Town & Country Planning *https://jtcp.ut.ac.ir/*
Vol. 11, No. 2, Autumn & Winter 2019-2020 *Print ISSN: 2008-7047*
Manuscript Type: Research Paper *Online ISSN: 2423-6268*
DOI: 10.22059/jtcp.2019.288093.670019

The Analysis of Structural Landscape Changes in Tabriz City Using Landscape Ecology Principles with an Emphasis on the Connectivity Concept

Hasan Mahmoudzadeh[1*], Hasan Masoudi[2]

1. Associate Professor, Faculty of Planning and Environmental Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran
2. MSc., Faculty of Planning and Environmental Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran

(Received: July 18, 2019 – Accepted: October 6, 2019)

Abstract

Urban societies are complex landscapes that face unbalanced and exogenous growth and are rapidly changing as a result of population growth and urbanization. That is to say, non-urban, large swaths of land are consumed by cities and urban settlements, and over time they are fragmented into smaller pieces. Therefore, the present study was designed to detect and evaluate changes in the landscape structure of Tabriz metropolitan area and to evaluate the performance of landscape metrics in analyzing changes. To this end, first the land use maps for 1984, 2000 and 2018 were prepared using Landsat satellite imagery. Then, in order to analyze the changes, a combination of Landscape metrics including NP, CA, PLAND, LPI, ED, MPS, LSI, and COHESION was computed at two levels of land class and landscape using Fragstats4.2 software. The results showed that the lands used for urban settlement during this period have had the most changes and growth, in contrast to agricultural farms, gardens and green-space which have had a downward trend and have been converted to other uses. Also, the number and density of patches have increased over time, leading to the fragmentation of the landscape. On the other hand, the average size of patches belonging to constructed lands and agricultural and horticultural lands respectively increased and decreased, and caused more distortion and complexity of Tabriz city landscape through an increase in the landscape shape index. In general, the analysis of land use maps and landscape metrics clearly reveals the effects of human activities and urbanization on the surrounding environment, and the results indicate that the landscape of Tabriz has got more granular, more complex and geometrically more irregular. Then, with this decreasing connectivity, it has become more fragmented.

Keyword

Landscape, Landscape Connectivity, Land use, Landscape metrics, Tabriz.

[*] **Corresponding Author, Email:** mahmoudzadeh@tabrizu.ac.ir

آمایش سرزمین
دورهٔ ۱۱، شمارهٔ دوم، پاییز و زمستان ۱۳۹۸
صفحات ۲۰۴-۱۷۹ (پژوهشی)

Print ISSN: 2008-7047
Online ISSN: 2423-6268
http://jtcp.ut.ac.ir

تحلیلی بر تغییرات ساختاری سیمای سرزمین کلان‌شهر تبریز با استفاده از مبانی اکولوژی سیمای سرزمین و با تأکید بر مفهوم پیوستگی

حسن محمودزاده[۱*]، حسن مسعودی[۲]

۱. دانشیار، دانشکدهٔ برنامه‌ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
۲. کارشناس ارشد، دانشکدهٔ برنامه‌ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۴/۲۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۷/۱۴)

چکیده

جوامع شهری، سیماهای سرزمین پیچیده‌ای هستند که بر اثر افزایش جمعیت و گسترش شهرنشینی با رشد نامتوازن و برون‌زا مواجه شده‌اند و به سرعت در حال تغییرند؛ به طوری که زمین‌های غیرشهری و بزرگ به مصرف شهرها و ساخت‌وسازهای شهری رسیده و با گذشت زمان، به قطعات کوچک‌تر تقسیم می‌شوند. لذا پژوهش حاضر با هدف آشکارسازی و ارزیابی تغییرات صورت‌گرفته در ساختار سیمای سرزمین کلان‌شهر تبریز و بررسی کارایی متریک‌های سیمای سرزمین در تحلیل تغییرات تدوین شده است. در همین زمینه، در ابتدا نقشه‌های کاربری اراضی برای سال‌های ۱۹۸۴، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۸ با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست تهیه گردید. در ادامه به منظور تحلیل تغییرات، ترکیبی از متریک‌های سیمای سرزمین شامل: NP، CA، PLAND، LPI، ED، MPS، LSI و COHESION در دو سطح کلاس و سیمای سرزمین و با کاربرد نرم‌افزار Fragstats4.2 محاسبه شد. نتایج پژوهش نشان داد اراضی ساخته‌شده در این بازهٔ زمانی، بیشترین تغییرات و رشد را داشته‌اند و در مقابل اراضی کشاورزی، باغات و فضای سبز روند نزولی داشته و به کاربری‌های دیگر تبدیل شده‌اند. همچنین تعداد و تراکم حاشیهٔ لکه‌ها در طول زمان افزایش یافته و به تکه‌شدگی سیمای سرزمین منجر شده است. از سوی دیگر، متوسط اندازهٔ لکه‌های متعلق به اراضی ساخته‌شده و اراضی کشاورزی و باغی به ترتیب افزایش و کاهش یافته و با افزایش شاخص شکل سیمای سرزمین موجب ازهم‌گسیختگی بیشتر و پیچیدگی سیمای سرزمین شهر تبریز شده‌اند. به طور کلی، تحلیل نقشه‌های کاربری اراضی و متریک‌های سیمای سرزمین به‌وضوح آثار فعالیت‌های انسانی و شهرنشینی بر محیط اطراف را نمایان می‌سازد و نتایج حاکی از این است که سیمای سرزمین شهر تبریز به‌مرور ریزدانه، پیچیده و از نظر هندسی نامنظم‌تر و با کاهش پیوستگی، از هم گسیخته‌تر گردیده است.

واژگان کلیدی

پیوستگی سیمای سرزمین، سیمای سرزمین، شهر تبریز، کاربری اراضی، متریک‌های سیمای سرزمین.

* نویسندهٔ مسئول، رایانامه: mahmoudzadeh@tabrizu.ac.ir

بیان مسئله

مناطق شهری به دلیل فراهم‌کردن فرصت‌های متعدد برای کار، آموزش، خدمات اجتماعی، سلامت و موارد دیگر، جاذب اصلی جمعیت انسانی هستند (Chan & Vu, 2017: 89)؛ به گونه‌ای که بر اساس گزارش سازمان ملل، هم‌اکنون در حدود ۵۵ درصد از جمعیت جهان در مناطق شهری زندگی می‌کنند و انتظار می‌رود تا سال ۲۰۵۰ این میزان به ۶۸ درصد افزایش یابد (United Nations, 2018). افزایش جمعیت و ضرورت تأمین نیازهای انسانی، موجب گسترش استفاده از منابع طبیعی و تبدیل بسیاری از اکوسیستم‌های اکولوژیکی به مناطق شهری شده (Ersoy et al., 2019: 308) و با افزایش ساخت‌وساز شهری، تقاضا برای زمین و مسکن را در بسیاری از کشورها به‌ویژه کشورهای در حال توسعه تشدید کرده است (Tannier et al., 2016: 76).

بر اساس گزارش‌های مرکز آمار، نسبت شهرنشینی در کشورمان از ۳۱ درصد در سال ۱۳۳۵ به بیش از ۷۴ درصد در سال ۱۳۹۵ افزایش یافته است (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵). در واقع، شهرنشینی در کشور ما به‌طور چشمگیری پویاست و رشد بی‌سابقه‌ای در دهه‌های اخیر داشته (آنا مرادنژاد، ۱۳۹۵: ۹۴) و با ویژگی‌های عمده‌ای ازجمله رشد شتابان و توزیع بسیار نامتوازن، تمرکزگرایانه و برون‌زا روبه‌رو بوده و با پیامدهای مثبت و منفی فراوانی همراه است (میرآبادی و دیگران، ۱۳۹۷: ۶۱۱).

گسترش شهرها فرایند اجتناب‌ناپذیری است که مناطق شهری را با رشد نامتوازن مواجه کرده است (Guite, 2018: 2) و به موازات آن، فشار به سرزمین و اکوسیستم‌ها برای دسترسی به زمین مورد نیاز را افزایش می‌دهد (Vuilleumier & Droux, 2002: 157). لذا بر اثر تغییر کاربری زمین، زمین‌های غیرشهری به زمین‌های شهری تبدیل شده (محمدیاری و دیگران، ۱۳۹۷: ۲۲۶) و زمین‌های بزرگ به مصرف شهرها و ساخت‌وسازهای شهری رسیده (Asfaw & Worku, 2019: 145) و روزبه‌روز به قطعات کوچک‌تر تقسیم می‌شوند (Su et al., 2010: 61).

تغییر کاربری/ پوشش زمین به‌عنوان روندی برگشت‌ناپذیر، یکی از تغییرات مهم سطح سیمای سرزمین و محیط‌زیست (Boccia et al., 2009:35) و بزرگ‌ترین تهدید برای سیستم‌های طبیعی در قرن حاضر است (Zhang et al., 2013: 49)؛ به طوری که در عصر حاضر، بررسی و تحلیل آن در سطح ملی و منطقه‌ای از اهمیت فراوانی برخوردار است (رایگانی و دیگران، ۱۳۹۷: ۲۵۰). به

عبارتی، تغییر کاربری زمین از فاکتورهای اساسی در تغییرات جهانی محسوب می‌گردد (محمودزاده، ۱۳۹۳: ۳).

درک الگوهای سیمای سرزمین، تغییرات و تعاملات بین فعالیت‌های انسانی و پدیده‌های طبیعی برای مدیریت زمین و بهبود تصمیم‌گیری‌ها امری ضروری است (Rawat & Kumar, 2015: 78). از همین رو، سیمای سرزمین نه‌تنها باید از نظر اکولوژیکی، بلکه از نظر فعالیت‌های انسانی نیز درک شود و انسان‌ها باید به‌عنوان بخشی از سیستم‌ها در نظر گرفته شوند (Vuilleumier & Droux, 2002: 157). اکولوژی سیمای سرزمین، دانشی کاملاً بین‌رشته‌ای است که رویکردهای بیوفیزیکی و تحلیلی را در علوم طبیعی و اجتماعی ادغام می‌کند و روابط بین الگوهای فضایی و فرایندهای اکولوژیکی (Wu, 2013: 5773) و روابط بین انسان و مناظر اطراف آن در سطح سیمای سرزمین را بررسی می‌کند (Naveh & Liberman, 2013: 3). تعیین (کمی‌سازی) تغییرات سیمای سرزمین و اثرات گسترش شهری، نیازمند آنالیز تغییرات سطح زمین و شناسایی الگوریتم‌های مناسب است (Magidi & Ahmed, 2018: 2).

