نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال بیست و دوم، شماره ۶۵، تابستان ۱۴۰۱

سنجش گستردگی فضایی کلان‌شهر تهران و تأثیر آن بر تغییرات محیط‌زیست

دریافت مقاله: ۹۸/۵/۲۷ **پذیرش نهایی**: ۹۸/۱۰/۲۲
صفحات: ۳۸۰-۳۶۷

اصغر تیموری: دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
Email: a_teymouri@sbu.ac.ir
جمیله توکلی‌نیا: دانشیار گروه جغرافیای انسانی و آمایش، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران[1]
Email: j_tavakolinia@sbu.ac.ir
ابوالفضل مشکینی: دانشیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
Email: meshkini@modares.ac.ir

چکیده

شهرنشینی فزاینده در جهان شهری‌شده، پایداری مناطق کلان‌شهری را به‌ویژه در کشورهای درحال‌توسعه در ابعاد مختلف توسعه پایدار با چالش‌های اساسی مواجه ساخته و چشم‌انداز توسعه ناپایداری را برای آن‌ها رقم زده است. مصرف بی‌رویه زمین و پیامد آن تغییرات کاربری و پوشش زمین، یکی از معضلات محیط‌زیستی است که در اثر تمرکز بالای جمعیت و فعالیت در مناطق کلان‌شهری به‌طور چشمگیری اتفاق می‌افتد. این پژوهش از نوع کاربردی بوده و در راستای پایش تغییرات محیط‌زیستی ناشی از گستردگی فضایی کلان‌شهر تهران با روش توصیفی- تحلیلی و با به‌کارگیری تکنیک‌های سنجش‌ازدور و GIS تغییرات کاربری و پوشش زمین ناشی از گستردگی فضایی کلان‌شهر تهران را مورد ارزیابی و تحلیل قرار داده است. یافته‌ها، حاکی از افزایش مساحت اراضی ساخته‌شده از ۳۴۳۱۶ هکتار در سال ۱۳۶۵ به ۶۸۲۵۲ هکتار در سال ۱۳۹۵ دارد که ۱۵۷۳۱ هکتار از آن مربوط به تغییرات اراضی کشاورزی، باغات و پهنه آبی به اراضی ساخته‌شده می‌باشد. همچنین نتایج پیش‌بینی مدل زنجیره مارکوف و سلول‌های خودکار حاکی از ادامه روند تغییرات کاربری و پوشش زمین به نفع اراضی ساخته‌شده دارد تا سال ۱۴۰۵ دارد. این شواهد نشان دهنده این است که کلان‌شهر تهران با گسترش بیش از اندازه خود از آستانه‌های جمعیتی و اکولوژیکی فراتر رفته و با پیش روی به‌سوی محیط طبیعی پیرامون اختلال ساختاری مهمی را در محیط‌زیست به وجود آورده است. بر همین اساس لزوم توجه به رویکردهای نوین توسعه شهری و همچنین ارائه سناریوهای تمرکززدایی از آن می‌تواند اقدامی اساسی برای حل معضلات محیط‌زیستی ناشی از گستردگی فضایی بیش از اندازه آن باشد.

کلید واژگان: گستردگی فضایی، تغییرات محیط‌زیست، تصاویر ماهواره‌ای، تمرکززدایی،کلان‌شهر تهران

۱ . **نویسنده مسئول**: تهران، اوین، دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده علوم زمین، گروه جغرافیای انسانی و آمایش، ۰۲۱-۲۹۹۰۲۶۱۲

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31]

[DOI: 10.52547/jgs.22.65.367]

مقدمه

شهرنشینی پدیده جهانی قرن بیست و یکم عنوان شده است؛ چرا که برای نخستین بار در تاریخ، از آغاز هزاره سوم، بیش از نیمی از جمعیت جهان در مناطق شهری زندگی می‌کنند. کشورهای درحال‌توسعه در مرکز تحولات جمعیتی قرار دارند؛ جایی که ۴۰۰۰۰۰ کیلومتر مربع بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۳۰ میلادی برای کاربری‌های شهری ساخته خواهد شد (ائتلاف شهرها[1]، ۲۰۱۷). طبق گزارش سازمان ملل، ۳/۹ میلیارد نفر، معادل ۵۴ درصد از جمعیت جهان در شهرها زندگی می‌کنند که پیش‌بینی می‌شود در سال ۲۰۵۰ به ۶/۳ میلیارد نفر برسد که نزدیک به ۹۰ درصد آن مربوط به کشورهای درحال‌توسعه خواهد بود (سازمان ملل متحد[2]، ۲۰۱۵). بدون هیچ شکی، این روند نمود فضایی قابل‌توجهی در آینده خواهد داشت که ناگزیر برآیندهای این فرآیند گسترش فضایی شهرها و شهرک‌ها در اطراف و پیرامون محدوده‌های قانونی شهرها برای اسکان دادن به جمعیت در حال رشد خواهد بود (مصمم و همکاران[3]، ۲۰۱۷: ۲). روند تحولات و گسترش فضایی در محدوده حومه شهرها به خاطر جاذبه‌های محیط‌زیستی، وجود اراضی بکر طبیعی و نیز تمایلات سوداگرانه ساخت‌وساز در برخی مناطق، سرعت زیادی پیدا کرده و تأثیر بسزایی را بر ساختار کالبدی- فضایی شهرها وارد کرده است (خیرالدین و سالاریان، ۱۳۹۴: ۱۵۳). گسترش فضایی شهرها منجر به تغییرات کاربری و پوشش زمین در سرتاسر جهان به‌ویژه در کشورهای درحال‌توسعه شده (بلال و مغانم[4]، ۲۰۱۱: ۷۳) و این روند همچنان ادامه دارد. که در سال‌های اخیر، به موضوعی مهم در بررسی تغییرات محیط‌زیستی جهان تبدیل شده و از مؤلفه‌های کلیدی در بررسی رابطه بین فعالیت‌های انسانی و محیط‌زیست محسوب می‌شود (پراشانت و همکاران[5]، ۲۰۱۲: ۲۵؛ فن و همکاران[6]، ۲۰۱۷). ساختار، فرآیند و تغییر، سه ویژگی اساسی در مطالعه هر سیمای سرزمین است (لیتائو و اهم[7]، ۲۰۰۲) که مهم‌ترین تغییر ساختاری در مناطق شهری، تغییر و تبدیل اراضی طبیعی به اراضی ساخته شده است (لائوش و هرزگ[8]، ۲۰۰۲). عواملی مانند گسترش ناگهانی، ضعف برنامه‌ریزی و کنترل نشده شهر می‌تواند به اثرات محیط‌زیستی منجر شود که باعث تخریب سیستم‌های محیط‌زیستی به‌ویژه تقسیم زیستگاه‌ها و تولید اجتماعی و اقتصادی می‌شود که کارایی تأمین امکانات را کاهش می‌دهد و هر دو می‌توانند تغییرات محیط‌زیست را تشدید کنند (حیدری سورشجانی و علی بیگی، ۱۳۹۷: ۶۶). گسترش فضایی شهرها یک فرایند پیچیده فضایی- زمانی تعریف شده است که طی چند دهه گذشته توجه زیادی را به خود جلب کرده (وهیودی و لیو[9]، ۲۰۱۳) و پژوهشگران و برنامه‌ریزان شهری و منطقه‌ای را برای مدل‌سازی و پیش‌بینی آن در تکاپو قرار داده است (الدرویش و همکاران[10]، ۲۰۱۸: ۲). آنچه که مسلم است این

