهری	تعداد سلول	Ma& xu (2009), Hu & Lo (2007), He et al. (2007), Verburg et al. (2007), Cheng & Masser (2003), Mu¨ller & Zeller (2002)
مدیریتی و طرح‌های توسعه	کاربری زمین	کاربری زمین سلول در طرح تفصیلی	بدون واحد	Poelman & Anton (2009), Ma & Xu (2009), Dieleman & Wegner (2004), Semeels & Lambin (2001), Muligan (1973)1999), Mcloughlin et al.)
	تراکم ساختمانی	تراکم ساختمانی سلول در طرح تفصیلی	درصد	Thapa & Murayama (2010), Ma& Xu (2009), Cheng & Masser (2003), Muligan et al. (1999),

با توجه به مبانی نظری پژوهش، مراحل اجرایی تحقیق، شامل پنج قسمت، مطابق با نمودار ۱ است:

نمودار ۱: مراحل اجرایی تحقیق

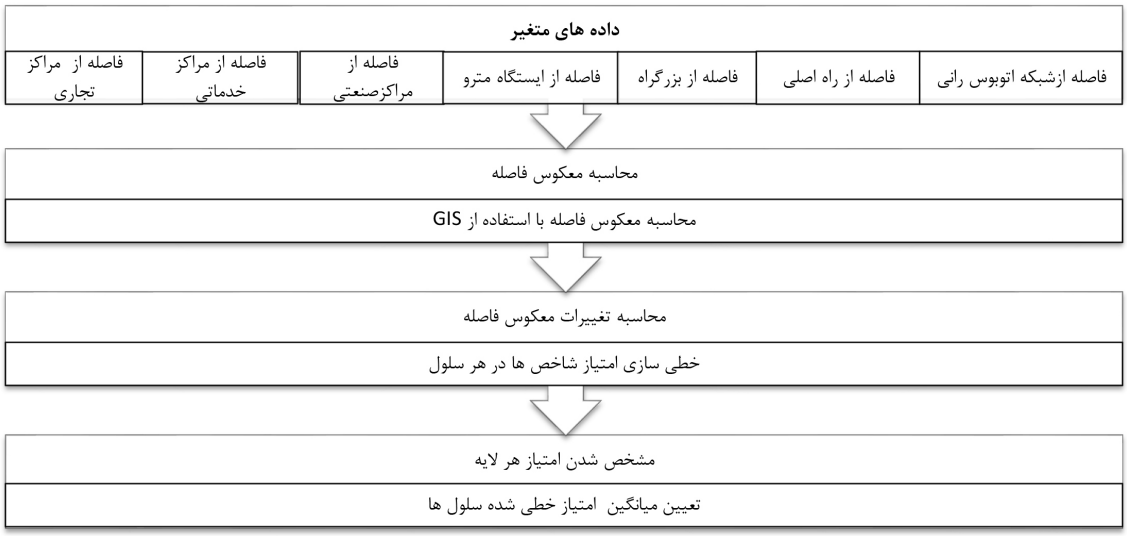
مرحله اول (بررسی شهری شدن سلول‌ها): با توجه به اینکه تحلیل و مقایسه اطلاعات بین سال پایه و وضع موجود برای تعیین میزان امتیاز و سهم هر شاخص در میزان شهری شدن سلول است، لذا محاسبات صرفاً بر روی سلول‌هایی صورت خواهد پذیرفت که از غیرشهری به شهری تبدیل شده است.

مرحله دوم (محاسبه امتیاز هر شاخص): با توجه به مبانی نظری و در نظر گرفتن شاخص‌های مؤثر در شهری شدن یک سلول، هر یک از شاخص‌های موجود با توجه به ماهیت خود ارتباطی با شهری شدن و تغییر کاربری یک سلول از کاربری شهری به غیرشهری دارند. در تعیین شاخص‌ها و میزان تأثیر آن‌ها بر یکدیگر، ابتدا داده‌ها به دو دسته داده‌هایی که در طول مدت سپری شده از سال پایه تا وضع موجود تغییر داشته‌اند به عنوان داده‌های تغییر یافته و داده‌هایی که تغییراتی نداشته‌اند نیز به عنوان داده‌های ثابت مورد تحلیل قرار گرفته‌اند. در تحلیل شاخص‌های متغیر، میزان تغییر شاخص مورد نظر از سال پایه تا سال حاضر محاسبه شده است. در این تحقیق فرض بر این گرفته شده است که تغییرات شاخص منجر به تغییر کاربری سلول مورد نظر از غیرشهری به شهری شده است. و وضع موجود شاخص‌ها در سال پایه در نظر گرفته نشده است. در تحلیل شاخص‌های ثابت ابتدا داده‌ها دسته‌بندی شده و سپس سهم هر دسته در میزان تعداد سلول‌های شهری شده مشخص می‌شود. سهم هر کلاس امتیاز خام آن شاخص می‌باشد. سپس مشابه داده‌های متغیر سهم هر دسته نرمال شده و به عنوان امتیاز آن دسته در شاخص به کار برده می‌شود. لازم به ذکر است که داده‌های ثابت و غیرقابل تغییر که در این مطالعه به آن پرداخته شده خواهد شد دارای دسته‌های متنوعی بوده و هر یک شامل چند زیرشاخص است و نمی‌توان این شاخص‌ها را همچون شاخص‌های متغیر به عنوان شاخص واحد در نظر گرفت.