در همین زمینه، ظهور تکنیک‌های سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی (GIS) و سنجش از دور (RS)، محققان، برنامه‌ریزان و مدیران شهری را قادر ساخته است با هزینهٔ کمتر،دید جامعی به زمین و تغییرات کاربری زمین در طول زمان داشته باشند (Araya & Cabral, 2010: 1550). با این حال، این ابزارها (RS & GIS) به‌تنهایی نمی‌توانند روند تغییر الگوهای اصلی شهر و توسعهٔ شهری را توصیف کنند؛ از همین رو، ترکیبی از متریک‌های سیمای سرزمین مطرح شده است (Magidi & Ahmed, 2018: 2) که در کنار GIS و RS نتایج مطلوب‌تر و دقیق‌تری به دنبال دارند.

شهر تبریز، بزرگ‌ترین کلان‌شهر شمال غرب کشور، در سه دههٔ اخیر شاهد تغییرات بسیار زیادی در میزان و نوع کاربری‌های شهری بوده است (علوی و دیگران، ۱۳۹۶: ۲۸) که یکی از عوامل اصلی بروز این تغییرات، عامل تغییر جمعیت است. جمعیت شهر تبریز همواره روند رو به رشدی داشته است؛ به طوری که در طول شش دههٔ گذشته از میزان ۲۸۹/۹۹۶ نفر در سال ۱۳۳۵ به ۱/۷۷۳/۰۳۳ نفر در سال ۱۳۹۵ رسیده است (مرکز آمار، ۱۳۹۵).

بر همین اساس، گسترش شهرنشینی از یک سو و افزایش جمعیت و تغییر شیوه‌های معیشتی از

سوی دیگر، موجب توسعهٔ شهر به سمت اطراف و بافت تاریخی مرکز و تخریب و تبدیل اراضی موجود شده است (میکائیلی و صادقی بنیس، ۱۳۸۹: ۴۵). بنابراین، بروز تغییرات کمی و کیفی در سیمای سرزمین شهر تبریز و ادامه‌داربودن این روند، باعث شکل‌گیری مسئلهٔ تحقیق در ذهن محققان گردید. لذا پژوهش حاضر با هدف آشکارسازی و ارزیابی تغییرات صورت‌گرفته در ساختار سیمای سرزمین کلان‌شهر تبریز و بررسی کارایی متریک‌های سیمای سرزمین در تحلیل تغییرات تدوین گردیده و به دنبال پاسخ‌گویی به این سؤال است که روند توسعهٔ شهر تبریز در دهه‌های گذشته به چه صورت بوده و چه تأثیری بر سیمای سرزمینی و پیوستگی آن داشته است؟

پیشینهٔ نظری و تجربی پژوهش

اصطلاح سیمای سرزمین[1] در واقع ترکیبی از علم، هنر و تجربه است که با علوم محیطی، اجتماعی و انسانی و حوزه‌های فنی، مهندسی و هنر در ارتباط است (بمانیان و احمدی، ۱۳۹۳: ۱). سیمای سرزمین، الگوی جغرافیایی و ترکیب پیچیده‌ای از کلاس‌های (طبقات) پوشش اراضی است (Adriaensen et al., 2003: 242) که با کیلومترها گستردگی و ساختاری نامتجانس، از اطرافش متمایز بوده (Forman & Gordon, 1986: 733) و محلی است که فعالیت‌های انسانی در آن رخ می‌دهد (Ndubisi, 2014: 1). جوامع شهری سیماهای سرزمینی پیچیده و موزاییکی متشکل از عناصر طبیعی و مصنوع هستند که با سایر موزاییک‌های سیمای سرزمین از لحاظ ساختار و عملکرد متفاوت‌اند؛ به طوری که کارکرد اصلی سیمای سرزمین شهری، فراهم‌آوردن مکانی برای زندگی و خدمات انسانی است (مختاری، ۱۳۸۸: ۲۴). هر سیمای سرزمین از سه جزء اصلیِ بستر یا ماتریس[2]، لکه[3] و کریدور[4] تشکیل شده است که عناصر ساختاری سیمای سرزمین را تشکیل می‌دهند و ماهیت اصلی آن را تعریف می‌کنند (Burel, 2003: 9). یکی از ویژگی‌های ساختاری سیمای سرزمین، مفهوم پیوستگی (در مقابل ازهم‌گسیختگی یا تکه‌تکه‌شدگی) است (پودات و دیگران، ۱۳۹۶: ۸۲) که نقش مهمی در تنوع زیستی و سلامت اکوسیستم‌ها دارد (Zhang et al.,

1. Landscape
2. Matrix
3. Patch
4. Corridor

2 :2019). پیوستگی به‌ویژه در محیط‌های شهری از اهمیت بیشتری برخوردار است و علاوه بر فواید اکولوژیکی می‌تواند به ارائهٔ عملکردهای اجتماعی، فرهنگی و زیبایی‌شناسی در قالب اتصال مردم و طبیعت و اتصال داخل و حومهٔ شهر منجر شود (صادقی‌بنیس، ۱۳۹۴: ۵۴). بنابراین لازم است در ارزیابی و تحلیل سیماهای سرزمین مدنظر قرار گیرد.

واژهٔ اکولوژی در معنای تحت‌الفظی آن عبارت است از «بررسی یا مطالعهٔ موجودات زنده در بستر زیستشان» (شکوئی، ۱۳۹۲: ۱۱) و دانش اکولوژی، دانشی است که اکولوژی و روابط و مناسبات مشترک میان جوامع گیاهی، جانوری و انسانی را مطالعه می‌کند. علم اکولوژی دارای ابعاد و شاخه‌های مختلفی است که اکولوژی سیمای سرزمین یکی از جوان‌ترین شاخه‌های آن و دانشی جامع و بین‌رشته‌ای است که روابط بین انسان و مناظر اطراف آن را بررسی می‌کند (Naveh & Liberman, 2013: 3; Wu, 2013: 183).

ارزیابی اکولوژیکی سیمای سرزمین می‌تواند روند برنامه‌ریزی و توسعهٔ شهری را برای مدیریت و نظارت بر نابودی کیفیت محیط زیست بهبود بخشد (Buyantuyev et al., 2010: 208) و فرایندهای اکولوژیکی بالقوه‌ای را شناسایی و به دست آورد (Tian et al., 2014: 98). شناسایی، نظارت و پایش تغییرات پوشش سطح زمین، فرایند پیچیده‌ای است که مناسب‌ترین روش برای این منظور، تجزیه‌وتحلیل تغییرات الگوی سیمای سرزمین است (محمدیاری و دیگران، ۱۳۹۷: ۲۲۷).

در همین راستا، متریک‌های (شاخص یا سنجه) سیمای سرزمین که به طور گسترده‌ای در مطالعات اکولوژی شهری به کار می‌روند (Luck & Wu, 2002: 328)، در اواخر دههٔ ۱۹۸۰ توسعه یافتند که متناسب با فرایندهای اکولوژیکی می‌توانند به‌عنوان وسیله‌ای برای شناسایی، نظارت و ارزیابی تغییرات اکولوژیکی (Su et al., 2010: 61) و تکه‌شدگی (ازهم‌گسیختگی) سیمای سرزمین (Carvalho et al., 2009: 1393) به کار روند. متریک‌های سیمای سرزمین شاخص‌هایی هستند که خصوصیت شکلی، هندسی و ماهیت پراکنش و توزیع اجزای ساختاری سیمای سرزمین (ماتریس، لکه و کریدور) را تعریف می‌کنند (کرمی و فقهی، ۱۳۹۱: ۸۰) و عمدتاً برای توصیف و کمی‌کردن ناهمگنی فضایی کاربری اراضی و خصوصیات مورفولوژیک شهری به کار می‌روند؛ در نتیجه، درک بهتری از کلیات فضایی یک منطقه را نشان می‌دهند (سبزقبائی و دیگران، ۱۳۹۵: ۳۷).

پژوهشگران بسیاری در مطالعات متعددی (به‌ویژه در سال‌های اخیر) به ارزیابی ساختار سیمای سرزمین و بررسی روند تغییرات صورت‌گرفته در آن با استفاده از سنجش از دور و متریک‌های سیمای سرزمین پرداخته‌اند: آرخی (۱۳۹۴: ۵۹) در پژوهشی روند تغییرات سیمای سرزمین در منطقهٔ دهلران را بررسی کرد که نتایج نشان داد مقادیر متریک‌ها تغییرات درخور توجهی داشته و موجب تخریب و تجزیهٔ سیمای سرزمین شهر دهلران گشته است.

سبزقبائی و دیگران (۱۳۹۵: ۳۵) اثرات شهرنشینی را بر ساختار چشم‌انداز شهر کرمانشاه، با استفاده از متریک‌های سیمای سرزمین بررسی کردند. یافته‌های تحقیق به ترتیب حاکی از افزایش و کاهش مساحت کاربری‌های مسکونی و اراضی بایر است. زمین‌های کشاورزی نابود و ریزدانه‌تر شده و ترکیب و توزیع چشم‌انداز شهر تغییر یافته و تکه‌تکه شده است.

محمدیاری و دیگران (۱۳۹۷: ۲۲۵)، با بررسی شبکهٔ بوم‌شناختی سیمای سرزمین کلان‌شهر کرج نشان دادند روند تغییرات مطلوب نیست و با توجه به روند کاهشی میزان متریک‌های لکه‌های سبز و افزایشی لکه‌های ساخت‌وساز، عملکرد بوم‌شناختی سیمای سرزمین شهر کرج سیر نزولی داشته است.

نتایج تحقیق نظرنژاد و دیگران (۱۳۹۸: ۷۵) بیانگر این است که سیمای سرزمین حوزهٔ آبخیز بالانچ‌چای ارومیه در طول ۳۴ سال گذشته تکه‌تکه‌تر، از نظر شکلی پیچیده‌تر، نامنظم‌تر و از نظر یکپارچگی عناصر ساختاری، ناپیوسته‌تر و از نظر نوع کاربری موجود نیز متنوع‌تر شده است.و دیگران (۲۰۰۴: ۴۷۸)، اثرات فعالیت‌های انسانی بر محیط زیست و روند تغییرات پوشش گیاهی در پارک ملی آمریکا را با کاربرد متریک‌های سیمای سرزمین بررسی کردند.