1 Cities Alliance
2 United Nations
3 Mosammam et al.
4 Belal & Moghanm
5 Prashant et al.
6 Fan et al.
7 Leitao & Ahem
8 Lausch & Herzog
9 Wahyudi & Liu
10 Al-Darwish et al.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31]
[DOI: 10.52547/jgs.22.65.367]

است که گسترش فضایی شهرها اجتناب‌ناپذیر است و آن چیزی که مسئله‌ساز می‌شود گسترش فضایی پراکنده هست که در ادبیات علوم شهری جهان به پراکنده‌رویی شهری موسوم است که به‌طورکلی، اشاره به اشکال مسلم گسترش فضایی شهر به‌سوی نواحی پیرامونی و حومه‌ای دارد که به‌صورت تراکم پایین، تک‌کاربری، شبکه‌های بزرگراهی و جاده‌ای گسترده، خودرو محور، افزایش وسعت محدوده‌های شهری، توسعه مجزا و نواری در ساختار شهری تک‌مرکزی دارد (اوینگ[1]، ۱۹۹۷؛ گالستر و همکاران[2]، ۲۰۰۱؛ هسه و لاتروپ[3]، ۲۰۰۳؛ ژانگ[4]، ۲۰۰۱؛ تیوولد و کابرل[5]، ۲۰۱۱؛ گومز آنتونیو و همکاران[6]، ۲۰۱۴). این پدیده در کشورهای توسعه‌یافته، تحت تأثیر جهانی‌شدن، اقتصاد بازار، تسلط ایدئولوژی سرمایه‌داری، به‌ویژه صنعت خودرو و بازار سوخت و کاهش زیست‌پذیری بافت درونی شهرها بوده است (اشنایدر و بیرد[7]، ۱۹۹۸؛ بسوسی و همکاران[8]، ۲۰۱۰). اما در کشورهای درحال‌توسعه، اغلب نتیجه تقدم شهرنشینی بر برنامه‌ریزی شهری، سیاست‌های ناکارآمد زمین و مسکن شهری، مهاجرت‌های روستایی- شهری و تلاش اجتماعات فرودست و متوسط جامعه برای یافتن مسکن قابل استطاعت در حاشیه شهر است (دنگ و هوآنگ[9]، ۲۰۰۴؛ منن[10]، ۲۰۰۴). آژانس محیط‌زیست اروپا، پراکنده‌رویی شهری را به‌عنوان الگوی کالبدی گسترش کم تراکم نواحی شهری بزرگ، تحت تسلط شرایط بازار و عمدتاً درون زمین‌های کشاورزی پیرامون این شهرها توصیف کرده است. پراکنده‌رویی شهری، مرز پیشتاز رشد شهر بوده و بازتاب اثرات نظارت ناکافی فرایند برنامه‌ریزی توسعه بر تفکیک زمین است. این نوع از الگوی توسعه، جسته و گریخته، پراکنده و به‌شدت قابل گسترش است و تمایل به عدم پیوستگی دارد، به این معنا که به‌صورت جزیره‌ای شکل می‌گیرد و زمین‌های کشاورزی را احاطه می‌کند (سازمان محیط‌زیست اروپا[11]، ۲۰۰۶). برنامه‌ریزی و مدیریت گسترش فضایی شهرها به علت وسعت و پیچیدگی فزاینده آن و به‌عنوان یکی از اساسی‌ترین چالش‌های قرن بیست و یکم (تاپا و موریاما[12]، ۲۰۱۲) بایستگی پژوهش در این زمینه را بیش از پیش مطرح ساخته است. در این میان مسئله همانا گسترش برنامه‌ریزی نشده کلان شهرها و پیامدهای منفی ناشی از آن و غفلت برنامه‌ریزان شهری و منطقه‌ای در کشورهای درحال‌توسعه است. کلان شهر تهران نمونه بارزی از کلان‌شهرهای کشورهای درحال‌توسعه است که در طی چند دهه گذشته به‌واسطه مرکزیت سیاسی و اقتصادی کشور و فقدان مدیریت یکپارچه توسعه شهری گسترش بسیار شتابانی را تجربه کرده است، که این روند پیامدهای منفی زیادی را در ابعاد مختلف به دنبال داشته است. به دلیل گستردگی موضوع، در پژوهش حاضر تغییرات کاربری و پوشش زمین ناشی از آن به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های اصلی در بررسی تغییرات

1 Ewing
2 Galster et al.
3 Hasse & Lathrop
4 Zhang
5 Tewolde & Cabral
6 Go´mez- Antonio et al.
7 Snyder and Bird
8 Besussi et al.
9 Deng and Huang
10 Menon
11 European Environment Agency
12 Thapa & Murayama

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31]
[DOI: 10.52547/jgs.22.65.367]

محیط‌زیستی مورد ارزیابی و تحلیل قرار گرفته است.