مرحله سوم (مقایسه و اهمیت‌سنجی امتیاز هر شاخص): این مرحله، شامل مقایسه و اهمیت‌سنجی امتیاز داده‌های ثابت و متغیر و سلول‌های مجاور، در نمودارهای ۲، ۳ و ۴، نشان داده شده است:

نمودار ۲: داده‌های ثابت هر سلول

نمودار ۳: داده‌های متغیر هر سلول



نمودار ۴: داده‌های سلول‌های مجاور

۳. معرفی محدوده مورد مطالعه

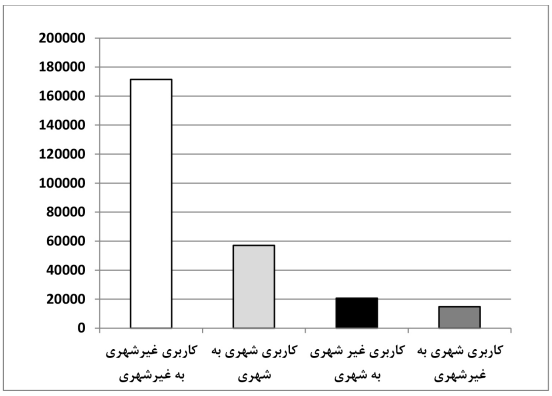
محدوده مورد مطالعه، منطقه ۲۲ شهرداری تهران، با وسعتی در حدود ۵۹۳۹ هکتار، و در غربی‌ترین بخش شهر تهران است. اراضی این منطقه، قبل از تصویب طرح جامع اول تهران (۱۳۴۹)، دارای تعداد معدودی از کاربری‌های شهری بود و خارج از محدوده شهر تهران بود. پس از پیروزی انقلاب اسلامی، بخش بزرگی از زمین‌های منطقه، در اختیار نیروهای مسلح، جهت ساخت و ساز پادگان‌های نظامی قرار گرفت. در طرح سامان‌دهی شهر تهران (۱۳۷۰)، این منطقه، به محدوده شهر الحاق گردید و طرح تفصیلی و بازنگری آن در سال‌های ۱۳۷۳و ۱۳۷۸ تصویب شد. اما در دو دهه اخیر، روند شهرک‌سازی، به صورت گسترش کاربری‌های شهری پراکنده، با وجود مغایرت این نحوه ساخت وساز با سیاست‌های طرح تفصیلی، از سوی شرکت‌های تعاونی، سازمان‌ها و نهادهای دولتی و غیره به سرعت ادامه دارد (Sharestan, 2007). با توجه به مبانی نظری این تحقیق کاربری‌های سال پایه و وضع موجود به دو دسته کاربری‌های شهری و کاربری‌های بایر و غیرشهری تقسیم شده‌اند که در نرم‌افزار ARC GIS این کاربری‌ها در سلول‌های تحلیل به این دو دسته تغییر کلاس داده شده‌اند.

با توجه به این تغییر کلاس سلولی و در نظر گرفتن دو وضعیت برای هر دو دوره، تغییرات کاربری هر سلول، چهار وضعیت می‌تواند داشته باشد: وضعیت اول، سلول‌های تحلیلی با کاربری‌های بایر و غیرشهری که از سال پایه تا وضع موجود تغییری نداشته است. این کاربری‌ها عمدتاً کاربری‌های نظامی و اراضی ملی فاقد وضعیت مشخص را شامل می‌شوند. وضعیت دوم، سلول‌های تحلیلی با کاربری‌های شهری، که چه در سال پایه و چه در وضع موجود، شهری بودن کلاس کاربری خود را حفظ نموده‌اند. وضعیت سوم، سلول‌های تحلیلی که در سال پایه کاربری بایر و غیرشهری داشته و در وضع موجود به کاربری‌های شهری تغییر وضعیت داده‌اند. کلیه تحلیل‌ها و بررسی شاخص‌ها، در این دسته از تغییر کاربری انجام می‌شود. وضعیت چهارم سلول‌های تحلیلی که در سال پایه، کاربری شهری داشته و در وضع موجود به کاربری

غیرشهری و بایر تغییر وضعیت داده است. این سلول‌ها عمدتاً در قطعاتی قرار گرفته‌اند که در سال پایه در حال ساخت و ساز، مسکونی و یا آموزشی بوده که در سال‌های اخیر به دلایلی رها شده‌اند. نقشه ۱، نمودار ۵ و جداول ۲ و ۳، این تغییرات را نشان می‌دهند.

نقشه ۱: کاربری زمین بین سال پایه و وضع موجود

نمودار ۵: وضعیت تغییر کاربری زمین بین سال پایه و وضع موجود



جدول۲: وضعیت تغییر کاربری زمین بین سال پایه و وضع موجود

	نوع تغییر کاربری	تعداد سلول	مساحت (مترمربع)
وضعیت اول	کاربری غیرشهری به غیرشهری	۱۷۱۴۷۵	۳۸۵۸۱۸۷۵
وضعیت دوم	کاربری شهری به شهری	۵۷۰۷۰	۱۲۸۴۰۷۵۰
وضعیت سوم	کاربری غیر شهری به شهری	۲۰۶۵۶	۴۶۴۷۶۰۰
وضعیت چهارم	کاربری شهری به غیرشهری	۱۴۷۴۹	۳۳۱۸۵۲۵

۴. محاسبه امتیاز شاخص‌های تغییرات کاربری زمین

در این مرحله با توجه به چارچوب نظری پژوهش، امتیاز شاخص‌های با داده‌های ثابت و متغیر سلول‌ها، محاسبه می‌شوند.

۱ـ۴ـ امتیاز شاخص‌های با داده‌های ثابت

شیب زمین: پس از طبقه‌بندی طیف پیوسته شیب، سهم هر یک از این طبقات در سلول‌های شهری شده به عنوان نمره خام آن طبقه در نظر گرفته می‌شود که این سهم با توجه به میزان کل آن که یک در نظر گرفته شده است بین صفر تا یک خواهد بود. با توجه به اینکه این امتیازها، امتیازهای خام هر شاخص است، این نسبت با توجه به رابطه زیر خطی‌سازی می‌شود:

(تفاوت بین بیشترین و کمترین) / (کمترین امتیاز - امتیاز طبقه) = امتیاز هر طبقه

با توجه به آنچه که بیان شد، جدول ۳، سهم هر طبقه در سلول‌های شهری شده، امتیاز خام و امتیاز نرمال هر یک را نشان می‌دهد.