هی[1] و دیگران، تغییرات الگوی سیمای سرزمین تالاب رودخانه‌ای در شهر ژِنگژو[2] چین را تحلیل کردند. بر اساس یافته‌ها، سطح زمین‌های کشاورزی و ساخت‌وساز در اطراف تالاب به ترتیب با روند نزولی و صعودی مواجه شده است (He et al., 2011: 2165).

یانگ و لیو[3]، تغییرات زمین در شهر آتلانتا را با کاربرد تصاویر ماهواره‌ای و متریک‌های

1. He
2. Zhengzhou
3. Yang & Lio

سیمای سرزمین ارزیابی کردند که نتایج حاکی از مؤثربودن روش‌های به کار گرفته شده در تجزیه‌وتحلیل تغییرات است (Yang & Lio, 2015: 42).

فتحی و مگیدی[1] (۲۰۱۸: ۱)، خصوصیات مکانی و زمانی گسترش شهر شوان[2] را طی سال‌های ۱۹۸۴ تا ۲۰۱۵ ارزیابی کردند که به دنبال آن مشخص شد مناطق ساخته‌شده، بیش از ۱۰۹ درصد رشد داشته‌اند (Fethi & Magidi, 2018: 1).

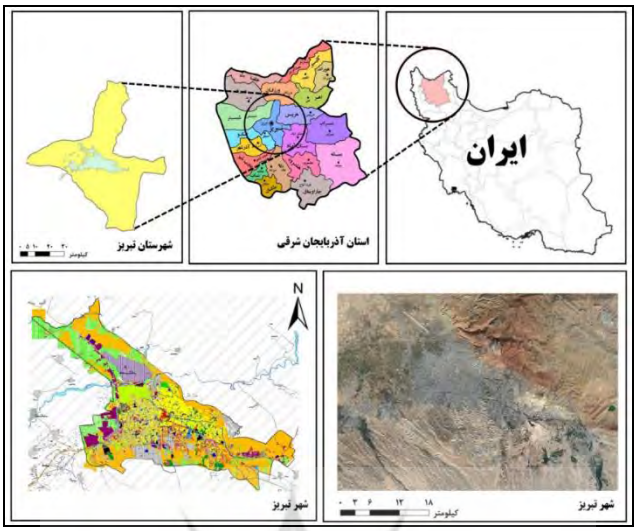
پَن[3] و دیگران (۲۰۱۹: ۶۱)، در مطالعه‌ای فرایند توسعهٔ شهری و تغییرات کاربری اراضی و تأثیرشان بر جزایر گرمایی شهر با استفاده از آنالیز سیمای سرزمین و داده‌های حرارتی بررسی کردند که نتایج حاکی از تأثیرات منفی توسعهٔ شهری بر جزایر گرمایی شهر است. بررسی پیشینهٔ تحقیق نشان می‌دهد مطالعات عمدتاً تغییرات سیمای سرزمین و کاربری اراضی تشکیل‌دهندهٔ آن را در یک دورهٔ زمانی مشخص با استفاده از متریک‌های سیمای سرزمین و سنجش از دور بررسی کرده‌اند. اما، این پژوهش علاوه بر ارزیابی تغییرات صورت‌گرفته در سیمای سرزمین کلان‌شهر تبریز، اثرات توسعهٔ شهر بر پیوستگی اکولوژیکی آن را نیز تحلیل کرده که در تحقیقات مشابه کمتر به آن توجه شده است(Pan et al., 2019: 61).

مواد و روش‌ها

محدوده و قلمرو مورد مطالعه

شهر تبریز، به‌عنوان بزرگ‌ترین شهر شمال غرب ایران و مرکز استان آذربایجان شرقی و شهرستان تبریز در شمال غرب ایران و در ۶۳۵ کیلومتری پایتخت واقع شده است. کلان‌شهر تبریز با وسعتی معادل ۱۳۱ کیلومتر مربع در ۴۶ درجه و ۲۵ دقیقهٔ طول شرقی و ۳۸ درجه و ۲دقیقهٔ عرض شمالی از نصف‌النهار مبدأ و در ارتفاع ۱۳۴۰ متری از سطح دریا قرار گرفته است.

1. Fethi & Magidi
2. Tshwane
3. Pan



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی کلان‌شهر تبریز در ایران و استان آذربایجان شرقی

روش تحقیق

تحقیق حاضر از نظر هدف کاربردی و از نظر ماهیت توصیفی- تحلیلی است. به منظور دستیابی به اهداف تحقیق، مطالعات کتابخانه‌ای صورت گرفت و سپس بر مبنای مطالعات، چارچوب انجام تحقیق و داده‌های مورد نیاز تهیه و در نهایت، نتایج و یافته‌های پژوهش حاصل گردید (شکل ۲). در ابتدا، تصاویر ماهواره‌ای لندست (TM و+ETM) برای سال‌های ۱۹۸۴، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۸، از سایت زمین‌شناسی آمریکا (USGS) تهیه شد و پس از انجام تصحیحات و عملیات پیش‌پردازش تصاویر، نقشه‌های کاربری اراضی بر مبنای روش طبقه‌بندی نظارت شده و با استفاده از الگوریتم حداکثر احتمال توسط نرم‌افزار Envi5.1 در پنج کلاس کاربری اراضی (اراضی ساخته‌شده، اراضی کشاورزی، باغات و فضاهای سبز، اراضی آبی و اراضی بایر) به دست آمد.

همچنین به منظور بررسی صحت نقشه‌های به دست آمده از طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای، روش نمونه‌برداری تصادفی (نمونه‌های تعلیمی) به عنوان نقاط واقعیت زمینی (نقاط کنترلی) استفاده شد. در ادامه، با به‌کارگیری نقاط کنترلی که از طریق تصاویر گوگل ارث، نقشه‌های کاربری اراضی و تفسیر بصری جمع‌آوری شده‌اند، دقت طبقه‌بندی با استفاده از ماتریس خطا و پارامترهای آماری (صحت کلی و ضریب کاپا) محاسبه شد. سپس نقشه‌های تولیدشده برای اندازه‌گیری

متریک‌های سیمای سرزمین وارد نرم‌افزار Fragstats4.2 گردید. این نرم‌افزار متریک‌ها را در سه سطح لکه، کلاس اراضی و سیمای سرزمین به دست می‌آورد (McGarigal and Marks, 1995: 23) که در این تحقیق متریک‌های مدنظر در دو سطح کلاس و سیمای سرزمین اندازه‌گیری و محاسبه گردید. در نهایت، تغییرات حادث شده و میزان تخریب اراضی بر اساس نقشه‌ها و متریک‌های سیمای سرزمین برای سال‌های مدنظر بررسی خواهد شد.

در ادامه به دلیل تعدد متریک‌ها، وجود هم‌بستگی بین برخی از آن‌ها و به‌منظور پرهیز از تولید اطلاعات زائد، بر اساس مرور منابع علمی و با توجه به تناسب متریک‌ها با اهداف تحقیق یعنی تحلیل تغییرات سیمای سرزمین کلان‌شهر تبریز و تأثیر آن بر پیوستگی اکولوژیکی شهر،مجموعه‌ای از متریک‌های سیمای سرزمین در راستای انجام تحقیق حاضر انتخاب شدند (جدول ۱).

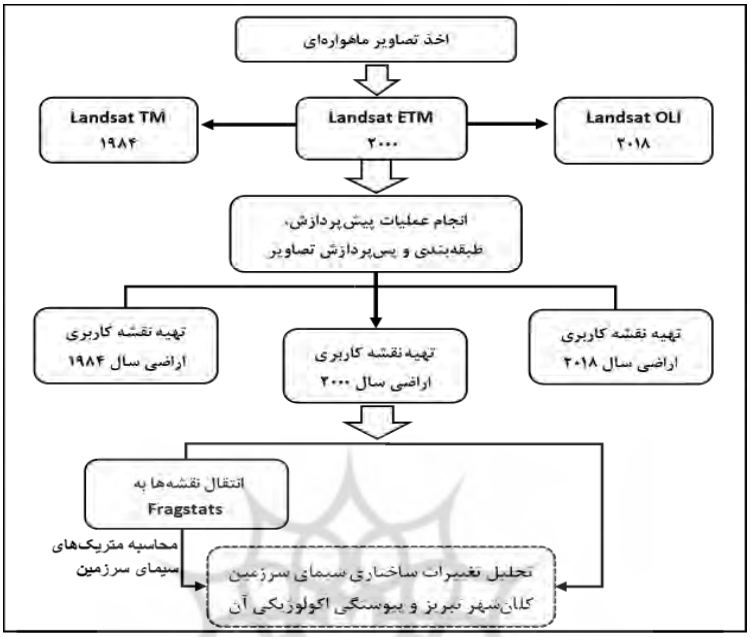
یافته‌های پژوهش

تحلیل تغییرات با استفاده از نقشه‌های کاربری اراضی

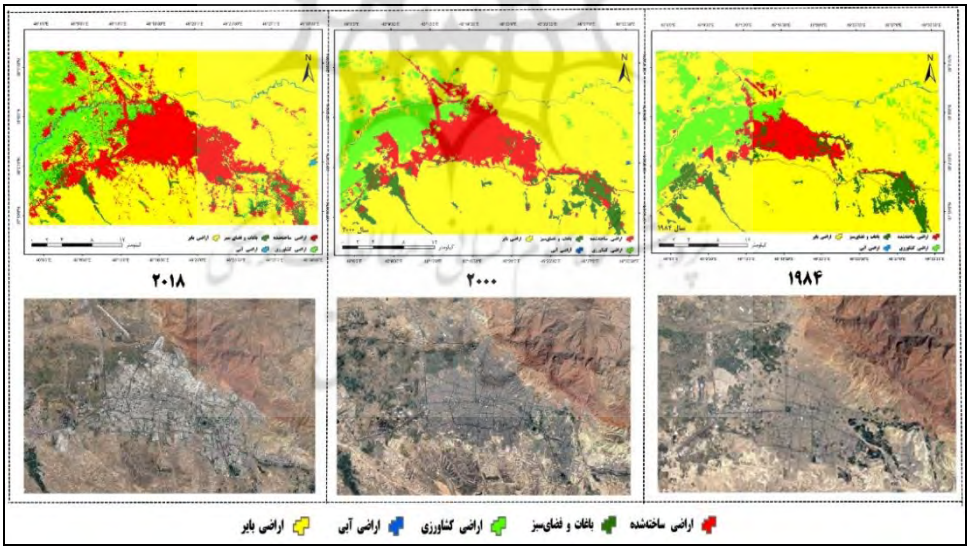
با آگاهی از روند تغییرات سیمای سرزمین و جهات توسعهٔ شهر، می‌توان راهکارهای اساسی را جهت بهبود وضع موجود و کنترل رشد شهر ارائه کرد. با درنظرگرفتن پنج کلاس اراضی موجود در منطقه، نقشه‌های کاربری اراضی کلان‌شهر تبریز و حومهٔ آن برای سال‌های ۱۹۸۴، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۸ به دست آمد (شکل ۳).