مطالعات و پژوهش‌های متعددی در زمینه گسترش فضایی کلان‌شهرها و تأثیر آن بر محیط‌زیست انجام گرفته است که در ادامه به نمونه‌ای از آن‌ها اشاره می‌شود؛ جانسون[1] (۲۰۰۱) در پژوهشی با عنوان اثرات محیط‌زیستی پراکنده رویی شهری؛ ادبیات پراکنده رویی شهری را با توجه به ابعاد محیط‌زیستی و باز شناسی دستور کار پژوهشی مورد بررسی قرار داده است.ژائو و همکاران[2] (۲۰۰۶) در پژوهشی با عنوان پیامدهای اکولوژیکی گسترش شتابان شهری شانگهای چین، به بررسی مسئله توسعه شهری شانگهای و اثرات آن بر محیط‌زیست را مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که تغییرات کاربری و پوشش زمین اثرات مخربی بر نواحی شهری، پیرا شهری و حومه‌ای داشته استگونرلپ و سیتو[3] (۲۰۰۸) در پژوهشی با عنوان اثرات محیط‌زیستی رشد شهری از یک منظر پویای یکپارچه؛ روابط متقابل پویایی رشد شهری و اثرات محیط‌زیستی آن در شهر شِن ژِن در جنوب چین را مورد بررسی قرار داده‌اند. ویلسون و چاکرابوری[4] (۲۰۱۳) در پژوهشی با عنوان اثرات محیط زیستی پراکنده‌رویی: موضوع اضطراری از دهه گذشته پژوهش برنامه‌ریزی؛ پژوهش‌های منتشر شده را از سال ۲۰۰۱ در زمینه اثرات محیط زیستی پراکنده رویی در مجلات انگلیسی زبان مورد بررسی قرار داده‌اند. لیو و همکاران[5] (۲۰۱۹) در پژوهشی با عنوان اختلال پایداری محیط زیستی در روند شهرنشینی شتابان در منطقه سرزمین خشک شمالی چین؛ به ارزیابی اثرات گستردگی فضایی شهری بر پایداری محیط زیستی با نماگرهای یکپارچه عناصر محیط زیستی آب، زمین، هوا و تنوع زیستی از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵ پرداخته‌اند.

در ایران نیز مدنی پور و داوودی (۱۳۸۳) در پژوهشی با عنوان تأثیر تخریب محیط طبیعی تهران بر افزایش مشکلات آن، به بررسی رابطه رشد گسیخته شهر تهران بر محیط طبیعی پرداخته‌اند و بر این عقیده بوده‌اند که مسائل شهری تهران را باید در منطقه شهری آن پیگیری کرد. پیشینه پژوهش در ارتباط با موضوع پژوهش نشان می‌دهد که گسترش فضایی کلان‌شهرها و به‌ویژه پراکنده‌رویی شهری به‌عنوان عامل اصلی تغییرات محیط‌زیستی در مناطق کلان‌شهری بوده است که پژوهش حاضر این مسئله را در کلان‌شهر تهران مورد واکاوی قرار داده است.

روش تحقیق

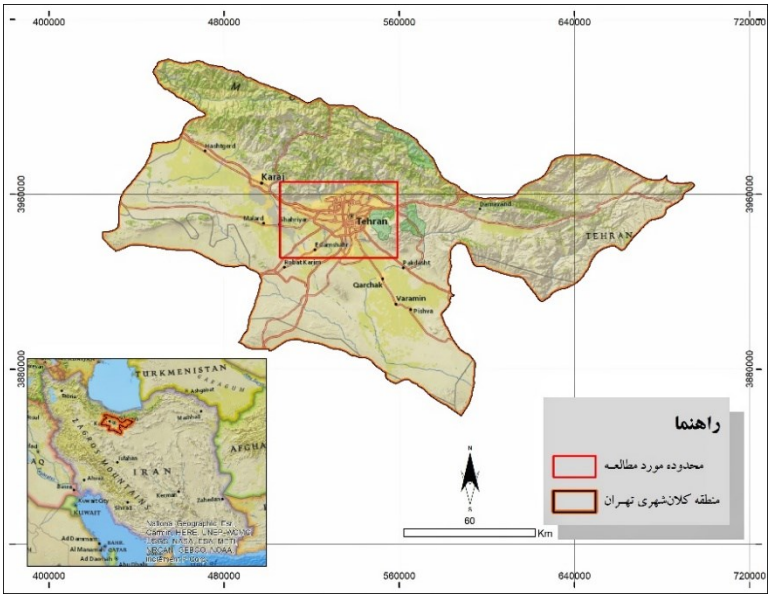
منطقه مورد مطالعه

کلان‌شهر تهران بزرگ‌ترین کلان‌شهر ایران و یکی از پرجمعیت‌ترین کلان‌شهرهای جهان است. این منطقه بخش قابل‌توجهی از استان تهران را در برمی‌گیرد. شهرهای تهران، شمیران، ری، اسلامشهر، شهریار و شماری شهر و شهرک‌های کوچک دیگر در این منطقه قرار دارند. این محدوده در مختصات ۳۵/۵۲ تا ۳۵/۸۲ درجه عرض شمالی و ۵۱/۰۶ تا ۵۱/۶۵ درجه طول شرقی در دامنه جنوبی رشته‌کوه‌های البرز مرکزی واقع شده

1 Johnson
2 Zhao et al.
3 Güneralp & Seto
4 Wilson & Chakraborty
5 Liu et al.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31]
[DOI: 10.52547/jgs.22.65.367]

است.شکل(۱).



شکل (۱). نقشه موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

داده و روش کار

این پژوهش از نوع کاربردی بوده و روش بکار رفته در آن توصیفی- تحلیلی است. در این پژوهش از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۵ و ۸ مربوط به سال‌های ۱۳۶۵ و ۱۳۹۵ منطقه مورد مطالعه استفاده شده و با استفاده از روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال[1] نسبت به طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای محدوده مورد مطالعه در نرم‌افزار TerrSet اقدام شده است. در ادامه با کاربست مدل ساز تغییر زمین[2]، تغییرات کاربری و پوشش زمین ناشی از گستردگی فضایی کلان شهر تهران استخراج شده است و در نهایت جهت پیش‌بینی روندهای آتی، از مدل‌های زنجیره مارکوف[3] و سلول‌های خودکار استفاده شده است. روش‌های بکار رفته در این پژوهش در ادامه توضیح داده شده است؛

مدل ساز تغییر زمین: یک مدل نرم‌افزاری است که به‌منظور تشخیص مسئله تبدیل زمین و نیازهای تحلیلی حفظ تنوع زیستی طراحی شده است که به‌صورت یکی برنامه عمودی در نرم‌افزار TerrSet وجود دارد. با استفاده از این مدل می‌توان تغییرات کاربری و پوشش زمین را مورد سنجش قرار داد. خروجی مدل به صورت نمودارها و نقشه‌های تغییر زمین از جمله تغییر خالص، پایداری و افزایش و کاهش کاربری و پوشش اراضی می‌باشد.