جدول۳: جدول سهم هرطبقه در سلول‌های شهری شده، امتیاز خام و امتیاز نرمال هر یک

طبقه‌بندی شاخص	تعداد سلول‌های شهری شده طبقه	سهم هر طبقه در سلول‌های شهری شده/ امتیاز خام هر طبقه	امتیاز نرمال شده هر طبقه در شهری شدن سلول‌ها
شیب کمتر از ۲ درصد	۵۵۲	۰/۰۲۷۸	۰/۰۴۰۸
شیب بین ۲ تا ۵ درصد	۸۲۵۸	۰/۴۳۰۵	۰/۳۶۰۹
شیب بین ۵ تا ۸ درصد	۴۵۱۸	۰/۲۳۵۵	۰/۱۶۵۹
شیب بین ۸ تا ۱۰ درصد	۲۷۸۴	۰/۱۴۵۱	۰/۰۷۵۵
شیب بین ۱۰ تا ۱۲ درصد	۱۱۸۹	۰/۰۶۱۹	۰/۰۰۷۶
شیب بین ۱۲ تا ۱۵ درصد	۷۷۱	۰/۰۴۰۲	۰/۰۲۹۴
شیب ۱۵ درصد به بالا	۱۱۰۷	۰/۰۵۷۷	۰/۰۱۱۹

مالکیت: سهم هر یک از طبقه‌بندی‌های مالکیت که شامل مالکیت خصوصی، تعاونی، نظامی، عمومی و وقفی است در توسعه شهری این منطقه مطابق با جدول ۴ خواهد بود.

جدول ۴: سهم هر یک از طبقه‌بندی‌های مالکیت در تغییرات کاربری زمین

طبقه‌بندی مالکیت	تعداد سلول‌های شهری شده طبقه	سهم هر طبقه در سلول‌های شهری شده امتیاز خام هر طبقه	امتیاز نرمال شده هر طبقه در شهری شدن سلول‌ها
مالکیت خصوصی	۷۵۳۶	۰/۱۹۵۹	۰/۳۶۶۴
مالکیت عمومی	۷۸۹۸	۰/۲۱۳۵	۰/۳۸۴۰
مالکیت نظامی	۲۶۴۰	۰/۰۴۲۱	۰/۱۲۸۳
مالکیت تعاونی	۱۴۸۴	۰/۰۹۸۳	۰/۰۷۲۱
مالکیت وقفی	۱۰۹۸	۰/۱۱۷۱	۰/۰۵۳۳

تراکم ساخت زمین‌های مسکونی: با توجه به اینکه قطعات دارای کاربری مسکونی، جهت ساخت و ساز نیازمند مشوق‌های ساخت از قبیل تراکم بیشتر هستند، لذا با توجه به تراکم پیشنهادی در طرح تفصیلی، سهم هر یک از تراکم قطعات مسکونی در ساخت و ساز، مطابق با جدول۵ می‌باشد:

جدول ۵: سهم هر یک از تراکم قطعات مسکونی در ساخت و ساز

طبقه بندی تراکم ساخت مسکونی	تعداد سلول های شهری شده طبقه	سهم هر طبقه در سلول های شهری شده امتیاز خام هر طبقه	امتیاز نرمال شده هر طبقه در شهری شدن سلول ها
مسکونی با تراکم کم	۹۶۰۶	۰/۵۰۰۹	۰/۳۴۰۶
مسکونی با تراکم متوسط	۳۴۵۲	۰/۱۷۹۴	۰/۱۱۳۵
مسکونی با تراکم زیاد	۶۱۶۴	۰/۳۲۱۴	۰/۲۱۳۹
	۲۰۶۵۶		

کاربری پیشنهادی طرح تفصیلی: با توجه به اینکه منطقه ۲۲ شهر تهران در طرح‌های آماده‌سازی زمین و کاربری قطعات تابع طرح پیشنهادی تفصیلی هستند، این تبعیت در بیشترین میزان خود قرار داشته و تأثیر بسیار زیادی در میزان توسعه شهری و شهری شدن قطعات منطقه به همراه خواهد داشت. لذا جهت سنجش میزان تأثیر کاربری پیشنهادی طرح تفصیلی، میزان تأثیر هر یک از کاربری‌ها سنجدیده شده است. در این تحقیق، مطابق با جدول ۶، ابتدا ضرایب هر یک

از کاربری به تفصیل محاسبه شده و با توجه به نوع کاربری‌ها و دسته‌بندی‌های صورت گرفته، امتیاز دسته‌های کلی‌تر، مجموع امتیاز کلاس کاربری درون آن است.

جدول ۶: میزان تأثیر هر یک از کاربری‌های پیشنهادی طرح تفصیلی

کاربری طرح تفصیلی	امتیاز تأثیر کلاس کاربری در شهری شده سلول	کاربری طرح تفصیلی	امتیاز کاربری‌های کلی در شهری شدن سلول
حرایم	۰/۱۴۶۳	تجاری اداری	۰/۰۲۰۱
فضای سبز	۰/۰۹۹۷	فرهنگی مذهبی	۰/۰۰۶۷
حمل و نقل	۰/۰۳۰۸	مسکونی تراکم بالا	۰/۰۷۰۳
تأسیسات شهری	۰/۰۶۳۴	اداری	۰/۰۰۴۸
ورزشی	۰/۰۱۶۵	مسکونی تراکم متوسط	۰/۰۳۹۳
پارکینگ	۰/۰۰۸۹	تجاری	۰/۰۰۱۸
تفریحی	۰/۰۰۴۷	درمانی	۰/۰۰۴۴
آموزشی	۰/۰۴۴۱	خدمات شهری	۰/۰۰۲۷
مسکونی کم تراکم	۰/۱۰۹۹	مسکونی تجاری	۰/۰۰۱۷
صنعتی	۰/۰۰۸۹	خدمات بین راهی	۰/۰۰۱۸
خدمات عمومی	۰/۰۰۳۸	معبر	۰/۲۹۰۲
انبار داری	۰/۰۱۸۳		

۲ـ۴ـ شاخص‌های با داده‌های متغیر هر سلول

با توجه به آنچه در چارچوب نظری و روش تحقیق بدان پرداخته شد، شاخص‌های با داده‌های متغیر هر سلول و شاخص سلول‌های همجوار شهری در سال پایه مطابق با جداول ۷ و ۸ محاسبه شده‌اند.