جدول ۱. انواع متریک‌های سیمای سرزمین استفاده‌شده در تحقیق

نام متریک (سنجه)	مشخصه	واحد	محدودهٔ تغییرات	تعریف
تعداد لکه	NP	ندارد	NP > 0	مجموع تعداد لکه‌ها در هر کاربری
مساحت کلاس	CA	هکتار	CA >0	مجموع مساحت لکه‌ها از یک نوع
درصد کلاس	PLAND	درصد	0<PLAND<100	درصد هریک از کلاس‌های هم‌نوع
بزرگ‌ترین لکه	LPI	درصد	0<PLAND<100	درصدی از منطقه با بزرگ‌ترین لکه‌ها
تراکم حاشیه	ED	هکتار/متر	ED > 0	مجموع طول تمامی لبه‌ها تقسیم بر مساحت کل سیما
متوسط اندازهٔ لکه	MPS	هکتار	MPS > 0	میانگین اندازهٔ لکه‌ها در هر طبقه
شکل سیما	LSI	ندارد	LSI ≥ 1	شکل لکه‌های مربوط به هر کاربری
پیوستگی (انسجام)	Cohesion	ندارد	0 < … < 100	پیوستگی لکه‌های یک کلاس اراضی



شکل ۲. مدل مفهومی انجام تحقیق



شکل ۳. سیمای سرزمین کلان‌شهر تبریز بر اساس انوع کاربری اراضی برای سال‌های ۱۹۸٤، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۸

همان طور که در تصاویر طبقه‌بندی شده مشخص است، بسیاری از اراضی کشاورزی و فضای سبز شهر تبریز بر اثر توسعهٔ شهرنشینی از بین رفته‌اند و سطوح نفوذناپذیر جایگزین آن‌ها گشته است. جدول (۲) مساحت و درصد کاربری‌های اراضی کلان‌شهر تبریز طی سال‌های مورد مطالعه و همین‌طور صحت نقشه‌های تولیدشده را نشان می‌دهد که با مقایسهٔ آن‌ها می‌توان مشخص کرد هرکدام از کاربری‌ها در دورهٔ بعدی چه مقدار دستخوش تغییرات شده است.

از نتایج مشهود بررسی نقشه‌های کاربری اراضی این است که کاربری اراضی ساخته‌شده در این بازه زمانی به دلیل افزایش جمعیت و تقاضا برای زمین و در نتیجه، رشد شهرنشینی در دهه‌های اخیر، با بیشترین تغییرات مساحت روبه‌رو گشته و به میزان ۱۲۹۵۵ هکتار (۲۰۵ درصد) افزایش یافته است. اما سایر کاربری‌ها با روند کاهشی مواجه گشته، به طوری که اراضی اکولوژیکی و سبز (اراضی کشاورزی و باغات و فضای سبز) بیش از ۳۰ درصد کاهش یافته‌اند و اراضی بایر که شامل بیشترین وسعت محدودهٔ مورد مطالعه می‌شوند، حدود ۱۴ درصد کاهش یافته‌اند.

جدول ۲. مساحت و درصد کاربری اراضی کلان‌شهر تبریز طی دوره‌های ۲۰۱۸-۱۹۸٤

نام کاربری	سال ۱۹۸۴		سال ۲۰۰۰		سال ۲۰۱۸	
	هکتار	درصد	هکتار	درصد	هکتار	درصد
ساخته‌شده	۶۳۰۸	۶/۹۳	۱۲۰۲۷	۱۳/۲۱	۱۹۲۶۳	۲۱/۱۶
اراضی کشاورزی	۱۰۶۵۷	۱۱/۷۱	۹۵۴۵	۱۰/۴۹	۹۸۷۵	۱۰/۸۵
باغات و فضای سبز	۵۷۳۵	۶/۳۰	۴۶۱۱	۵/۰۷	۳۸۵۶	۴/۲۴
اراضی آبی	۳۸۱	۰/۴۲	۲۷۷	۰/۳۰	۲۷۱	۰/۳۰
اراضی بایر	۶۷۹۳۵	۷۴/۶۴	۶۴۵۵۶	۷۰/۹۳	۵۷۷۵۱	۶۳/۴۵
ضریب کاپا (٪)	۹۴		۸۹		۹۶/۶	
صحت کلی (٪)	۹۵/۵		۹۶/۶		۹۷/۴	

تحلیل روند تغییرات با استفاده از متریک‌های سیمای سرزمین

با به‌کارگیری مجموعه‌ای از داده‌های دورسنجی، تکنیک‌ها، ابزارها و شاخص‌های کمی موجود در تحلیل فضایی سیمای سرزمین، امکان بررسی و شناخت تغییرات اکولوژیکی سیمای سرزمین فراهم می‌شود. برای مثال، با استفاده از داده‌های پوشش اراضی می‌توان به محاسبهٔ متریک‌های

ساختاری سیمای سرزمین و ارتباط آن‌ها با فرایندهای اکولوژیکی و تغییرات زمانی پرداخت (زبردست و دیگران، ۱۳۹۴: ۹۵). در همین راستا، متریک‌های مرتبط با موضوع تحقیق با استفاده از نقشه‌های کاربری اراضی تهیه‌شده در مرحلهٔ قبل و با کاربرد نرم‌افزار FRAGSTATS 4.2 محاسبه گردید که نتایج آن در ادامه آورده شده است (جدول ۳).

جدول ۳. مساحت و درصد کاربری اراضی کلان‌شهر تبریز طی دوره‌های ۲۰۱۸-۱۹۸٤

متریک	کاربری سال	اراضی ساخته‌شده	اراضی کشاورزی	باغات و فضای سبز	اراضی آبی	اراضی بایر
CA	۱۹۸۴	۶۳۰۸	۱۰۶۵۷	۵۷۳۶	۳۸۱	۶۷۹۳۵
	۲۰۰۰	۱۲۰۲۸	۹۵۴۵	۴۶۱۱	۲۷۸	۶۴۵۵۷
	۲۰۱۸	۱۹۲۶۲	۹۸۷۵	۳۸۵۶	۲۷۱	۵۷۷۵۲
PLAND	۱۹۸۴	۶/۹۳	۱۱/۷۱	۶/۳۰	۰/۴۱۹	۷۴/۶۴
	۲۰۰۰	۱۳/۲۱	۱۰/۴۹	۵/۰۷	۰/۳۰	۷۰/۹۲
	۲۰۱۸	۲۱/۱۶	۱۰/۸۵	۴/۲۴	۰/۲۹	۶۳/۴۵
NP	۱۹۸۴	۸۳	۱۸۷	۱۸۱	۱۶	۱۸۳
	۲۰۰۰	۲۸۸	۲۶۵	۱۹۲	۲۸	۲۲۰
	۲۰۱۸	۶۱۰	۴۸۱	۳۶۷	۲۹	۵۷۸
LSI	۱۹۸۴	۱۶/۳۳	۱۶/۲۶	۲۰	۱۷/۵۶	۱۴/۶۲
	۲۰۰۰	۱۷/۰۷	۱۷/۶۵	۱۸	۲۰/۷۸	۱۴/۰۲
	۲۰۱۸	۳۹/۲۰	۴۶/۱۰	۴۱/۴۳	۱۴/۶۰	۲۸/۳۰
LPI	۱۹۸۴	۵/۷۳	۵/۴۸	۲/۱۰	۰/۱۸	۷۳/۲۴
	۲۰۰۰	۱۲/۵۱	۵/۹۹	۰/۶۸	۰/۰۵	۴۱/۸۴
	۲۰۱۸	۱۵/۵۸	۹/۰۹	۰/۳۱	۰/۱۴	۳۲/۶۲
ED	۱۹۸۴	۵/۷۰۲	۷/۲۴۵	۶/۶۵۱	۱/۵۱۵	۱۵/۵۳۲
	۲۰۰۰	۸/۲۲۹	۷/۴۳۷	۵/۳۷۰	۱/۵۲۶	۱۴/۴۵۲
	۲۰۱۸	۱۳/۴۷۵	۱۵/۵۵۰	۱۲/۴۶۰	۱/۵۰۰	۲۱/۱۴۰
MPS	۱۹۸۴	۷۶	۵۶/۹۹	۳۱/۶۹	۲۳/۸۱	۳۷۱/۲۰
	۲۰۰۰	۹۸/۶	۳۶/۰۲	۲۴/۰۲	۷/۳۲	۲۹۳/۴۰
	۲۰۱۸	۱۳۵/۰۴	۸/۵۵	۲/۴۵	۶/۷۷	۱۵۶
COHESION	۱۹۸۴	۹۹/۳۴	۹۸/۹۵	۹۸/۴۱	۹۶/۲۸	۹۹/۹۶
	۲۰۰۰	۹۹/۷۵	۹۸/۹۶	۹۷/۳۷	۹۲/۵۷	۹۹/۸۴
	۲۰۱۸	۹۹/۸۶	۹۹/۳۸	۹۱/۰۲	۹۶/۷۷	۹۹/۷۳

متریک‌های CA و PLAND به ترتیب توصیف‌کنندهٔ مساحت و درصد کاربری اراضی هستند. این متریک‌ها ترکیب ساختاری سیمای سرزمین را اندازه‌گیری می‌کنند و نشان می‌دهند که چه مقدار از سیمای سرزمین از یک نوع کاربری خاص تشکیل شده است. با توجه به مقادیر این دو متریک، لکه‌های ساخته‌شده در طول این سه دهه، به‌طور فزاینده‌ای افزایش یافته و از مساحت ۶۳۰۸ هکتار در سال ۱۹۸۴ به مساحت ۱۹۲۶۳ هکتار در سال ۲۰۱۸ رسیده‌اند. مابقی کاربری‌ها نیز با توجه به مقادیر متریک‌ها در جدول فوق کاهش یافته‌اند. بنابراین متریک‌های CA و PLAND از گویاترین متریک‌ها در بررسی تغییرات سیمای سرزمین هستند که به‌آسانی با استفاده از نرم‌افزار FRAGSTATS قابل اندازه‌گیری‌اند.