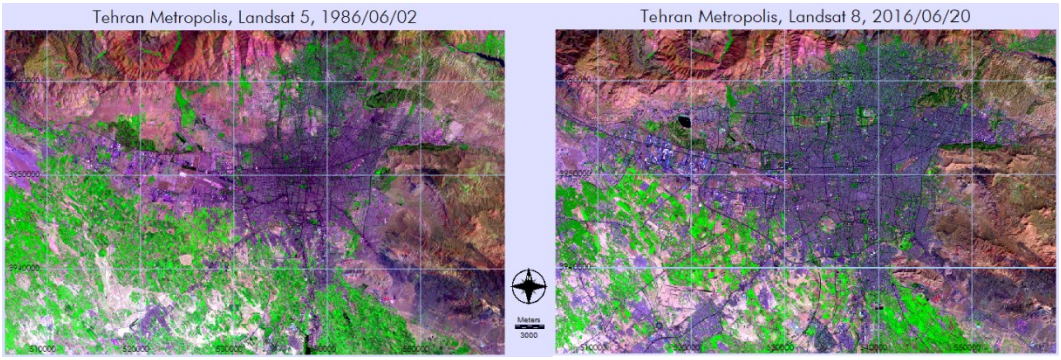
زنجیره مارکوف: زنجیره مارکوف دنباله‌ای از فرایندهای تصادفی است که در آن نتیجه هر فرایند در هر زمان، تنها به نتیجه فرایند در زمان مجاور آن وابسته است. زنجیره مارکوف توسط تعدادی از وضعیت‌ها و احتمال

1 Maximum Likelihood Classification
2 Land Change Modeler (LCM)
3 Markov Chain

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31]
[DOI: 10.52547/jgs.22.65.367]

تغییر بین وضـــعیت‌ها تعیین می‌گردد. مدل‌های مبتنی بر زنجیره مارکوف اطلاعات پیچیده را در قالب ماتریس تغییر وضعیت گردآوری می‌کنند. ازاین‌رو با کمک زنجیره مارکوف سیستم‌های بسیار پیچیده و مرکب که در آن فرایندهای زیربنایی قابل شنا سایی نی ستند را می‌توان مدل سازی کرد. در مطالعات تغییرات کاربری و پو شش اراضـــی روش زنجیره مارکوف توزیع مســـاحتی کاربری زمین در انتهای دوره و یک ماتریس تغییر وضـــعیت پیش‌بینی می‌کند. این ماتریس تغییر و ضعیت با توجه به تغییرات م شاهده شده در گذ شته به د ست می‌آید و برای پیش‌بینی کاربری‌ها در زمان آتی مورد اســـتفاده قرار می‌گیرد (براون و همکاران[1]، ۲۰۰۰؛ بالزتر[2]، ۲۰۰۰؛ نوریس[3]، ۱۹۹۸).

مدل تلفیقی زنجیره مارکوف و ســـلول‌های خودکار: این مدل تلفیقی از مدل ســـلول‌های خودکار و زنجیره مارکوف ا ست که به‌منظور پیش‌بینی تغییرات آتی کاربری و پو شش ارا ضی به کار می‌رود. نخست با به‌کارگیری مدل زنجیره مارکوف احتمال تغییرات کلاس‌های کاربری و پوشـــش اراضـــی به یکدیگر در قالب یکی ماتریس تغییر وضعیت کاربری‌ها و بر مبنای تغییرات صورت گرفته از یک دوره به دوره دیگر محاسبه می‌شود. خروجی مدل مارکوف که به‌صورت ماتریس تغییر وضعیت است از لحاظ ماهیت غیرمکانی است، یعنی در آن هیچ دانش و آگاهی از موقعیت جغرافیایی کاربری‌ها وجود ندارد. برای پیش‌بینی موقعیت مکانی کاربری‌ها در زمان آتی از مدل تلفیقی زنجیره مارکوف و ســـلول‌های خودکار که مؤلفه‌های مجاورت مکانی و دانش کاربر نســـبت به توزیع مکانی احتمال تبدیل کاربری‌ها را به مدل زنجیره مارکوف اضـــافه می‌کند، اســـتفاده می‌شـــود. اشـــکال(۲ و ۳) جدول(۱).



شکل (۲). تصاویر ماهواره‌ای منطقه موردمطالعه

(منبع: سایت سازمان زمین‌شناسی ایالات‌متحده آمریکا به نشانی http://landsat.usgs.gov)

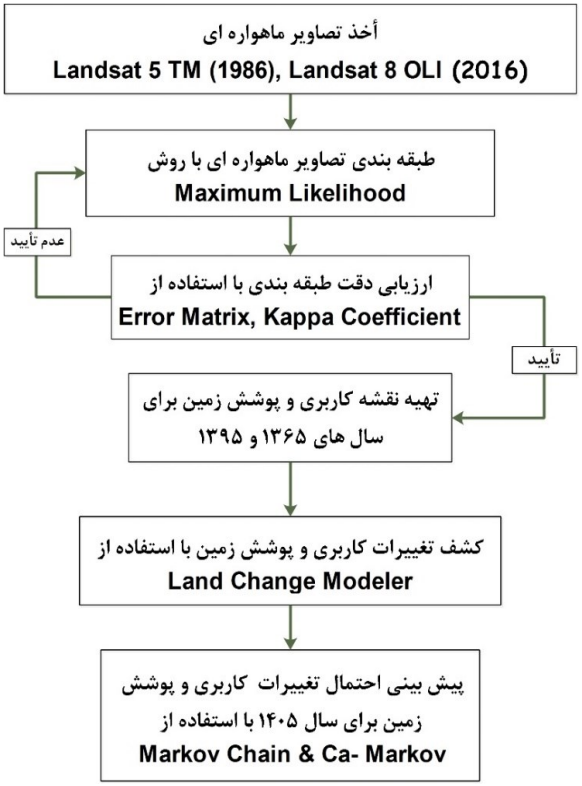
جدول (۱). مشخصات تصاویر ماهواره‌ای

ماهواره	سنجنده	باندهای مورد استفاده	تاریخ	قدرت تفکیک مکانی
Landsat 5	TM	۱،۴،۷	۱۹۸۶/۶/۲	۳۰ متر
Landsat 8	OLI	۲،۵،۷	۲۰۱۶/۶/۲۰	۳۰ متر

(منبع: سایت سازمان زمین‌شناسی ایالات‌متحده آمریکا به نشانی http://landsat.usgs.gov)

1 Brown and et al.
2 Balzter
3 Norris

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31]
[DOI: 10.52547/jgs.22.65.367]