جدول ۷: امتیاز شاخص‌های با داده‌های متغیر هر سلول

شاخص	میانگین امتیاز هر سلول	انحراف از معیار
شاخص نزدیکی به مراکز خدماتی	۰/۲۹	۰/۲۲
شاخص نزدیکی به مراکز تجاری	۰/۵۰	۰/۴۱
شاخص نزدیکی به مراکزصنعتی	۰/۰۰۱	۰/۰۱
شاخص نزدیکی به مسیر اتوبوس‌رانی	۰/۰۰۱	۰/۰۱
شاخص نزدیکی به مسیر بزرگراه	۰/۰۳	۰/۱
شاخص نزدیکی به مسیر راه اصلی	۰/۵۱	۰/۴۱
شاخص نزدیکی به ایستگاه‌های مترو	۰/۰۵	۰/۰۸

جدول ۸: امتیاز شاخص سلول‌های همجوار شهری در سال پایه

شاخص	میانگین امتیاز هر سلول	انحراف از معیار
شاخص سلول های همجوار شهری	۰/۲۳	۰/۴۲

باتوجه به جداول بالا، شاخص‌های مورد نظر، به صورت مستقل در نظر گرفته شده‌اند و امتیاز هر شاخص نشان دهنده

میزان تأثیر آن شاخص در شهری شدن سلول‌های با کاربری بایر و غیرشهری است. بدین ترتیب، هرچه امتیاز یک شاخص به عدد یک نزدیک‌تر باشد، تأثیر آن شاخص بیشتر است. با توجه به امتیاز هر شاخص در مجموع می‌توان گفت که هیچ یک از شاخص‌ها سهم ویژه‌ای در این تغییر کاربری نداشته و مجموع شاخص‌هاست که می‌تواند این تغییر کاربری را توضیح دهد. اما آنچه که باید در نظر گرفت این مطلب است که این شاخص‌ها به صورت مستقل در نظر گرفته شده و هرگونه تأثیرات متقابل و ارتباط پنهان بین آن ها در نظر گرفته نشده است. بنابراین، این تأثیرات متقابل شاخص‌ها، باید مورد توجه قرارگیرد. در مطالعه حاضر، این امر، با استفاده از روش تحلیل عاملی صورت می‌گیرد.

۵. سنجش شاخص‌های تغییرات کاربری زمین در روند شهری شدن محدوده با استفاده از تحلیل عاملی

در این قسمت از روش تحلیل عاملی جهت تبیین سهم هر یک از عوامل در تبیین تغییر کاربری و توسعه شهری در منطقه ۲۲ استفاده می‌شود. روش تحلیل عاملی روشی است برای تحلیل مسائل شهری که هدف آن، خلاصه‌سازی داده‌ها و تبدیل آن‌ها به عوامل اصلی است، به شرطی که داده‌های اصلی از بین نرود (Zebardast, 2007). این تحلیل، برای تعیین اهمیت عوامل، شاخص‌ها و استانداردسازی و بهره‌گیری از آزمون‌های آماری مختلف، نتایج بسیار مطلوبی ارائه می‌دهد. در ادامه، مراحل انجام روش و استخراج عوامل تشریح می‌شود.

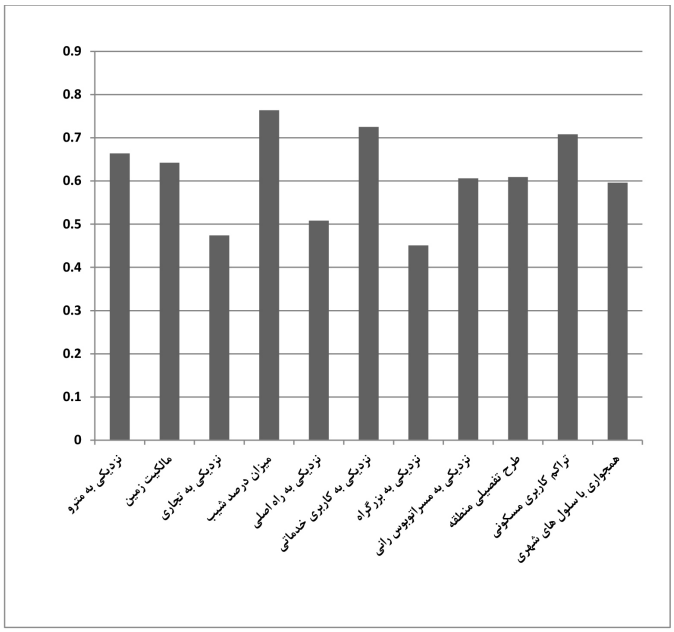
مرحله نخست (نهایی کردن شاخص ها و تبیین امتیاز هر یک از شاخص‌ها): اولین قدم در استفاده از تحلیل عاملی نهایی کردن شاخص‌ها و همسو کردن آن‌هاست. به همین خاطر شاخص‌های فاصله‌ای از قبیل فاصله از مترو، خطوط اتوبوس، کاربری تجاری، صنعتی، خدماتی و راه‌های اصلی و بزرگراهی به صورت معکوس فاصله در نظر گرفته می‌شود تا هر چقدر که عکس فاصله بیشتر باشد، مزیت آن سلول در شهری شدن بیشتر است. همچنین در لایه‌هایی که دچار تحول نشده و مقدار آن ثابت است نیز هر لایه طبقه‌بندی شده و سهم هر یک از طبقه‌ها در میزان شهری شدن سلول محاسبه شده و امتیاز هر سلول در هر طبقه برابر با امتیاز آن طبقه در میزان مطلق آن سلول است. این لایه‌ها نیز شامل لایه‌های میزان شیب، مالکیت، طرح تفصیلی و تراکم کاربری مسکونی است. در محدوده مورد مطالعه با استفاده از نرم‌افزار GIS کل سطح منطقه به سلول‌های ۱۵در۱۵ افراز شده است و منطقه به ۲۶۳۹۵۰ سلول تقسیم شده است، که ۲۰۶۵۶ سلول آن، از کاربری‌های غیرشهری و بایر به کاربری‌های شهری تغییر یافته‌اند.