متریک NP[1] تعداد لکه‌ها را در سطح محدودهٔ مدنظر نشان می‌دهد. تمامی کلاس‌های اراضی در فاصلهٔ بین سال‌های ۱۹۸۴ تا ۲۰۱۸ با افزایش تعداد لکه‌ها مواجه گشته‌اند و این حاکی از این است که لکه‌های موجود در طول زمان تکه‌تکه شده و یکپارچگی خود را از دست داده‌اند. برای مثال، کاربری باغ و فضای سبز در سال ۱۹۸۴، از ۸۳ لکه و مساحت ۵۷۳۶ هکتار برخوردار بوده است؛ اما تعداد لکه‌های سبز و مساحت آن‌ها در سال ۲۰۱۸ به ترتیب برابر ۳۶۷ عدد و ۳۸۵۶ هکتار نشان است. بنابراین می‌توان اذعان کرد لکه‌های مربوط به باغ‌ها و فضاهای سبز کلان‌شهر تبریز در ابتدا از مساحت و انسجام بیشتری برخوردار و پیوسته‌تر بوده‌اند. اما با توجه به رشد شهرنشینی و افزایش ساخت‌وسازها در دهه‌های اخیر، ضمن اینکه تعداد لکه‌های مربوط به اراضی ساخته‌شده افزایش یافته است، باغ‌ها و لکه‌های سبز نیز تکه‌تکه‌تر و ازهم‌گسیخته‌تر شده‌اند. بنابراین، متریک NP از این نظر مهم است که شاخصی است برای ارزیابی ازهم‌گسیختگی سیمای سرزمین و در صورتی که میزانِ این شاخص در طول زمان برای یک نوع کاربری خاص کاهش یابد، حاکی از تخریب لکه و سیمای سرزمین است (شکل۴، الف).

متریک ED[2] تراکم حاشیهٔ لکه‌ها را محاسبه می‌کند و می‌توان برای اندازه‌گیری میزان اتصال و پیوستگی کاربری‌ها از آن استفاده کرد. در حالت کلی، متریک تراکم حاشیهٔ تجزیهٔ فضاها را نشان می‌دهد و هرچه افزایش می‌یابد، اتصال و پیوستگی سیمای سرزمین کاهش می‌یابد، لکه‌ها

1. Number of Patches
2. Edge Density

کوچک‌تر و در نتیجه، سیمای سرزمین تخریب و تجزیه می‌شود. افزایش شهرنشینی و رشد بیش از ۲۰۰درصدی مساحت لکه‌های ساخته‌شده در طول ۳۴ سال گذشته، سبب تخریب فضاهای اکولوژیک و در نتیجه، ازهم‌گسیختگی زمین‌های کشاورزی و باغی شده است و به‌عنوان اصلی‌ترین عامل تکه‌تکه‌شدگی منظر شهری کلان‌شهر تبریز در نظر گرفته می‌شود (شکل۴، ب).

متریک MPS[1] برای بررسی متوسط اندازهٔ لکه‌ها به کار گرفته می‌شود. مقادیر این شاخص (جدول ۳) نشان می‌دهد میانگین اندازهٔ لکه‌های مربوط به اراضی ساخته‌شده در طول سه دوره افزایش یافته و از ۷۶ هکتار در سال ۱۹۸۴ به حدود ۱۳۵ هکتار در سال ۲۰۱۸ رسیده است. این بدین معنی است که با افزایش مساحت اراضی ساخته‌شده، متوسط اندازهٔ لکه‌ها نیز افزایش یافته و در نتیجه، اراضی ساخت‌وساز شده پیوسته‌تر شده‌اند. این در حالی است که متوسط اندازهٔ لکه‌های کاربری‌های دیگر روند کاهشی داشته است. بنابراین در طول سال‌های ۱۹۸۴ تا ۲۰۱۸ اراضی کشاورزی و فضای سبز تکه‌تکه شده و پیوستگی آن‌ها کاهش یافته است. پایین‌بودن MPS برای کاربری‌های سبز و اکولوژیک در شهرها خطری جدی برای گونه‌ها محسوب می‌شود؛ زیرا ضمن کاهش تنوع زیستی، ارتباط لکه با محیط شهری و فعالیت‌های انسانی بیشتر شده و در نتیجه در معرض تخریب و آلودگی قرار می‌گیرد (شکل۴، ج).

متریک شکل سیمای سرزمین LSI[2] اندازه‌ای استانداردشده از مجموع لبه یا تراکم لبه در اختیار ما قرار می‌دهد. زمانی که کاربری تا حد ممکن در یک لکه فشرده شده باشد، حداکثر تجمع رخ می‌دهد و هرچه کاربری مدنظر پراکنش بیشتری داشته باشد، مقدار متریک افزایش می‌یابد. بر اساس یافته‌های تحقیق (جدول ۳)، متریک شکل سیمای سرزمین روند افزایشی داشته است و در مجموع افزایش این روند حاکی از این است که شکل سیمایِ سرزمینِ کلان‌شهر تبریز پیچیده‌تر و از نظر هندسی نامنظم‌تر شده است و این پیچیدگی و بی‌نظمی در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۸ از شدت بیشتری نسبت‌به دورهٔ قبل برخوردار بوده است. بر این اساس می‌توان گفت در سال ۲۰۱۸، کاربری‌های باغ و فضای سبز، اراضی کشاورزی و اراضی ساخته‌شده نسبت‌به سال‌های قبل تراکم و فشردگی خود را از دست داده‌اند و در میان سایر کاربری‌ها پخش شده‌اند (شکل۴، د).

1. Mean Patch Size
2. Landscape Shape Index

متریک LPI[1] بیانگر نسبت اندازهٔ لکه به مساحتی از کل سیمای سرزمین است که توسط بزرگ‌ترین لکه از یک کلاس کاربری خاص پوشانده شده است. این متریک، حاصل تقسیم مساحت بزرگ‌ترین لکه بر مساحت همهٔ لکه‌های مربوط به یک کلاس کاربری است. مطابق نتایج حاصل از تحلیل این متریک در سطح کلاس اراضی ساخته‌شده، متریک LPI در ابتدا در کمترین میزان قرار داشته و سپس در دورهٔ رشد پراکنده به سبب شکل‌گیری هسته‌های جدید، مقادیر آن خصوصاً در دورهٔ پایانی (۲۰۱۸-۲۰۰۰)، رو به افزایش نهاده است؛ به طوری که از میزان ۵/۷۳ هکتار در سال ۱۹۸۴ به مقدار ۱۵/۵۸ هکتار در سال ۲۰۱۸ رسیده است.

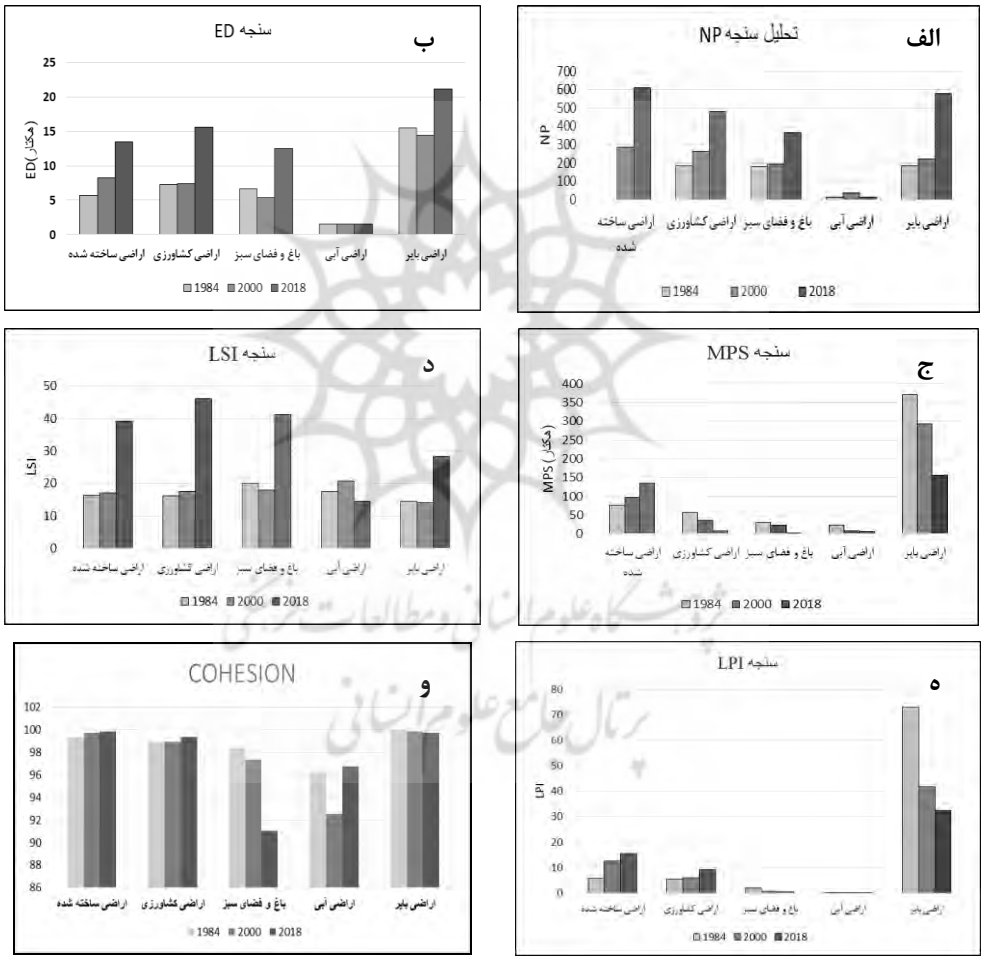
همچنین در این پژوهش شاهد هستیم که شاخص بزرگ‌ترین لکه برای اراضی کشاورزی روند افزایشی و اراضی باغی و فضای سبز، روند کاهشی داشته است. در این بین، اراضی بایر به دلیل توسعهٔ شهرنشینی، با کاهش مساحت (جدول ۳) روبه‌رو گشته و به دنبال آن، مقادیر متریک LPI مربوط به آن نیز کاهش یافته است (شکل ۴، هـ).