شکل (۳). مراحل اصلی پردازش تصاویر ماهواره‌ای

نتایج

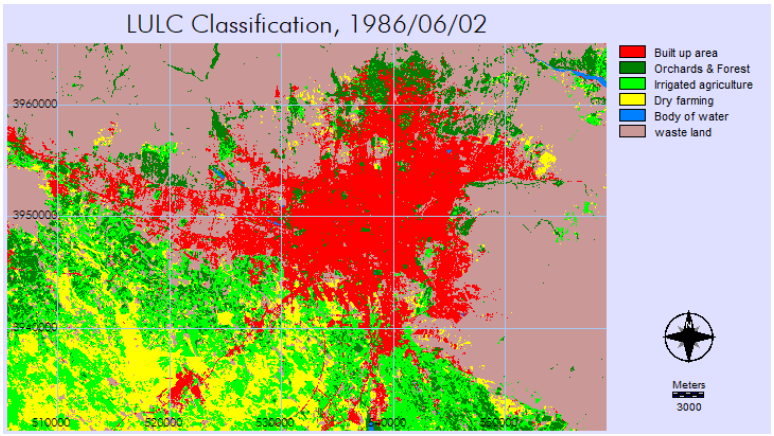
پس از اینکه مبانی نظری، روش‌ها و مدل‌های مرتبط با موضوع پژوهش بررسی شدند، فرایند کلی پژوهش مشخص شد که نخست تصاویر ماهواره‌ای سال‌های ۱۳۶۵ و ۱۳۹۵ محدوده مورد مطالعه مورد پردازش قرار گرفتند. طبق بررسی‌های صورت گرفته بر اساس طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای در مقطع زمانی مورد مطالعه مساحت کاربری ساخته شده از ۳۴۳۱۶/۱ هکتار در سال ۱۳۶۵ به ۶۸۲۵۲/۶۷ هکتار در سال ۱۳۹۵ رسیده است که افزایش دو برابری داشته است. جدول(۲) و اشکال(۴ و ۵).

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31]

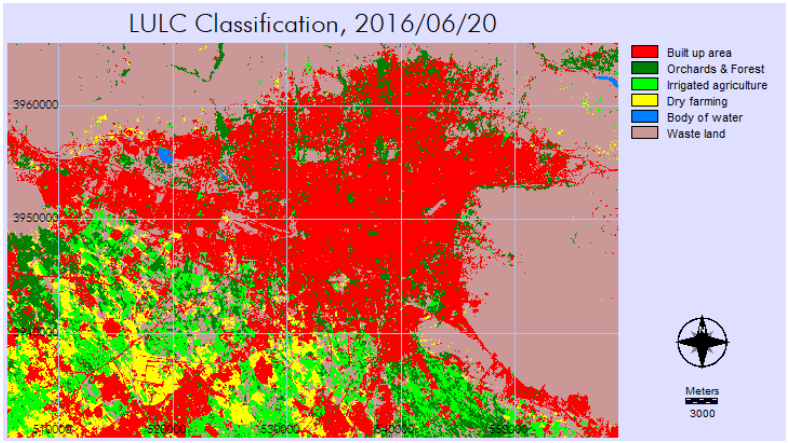
[DOI: 10.52547/jgs.22.65.367]

جدول (۲). نتایج آماری طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای (هکتار)

کاربری و پوشش زمین	سال ۱۳۶۵	سال ۱۳۹۵
ساخته‌شده۱	۳۴۳۱۶/۱	۶۸۲۵۲/۶۷
باغات و جنگل۲	۱۶۴۰۳/۹۴	۱۵۸۷۲/۶۷
کشاورزی آبی۳	۲۹۲۹۱/۰۴	۱۵۷۲۲/۳۷
کشاورزی دیم۴	۲۰۱۸۶/۱۹	۱۰۸۱۱/۸۸
پهنه آبی۵	۲۹۹/۶۱	۲۴۴/۲۶
بایر۶	۸۴۹۴۹/۹۲	۷۴۵۴۲/۹۵



شکل (۴). نقشه طبقه‌بندی کاربری و پوشش زمین در سال ۱۳۶۵



شکل (۵). نقشه طبقه‌بندی کاربری و پوشش زمین در سال ۱۳۹۵

1 Built up area
2 Orchards & forest
3 Irrigated agriculture
4 Dry farming
5 Body of water
6 Waste land

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31]

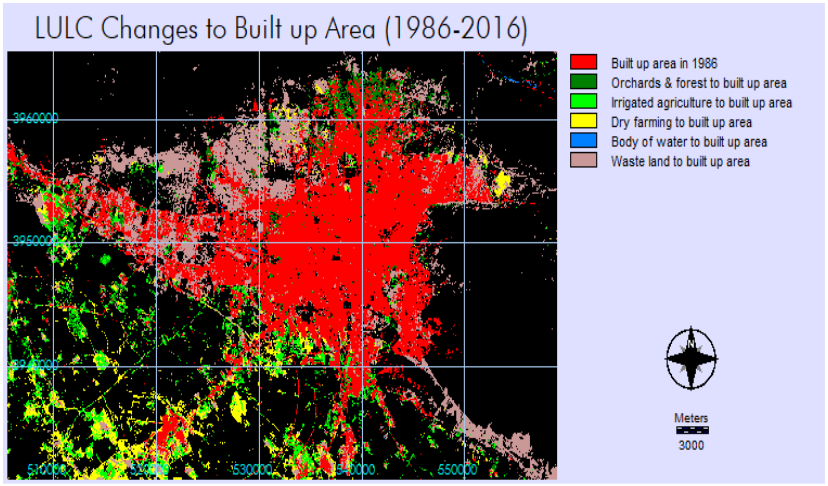
[DOI: 10.52547/jgs.22.65.367]

مدل‌سازی و کشف تغییرات کاربری و پوشش زمین

کشف تغییرات، فرآیند شناسایی تفاوت‌ها در وضعیت یک شیء یا پدیده، به‌وسیله مشاهده از راه دور آن در زمان‌های مختلف است (بلال و مغانم[1]، ۲۰۱۱: ۷۴). تغییرات، پیامد فعالیت‌های انسان بر محیط‌زیست در طی زمان است (پیلون و همکاران[2]، ۱۹۸۸). در واقع، کشف تغییرات به کاربرد اصلی داده‌های حاصل از سنجش‌ازدور تبدیل شده است. تغییرات کاربری و پوشش زمین، فرایندی پیچیده است که سیستم‌های طبیعی و انسانی را به هم مرتبط می‌سازد و تأثیر مستقیمی بر خاک، آب‌وهوا دارد. بنابراین با بسیاری از معضلات محیط‌زیستی مطرح در سطح جهانی در ارتباط است. گسترش فضایی شهرها موجب تغییرات زیربنایی در ساختار و کارکرد محیط-زیست و دگردیسی ساختار مکانی و الگوی سیمای سرزمین می‌شود. در این پژوهش جهت آشکارسازی تغییرات کاربری و پوشش زمین ناشی از گسترش کلان‌شهر تهران، نقشه‌های کاربری و پوشش زمین مربوط به سال‌های ۱۳۶۵ و ۱۳۹۵ در مدل LCM مقایسه شدند که نتایج آماری و نقشه حاصله از این مقایسه در جدول(۳) و شکل(۶) ارائه شده است.