مرحله دوم (بررسی اشتراک شاخص‌ها): با توجه به اصول استفاده از تحلیل عاملی، شاخص‌هایی که میزان اشتراک‌پذیری آن‌ها از ۰,۴ کمتر باشد از فرایند محاسبات حذف می‌شود. با توجه به اولین بار خروجی از تحلیل و جدول میزان اشتراک شاخص، شاخص میزان نزدیکی به مراکز اشتغال دارای میزان اشتراک ۰,۳۵ می‌باشد که جهت افزایش مقدار اشتراکات و ارتقای عددی آزمون (KMO)[۱۷] این شاخص حذف می‌شود. جدول ۹، میزان اشتراکات با توجه به حذف این شاخص را نشان می‌دهد:

جدول۹: میزان اشتراکات شاخص‌ها

	Initial	Extraction
نزدیکی به مترو	۱,۰۰۰	۰,۶۶۴
مالکیت زمین	۱,۰۰۰	۰,۶۴۲
نزدیکی به تجاری	۱,۰۰۰	۰,۴۷۴
میزان درصد شیب	۱,۰۰۰	۰,۷۶۴
نزدیکی به راه اصلی	۱,۰۰۰	۰,۵۰۸
نزدیکی به کاربری خدماتی	۱,۰۰۰	۰,۷۲۵
نزدیکی به بزرگراه	۱,۰۰۰	۰,۴۵۱
نزدیکی به مسیر اتوبوس‌رانی	۱,۰۰۰	۰,۶۰۶.
طرح تفصیلی منطقه	۱,۰۰۰	۰,۶۰۹
تراکم کاربری مسکونی	۱,۰۰۰	۰,۷۰۸
همجواری با سلول‌های شهری	۱,۰۰۰	۰,۵۹۶

نمودار ۶: میزان اشتراکات شاخص‌ها



این جدول نشان می‌دهد که بیشترین میزان واریانس و اشتراک بین شاخص‌ها و همبستگی بین آن‌ها به چه میزان می‌باشد.

مرحله سوم (بررسی مقدار KMO): یکی از روش‌های انتخاب متغیرهای مناسب برای تحلیل عاملی استفاده از ماتریس همبستگی است. معمولاً متغیرهایی که با هیچ متغیری همبستگی لازم را نداشته باشند از تحلیل حذف می شوند. بنابراین اولین خروجی رویه تحلیل عاملی، ماتریس ضرایب همبستگی است که اگر دترمینان این ماتریس کمتر از ۰/۰۰۰۰۱ باشد می‌توان پذیرفت که ماتریس با پدیده «همخطی چندگانه»[۱۸] یا «تک خطی»[۱۹] رو به رو نشده است و داده‌ها برای ادامه تحلیل مناسب می‌باشند (Zebardast & Khalili, 2012). در آزمون KMO که مقدار آن همواره بین ۰ و ۱ است، در صورتی که مقدار مورد نظر کمتر از ۰,۵۰ باشد، داده‌ها برای تحلیل عاملی مناسب نخواهند بود و اگر مقدار آن بین ۰,۵۰ تا ۰,۶۹ باشد، باید با احتیاط بیشتر به تحلیل عاملی پرداخت. اما در صورتی که این مقدار بیشتر از ۰,۷ باشد، همبستگی موجود میان داده‌ها برای تحلیل داده‌ها مناسب خواهد بود (Khalili, 2012). روش تحلیل عاملی به چند طریق صورت می‌پذیرد که یکی از این روش‌ها در نرم‌افزار، روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی[۲۰] می‌باشد که در این مقاله از این روش استفاده شده است. علاوه بر محاسبه مقدار KMO، آزمون بارتلت نیز جهت مشخص شدن میزان همبستگی شاخص‌ها و ارتباط متقابل آن مشخص شود. بدین صورت که فرض اولیه عدم ارتباط شاخص‌ها باید رد شود. بنابراین باید میزان سطح معنی‌داری مدل و احتمال وابسته به آن کمتر از ۰,۰۵ باشد. بررسی مقدار KMO و بارتلت در تحلیل مورد نظر مطابق با جدول ۱۰ می‌باشد.

جدول ۱۰: آزمون بارتلت و KMO

مقادیر کفایت نمونه‌گیری کایزر مییر اولکین		۵۹۳
آزمون کرویت بارتلت	کای اسکوئر	۱۰۱۷۲,۲۹۴
	درجه آزادی	۵۵
	سطح معناداری.	۰,۰۰۰

جدول ۱۰ نشان می‌دهد که مقدار KMO صورت گرفته شاخص‌ها در منطقه ۲۲ درحدود ۰,۶ بوده که برای تحلیل عاملی داده‌ها مطلوب می‌باشد. این میزان با در نظر گرفتن شاخص حذف شده نیز ۰,۵۹۰ می‌باشد.

مرحله چهارم (محاسبه واریانس و تعداد عوامل منتخب[۲۱]): در این مرحله واریانس تجمعی هر عامل محاسبه می‌شود. بدین صورت که واریانس عوامل محاسبه شده و به ترتیب از بیشترین مقدار تا کمترین مقدار واریانس مرتب شده و سپس میزان تجمعی آن برای خلاصه‌سازی و مشخص شدن تعداد عوامل در ستون بعدی محاسبه می‌شود که مطابق با جدول ۱۱ می‌باشد.

جدول ۱۱: محاسبه واریانس و تعداد عوامل منتخب

مجموع واریانس تبیین شده عوامل									
مجموع مجذور بارهای چرخش یافته نهایی			مجموع مجذور بارهای استخراجی			مقادیر خاص آغازین			عوامل
درصد واریانس تجمعی	درصد واریانس	کل	درصد واریانس تجمعی	درصد واریانس	کل	درصد واریانس تجمعی	درصد واریانس	کل	
۱۶,۱۱۷	۱۶,۱۱۷	۱,۷۷۳	۱۸,۸۶۴	۱۸,۸۶۴	۲,۰۷۵	۱۸,۸۶۴	۱۸,۸۶۴	۲,۰۷۵	۱
۲۸,۷۱۴	۱۲,۵۹۶	۱,۳۸۶	۳۱,۷۰۴	۱۲,۸۴۱	۱,۴۱۲	۳۱,۷۰۴	۱۲,۸۴۱	۱,۴۱۲	۲
۴۰,۸۰۲	۱۲,۰۸۸	۱,۳۳۰	۴۲,۳۵۲	۱۰,۶۴۷	۱,۱۷۱	۴۲,۳۵۲	۱۰,۶۴۷	۱,۱۷۱	۳
۵۱,۰۹۸	۱۰,۲۹۷	۱,۱۳۳	۵۱,۹۶۸	۹,۶۱۶	۱,۰۵۸	۵۱,۹۶۸	۹,۶۱۶	۱,۰۵۸	۴
۶۱,۳۲۳	۱۰,۲۲۵	۱,۱۲۵	۶۱,۳۲۳	۹,۳۵۵	۱,۰۲۹	۶۱,۳۲۳	۹,۳۵۵	۱,۰۲۹	۵
						۶۹,۴۳۷	۸,۱۱۴	۰,۸۹۳	۶
						۷۷,۰۲۸	۷,۵۹۲	۰,۸۳۵	۷