شاخص پیوستگی (Cohesion)، بر اساس اطلاعات حاصل از اندازه‌گیری مساحت و محیط لکه‌ها، میزان انسجام یا پیوستگی لکه‌های یک طبقه (کلاس) از اراضی موجود در سیمای سرزمین را اندازه‌گیری می‌کند (شعبانی و دیگران، ۱۳۹۷: ۶۳). مطابق جدول ۳، مقادیر این شاخص برای اراضی ساخته‌شده در طول ۳۴ سال گذشته افزایش یافته و اراضی باغی و فضاهای سبز شهری نیز کاهش یافته‌اند. افزایش و کاهش این مقادیر بدین معناست که اراضی ساخته‌شده به‌مرور پیوسته‌تر شده‌اند و اراضی باغی و فضای سبز، تکه‌تکه‌تر؛ چراکه از سویی میزان ساخت‌وسازهای شهری افزایش یافته و اراضی بایر و خالی موجود در داخل شهر به کاربری‌های شهری تبدیل شده‌اند و از سوی دیگر، قسمت عمده‌ای از اراضی سبز و اکولوژیک شهری همان طور که از نتایج به دست آمد، تخریب و به کاربری‌های دیگر تبدیل شده‌اند. بنابراین بر اساس نتایج حاصل از تحلیل شاخص Cohesion، اراضی باغی و فضای سبز به دلیل توسعهٔ شهرنشینی و تجاوز به حریم آن‌ها، پیوستگی خود را از دست داده و تکه‌تکه شده‌اند.

مقادیر متریک‌های اندازه‌گیری شده و نمودار تغییرات آن‌ها برای هریک از کاربری‌های اراضی کلان‌شهر تبریز گویای مطالب فوق الذکر می‌باشند (شکل۴).

1. Largest Patch Index

بنابراین گسترش شهرنشینی بدون توجه به اراضی طبیعی، ضمن افـزایش مشـکلات و مسـائل پیش روی مدیریت شهری تبریز، باعث تخریب لکه‌های سبز، کوچـک‌ترشـدن آن‌هـا و در نتیجـه، کاهش پیوستگی فضاهای اکولوژیک شده اسـت. مـی‌تـوان مـی‌گفـت در طـول دهـه‌هـای اخیـر، ساخت‌وسازهای شهری، بیشترین تغییرات را در سیمای سرزمین کلان‌شهر تبریز داشته‌اند. همچنین در این تحقیق متریک‌های سیمای سرزمین در سطح سیمای سرزمین نیز محاسبه گردید که مقـادیر آن‌ها در جدول ۴ آورده شده است.



شکل ٤. نمودارهای تغییرات متریک‌های سیمای سرزمین کلان‌شهر تبریز طی سال‌های ۲۰۱۸-۱۹۸٤

جدول ٤. مساحت و درصد کاربری اراضی کلان‌شهر تبریز طی دوره‌های ۲۰۱۸-۱۹۸٤

متریک / سال	NP	PD	LPI	MPS	LSI
۱۹۸۴	۶۵۰	۰/۷۱	۷۳/۲	۱۴۰/۰۳	۱۴/۸۵
۲۰۰۰	۷۷۷	۰/۸۵	۴۸/۸	۱۱۷/۱۴	۱۴/۹۹
۲۰۱۸	۶۰۵۱	۶/۵۷	۳۲/۷	۵۰/۲	۳۳/۶

همان طور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، متریک‌های سطح سیمای سرزمین نتایج مشابه با متریک‌های سطح کلاس طبقات اراضی را به دست آورده‌اند؛ به طوری که متریک NP که تعداد لکه‌ها را مشخص می‌کند، از تعداد ۶۵۰ در سال ۱۹۸۴ به ۶۰۵۱ در سال ۲۰۱۸ تغییر کرده است. افزایش تعداد لکه‌ها به معنی تکه‌تکه‌شدگی سیمای سرزمین و در نتیجه کاهش پیوستگی آن است. همچنین متریک LPI (شاخص بزرگ‌ترین لکه) در بازه زمانی مدنظر از مقدار ۷۳/۲ هکتار در سال ۱۹۸۴ به ۳۲/۷ هکتار در سال ۲۰۱۸ رسیده است که کاهش اندازهٔ لکه‌ها به معنای تخریب و ازهم‌گسیختگی سیمای سرزمین کلان‌شهر تبریز است. شاخص شکل سیمای سرزمین نیز تغییرات مشابهی داشته و کاهش مقدار آن، به کاهش پیوستگی و ناهمگنی در سیمای سرزمین منجر شده است.

نتیجه‌گیری

در طول دهه‌های اخیر انسان شهرنشین، به‌واسطهٔ رشد جمعیت و افزایش شهرنشینی با بسیاری از مشکلات و مسائل محیط زیستی دست و پنجه نرم می‌کند. وجود سیاست‌ها و قوانین نامناسب در رابطه با شهر و زمین شهری، سبب آشفتگی و رشد غیراصولی شهرهای ایران و تخریب اراضی طبیعی و سبز گردیده است که در این میان، شهر تبریز، بزرگ‌ترین متروپل شمال غرب کشور، از این قاعده مستثنی نبوده و در طول دهه‌های اخیر دستخوش تغییرات چشمگیری گشته است. طبق اصل مدیریتی که آنچه قابل کمی‌شدن نباشد، قابل مدیریت نیست (سیاح‌نیا و مختاری، ۱۳۹۶: ۸)، این تحقیق با هدف بررسی روند توسعهٔ شهر تبریز و کمی‌سازی تغییرات صورت‌گرفته در سیمای سرزمینی این شهر تدوین گردیده است تا شناخت مطلوب‌تری از وضعیت سیمای سرزمینی شهر تبریز به دست آورد.

در همین راستا، ابتدا سیمای سرزمین شهر تبریز در طول سه دههٔ گذشته ارزیابی شد و نقشه‌های کاربری اراضی برای سال‌های (۱۹۸۴، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۷) تهیه گردید تا با مقایسهٔ آن‌ها، روند تغییر و تحولات بررسی شود. همچنین با کمی‌سازی متریک‌های سیمای سرزمین توسط نرم‌افزار Fragstats این روند به‌صورت جزئی‌تر مطالعه شد. نتایج تحقیق نشان داد کاربری اراضی ساخته‌شده در طول این بازه زمانی، بیشترین تغییرات مساحت را داشته و به میزان ۱۲۹۵۵ هکتار معادل ۲۰۵ درصد توسعه پیدا کرده که حاکی از شدت ساخت‌وسازها و شهرنشینی است. اراضی کشاورزی، باغات و فضای سبز هریک به ترتیب در حدود ۷/۳ و ۳۲ درصد کاهش داشته‌اند. در مجموع، حدود ۲۶۶۰ هکتار از این اراضی بر اساس نقشه‌های به‌دست‌آمده در طول ۳۳ سال گذشته تخریب و به کاربری‌های دیگر تبدیل شده‌اند. پهنه‌های آبی شامل رودخانه‌ها، تالاب‌ها و برکه‌ها نیز در این مدت با کاهش حدود ۲۷ درصدی روبه‌رو بوده‌اند که ناشی از افزایش روند خشک‌سالی و برداشت بی‌رویهٔ آب در دهه‌های اخیر است. اراضی بایر نیز که شامل بیشترین وسعت از محدودهٔ مورد مطالعه می‌شوند، حدود ۱۴ درصد کاهش داشته و به کاربری‌های دیگر تبدیل شده‌اند. تغییرات حادث‌شده عمدتاً سمت‌وسوی ساخت‌وساز داشته‌اند و اراضی تخریب‌شده به‌ویژه در محدودهٔ شهر به ساختمان‌ها و معابر شهری تبدیل شده‌اند. تحلیل متریک‌های سیمای سرزمین نیز به‌وضوح آثار فعالیت‌های انسانی و شهرنشینی بر محیط اطراف را نمایان می‌سازد و نتایج حاکی از این است که سیمای سرزمین شهر تبریز به‌مرور ریزدانه، پیچیده و از نظر هندسی نامنظم‌تر شده و با کاهش پیوستگی، ازهم‌گسیخته‌تر گردیده است.

همچنین نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج تحقیقات رحیمی (۱۳۹۱)، محمودزاده (۱۳۹۳) و تیموری (۱۳۹۵) مطابقت دارد؛ به طوری که تمامی آن‌ها حاکی از تغییر و تخریب کاربری اراضی به‌ویژه فضاهای سبز شهر تبریز در طول سالیان گذشته هستند. تحقیقات مذکور، رشد سریع جمعیت، توسعه و گسترش افقی شهر و سیاست‌های نامناسب زمین و مسکن را دلایل اصلی تخریب اراضی نامیده‌اند.

در نهایت می‌توان نتیجه گرفت تبدیل کاربری اراضی و در نتیجه تغییر و تخریب سیماهای سرزمینی، ماحصل سال‌ها برنامه‌ریزی و مدیریت نامناسب سیمای سرزمین است که در صورت

ادامه‌دار بودن، از وضعیت کنونی نیز بغرنج‌تر خواهد شد. لذا بـه نظـر مـی‌رسـد در عصـر حاضـر، برنامه‌ریزی‌های سنتی دیگر نمی‌توانند پاسخ‌گوی حجم وسیعی از مسائل و مشکلات، به‌خصـوص چالش‌های محیط‌زیستی باشند. از همین رو با به‌کارگیری ابزارها و نرم‌افزارهای مختص هر مسئله، ضمن صرفه‌جویی در زمان و منابع و کاهش هزینه‌ها، می‌توان نتایج مطلوب‌تری به دست آورد. بـر اساس نتایج این تحقیق می‌توان نتیجه گرفت با به‌کارگیری اصول اکولوژی سـیمای سـرزمین و بـا استفاده از متریک‌های سیمای سرزمین (با توجه به قابلیت‌هـای متریـک‌هـا در کمـی‌کـردن الگـوی سیمای سرزمین) می‌توان ضـمن تفسـیر و پـیش‌بینـی وضـعیت کـاربری اراضـی، گـامی مـؤثر در برنامه‌ریزی و مدیریت شهرها و محیط‌زیست برداشت.