جدول (۳). میزان تغییرات کاربری و پوشش زمین به کاربری ساخته‌شده از سال ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۵

کاربری و پوشش زمین تغییریافته به اراضی ساخته‌شده	میزان تغییرات به هکتار
باغات و جنگل	۳۷۱۱/۷۸
کشاورزی آبی	۶۰۹۰/۱۲
کشاورزی دیم	۵۸۵۵/۰۴
پهنه آبی	۷۴/۷۹
بایر	۱۸۲۰۴/۸۴
مجموع	۳۳۹۳۶/۵۷



شکل (۶). نقشه تغییرات کاربری و پوشش زمین به کاربری ساخته‌شده طی دوره ۱۳۹۵-۱۳۶۵

1 Belal and Moghanm

2 Pilon et al.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31]

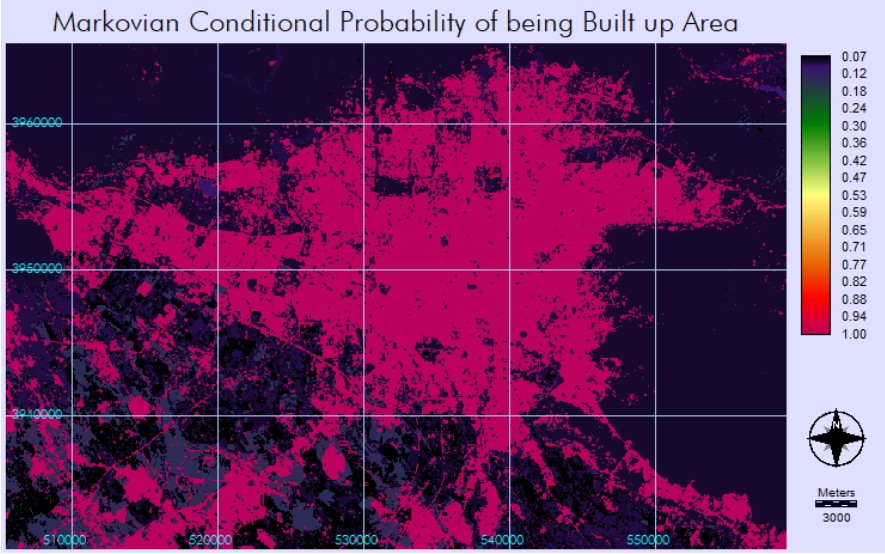
[DOI: 10.52547/jgs.22.65.367]

مدل‌سازی و پیش‌بینی روند تغییرات کاربری و پوشش زمین

مدل‌های مختلفی برای پیش‌بینی تغییرات احتمالی کاربری و پوشش زمین وجود دارد که در پژوهش حاضر برای پیش‌بینی تغییرات احتمالی برای چشم‌انداز زمانی سال ۱۴۰۵از روش زنجیره مارکوف استفاده شده است. جزئیات تغییرات احتمالی کاربری و پوشش زمین به‌صورت جدول(۴) و شکل(۷) نشان داده شده است.

جدول (۴). درصد احتمال تغییرات کاربری و پوشش زمین تا سال ۱۴۰۵ بر اساس مدل زنجیره مارکوف

کاربری و پوشش زمین	ساخته‌شده	باغات و جنگل	کشاورزی آبی	کشاورزی دیم	پهنه آبی	بایر
ساخته‌شده	۱۰۰	۰	۰	۰	۰	۰
باغات و جنگل	۹/۰۱	۵۷/۲۸	۱۲/۶۴	۲/۰۶	۰/۲۴	۱۸/۷۶
کشاورزی آبی	۶/۶۲	۲۲/۹۶	۴۴/۰۹	۱۳/۸۸	۰/۲۳	۲۴/۷۶
کشاورزی دیم	۱۴/۶۲	۱/۳۵	۲۶/۲۴	۴۸/۴۸	۰	۹/۳۱
پهنه آبی	۱۰/۵۷	۰/۹	۱/۷۹	۵/۴۹	۵۸/۳۶	۲۲/۹
بایر	۸/۱۱	۲/۵۹	۱/۱	۰/۸۹	۰/۰۱	۸۷/۲۹



شکل (۷). نقشه فازی احتمال تغییرات کاربری و پوشش زمین به کاربری ساخته‌شده تا سال ۱۴۰۵

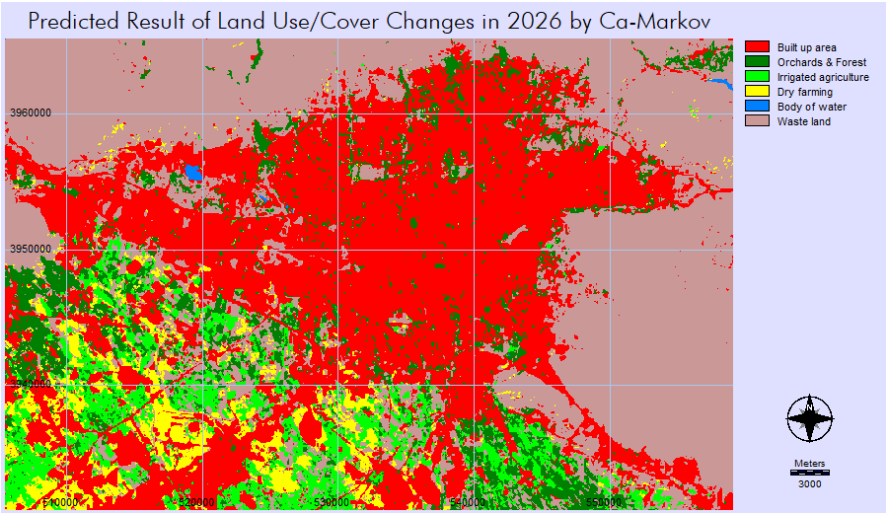
مدل سلول‌های خودکار به دلیل داشتن ماهیت دینامیک و همچنین خصوصیات منحصربه‌فرد آن در مدل‌سازی عوارض طبیعی و فیزیکی سطح زمین، کاربرد وسیعی در پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی و همچنین توسعه اراضی شهری پیدا کرده است (علیمحمدی سراب، متکان و میرباقری، ۱۳۸۹: ۸۲). در این پژوهش از مدل تلفیقی سلول‌های خودکار و زنجیره مارکوف برای پیش‌بینی روند گسترش فضایی کلان‌شهرها تهران و همچنین تغییرات کاربری و پوشش زمین استفاده شده است که خروجی مدل به‌صورت نقشه و جدول در ادامه ارائه شده است. طبق پیش‌بینی مدل تلفیقی سلول‌های خودکار و زنجیره مارکوف اراضی ساخته‌شده در منطقه مورد مطالعه در افق زمانی ۱۴۰۵ به بیش از ۷۳۶۱۷ هکتار خواهد رسید که پیامدهای بسیاری را بر پیکره محیط‌زیست پیرامون

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31]
[DOI: 10.52547/jgs.22.65.367]

وارد خواهد نمود. بنابراین برنامه‌ریزی و مدیریت بایسته در راستای کاهش پیامدهای زیان‌بار آن باید در دستور نهادهای مدیریت توسعه کلان‌شهر تهران قرار گیرد. جدول(۵) و شکل(۸).

جدول (۵). نتایج آماری پیش‌بینی گسترش فضایی کلان‌شهر تهران و تغییرات کاربری و پوشش اراضی در سال ۱۴۰۵ بر اساس مدل تلفیقی سلول‌های خودکار و زنجیره مارکوف

کاربری و پوشش زمین	مساحت به هکتار
ساخته‌شده	۷۳۶۱۷/۴۸
باغات و جنگل	۱۶۲۴۷/۲۵
کشاورزی آبی	۱۲۸۶۵/۴۱
کشاورزی دیم	۸۵۱۴/۳۶
پهنه آبی	۱۷۸/۶۵
بایر	۷۴۰۲۳/۶۵



شکل (۸). نقشه پیش‌بینی تغییرات کاربری و پوشش زمین در سال ۱۴۰۵بر اساس مدل تلفیقی سلول‌های خودکار و زنجیره مارکوف

نتیجه‌گیری

یکی از پیامدهای اجتناب‌ناپذیر شهرنشینی شتابان به‌ویژه در کشورهای درحال‌توسعه، رشد اندازه و تعداد شهرها و تغییرات کاربری و پوشش زمین ناشی از آن است. تهیه نقشه و پایش این پیامدها، نه‌تنها به شناسایی نواحی طبیعی در خطر تهدید ناشی از گسترش شهرها کمک می‌کند، بلکه اطلاعات ارزشمندی را در اختیار برنامه‌ریزان شهری در راستای برنامه‌ریزی در راستای مدیریت گسترش فضایی شهر قرار می‌دهد. بر همین اساس در پژوهش حاضر، با بهره‌گیری از تصاویر ماهواره‌ای چندزمانه لندست و مدل‌های LCM و زنجیره مارکوف به ارزیابی، تحلیل و پیش‌بینی روند گسترش فضایی کلان‌شهر تهران با تأکید بر تغییرات کاربری و پوشش زمین پرداخته شده است. گسترش فضایی کلان‌شهر تهران از سال ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۵ روند فزاینده‌ای را داشته به‌طوری‌که مساحت اراضی ساخته‌شده در طی ۳۰ سال دو برابر شده است. در طی دوره مطالعه ۳۷۱۱/۷۸ هکتار از اراضی باغی و جنگلی،

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31]
[DOI: 10.52547/jgs.22.65.367]

۶۰۹۰/۱۲ هکتار از اراضی کشاورزی آبی، ۵۸۵۵/۰۴ هکتار از اراضی کشاورزی دیم و ۷۴/۷۹ هکتار از پهنه‌های آبی به اراضی ساخته‌شده تغییر یافته است. همچنین نتایج حاصل از پیش‌بینی مدل تلفیقی سلول‌های خودکار و زنجیره مارکوف از ادامه روند تغییرات تا سال ۱۴۰۵ حکایت دارد. در دهه‌های اخیر استفاده نابخردانه از محیط زیست و بدون توجه به توان اکولوژیک این منطقه، منجر به برهم خوردن توازن موجود در طبیعت شده که برآیند آن زوال و تخریب قابل‌ملاحظه در محیط‌زیست است. گسترش فضایی بیش از اندازه و بی‌برنامه کلان‌شهر تهران منجر به از دست رفتن زمین‌های کشاورزی و ازهم‌گسیختگی زیستگاه‌های حیاتی شده است. کلان‌شهر تهران به جهت برخورداری از تزاید جمعیت و نیز تأثیرات متقابل فضایی و روابط عملکردی، همواره دگرگونی‌ها و تغییرات عمده‌ای را بر نواحی پیرامونی خود تحمیل کرده است. تخریب زمین‌های زراعی، نابودی فضاهای سبز، گسترش حاشیه‌نشینی و به‌ویژه تغییر کاربری اراضی حومه و نیز روستاهای حوزه نفوذ، از جمله آن‌هاست. چون گسترش کلان‌شهرها غیرقابل‌اجتناب است، باید آن را به هوشمندترین فرم ممکن شکل داد. این از طریق یک برنامه‌ریزی منطقه‌ای هوشمند شکل خواهد گرفت. برنامه‌ریزی یک شهر به‌تنهایی کافی نیست. باید جهانی فکر کرد، منطقه‌ای برنامه‌ریزی کرد و محلی عمل نمود.

منابع

حیدری‌سورشجانی، رسول و علی‌بیگی، احمد. (۱۳۹۷). **بررسی رابطه الگوهای فضایی کاربری زمین شهری بر رشد و گسترش شاخک‌های خزنده شهری (مطالعه موردی: شهر رشت)**، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۱۸ (۵۱): ۸۵-۶۵.

خیرالدین، رضا و سالاریان، فردیس. (۱۳۹۴). **الگوسازی گرایش‌های فضایی شهرها با استفاده از الگوی رشد خودکار سلولی جهت امکان‌سنجی و انتظام توسعه فضایی شهر چالوس**، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۳۹، ۱۷۶-۱۵۳.

علیمحمدی سراب، عباس، متکان، علی‌اکبر، میرباقری، بابک. (۱۳۸۹). **ارزیابی کارایی مدل سلول‌های خودکار در شبیه‌سازی گسترش اراضی شهری در حومه جنوب غرب تهران**، نشریه برنامه‌ریزی و آمایش فضا، ۱۴(۲)، ۱۰۲-۸۱.

مدنی‌پور، علی، داوودی، سیمین. (۱۳۸۳)، **تأثیر تخریب محیط طبیعی تهران بر افزایش مسائل و مشکلات آن**، جستارهای شهرسازی، ۸، ۱۰-۴.

Al-Darwish, Y., Ayad, H., Taha, D., & Saadallah, D. (2018). **Predicting the future urban growth and its impacts on the surrounding environment using urban simulation models: Case study of Ibb city–Yemen.** Alexandria engineering journal, 57(4), 2887-2895.

Alliance, C. (2017). **Recommendations for the new urban agenda**. A Cities Alliance and N-AERUS Partnership Activity to facilitate the link between knowledge generation and global policy-making towards Habitat III.

Balzter, H. (2000). **Markov chain models for vegetation dynamics.** Ecological modelling, 126(2-3), 139-154.

Belal, A. A.; Moghanm, F. S. (2011): **Detecting urban growth using remote sensing and GIS techniques in Al Gharbiya governorate**, Egypt. In The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science 14 (2), 73–79.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31]

[DOI: 10.52547/jgs.22.65.367]

Besussi, E., Chin, N., Batty, M., & Longley, P. (2010). **The structure and form of urban settlements.** In remote sensing of urban and suburban areas (pp. 13-31). Springer, Dordrecht.

Brown, D. G., Pijanowski, B. C., & Duh, J. D. (2000). **Modeling the relationships between land use and land cover on private lands in the Upper Midwest, USA.** Journal of Environmental Management, 59(4), 247-263.

Deng, F. F., & Huang, Y. (2004). **Uneven land reform and urban sprawl in China: the case of Beijing**. Progress in Planning, 61(3), 211-236.

European Environment Agency. (2006), **Urban Sprawl in Europe, the Ignored Challenge.** European Commission: Joint Research Center.

Ewing, R. (1997). **Is Los Angeles-style sprawl desirable?.** Journal of the American planning association, 63(1), 107-126.

Fan, Y., Yu, G., He, Z., Yu, H., Bai, R., Yang, L., Wu, D., (2017). **Entropies of the Chinese Land Use/Cover change from 1990 to 2010 at a County level**. Entropy 19 (2), 51

Galster, G., Hanson, R., Ratcliffe, M. R., Wolman, H., Coleman, S., & Freihage, J. (2001). **Wrestling sprawl to the ground: defining and measuring an elusive concept.** Housing policy debate, 12(4), 681-717.

Glaeser, E. L., & Kahn, M. E. (2004). **Sprawl and Urban Growth. Handbook of Regional and Urban Economics** Vol. 4. JV Henderson and J.-F. Thisse. Amsterdam.

Gómez-Antonio, M., Hortas-Rico, M., & Li, L. (2016). **The causes of urban sprawl in Spanish urban areas: a spatial approach.** Spatial Economic Analysis, 11(2), 219-247.

Güneralp, B., & Seto, K. C. (2008). **Environmental impacts of urban growth from an integrated dynamic perspective: A case study of Shenzhen, South China.** Global Environmental Change, 18(4), 720-735.

Hasse, J. E., & Lathrop, R. G. (2003). **Land resource impact indicators of urban sprawl**. Applied geography, 23(2-3), 159-175.

Johnson, M. P. (2001). **Environmental impacts of urban sprawl: a survey of the literature and proposed research agenda.** Environment and planning A, 33(4), 717-735.

Lausch, A. and Herzog, F. (2002), **Applicability of landscape metrics for the monitoring of landscape change: issues of scale**, resolution and interpretability, Ecological Indicators, 3-15.

Leitao, A. B and Ahern, J. (2002), **Applying landscape ecological concepts and metrics in sustainable landscape planning,** Landscape and Urban Planning, 59, 65-93.

Liu, Z., Ding, M., He, C., Li, J., & Wu, J. (2019). **The impairment of environmental sustainability due to rapid urbanization in the dryland region of northern China.** Landscape and Urban Planning, 187, 165-180.

Menon, N. (2004). **Urban sprawl, vision.** EJ WSC-SD, 2(3), 125-141.

Mosammam, H. M., Nia, J. T., Khani, H., Teymouri, A., & Kazemi, M. (2017). **Monitoring land use change and measuring urban sprawl based on its spatial forms: The case of Qom city**. The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science, 20(1), 103-116.

Norris, J. R. (1998). **Markov chains** (No. 2). Cambridge university press.

Prashant K. Srivastava, et al., (2012). **Selection of Classification Techniques for Land Use/Land Cover Change Investigation**, Advances in Space Research, 50: 1250–1265.

PYLON, P. (1988). **An enhanced classification approach to change detection in semiarid environments.** Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 54(12), 1709-1716.

Snyder, K., & Bird, L. (1998). **Paying the costs of sprawl: using fair-share costing to control sprawl.** Smart Communities Network, 37.

Tewolde, M. G., & Cabral, P. (2011). **Urban sprawl analysis and modeling in Asmara, Eritrea.** Remote Sensing, 3(10), 2148-2165.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31]

[DOI: 10.52547/jgs.22.65.367]

Thapa, R. B., & Murayama, Y. (2012). **Scenario based urban growth allocation in Kathmandu Valley, Nepal.** Landscape and Urban Planning, 105(1-2), 140-148.

United Nations, **Department of Economic and Social Affairs, Population Division**. (2015). World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, (ST/ESA/SER. A/366). United Nations Population Division.

United States Geological Survey (USGS). Landsat 8 (L8) Data Users Handbook, LSDS-1574.2015. Version 1.0, URL:

Wahyudi, A., & Liu, Y. (2013, January). **Cellular automata for urban growth modeling: a chronological review on transition rules.** In Proceedings of CUPUM 2013: 13th International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management-Planning Support Systems for Sustainable Urban Development (pp. 1-21). CUPUM.

Wilson, B., & Chakraborty, A. (2013). **The environmental impacts of sprawl: Emergent themes from the past decade of planning research.** Sustainability, 5(8), 3302-3327.

Zhang, T. (2001). **Community features and urban sprawl: the case of the Chicago metropolitan region.** Land use policy, 18(3), 221-232.

Zhao, S., Peng, C., Jiang, H., Tian, D., Lei, X., & Zhou, X. (2006). **Land use change in Asia and the ecological consequences.** Ecological Research, 21(6), 890-896.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31]

[DOI: 10.52547/jgs.22.65.367]