این جدول در دو بخش بدون اعمال چرخش واریماکس و با در نظر گرفتن این چرخش انجام شده است. جهت سنجش صحت این مرحله و تعیین تعداد عوامل بررسی چند شرط الزامی است. باید به لحاظ آماری سه شرط را رعایت نمود، شرط اول توجه به این نکته است که مقادیر ویژه[۲۲] در رابطه با شهری شدن سلول‌های مورد نظر باید بالاتر از ۱ باشد. شرط دوم رعایت مقدار واریانس تجمعی است که مجموع واریانس تجمعی عوامل استخراج شده نهایی باید بالاتر از ۶۰ باشد و شرط سوم اینکه واریانس تبیین شده هر عامل به تنهایی باید بالاتر از ۱۰ باشد (Zebardast & Khalili, 2012). براساس جدول فوق می‌توان ۵ عامل کلی را به عنوان عوامل شهری شدن سلول‌های منطقه ۲۲ شهر تهران از سال ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۵ در نظر گرفت. چرا که مقادیر ویژه عوامل از ۲,۰۷۵ تا ۱,۰۲۹ بوده که همگی این اعداد از ۱ بیشتر می‌باشند. همچنین ستون بعدی نشان می‌دهد که هریک از عوامل بیش از ۱۰ درصد از پدیده شهری شدن در سلول‌های منطقه ۲۲ را نشان می‌دهد که این میزان بین ۱۰,۲۲۵ تا ۱۶,۱۱۷ می‌باشد که نشان‌دهنده این مطلب است که هر عامل به تنهایی سهم قابل توجهی از پدیده شهری شدن سلول‌ها را توضیح می‌دهد. و در ستون آخر نیز واریانس تجمعی عوامل پنج‌گانه بیش از ۶۰ درصد پدیده مورد نظر را تبیین می‌کند. با توجه به استقلال نسبی شاخص‌های مورد نظر در این مقاله، یک و یا دو شاخص را نمی‌توان به عنوان شاخص‌های اساسی و جامع در نظر گرفت و هیچ یک از عوامل نمی‌تواند به طور جامع دلیلی بر شهری شدن سلول‌های بایر و فاقد کاربری‌های شهری شود و جهت شهری شدن سلول‌ها عوامل متعددی باید با یکدیگر به شهری شدن سلول منتهی شوند.

مرحله پنجم (محاسبه ماتریس عاملی دوران‌یافته و تفسیر عوامل مربوطه): پس از محاسبه واریانس تجمعی هر عامل جهت به دست آوردن بیشترین ارتباط هر شاخص با عوامل تبیین شده و نامگذاری و تفسیر عوامل وزن عاملی هر یک از شاخص‌ها در عوامل را از طریق نرم‌افزار به دست می‌آوریم. این وزن عاملی برای شاخص‌ها باید بیشترین ارتباط را تنها با یک داشته باشند. لذا جهت دوری از سختی ناشی از ارتباط یک شاخص با چند عامل، ماتریس وزن‌های عاملی را دوران می‌دهیم تا هر شاخص بیشترین ارتباط خود را تنها با یک عامل داشته باشد. بدین ترتیب، مطابق با جدول ۱۲، ماتریس وزن عاملی اولیه به تعداد ۹ بار دوران واریماکس یافته تا ۵ عامل نهایی شهری شدن سلول‌های بایر و غیرشهری را مشخص نماید.

جدول ۱۲: محاسبه ماتریس عاملی دوران یافته

شاخص‌ها	ماتریس عوامل					ماتریس چرخش یافته عوامل				
	عوامل					عوامل				
	۱	۲	۳	۴	۵	۱	۲	۳	۴	۵
نزدیکی به مترو	۰,۷۱۵	۰,۱۹۱	-۰,۰۶۲	-۰,۳۱۴	-۰,۱۱۶	۰,۷۵۹				
مالکیت زمین	-۰,۴۰۲	-۰,۱۳۰	۰,۴۸۸	۰,۰۸۴	۰,۴۶۶	-۰,۶۹۹				
نزدیکی به تجاری	-۰,۴۳۵	۰,۴۴۸	-۰,۱۱۸	-۰,۲۶۴	-۰,۰۳۸		-۰,۱۶۸			
میزان درصد شیب	۰,۲۰۷	۰,۳۳۸	-۰,۳۶۹	۰,۵۸۰	۰,۳۶۷				۰,۰۹۱	
نزدیکی به راه اصلی	۰,۵۳۲	۰,۰۲۰	۰,۲۵۰	۰,۲۱۶	۰,۳۳۹			۰,۱۹۱		
نزدیکی به کاربری خدماتی	۰,۸۳۱	-۰,۱۲۵	-۰,۱۲۸	۰,۰۳۴	-۰,۰۲۶	۰,۷۱۰				
نزدیکی به بزرگراه	-۰,۱۰۲	-۰,۵۶۷	-۰,۰۲۶	-۰,۲۲۶	۰,۲۵۹					-۰,۲۰۶
نزدیکی به مسیر اتوبوسرانی	-۰,۲۷۳	۰,۲۸۶	-۰,۵۰۰	-۰,۰۴۵	۰,۴۴۴				-۰,۱۴۷	
طرح تفصیلی منطقه	۰,۲۴۶	۰,۳۳۸	۰,۶۰۸	-۰,۰۷۲	۰,۲۴۳			-۰,۰۱۱		
تراکم کاربری مسکونی	-۰,۲۲۴	۰,۲۵۳	۰,۲۴۶	۰,۵۵۸	-۰,۴۷۱					-۰,۱۹۸
همجواری با سلول‌های شهری	-۰,۰۳۵	-۰,۶۶۸	-۰,۱۳۸	۰,۳۵۸	-۰,۰۳۴		-۰,۱۶۹			

پس از استخراج عوامل و مشخص شدن اینکه هر عامل با چه شاخص‌هایی تعریف می‌شود، حال به مرحله نامگذاری عوامل می‌رسیم. در این مرحله شاخص‌های مرتبط با هر یک از عوامل دسته‌بندی شده و هر عامل نامگذاری می‌شود که شامل عوامل زیر می‌باشد:

عامل اول براساس ماتریس فیلتر شده و دوران یافته با شاخص‌های میزان نزدیکی به کاربری‌های خدماتی، نزدیکی به ایستگاه‌های مترو و نوع مالکیت، دارای همبستگی در حدود ۰,۷ می‌باشد. این عامل همچنین ۱۶,۱۱۷ واریانس کل را تبیین می‌نماید و بر همین اساس این عامل را می‌توان دسترسی به خدمات اجتماعی نامگذاری کرد.