پیشنهادها

در پایان بر پایهٔ یافته‌های تحقیق و لزوم توجه به تغییرات سیمای سرزمین کلان‌شهر تبریز، اقدامات و راهکارهای ذیل پیشنهاد می‌شود:

- در این پژوهش کل سیمای سرزمین کلان‌شهر تبریز، محدودهٔ تحقیق در نظـر گرفتـه شـده است؛ پیشنهاد می‌شود جهت کسب نتایج دقیق‌تر و مطلوب‌تر، مناطق دهگانـهٔ شـهر تبریـز به‌صورت جداگانه در مطالعات بعدی بررسی می‌شوند.
- با توجه به جنبهٔ کاربردی این تحقیق، پیشنهاد مـی‌شـود بـرای افـزایش کیفیـت پـژوهش و استفاده از آن در طرح‌ها و مطالعات شهری، از تصاویر ماهواره‌ای با قدرت تفکیـک بـالا و جدیدترین نقشهٔ کاربری اراضی شهر استفاده شود کـه اطلاعـات کامـل و دقیقـی از وضـع موجود ارائه می‌دهند.
- این پژوهش جزء مطالعات کمی و کـاربردی در حـوزهٔ شهرسـازی و برنامـه‌ریـزی محـیط زیست است؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی علاوه بر تلفیق نتایج این پژوهش با مطالعات کیفی، عوامل و متغیرهای دیگر اقتصادی، اجتماعی، فرهنگـی و... در نظـر گرفتـه شود. در واقع بهتر است تمامی عوامل کمی و کیفی مؤثر بر کیفیت و کمیـت توسـعهٔ شـهر بررسی شود.

- اعمال قوانین، تمهیدات و سیاست‌های مدیریتی و حفاظتی جهت ممانعت از تغییرات کاربری اراضی خصوصاً اراضی سبز و بایر موجود در شهر که در مقایسه با کاربری‌های دیگر در توسعهٔ آتی شهر، از اهمیت بیشتری برخوردار بوده و به‌راحتی به حریم آن‌ها تجاوز و به کاربری‌های دیگر تبدیل می‌شود.
- باز زنده‌سازی محیط‌های آسیب‌دیدهٔ انسانی، فضاهای متروکه و بی‌استفاده با اجرای طرح‌های توسعهٔ شهری به این صورت که فضاهایی که در طول زمان تخریب شده و اکنون به حال خود رها شده‌اند، به کاربری‌های دیگر و مفید تبدیل شوند که ضمن آثار اجتماعی فراوان، در توسعهٔ مطلوب شهر نقش بسزایی خواهند داشت.
- با توجه به نتایج تحقیق مبنی بر کاهش پیوستگی اکولوژیکی سیمای سرزمین شهر تبریز در طول دهه‌های اخیر، پیشنهاد می‌شود با توسعهٔ شبکه‌های سبز و اکولوژیک، حفظ و ایجاد راهروهای (کریدور) اکولوژیکی شامل مسیرهای سبز (سبزراه) و حواشی رودخانه‌های شهری و بهره‌گیری از سایر امکانات بالقوه در شهر نظیر زمین‌های بایر و خالی، اقدامات لازم در راستای بهبود پیوستگی اکولوژیکی شهر صورت گیرد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

آرخی، صالح (۱۳۹۴). کاربرد متریک‌های سیمای سرزمین در ارزیابی روند تغییرات کاربری اراضی با استفاده از سنجش از دور و GIS (مطالعهٔ موردی: منطقه بیابانی دهلران)، *جغرافیا و توسعه*، شمارهٔ ۴۰، ۶۸-۵۹.

آنامرادنژاد، رحیم‌بردی (۱۳۹۵). تحلیلی بر برنامه‌ریزی فضایی و الگوی توسعهٔ شهرنشینی در ایران، *پژوهش و برنامه‌ریزی شهری*، سال ۷، شمارهٔ ۲۶، ۱۱۲-۹۳.

بمانیان، محمدرضا و احمدی، فریال (۱۳۹۳). *طراحی و اکولوژی منظر، مقدمه‌ای بر اصول و روش‌ها*، تهران: هنر معماری قرن.

تیموری، راضیه (۱۳۹۵). الگوسازی ساختار اکولوژیکی توسعهٔ فضای سبز شهری با رویکرد آینده‌پژوهی (نمونهٔ موردی: کلان‌شهر تبریز)، رسالهٔ دکتری در رشتهٔ جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکدهٔ جغرافیا و برنامه‌ریزی، دانشگاه تبریز.

رایگانی، بهزاد؛ جهانی، علی؛ ستاری‌راد، امیر و شوقی، نرگس (۱۳۹۷). پیش‌بینی تغییرات کاربری زمین برای سال ۲۰۳۰ با استفاده از سنجش از دور و تصاویر چندزمانهٔ لندست (مطالعهٔ موردی: شهر مشهد)، *آمایش سرزمین*، دورهٔ ۱۰، شمارهٔ ۲، ۲۶۹-۲۴۵.

رحیمی، اکبر (۱۳۹۲). ارزیابی توسعهٔ فضایی- کالبدی با تأکید بر توسعهٔ میان‌افزا (نمونهٔ موردی تبریز)، رسالهٔ دکتری در رشتهٔ جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تبریز.

زبردست، لعبت؛ یاوری، احمدرضا؛ پریور، پرستو و ستوده، احد (۱۳۹۴). *مقدمه‌ای بر مفاهیم پایه اکولوژی سیمای سرزمین با کاربرد در برنامه‌ریزی محیط‌زیست*، چاپ اول، تهران: آوای قلم.

سبزقبائی، غلامرضا؛ دشتی، سولماز؛ جعفرزاده، کاوه و بزم‌آرابلشتی، مژگان (۱۳۹۵). ارزیابی الگوهای چشم‌انداز شهری برای اندازه‌گیری اثرات شهرنشینی بر ساختار چشم‌انداز (مطالعهٔ موردی: شهر کرمانشاه)، *جغرافیا و پایداری محیط*، شمارهٔ ۲۱، ۵۰-۳۵.

سیاح‌نیا، رومینا و مختاری، زهرا (۱۳۹۶). *مبانی مطالعه و کمی‌سازی ساختار سیمای سرزمین*، چاپ اول، تهران: آوای قلم.

شعبانی، افشین؛ جعفری، شیرکو، معین‌الدینی، مظاهر؛ دانه‌کار، افشین و علم‌بیگی، امیر؛ (۱۳۹۷). مدل‌سازی رابطهٔ فضای سبز شهری با آلودگی هوا، صوت و دما با استفاده از سنجه‌های سیمای

سرزمین، *سنجش از دور و سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی*، سال نهم، شمارهٔ دوم، دانشگاه آزاد اسلامی، ۷۵-۵۹.

شکوئی، حسین (۱۳۹۲). *جغرافیایی اجتماعی شهرها، اکولوژی اجتماعی شهر*، سازمان انتشارات جهاد دانشگاهی، چاپ هشتم.

صادقی‌بنیس، مژگان (۱۳۹۴). استفاده از متریک‌های منظر در بهسازی شبکهٔ اکولوژیک شهری (مطالعهٔ موردی: شهر تبریز). *باغ نظر*، شمارهٔ ۳۲، سال دوازدهم، ۶۲-۵۳.

علوی، سید علی؛ روستایی، شهرام؛ یوسفی، مریم و کیا، روح‌الله (۱۳۹۶). آشکارسازی تغییرات کاربری شهری با استفاده از پردازش تصاویر ماهواره‌ای بر مبنای شبکهٔ عصبی (مطالعهٔ موردی: شهر تبریز)، *فصلنامهٔ علمی-پژوهشی فضای جغرافیایی*، شمارهٔ ۵۹، ۴۶-۲۷.

کاشفی‌دوست، دیمن و حاجی‌نژاد، علی (۱۳۹۴). ارزیابی کاربری اراضی شهری با رویکرد توسعهٔ پایدار(مورد مطالعه: پیرانشهر)، *آمایش سرزمین*، دورهٔ ۷، شمارهٔ ۱، ۹۴-۷۱.

کرمی، آرش و فقهی، جهانگیر (۱۳۹۱). بررسی کمی‌کردن سنجه‌های سیمای سرزمین (مطالعهٔ موردی: استان کهگیلویه و بویر احمد)، *محیط‌شناسی*، سال ۳۷، شمارهٔ ۶۰، ۸۸-۷۹.

لطفی، احمدرضا و دانشپور، عبدالهادی (۱۳۹۵). تحلیل و ارزیابی احیای اکولوژی شهر با تأکید بر متابولیسم شهری، *طراحی مهندسی و اکولوژی منظر*، سال اول، شمارهٔ دوم، بهار و تابستان ۱۳۹۵، ۱۲-۱.

محمودزاده، حسن (۱۳۹۳). ارزیابی و تحلیل اکولوژیک توسعهٔ فضایی کلان‌شهر تبریز، رسالهٔ دکتری در رشتهٔ جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکدهٔ جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تبریز.

مختاری، زهرا (۱۳۸۸). کمی‌کردن الگوی سیمای سرزمین شهر اصفهان، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد محیط‌زیست، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

مرکز آمار ایران (۱۳۹۵). *نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۹۵*.

مهرفروز، امید (۱۳۹۵). ارزیابی میزان پایداری ساختار اکولوژیک شهر سبزوار با تأکید بر رهیافت اکولوژی سیمای سرزمین، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد در رشتهٔ مهندسی منابع طبیعی، دانشکدهٔ جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری.

میرآبادی، مصطفی؛ بشارتی‌فر، صادق و کریمی، احمد (۱۳۹۷). تحلیلی بر الگوی فضایی، ابعاد و عوامل مرتبط با رشد شهرنشینی دورهٔ معاصر در ایران (با تأکید بر شاخص‌های توسعه‌ای و

معیشتی)، *پژوهش‌های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری*، دورهٔ ۶، شمارهٔ ۳، ۶۲۷-۶۰۵.

میکاییلی، علیرضا و صادقی بنیس، مژگان (۱۳۸۹). شبکهٔ اکولوژیکی شهر تبریز و راهکارهای پیشنهادی برای حفظ و توسعهٔ آن، *پژوهش‌های محیط زیست*، سال اول، شمارهٔ دوم، پاییز و زمستان ۱۳۸۹، ۵۲-۴۳.

نظرنژاد، حبیب؛ حسینی، مرتضی و مصطفی‌زاده، رئوف (۱۳۹۸). تحلیل تغییرات کاربری اراضی حوزهٔ آبخیز بالانج چای با استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین. *جغرافیا و توسعه*، شمارهٔ ۵۴، ۹۰-۷۵.

References

Adriaensen, F., Chardon, J. P., De Blust, G., Swinnen, E., Villalba, S., Gulinck, H., & Matthysen, E. (2003). The application of 'least-cost'modelling as a functional landscape model. *Landscape and urban planning*, 64(4), 233-24.

Alavi, S.A; Roustayi, S.-Yousefi, Maryam-Kia, Ruhollah (2017). Detecting Urban Change Using Neural Network Based Satellite Image Processing (Case Study: Tabriz City). *Journal of Geographical Space*, No. 59, 46-27. (in Persian)

Araya, Y. H., & Cabral, P. (2010). Analysis and modeling of urban land cover change in Setúbal and Sesimbra, Portugal. *Remote Sensing*, 2(6), 1549-1563.