عامل دوم بر اساس ماتریس فیلتر شده و دوران یافته با شاخص‌های همجواری با سلول‌های شهری و میزان نزدیکی به کاربری‌های تجاری همبستگی در حدود ۰,۶۵ می‌باشد. این عامل همچنین ۱۲,۵۹ واریانس کل را نیز تبیین می‌نماید و بر همین اساس این عامل را می‌توان دسترسی به مراکز شهری نامگذاری نمود.

عامل سوم نیز طبق ماتریس دوران یافته و فیلتر شده با شاخص‌هایی همچون نزدیکی به راه اصلی و طرح تفصیلی همبستگی بالایی برقرار نموده است. این عامل همچنین ۱۲,۰۸۸ واریانس کل را نیز تبیین می‌نماید و بر این اساس، این عامل را می‌توان پیشنهادهای طرح تفصیلی نامگذاری نمود.

عامل چهارم و پنجم هر یک به ترتیب ۱۰,۲۹۵ و ۱۰,۲۲۵ درصد از واریانس کل را مشخص می‌کنند. عامل چهارم با میزان درصد شیب و نزدیکی به مسیر اتوبوس‌رانی همبستگی بالایی داشته و عامل پنجم نیز با نزدیکی به بزرگراه و تراکم ساخت و ساز مسکونی بیشترین میزان همبستگی را داشته است. به همین خاطر عامل چهارم را می‌توان موقعیت طبیعی و عامل پنجم را مشوق‌های ساخت و ساز مسکونی نامگذاری کرد.

۶. جمع‌بندی

با توجه به رشد شهرنشینی و افزایش فشار بر اراضی کشاورزی برای مسکونی شدن و ایجاد دیگر ساختارهای ضروری مرتبط با آن مانند بخش خدمات‌رسانی، ساماندهی وضع موجود و رفع نارسایی‌های حاصله از نابسامانی در بهره‌برداری از زمین، پدیده تغییر کاربری زمین‌های زیر کشت، استقرار مکانی جمعیت در حال حاضر و توزیع مکانی مناسب فعالیت‌های اقتصادی در آینده براساس توسعه پایدار اقتصادی ـ اجتماعی و محیطی، مستلزم شناسایی ساختارهای اصلی محیط و روند تغییرات آن ازگذشته تا به حال می‌باشد. در تحقیق حاضر با مطالعه ادبیات نظری و تجربیات جهانی مرتبط با تغییرات کاربری زمین در روند گسترش کلان‌شهرها، شاخص‌های تغییرات کاربری زمین در قالب ۱۲ معیار دسترسی به

مراکز صنعتی (اشتغال)، دسترسی به مراکز تجاری، دسترسی به مراکز خدمات شهری، مالکیت، توپوگرافی و شیب زمین، دسترسی به مترو، دسترسی به اتوبوس شهری، دسترسی به بزرگراه شهری، دسترسی به خیابان اصلی، پراکنش اراضی ساخته شده شهری، کاربری زمین، تراکم ساختمانی و در چارچوب مفهوم سلول‌های خودیار (CA) و انتخاب سلول‌های ۱۵×۱۵ متر، در محدوده منطقه ۲۲ شهر تهران، مورد بررسی قرار گرفت و امتیاز منفرد هریک از شاخص‌ها در روند تغییرات و ارتباط شاخص‌های فوق در تحلیل عوامل اصلی تغییرات کاربری زمین از طریق تحلیل عاملی بررسی شد. نتایج تحقیق نشان می‌دهند که ۵۳ درصد از تغییرات اراضی باغات خصوصی و ۹ درصد از تغییرات اراضی فضای سبز، تغییر به کاربری صنعتی است، که این مسأله باید به عنوان یک هشدار محیط زیستی در نظر گرفته شود. یافته‌های تحقیق، همچنین نشان می‌دهند که شاخص‌های نزدیکی به مراکز تجاری، نزدیکی به راه‌های اصلی و کاربری زمین پیشنهادی طرح تفصیلی، بیشترین تأثیر را در تغییرات کاربری زمین دارند. برخلاف تصور اولیه، هر چه سلول به کاربری صنعتی نزدیک‌تر باشد، احتمال شهری شدن کمتری دارد. از طرفی، بیشترین تغییرات کاربری زمین، از زمین‌های بایر و ساخته نشده به کاربری مسکونی و معابر، و در زمین‌های با شیب ۲ تا ۸ درصد، زمین‌های دارای مالکیت خصوصی و مسکونی کم تراکم اتفاق افتاده است. همچنین عوامل اصلی تغییرات کاربری زمین، ۵ عامل، شامل دسترسی به خدمات اجتماعی، دسترسی به مراکز شهری، پیشنهادهای طرح تفصیلی، موقعیت طبیعی و مشوق‌های ساخت و ساز مسکونی معرفی شده است. که این نتایج، یافته‌های سرنیل و لامبین (۲۰۰۷) در مورد عوامل تغییر کاربری زمین شهر ناروک کنیا و نیز یافته‌های چنگ و مایزر (۲۰۰۳) در مورد عوامل تغییر کاربری زمین شهر ووهام چین را تأیید می‌کند. بنابر این باید در برنامه‌ریزی کاربری زمین و به طور کلی برنامه‌های توسعه شهری، نقش عوامل فوق در ایجاد تغییرات کاربری زمین، به صورت جدی مد نظر قرار گیرند.

پی‌نوشت

1. Moser
2. Mcloughlin
3. Kivell
4. Muligan
5. Briamoh & Onishi
6. Portnov & Pearlmutter
7. Ma & Xu
8. Thapa & Murayama
9. Toelman & Anton
10. Verberg
11. Irwin & Geoghegan
12. Dieleman & Wegner
13. Serneels & Lambin
14. Cheng & Masser
15. He
16. Luo & Wei
17. Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy
18. Multi Colinearity
19. Singularity
20. Principal Component Analysis
21. Explanted Variance Checking
22. Eigenvalues

References

- B Batty, M., Xie, Y. (1994). From Cells to Cities. *Environment and Planning B*, 21, 31–48.
- Briamoh, A. K., Onishi, T. (2007). Spatial Determinants of Urban Land-Use Change in Lagos. Nigeria. *Land Use Policy,* (2)24, 502-515.
- Briassoulis, H. (2000). Analysis of Land Use Change: Theoretical and Modelling Approaches, in Loveridge, S. (ed) The Web Book of Regional Science, at *http://www.rri.wvu.edu/ regscweb.htm. West Virginia University, Morgantown.*
- Cheng, J., Masser, I., (2003). Urban Growth Pattern Modeling: A Case Study of Wuhan City, PR China. *Landscape Urban Plan,* 62 (4), 199–217.
- C. L. (2002). *Modeling Urban Land Use Dynamics through Bayesian Probabilistic Methods in a Cellular Automaton Environment.* Proceedings of the 29thInternational Symposium on Remote Sensing of the Environment, Buenos Aires, Argentina, 8–12 April.
- Dieleman, F., Wegener, M. (2004). Compact City and Urban Sprawl. *Built Environment,* 30(4), 308-323.
- Economic Models of Land Use Change, Agriculture, *Ecosystems and Environment*, 85, 7–24.
- Hall, C.A.S. Ed. (2000). *Quantifying Sustainable Development: The Future of Tropical Economies,* San Diego: Academic Press.
- He, C., Okada, N., Zhang, Q., Shi, P., Li, J. (2007). Modeling Dynamic Urban Expansion Processes Incorporating a Potential Model with Cellular Automata, *Landscape and Urban Planning,* 86, 2008, 79-91.
- Hu, Z., Lo, C. P. (2007). Modeling Urban Growth in Atlanta Using Logistic Regression [J]. *Computers, Environment and Urban Systems,* 31(6), 667-688
- Irwin, E., Geoghegan, J. (2001). *Theory, data, methods: developing spatially-explicit.*
- Kaiser, E.J., Godschalk, D.R., Chapin, F.S., Jr. (1995). *Urban Land Use Planning,* Fourth Edition. Urbana: University of Illinois Press.
- Kivell, P., (1993). *Land and the City: Patterns and Processes of Urban Change.* London: Routledge.
- Khalili, A. (2012).Quantitative Methods in Urban & Regional Planning Booklet. Tehran: University of Elm o Sanat, Faculty of Urban and Architecture.
- Li, X., Yeh, A.G.O. (2000). Modelling Sustainable Urban Development by the Integration of Constrained Cellular Automata and GIS, International *Journal of Geographical Information Science*, 14(2), 131–152.
- Luo, J., Wei, Y. (2009). Modeling Spatial Variations of Urban Growth Patterns in Chinese Cities: The Case of Nanjing [J]. *Landscape and Urban Planning,* 91(2), 51-64
- Ma, Y., Xu, R. (2009). Remote Sensing Monitoring and Driving Forces Analysis of Urban Expansion in Guangzhou City, China. Habitat Int., 34, 228-235. DOI: 10.1016/J.HABITATINT.2009.09.007
- McLaughlin, J. (1973). *An Introduction to Cadastral Surveying*. Lecture Notes No. 31.Department of Surveying Engineering, University of New Brunswick, Fredericton, Canada.
- Moser, S.C. (1996). A Partial Instructional Module on Global and Regional Land Use/Cover Change: Assessing the Data and Searching for General Relationships. *Geo journal*, 39(3), 241-283.
- Mulligan, G.F., Vias, A.C., Glavac, S.M. (1999). Initial Diagnostics of a Regional Adjustment Model. *Environment and Planning A,* 31, 855–876.
- -Newman, P.W.G., Kenworthy, J.R. (1989). *Cities and Automobile Dependence.* Gower Technical, Aldershot, 34–67.
- Poelmans, L., Van Rompaey, A. (2009). Detecting and Modelling Spatial Patterns of Urban Sprawl in Highly Fragmented Areas: A Case Study in the Flanders–Brussels Region. *Landscape Urban Planning*, 93, 10–19
- Portnov, B.A., Pearlmutter, D. (1999). Sustainable Urban Growth in Peripheral Areas. Center For Desert Architecture And Urban Planning, J. Blaustein Institute For Desert Research, Ben-Gurion University Of The Negev.
- RezaZadeh, R., MirAhmadi, M. (2010). Cellular Automata Model, *Fanavai-E-Amuzesh,* 4(1).
- Thapa, R. B., Murayama, Y. (2010). Drivers of Urban Growth in the Kathmandu Valley, Nepal: Examining the Efficacy of the Analytic Hierarchy Process. *Applied Geography.* 30(1), 70-83.
- Thapa, R. B., Murayama, Y. (2011). Urban Growth Modeling of Kathmandu Metropolitan Region, Nepal Computers, *Environment and Urban Systems.* 35(1), 25-34.
- Serneels, S. Lambin, E.F. (2001). Proximate Causes of Land-Use Change in Narok District, Kenya: A Spatial Statistical Model, Agriculture, *Ecosystems & Environment,* 85, 65–81.
- Shaban, M. A., Dikshit, O. (2001). Improvement of Classification in Urban Areas by the Use of Textural Features: The Case Study of Lucknow City, Uttar Pradesh. *International Journal of Remote Sensing*, 22, 565–593.
- Verburg, P., Schot, P., Dijst, M.J., Veldkamp, A. (2004). Land Use Change Modelling: Current Practice and Research Priorities, *Geo Journal*, 61(4), 309-324.

- Verburg, P., Soepboer, W., Veldkamp, A., Limpiada, R., Espaldon, V., Mastura, S.A. (2002). Modeling The Spatial Dynamics Of Regional Land Use: The CLUE-S Model. *Environmental Management*, 30, 391–405.
- Zebardast, E., Khalili, A., Dehghani, M. (2014). Application of Factor Analysis Method in Identification of a Decayed Urban Fabrics, *HONAR-HA-YE-ZIBA,* 18(2), 27-42.
- Zebardast, E. (2011). Methods in Urban Planning Booklet. Tehran: University of Tehran.