Arekhi, S. (2015). Application of Landscape Metrics in Assessing Land Use Changes' Trend by Using Remote Sensing and GIS Case study: Dehloran Desert Area. *Geography and Development Iranian Journal*, 13(40), 59-68. (in Persian).

Asfaw, Mohamed; Worku, Hailu; (2019). Quantification of the land use/land cover dynamics and the degree of urban growth goodness for sustainable urban land use planning in Addis Ababa and the surrounding Oromia special zone, *Journal of Urban Management*, Vol.8, Iss.1, 145-158.

Bardi Anamoradnezhad, R. (2016). Analysis of the spatial planning and urban development pattern in Iran. , 7(26), 93-112, (in Persian).

Bemanian, M.R. (2014). *Landscape ecololgy and design, Introduction to Principles and Methods*, Tehran, Century of Architectural Art Publishing, (in Persian).

Boccia, L; Leone, A; Pelorosso, R; (2009). Land cover and land use change in the Italian central Apennines: A comparison of assessment methods, *Applied Geography*, Vol.20, Iss.2, 35-48.

Burel, F. (Ed.). (2003). *Landscape Ecology*. Boca Raton: CRC Press,

Buyantuyev, A., Wu, J., & Gries, C. (2010). Multiscale analysis of the urbanization pattern of the Phoenix metropolitan landscape of USA: time, space and thematic resolution. *Landscape and Urban Planning*, 94(3-4), 206-217.

Carvalho, F. M., Júnior, P. D. M., & Ferreira, L. G. (2009). The Cerrado into-pieces: Habitat fragmentation as a function of landscape use in the savannas of central Brazil. *Biological conservation*, 142(7), 1392-1403.

Chan, K. M., & Vu, T. T. (2017). A landscape ecological perspective of the impacts of urbanization on urban green spaces in the Klang Valley. *Applied Geography*, 85, 89-100.

Enhancing landscape connectivity through multifunctional green infrastructure corridor modeling and design. *Urban forestry & urban greening*, 38, 305-317.

Ersoy, E., Jorgensen, A., & Warren, P. H. (2019). Identifying multispecies connectivity corridors and the spatial pattern of the landscape. *Urban Forestry & Urban Greening*, 40, 308-322.

Forman, R. T. T., & Gordon, M. (1986). *Landscape Ecology*–John Wiley. New York, 619.

Guite, Sasang.L.T; (2018). Assessment of urban sprawl in Bathinda city (India). *Journal of Urban Management*. (This article that is not yet assigned to volumes/issues).

He, X., Gao, Y., Niu, J., & Zhao, Y. (2011). Landscape pattern changes under the impacts of urbanization in the Yellow River Wetland—king Zhengzhou as an example. *Procedia Environmental Sciences*, 10, 2165-2169.

Jaafari, S., Alizadeh Shabani, A., Moeinaddini, M., Danehkar, A., Alambeigi, A. (2018). Modeling the relationships between urban green space, air and noise pollution and temperature using landscape metrics. *Journal of RS and GIS for Natural Resources*, 9(2), 59-75, (in Persian).

Karami, A., Feghhi, J. (2012). Investigation of Quantitative metrics to protect the landscape in land use by sustainable pattern (Case study: Kohgiluyeh and Boyer Ahmad). *Journal of Environmental Studies*, 37(60), 79-88, (in Persian).

Kashefidust, D., Hajinejad, A. (2015). The Evaluation of Urban Land Use Approach to Sustainable Development (Case: Piranshahr City). *Town and Country Planning*, 7(1), 71-94, (in Persian).

Liu, T., & Yang, X. (2015). Monitoring land changes in an urban area using satellite imagery, GIS and landscape metrics. *Applied Geography*, 56, 42-54.

Lobat, Z. Yavari, A.R. Parivar, P. Sotudeh, A. (2015). *An introduction to principles of landscape ecology*. Avaye Ghalam Publications, First Edition, Tehran, 180, (in Persian).

Lotfi, A.R, Daneshpour, A. (2016). Analyzing City Ecological Revitalization with Emphasis on City Metabolism. *Landscape engineering and ecological design*, Vol. 1, No. 2, pp. 12-1, (in Persian).

Luck, M., & Wu, J. (2002). A gradient analysis of urban landscape pattern: a case study from the Phoenix metropolitan region, Arizona, USA. *Landscape ecology*, 17(4), 327-339.

Magidi, J., & Ahmed, F. (2018). Assessing urban sprawl using remote sensing and landscape metrics: A case study of City of Tshwane, South Africa (1984–2015). *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science.*

Mahmoudzadeh, H. (2014). *The Ecological Assessment and Analysis of Spatial Development of Tabriz Metropolitan.* Ph.D thesis, Faculty of Geography and Planning, University Of Tabriz, Tabriz, (in Persian).

McGarigal, K., & Marks, B. J. (1995). *FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure*. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-351. Portland, OR: US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 122, 351.

Mehrfrooz, O. (2016). *The Evaluation Of Sabzevar Ecological Structure Sustainability By Landscape Ecology Approach.* M.Sc. thesis, Faculty of Geography and Environmental Sciences, Hakim Sabzevari University, (in Persian).

Mikaeeili, A., sadeghe, M. (2011). Urban Ecological Network of Tabriz City and Proposed Solutions for Preservation and Development. *Environmental Researches*, 1(2), 43-52,

(in Persian).
Mirabadi, M., Besharatifar, S., Karimi, A. (2018). Spatial Pattern and Related Factors Affecting the Contemporary Growing Urbanism in Iran (Emphasizing on Development and Livelihood Indices). *Geographical Urban Planning Research (GUPR)*, 6(3), 605-627, (in Persian).
Mokhtari, Z. (2010). *Quantifying landscape pattern of Isfahan City, M.Sc. thesis, Department of natural resources*. Isfahan University of Technology, (in Persian).
Narumalani, S., Mishra, D. R., & Rothwell, R. G. (2004). Change detection and landscape metrics for inferring anthropogenic processes in the greater EFMO area. *Remote Sensing of Environment*, 91(3-4), 478-489.
Naveh, Z., & Lieberman, A. S. (2013). *Landscape ecology: theory and application.* Springer Science & Business Media.
Nazarnejad, H., hosseine, M., mostafazadeh, R. (2019). Analysis of Land Use Change in Balanjchai Watershed (Urmia) Using Landscape Metrics. *Geography and Development Iranian Journal*, 17(54), 75-90, (in Persian).
Ndubisi, E. F. (2014). *The ecological design and planning reader. Washington*. DC: Island Press.
Pan, Z., Wang, G., Hu, Y., & Cao, B. (2019). Characterizing urban redevelopment process by quantifying thermal dynamic and landscape analysis. *Habitat International*, 86, 61-70.
Rahimi, Akbar (2013). *Evaluation of Spatial-Physical Development with Emphasis on Intermediate Development, Tabriz Case Study*. Doctoral Thesis in Geography and Urban Planning, Tabriz University, (in Persian).
Rawat, J; Kumar, M; (2015). Monitoring land use/cover change using remote sensing and GIS techniques: A case study of Hawalbagh block, district Almora, Uttarakhand, India. *The Egyption Journal of Remote Sensing and Space Science*, Vol.18, Iss.1, 77-84.
Rayegani, B., Jahani, A., Satari Rad, A., Shoghi, N. (2018). Predicting of Land Use Changes for 2030 Using Remote Sensing and Landsat Multi-Temporal Images (Case study: Mashhad). *Town and Country Planning*, 10(2), 249-269, (in Persian).
Sabzghabaei, G., Dashti, S., Jafarzadeh, K., Bazmara Baleshti, M. (2017). Assessment of Urban Landscape Patterns to Measure the Effects of Urbanization on Landscape Structure (Case Study: Kermanshah City). *Geography and Sustainability of Environment*, 6(21), 35-50, (in Persian).
Sadeghi Benis, M. (2015). Using Landscape Metrics in Rehabilitation of Urban Ecological Network. *The Monthly Scientific Journal of Bagh- E Nazar*, 12(32), 53-62, (in Persian).
Sayyahnia, R . Mokhtari, Z. (2017). *Principles of Study and Quantification of Landscape Structure*. Avaye Ghalam Publications, First Edition, Tehran, (in Persian).
Shakoui, H. (2013). *Social Geography of Cities, Social Ecology of the City*. Jahad daneshgahi Publications Organization, Eighth Edition, (in Persian).
Statistical Center of Iran, (2016). *Results of the General Population and Housing Census of 2016*, (Reference in Persian).
Su, S., Ma, X., & Xiao, R. (2014). Agricultural landscape pattern changes in response to urbanization at ecoregional scale. *Ecological indicators*, 40, 10-18.
Su, W., Gu, C., Yang, G., Chen, S., & Zhen, F. (2010). Measuring the impact of urban sprawl on natural landscape pattern of the Western Taihu Lake watershed, China.

Landscape and Urban Planning, 95(1-2), 61-67.

Tannier, C., Bourgeois, M., Houot, H., & Foltête, J. C. (2016). Impact of urban developments on the functional connectivity of forested habitats: a joint contribution of advanced urban models and landscape graphs. *Land Use Policy*, 52, 76-91.

Teymouri, R. (2016). *Modeling the Ecological Structure of Urban Green Space Development with Future Research Approach, Case Study: Tabriz Metropolitan*. Doctoral Thesis in Geography and Urban Planning, Faculty of Geography and Planning, University of Tabriz, (in Persian).

Tian, Y., Jim, C. Y., & Wang, H. (2014). Assessing the landscape and ecological quality of urban green spaces in a compact city. *Landscape and urban planning*, 121, 97-108.

United Nations, (2018). *World Urbanization Prospects. https://www.un.org*

Vuilleumier, S., & Prélaz-Droux, R. (2002). Map of ecological networks for landscape planning. *Landscape and urban planning*, 58(2-4), 157-170.

Wang, Y; Li; J; Fan, Z; Wang. X; (2008). GIS-based urban mosaic and its gradient analysis, IEEE, *The second international conference on Bioinformatics and Biomedical Engineering.*

Wu J.. (2013). *Landscape Ecology*. Springer, New York, NY.

Zhang, Z., Van Coillie, F., De Clercq, E. M., Ou, X., & De Wulf, R. (2013). Mountain vegetation change quantification using surface landscape metrics in Lancang watershed, China. *Ecological indicators*, 31, 49-58.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی