Summer (2023) 14(2): 51-66
DOI: 2020.39884.2150
Received: 16 Jul 2018 Accepted: 04 Aug 2019

Urban Ecological Research Open Access

ORIGINAL ARTICLE

Analyzing the Changes in Urban Green Space of Gorgan City-Iran During 1987–2014

Bibisara Daz[1], Ata Ghaffari Gilandeh[2*], Ali Azizi[3]

[1] M.A., Department of Geography and Urban Planning, University of Mohaghegh Ardebili, Ardebil, Iran .
[2] Professor, Department of Geography and Urban Planning, University of Mohaghegh Ardebili, Ardebil, Iran.
[3] Assistant Professor, National Institute for Population Research, Tehran, Iran.

Correspondence
Ata Ghaffari Gilandeh
Email: a_ghafarigilndeh@uma.ac.ir

How to cite
Daz, B., Ghaffari Gilandeh, A. & Azizi, A. (2023). Ecological Evaluation of Urban Waterfront, Case study: Zohre Riverfront in Hendijan City. Urban Ecological Research, 14(2), 51-66.

ABSTRACT
In this research, the images of Landsat satellite 5, 7 and 8 (in the years 1987, 2001 and 2014) are used respectively to examine the process of the changes in urban green space of Gorgan City. After doing the necessary pre-processing operations in the images, the maps of land use/cover for each year were provided in three classes including built-up, barren land and green spaces by using supervised classification method. The accuracy of the classification process was assessed later. The findings showed that the green space has decreased about 4.55 km2 during 1987 - 2001. In addition, built areas has increased during the years of 2001–2014 at the rate of 15.39% equivalent to 5.48 km2, while green space has decreased 1.98 km2. The finding resulted from examining the process of changes during the 27 years reveal that green space has decreased significantly despite the physical expansion of the city, so that it has reduced from 16.40 km2 in 1987 to 9.87 km2 in 2014. The findings of this research can be considered as an effective step towards better management of Gorgan's urban green space.

KEYWORDS
Land use Changes, Green Space, Gorgan City.

© 2023, by the author(s). Published by Payame Noor University, Tehran, Iran.
This is an open access article under the CC BY 4.0 license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

سال چهاردهم، شماره دوم، پیاپی سی‌ویکم، تابستان ۱۴۰۲ (۶۶-۵۱)

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۴/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۵/۱۳

DOI: 2020.39884.2150

نشریه علمی

پژوهش‌های بوم‌شناسی شهری

«مقاله پژوهشی»

تحلیل تغییرات کاربری فضای سبز شهری گرگان در بازه زمانی ۱۳۹۳-۱۳۶۶

بی‌بی‌سارا داز[۱]، *عطا غفاری‌گیلانده[۲]، علی عزیزی[۳]

[۱] کارشناس ارشد، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

[۲] استاد، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

[۳] استادیار، مؤسسه تحقیقات جمعیت کشور، تهران، ایران.

نویسنده مسئول:
محسن تابان
رایانامه: a_ghafarigilndeh@uma.ac.ir

چکیده

در پژوهش حاضر برای بررسی روند تغییرات کاربری فضای سبز شهری گرگان از تصاویر سنجنده‌های ماهواره لندست ۵، ۷ و ۸ به ترتیب متعلق به سال‌های ۱۳۶۶، ۱۳۸۰ و ۱۳۹۳ استفاده شده است. پس از پیش‌پردازش لازم در تصاویر، نقشه‌های کاربری و پوشش اراضی هر سال با روش طبقه‌بندی نظارت شده، در سه کلاس اراضی ساخته شده، بایر و فضای سبز تهیه گردید. در ادامه فرآیند طبقه‌بندی مورد صحت‌سنجی قرار گرفت. یافته‌ها نشان داد که بین سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۸۰ فضای سبز ۴/۵۵ کیلومترمربع کاهش داشته است. همچنین بین سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۳ مناطق ساخته شده به میزان ۱۵/۳۹ درصد معادل ۵/۴۸ کیلومترمربع افزایش و در مقابل فضای سبز ۱/۹۸ کیلومترمربع تغییرات کاهشی داشته است. نتایج حاصل از بررسی روند تغییرات طی ۲۷ سال نشان داد که فضای سبز به میزان قابل‌توجهی علیرغم گسترش کالبدی شهر کاهش یافته، به‌طوری‌که از ۱۶/۴۰ کیلومترمربع در سال ۱۳۶۶ به میزان ۹/۸۷ کیلومترمربع در سال ۱۳۹۳ رسیده است. نتایج این تحقیق می‌تواند گام مؤثری در راستای مدیریت بهتر فضای سبز شهری گرگان ایفاء نماید.

واژه‌های کلیدی

تغییرات کاربری اراضی، فضای سبز، شهر گرگان.

استناد به این مقاله:

داز، بی‌بی‌سارا، غفاری‌گیلانده، عطا، عزیزی، علی (۱۴۰۲). تحلیل تغییرات کاربری فضای سبز شهری گرگان در بازه زمانی ۱۳۹۳-۱۳۶۶. فصلنامه علمی پژوهش‌های بوم‌شناسی شهری، ۱۴(۲)، ۶۶-۵۱.

https://grup.journals.pnu.ac.ir/

مقدمه

رشد جهانی جمعیت به‌طور فزاینده‌ای باعث ایجاد تغییرات سریع در الگوها و سیمای سکونتگاه‌های انسانی شده است. مطابق با پژوهش‌های بانک جهانی تا سال ۲۰۳۰ گسترش شهرهای جهان، ۲/۵ برابر خواهد شد به‌طوری‌که تا سال ۲۰۲۵ پیش‌بینی می‌شود، ۶۵ درصد از جمعیت جهان در شهرها ساکن شوند (امیدوار و همکاران، ۱۳۹۴: ۱۱۲). حفظ پایداری محیط‌زیست به‌عنوان بستر حیات موجودات زنده یکی از مهم‌ترین ارکان توسعه پایدار محسوب می‌شود. یکی از پویاترین اجزای محیط، پوشش و کاربری اراضی (LULC[1]) است که از زمان پس از انقلاب صنعتی در مقیاس‌های مختلف به‌طور قابل‌توجهی تغییر کرده است (Khwarahm et al, 2021: 393).

در طی چند قرن گذشته تغییرات در کاربری زمین با افزایش فعالیت‌های انسانی و از بین رفتن تعادل میان انسان و طبیعت رو به فزونی گذاشته است. تخریب جنگل‌ها، گسترش مناطق بیابانی، تخریب مناطق حاصل‌خیز کشاورزی، گسترش سرسام‌آور برخی از شهرها نمونه‌هایی از این پدیده‌ها هستند که زیست‌بوم انسان را به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم به مخاطره می‌اندازد. عدم کنترل این تغییرات و نادیده گرفتن تسریع آن‌ها بزرگ‌ترین تهدید برای توسعه پایدار جوامع است (فرسایی، ۱۳۹۱: ۱).

در سطح شهرها تغییرات کاربری و پوشش اراضی ناشی از فرآیند شهرنشینی از مهم‌ترین عوامل تغییر وضعیت محیط‌زیست آن‌ها می‌باشد (میرکتولی و همکاران، ۱۳۹۰: ۳۵). به‌طوری‌که امروزه شهرنشینی در حال تسخیر هر چه بیش‌تر زمین با گسترش افقی و پراکنده همراه با تکه‌تکه کردن مناطق کشاورزی و طبیعی اطراف شهرها می‌باشد (Abrantes; et.al, 2016: 120)؛ بنابراین بسیاری از اثرات زیست‌محیطی شهرنشینی بر فضاهای سبز همراه با نابودی و تخریب آن بوده و در نتیجه باعث از بین رفتن زیستگاه‌ها، کاهش تنوع زیستی و اختلال در ساختار و عملکرد اکوسیستم شهری می‌شود (Zhou & wang, 2011:268).

پوشش گیاهی به‌عنوان زیست‌بوم‌های اصلی زمین، نقش غیرقابل جایگزینی در تنظیم و حفاظت از هوا، آب، خاک، کاهش غلظت گازهای گلخانه‌ای و افزایش و حفظ ثبات آب و هوا دارد. بنابراین هرگونه تغییر در پوشش گیاهی تأثیر بزرگی بر محیط‌زیست طبیعی خواهد داشت (امیدوار و همکاران، ۱۳۹۴: ۱۱۱). امروزه از بین رفتن زیرساخت‌های سبز[2] که به‌منزله سیستم پشتیبان حیات‌وحش[3] و ارائه‌دهندگان خدمات اکولوژیکی تلقی می‌شود، یک معضل اساسی برای مناطق شهری ایجاد و توجه بسیاری از برنامه‌ریزان را به خود جلب کرده است (یزدان پناه و همکاران، ۱۳۹۴: ۶۱۳).

فضاهای سبز شهری به‌عنوان یکی از گستره‌های فیزیکی شهر نه‌تنها به دلیل عملکرد تفریحی و زیبایی که دارند، بلکه به دلیل نقشی که در حفظ تعادل محیط‌زیست شهری و تعدیل آلودگی هوا و پرورش روحی و جسمی ساکنان شهر دارند، بسیار ارزشمند می‌باشند و به‌عنوان یکی از مهم‌ترین بخش‌های اکوسیستم‌های شهری خدمات اکولوژیکی و اجتماعی زیادی را ارائه می‌دهند که باعث بهبود کیفیت زندگی شهری می‌شوند (Uy; Nakagoshi, 2008: 26). بنابراین برنامه‌ریزی فضای سبز شهری با توجه به عملکردهای اکولوژیکی و اجتماعی، اقتصادی و زیبایی‌شناسی که در مقیاس‌های مختلف عملکردی از محله‌ای تا منطقه‌ای دارند امری ضروری است. در این بین شناخت تغییرات، تحولات و وضعیت پویایی فضای سبز شهری به‌صورت کمی، اولین گام در برنامه‌ریزی فضای سبز شهری محسوب می‌شود (هاشمی و همکاران، ۱۳۸۸: ۷۶).

شهر گرگان به‌عنوان مرکز استان گلستان و یکی از بزرگ‌ترین شهرهای مناطق شمالی، مانند سایر شهرهای ایران در دهه‌های اخیر به‌ویژه بعد از کسب مرکزیت استان دچار رشد سریع و گسترش فیزیکی و کالبدی نامتعادل شده است. این‌گونه رشد باعث تغییرات نامطلوب در کاربری و پوشش اراضی به‌ویژه از بین رفتن مقدار زیادی از اراضی سبز شده است که نتیجه آن کاهش پایداری عملکرد و خدمات اکولوژیکی آن‌ها می‌باشد. از سویی دیگر ماهیت سبز منطقه و وجود فضاهای سبز در داخل و اطراف شهر ذهنیت افراد مسئول و ساکن را از تخریب و از بین رفتن فضاهای سبز دور می‌سازد. لذا بررسی تغییرات فیزیکی در این فضاها می‌تواند عاملی مهم برای آگاه‌سازی مسئولین و مردم در خصوص این تغییرات باشد. همچنین بررسی‌ها نشان می‌دهد، پژوهش‌های بسیار کمی در خصوص این مقوله و با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور در محدوده مورد مطالعه صورت گرفته است. موارد مذکور لزوم بررسی پویایی

1. Land Use/Land Cover

2. Green Infrastructure
3. Life Support System

کاربری فضای سبز در این شهر را دوچندان می‌کند. بنابراین هدف این تحقیق استفاده از داده‌های دور سنجی برای بررسی و درک هر چه بیش‌تر تغییرات فضاهای سبز شهر گرگان بوده؛ به‌طوری‌که نتایج حاصل از این تحقیق می‌تواند راهکارهای مناسبی را جهت مدیریت و برنامه‌ریزی استفاده از زمین ارائه دهد.

مبانی نظری

چارچوب نظری

فضاهای سبز شهری می‌تواند به‌عنوان فضاهای باز با مقدار قابل‌توجهی از پوشش گیاهی تعریف شود که عمدتاً به‌عنوان مناطق نیمه- طبیعی وجود دارند (Kong et al, 2010: 17, Kong & Nakagoshi, 2006: 148). این فضاها در شهرها به‌صورت مناطق نیمه‌طبیعی، پارک‌ها و باغ‌های طراحی شده و تحت مدیریت و نیز پوشش‌های گیاهی کوچک جدا از هم که در ارتباط با جاده‌ها و سایر مناطق باز شهری ایجاد شده‌اند، می‌باشند (M'Ikiugu et al, 2012: 450).

فضاهای سبز شهری به‌ویژه پارک‌ها، جنگل‌ها و مزارع که سه نوع اصلی از فضای سبز هستند به‌عنوان بخش مهمی از اکوسیستم پیچیده شهری، دارای کارکردهای اکولوژیکی، اجتماعی و اقتصادی قابل‌توجهی می‌باشند (Li et al, 2005: 326). ازجمله فواید اکولوژیکی فضاهای سبز می‌توان به ایجاد تنوع زیستی، خدمات اکوسیستمی مانند تصفیه هوا، جذب رواناب‌ها و تنظیم درجه حرارت در مناطق شهری اشاره کرد (Tian, 2011:79, Gupta et al, 2012: 325, Wolch, 2014: 234).

فضاهای سبز شهری ازجمله درختان در مناطق شهری با جذب بسیاری از آلاینده‌های موجود در هوا باعث کاهش آلودگی می‌شود(Wolch, 2014: 234) . استفاده از پوشش گیاهی به‌طور فزاینده به‌عنوان یک اقدام مشخص برای کاهش رواناب و کاهش اثرات منفی شهرنشینی در هیدرولوژی مناطق شهری شناخته شده است. به‌طوری‌که محققین طی مطالعات خود نشان دادند که یک کمربند سبز با پوشش درختی می‌تواند رواناب را در شیب‌هایی که به‌صورت کشاورزی پوشیده شده، از ۳۲ تا ۶۸ درصد در یک واقعه طوفانی که در هر ده سال یک‌بار رخ می‌دهد کاهش دهد (Zhang et al, 2015:8). پوشش سبز و جنگل‌های شهری همچنین با ایجاد درجه حرارت مناسب و ایجاد سایه باعث خنک شدن یک منطقه شده و به کاهش خطر ابتلا به بیماری‌های ناشی از گرما برای ساکنین شهرها کمک می‌کنند (Wolch, 2014: 234). در نتیجه خدمات اکوسیستمی ارائه شده توسط فضاهای سبز شهری نه‌تنها از یکپارچگی زیست‌محیطی شهرها حمایت کرده بلکه می‌تواند از سلامت عمومی جمعیت شهری نیز محافظت کند (امینی و همکاران، ۱۴۰۰: ۳).

فضاهای سبز همچنین می‌توانند منافع اجتماعی و اقتصادی قابل‌توجهی همانند ارائه مکان‌های تفریحی مناسب، کاهش استرس‌های ناشی از خستگی‌های کاری و افزایش ارزش مالکیت داشته باشند (Kong & Nakagoshi, 2005: 255). این فضاها نقش مهی در یکپارچگی اجتماعی برای زندگی مردم در شهرهای بزرگ و متراکم ایفا می‌کنند، به‌عنوان مثال با ارائه خدمات برای تنظیم فعالیت‌های فیزیکی و روحی ساکنان به بهبود و بازسازی آن‌ها از لحاظ جسمی و روانی کمک کرده و نیز باعث بهبود هر چه سریع‌تر وضعیت جسمانی در بیماران بعد از بیماری می‌شود. علاوه بر این، اثرات مفید فضاهای سبز در دل‌بستگی به جامعه از طرف ساکنان شهری و نیز کاهش نابرابری‌های سلامت اجتماعی و اقتصادی، توسط تحقیقات مستند شده است (Qin et al, 2013: 490). بنابراین فضاهای سبز به‌عنوان ارائه‌دهندگان خدمات اکولوژیکی کلیدی به همراه دیگر کارکردها برای ساکنین شهری، به‌عنوان یک‌پایه مهم در توسعه پایدار شناخته شده‌اند (Gairola & Noresah, 2010: 44).

تغییرات در کاربری و پوشش اراضی ازجمله مهم‌ترین تغییرات در سطح زمین می‌باشد. این تغییرات در نتیجه تعاملات بین ویژگی‌های زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی ازجمله رشد جمعیت، گسترش شهرها، توسعه صنعتی و سیاست‌های زیست‌محیطی رخ می‌دهد که به‌عنوان نیرومحرکه‌ای قوی در تغییرات اکوسیستمی تأثیر محوری دارند (Roy et al, 2015: 277).

در طول دهه‌های اخیر افزایش شهرنشینی و رشد جمعیت به کاهش قابل‌توجهی از زیستگاه‌های گیاهی در مناظر شهری همراه مشکلات زیست‌محیطی ازجمله کاهش فضای سبز و نابودی اکوسیستم‌ها منجر شده است (مرصوصی و رشوند، ۱۳۹۶: ۱۰۲)؛ با توجه به این مسائل و نیز کارکردهای مختلف پوشش گیاهی و اهمیت آن، بررسی تغییرات زمانی و مکانی آن جزء اساسی از پژوهش‌های محیط‌زیست شهری و حومه شهری محسوب می‌شود (سرودی و جوزی، ۱۳۹۰: ۸۴).

تشخیص تغییرات کاربری و پوشش زمین در طی یک دوره زمانی مشخص و نیز درک الگوهای سیمای سرزمین، تغییرات و تعاملات بین فعالیت‌های انسانی و پدیده‌های طبیعی، باعث

مدیریت مناسب زمین و بهبود در تصمیم‌گیری‌های برنامه‌ریزی می‌شود (Rawat & Kumar, 2015: 2).

اطلاعات به هنگام و دقیق در مورد پوشش اراضی شهری، موردنیاز محققان و تصمیم‌گیران در همه سطوح می‌باشد؛ بنابراین در برنامه‌ریزی و مدیریت بهینه منابع طبیعی و محیط‌زیست آگاهی از نسبت تغییرات پوشش گیاهی و کاربری اراضی و عوامل ایجادکننده آن از ضروریات می‌باشد (سبزقبایی و همکاران، ۱۳۹۶: ۱۴۵). در این بین داده‌های سنجش از دور از مهم‌ترین منابع اطلاعات محسوب می‌شوند که به‌طور مؤثر می‌توانند در شناسایی کاربری و پوشش اراضی مورد استفاده قرار گیرند (Azizi et al, 2017: 8).

داده‌های دور سنجی به‌عنوان یک منبع مناسب و مطمئن اطلاعاتی، دارای قابلیت‌ها و ویژگی‌های خاصی هستند که استفاده و کاربرد آن‌ها را در حوزه‌های مختلف روزبه‌روز بیش‌تر می‌کند. این داده‌ها به‌ویژه با ارائه جزئیات فضایی و زمانی بالا ازجمله سری‌های هستند که پوشش فضایی متناوب از مناطق شهری را فراهم آورده (Gupta et al, 2012: 325) و به‌طور گسترده‌ای در نقشه‌برداری ویژگی‌های سطح زمین در مناطق شهری استفاده می‌شوند (Chen; et.al, 2010: 252, Odindi & Mahangara, 2012: 654).

سنجش از دور به معنای برداشت اطلاعات سطح زمین از فضا با استفاده از خصوصیات امواج الکترومغناطیس منتشر شده از سطح اشیاء است و در حال حاضر ماهواره‌های سنجش از دور زیادی با مشخصات و ویژگی‌های مختلف در حال تهیه و ارسال تصاویر متنوعی از سطح زمین می‌باشد. از اولین و مهم‌ترین ماهواره‌هایی که در سنجش از دور مورد استفاده قرار می‌گیرند، سری ماهواره‌های لندست است که دارای اهمیت و کاربردهای بسیار متنوعی می‌باشد (علوی‌پناه، ۱۳۸۸).

سری‌های زمانی سنجش از راه دور در بررسی پویایی زمانی ویژگی‌ها یا فرآیندهای شهری و روش‌های مقایسه پس از طبقه‌بندی بسیار مفید می‌باشند. با توجه به در دسترس بودن آرشیو قدیمی، داده‌های ماهواره لندست به‌طور گسترده‌ای در بررسی‌های کاربری زمین، طبقه‌بندی پوشش و تشخیص تغییرات زمین در مقیاس‌های منطقه‌ای و محلی استفاده می‌شوند (Liu & Yang, 2015: 42).

سنجش از دور همچنین یک ابزار مهم برای نقشه سازی پوشش گیاهی شهری می‌باشد. به‌ویژه تصاویر با وضوح و رزولوشن بالا و عکس‌های هوایی، دیدهای سینوپتیک و به‌راحتی به روز شده از مناطق شهری بسیار ناهمگن را فراهم می‌آورند. این نوع از داده‌های فضایی در کشورهای در حال توسعه، جایی که در آن مناطق داده‌های متداول اغلب جهت به‌روزرسانی مبهم و سخت بوده و منابع سنتی اطلاعات به دلایل سازمانی یا بودجه‌ای می‌تواند محدود باشند، بسیار سودمند می‌باشد (Pham et al, 2012: 42).

تصاویر سنجش از دور به همراه سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌تواند یک ابزار ارزشمند جهت ارزیابی ساختارهای فضای سبز شهری باشد. امروزه در موارد زیادی سیستم اطلاعات جغرافیایی با دیگر منابع داده همانند تصاویر سنجش از دور و عکس‌های هوایی ترکیب شده و به ارائه راه‌حل‌های خلاقانه و جایگزین در مدیریت و نظارت سبزینگی شهری می‌پردازند (Gupta et al, 2012: 325).

پیشینه تحقیق

تانگ[1] و همکاران (۲۰۰۸)، به‌منظور تجزیه و تحلیل پویایی سیمای شهری در شهرهای هاستون[2] تگزاس و دکینگ[3] چین از تصاویر چند زمانه ماهواره‌ای استفاده کردند. نتایج حاصل از مطالعات آن‌ها تغییرات در الگوهای سیمای طبیعی ناشی از شهرنشینی را نشان داده است.

ژو و وانگ[4] (۲۰۱۱)، در پویایی زمانی – مکانی فضای سبز شهری در کانمینگ[5] چین را در دو دوره زمانی متفاوت جهت تعیین شدت و الگوی تغییرات فضاهای سبز مورد تحقیق قرار دادند، نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که هم توسعه شهرنشینی و هم سیاست‌های ایجاد فضای سبز هر دو در این تغییرات نقش داشته‌اند.

بامکش[6] و همکاران (۲۰۱۲)، در مطالعه‌ای جهت تهیه نقشه پویایی و نظارت بر فضای سبز داکا با استفاده از تصاویر سری ماهواره‌ای، تحت الگوریتم طبقه‌بندی نظارت شده اقدام به استخراج نقشه پوشش/کاربری زمین در طی چند دوره کردند. نتایج تجزیه و تحلیل نشان داد که به دلیل فقدان سیاست و مدیریت مناسب در برنامه‌ریزی شهری، فضای سبز به‌سرعت از بین رفته و باعث ایجاد یک چشم‌انداز پراکنده و کم‌تر متصل در شهر شده است.

1. Tang
2. Houston
3. Daqing
4. Zhu and Wang
5. Kunming
6. Byomkesh

باسکار[1] (۲۰۱۲)، در شهر پونه هند به بررسی تغییرات کاربری و پوشش گیاهی با استفاده از تصاویر سنجش از دور پرداخت. وی برای این منظور از تصاویر ماهواره لندست مربوط به سال‌های ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۹ استفاده کرد. نتایج تحقیق بیانگر این بود که مناطق ساخته شده شهری در طی این مدت روند افزایشی را داشته و اراضی بایر نیز روند کاهشی را داشته‌اند. همچنین مناطق با پوشش گیاهی متراکم و پراکنده کاهش چشم‌گیری را نشان داد.

لی[2] و همکاران (۲۰۱۳)، در تجزیه و تحلیل پویایی فضایی و زمانی کلان‌شهر شانگهای بین سال‌های ۱۹۸۹ و ۲۰۰۵ به‌منظور درک کلیات الگوهای شهرنشینی از داده‌های سنجش از دور استفاده کرده‌اند. نتایج بررسی آن‌ها نشان داد که همانند سایر مناطق شهری در جهان، شهرنشینی در شانگهای به‌ویژه باعث افزایش، تکه تکه شدگی و پیچیدگی در پیکربندی سیمای شهری شده است.

وو[3] و همکاران (۲۰۱۵)، در تجزیه و تحلیل الگوهای تغییرات فضای سبز در شهرک‌های روستایی از تکنیک‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده کردند که نتایج مطالعات آن‌ها حاکی از افزایش خورد شدگی و کاهش میزان فضای سبز می‌باشد.

رفیعی و همکاران (۲۰۰۹)، به‌منظور بررسی تغییرات در فضای سبز مشهد از تصاویر ماهواره لندست TM و IRS LISS-III متعلق به سال‌های ۱۹۸۷ و ۲۰۰۶ استفاده کردند. نتایج نشان داد در طی بازه زمانی، فضای سبز به میزان زیادی همراه با تکه‌تکه شدن کاهش یافته است.

اولاد غفاری و منوری (۲۰۱۲) در مطالعه‌ای با هدف بررسی روند تغییرات الگوی فضایی شهر تبریز بر اساس اصول اکولوژی سیمای سرزمین به تهیه نقشه پوشش زمین در سه‌طبقه ساخت‌وساز، بایر و فضای سبز، با استفاده از تصاویر ماهواره Landsat و IRS در دوره زمانی بین سال‌های ۱۹۸۹ تا ۲۰۰۶ پرداختند. نتایج بررسی حاکی از عدم وجود تعادل بین سطوح ساخته شده و فضای سبز در سطح شهر بود.

محمدیاری و همکاران (۱۳۹۳)، جهت تشخیص تغییرات پوشش گیاهی شهرستان بهبهان از اطلاعات باندهای سنجیده‌های +ETM مربوطه به سال ۱۳۷۸ و OLI سال ۱۳۹۲ و نیز شاخص گیاهی استفاده کردند. نتایج بررسی آن‌ها نشان داد که تغییرات کمی و کیفی پوشش گیاهی در طی این بازه زمانی برای منطقه مورد مطالعه گسترده بوده است.

گومه و همکاران (۱۳۹۳)، در پژوهشی با هدف بررسی تغییرات فضای سبز کلان‌شهر کرج با استفاده از داده‌های سنجش از دور شامل عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای IRS-P5 و IRS-P6 اقدام به تهیه نقشه‌های کاربری اراضی برای سال‌های ۱۳۳۵، ۱۳۶۸ و ۱۳۹۰، کرده‌اند که نتایج حاصل از بررسی نقشه‌ها کاهش سرانه فضای سبز شهر کرج را نشان داده است.

امیدوار و همکاران (۱۳۹۴) با استفاده از تکنیک سنجش از دور به آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی و پوشش گیاهی در شهر یاسوج پرداختند. در این مطالعه پردازش تصاویر سنجده ماهواره لندست متعلق به سه دوره زمانی ۱۹۸۷، ۱۹۹۸ و ۲۰۱۰ و بررسی نقشه‌های حاصل از تصاویر نشان داد که در طی این دوره‌ها مساحت کاربری‌های ساخته شده روند افزایشی و در مقابل بایر و فضای سبز روند کاهشی را داشته است.

مرصوصی و رشوند (۱۳۹۶)، به‌منظور تحلیل تغییرات دوره‌ای فضای سبز و ارائه الگوی مکان‌یابی بهینه آن در شهر زنجان در بازه زمانی ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۰، با استفاده از تصاویر ماهواره‌های لندست و به‌کارگیری شاخص تفاضلی نرمال شده گیاهی، نقشه‌های فضای سبز این شهر را تهیه کرده‌اند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داده است که طی این بازه زمانی به‌ویژه در سال ۱۳۹۰ میزان فضای سبز به‌شدت کاهش یافته است.

روش انجام پژوهش

تحقیق حاضر از لحاظ هدف کاربردی و از لحاظ ماهیت و روش از نوع توصیفی- تحلیلی می‌باشد. در این پژوهش به‌منظور تحلیل تغییرات زمانی کاربری فضای سبز شهر گرگان، داده‌های سنجش از دور شامل تصاویر سنجنده‌های ماهواره لندست ۵، ۷ و ۸، مورد استفاده قرار گرفت که مشخصات آن‌ها در جدول ۱، ارائه شده است. انتخاب این تصاویر به دلیل داشتن مزیت‌هایی ازجمله دسترسی رایگان، دید وسیع و یکپارچه، چند طیفی بودن تصاویر و نیز پوشش تکراری تصاویر در دوره‌های زمانی مختلف می‌باشد. همچنین جهت اجرای پژوهش از نرم‌افزارهای ENVI5 ، ArcGIS10.2، Excel و نیز تصاویر Google Earth استفاده شد.

1. Bhskar
2. Li
3. Wu

جدول ۱. مشخصات تصاویر ماهواره لندست مورد استفاده

ماهواره	سنجنده	گذر/ردیف	تاریخ تصویربرداری		اندازه پیکسل	تعداد باند
			میلادی	شمسی		
Landsat 5	TM	۳۴/۱۶۳	۱۹۸۷/۰۶/۱۴	۱۳۶۶/۰۳/۲۴	۳۰	۸
Landsat 7	ETM^+		۲۰۰۱/۰۷/۳۰	۱۳۸۰/۰۵/۰۸	۳۰	۸
Landsat 8	OLI		۲۰۱۴/۰۶/۰۸	۱۳۹۳/۰۳/۱۸	۳۰	۱۱

مراحل اجرایی این تحقیق به این صورت است که بعد از اخذ تصاویر موردنظر از سایت زمین‌شناسی آمریکا (USGS)[1] و انجام عملیات پیش‌پردازش لازم، تلفیق باندی برای هر تصویر به‌صورت جداگانه انجام شد و در نتیجه یک تصویر چند باندی برای هر یک از تصاویر تشکیل شد. سپس محدوده مورد مطالعه جهت انجام مراحل بعدی تحقیق جدا گردید.

جهت تهیه نقشه‌های کاربری و پوشش اراضی موردنظر برای هر سه سال، از الگوریتم طبقه‌بندی نظارت شده حداکثر احتمال استفاده شد. بعد از طبقه‌بندی تصاویر در سه کلاس اراضی ساخته شده، بایر و فضای سبز، در این پژوهش به‌منظور ارزیابی صحت طبقه‌بندی از روش معمول و استاندارد ماتریس خطا استفاده شد. در نهایت بعد از ارزیابی دقت طبقه‌بندی و تهیه نقشه‌ها، محاسبه و تحلیل نقشه‌ها صورت گرفت. در ادامه جزئیات به‌صورت جداگانه شرح داده شده است.

عملیات پیش‌پردازش

با توجه به این‌که تصاویر مورد استفاده در این پژوهش از سایت زمین‌شناسی امریکا (USGS) استخراج شده‌اند، عملیات تصحیح هندسی و زمین مرجع کردن تصاویر از قبل انجام شده بود با این حال جهت افزایش دقت طبقه‌بندی عملیات پیش‌پردازش لازم صورت گرفت.

جهت تصحیح هندسی در این پژوهش از تصاویر گوگل ارث برای تصویر سال ۱۳۹۳ به‌منظور انتخاب نقاط کنترلی استفاده شد؛ به‌طوری‌که سعی شد تا این نقاط اغلب از تقاطع خیابان‌ها، جاده‌ها و آبراهه با پراکنش مناسب انتخاب شوند. همچنین عمل نمونه‌گیری مجدد با استفاده از روش درون‌یابی نزدیک‌ترین همسایه انجام شد. تصحیح هندسی تصاویر سال‌های ۱۳۶۶ و ۱۳۸۰ با استفاده از روش تصویر به تصویر و با مبنا قرار دادن تصویر سال ۱۳۹۳ و حذف نقاط کنترلی با خطای زیاد در نرم‌افزار ENVI5 انجام شد.

به این ترتیب مقدار ریشه متوسط مربع خطای قابل‌قبول برای هرکدام از تصاویر به دست آمد. همچنین جهت افزایش توان برای تفسیر بصری در مرحله طبقه‌بندی از بین روش‌های بازسازی تصاویر از روش بسط خطی استفاده شد.

طبقه‌بندی تصاویر

در این مطالعه با توجه به‌وضوح تصاویر و نیز هدف مطالعه که بررسی تغییرات کاربری فضای سبز شهری گرگان می‌باشد؛ طبقه‌بندی کاربری و پوشش اراضی شامل طبقات اراضی ساخته شده و اراضی بایر و فضای سبز مطابق با جدول ۲، انتخاب شد. در این مرحله از پژوهش نقاط تعلیمی (آموزشی) جهت استفاده در طبقه‌بندی نظارت شده انتخاب شدند. این نقاط با استفاده از تفسیر چشمی، تصاویر گوگل ارث، اطلاعات محقق از کاربری‌های منطقه و ایجاد ترکیب باندی کاذب در تصاویر (ترکیب باندی ۴، ۳ و ۲ برای تصاویر سال‌های ۱۳۶۶ و ۱۳۸۰، ترکیب باندی ۴، ۵ و ۳ برای تصویر سال ۱۳۹۳)، تهیه گردیدند. در نهایت با اجرای الگوریتم حداکثر احتمال بر روی تصاویر، کاربری‌ها در سه کلاس استخراج شدند.

جدول ۲. نام طبقات کاربری/ پوشش اراضی و توصیفات آن‌ها

طبقه (کاربری/پوشش)	توصیف
ساخته شده	مناطق مسکونی، تجاری، آموزشی، راه‌ها و...
اراضی بایر	زمین‌های خالی، زمین‌های با پوشش گیاهی ضعیف و ...
فضای سبز	کشاورزی، جنگل، باغات، پارک‌ها و ...

صحت‌سنجی طبقه‌بندی

با توجه به این‌که نقشه‌های موضوعی حاصل از داده‌های دورسنجی، همواره از نظر صحت یکسان نخواهند بود، لذا ضروری است که صحت آن‌ها برآورد گردد (علوی پناه، ۱۳۸۸). در واقع ارزیابی دقت نتایج طبقه‌بندی بخش پایانی مراحل یک فرآیند

1. United States Geological Survey

طبقه‌بندی است. به همین منظور جهت ارزیابی دقت نقشه‌های طبقه‌بندی شده، آرایه خطا[1] تشکیل و بر اساس روابط (۱) و (۲)، دقت کلی[2] و شاخص کاپا[3] که پیکسل‌های نادرست در طبقه‌بندی را مدنظر قرار می‌دهد، محاسبه می‌گردد. با استفاده از ماتریس‌های خطا می‌توان کیفیت تفکیک و جداسازی پیکسل‌های تصویر و اختصاص آن‌ها به کلاس مناسب خود را تعیین نمود.

رابطه ۱. $$OA = \frac{1}{N}\sum Pii$$

در این رابطه، OA دقت کلی، N تعداد پیکسل‌های آزمایشی، $\sum Pii$ جمع قطر اصلی ماتریس خطا می‌باشد.

رابطه ۲. $$KAPA = \frac{PO - PC}{1 - PC} * 100$$

در این رابطه نیز PO درستی مشاهده و PC توافق مورد انتظار می‌باشد.

به‌منظور بررسی صحت نقشه‌های به دست آمده از طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای در پژوهش حاضر نمونه‌های آموزشی به‌عنوان نقاط واقعیت کنترل زمینی، برای هر کلاس به‌صورت تصادفی از سطح منطقه مورد مطالعه جمع‌آوری و سپس ماتریس خطای طبقه‌بندی استخراج گردید.

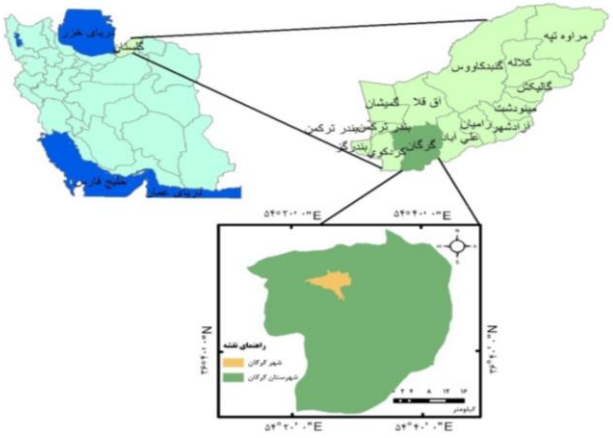
برای تعیین صحت نقشه‌های سال ۱۳۹۳ از تصاویر گوگل ارث، نقشه کاربری اراضی با مقیاس ۱/۱۰۰۰۰ و تفسیر بصری بر روی تصاویر رنگی کاذب با توجه به تجارب شخصی بهره گرفته شد و ماتریس خطای آن شکل گرفت. همچنین تعیین صحت نقشه مربوط به سال ۱۳۸۰ با استفاده از نقشه کاربری اراضی و نیز تفسیر بصری مورد بررسی قرار گرفت. اما با توجه به دسترس نبودن اطلاعات کافی از وضعیت گذشته منطقه مورد مطالعه در سال ۱۳۶۶ صحت این نقشه تنها با استفاده از تفسیر بصری و استفاده از ترکیب‌های باندی کاذب، مورد بررسی قرار گرفت.

محدوده مورد مطالعه

شهر گرگان در ارتفاع متوسط ۱۵۵ متری از سطح دریاهای آزاد قرار گرفته است. به لحاظ موقع ریاضی گرگان در ۵۴ درجه و ۲۴ دقیقه تا ۵۴ درجه و ۲۸ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۴۹ دقیقه عرض شمالی در دامنه شمالی رشته کوه البرز گسترده شده است. از نظر تقسیمات اقلیمی این شهر از دیدگاه دمارتن در اقلیم معتدل (از نظر دمایی) و مدیترانه‌ای (از نظر بارش) قرار دارد.

این شهر بر روی مخروط افکنه رودخانه زیارت گسترش یافته که جزو حاصل‌خیزترین زمین‌های استان است. شیب زمین از جنوب‌غربی به طرف شمال بوده که به طرف جنوب ارتفاع زمین افزایش می‌یابد. در این منطقه، ارتفاعات بیش از ۳۰۰ متر، پوشیده از جنگل‌های متراکم می‌باشد (شرکت مهندسین مشاور طرح و معماری، ۱۳۷۲). بر اساس مطالعات طرح جامع گرگان کاربری فضای سبز شهر گرگان شامل پارک و فضای سبز عمومی، اراضی کشاورزی و باغات، محوطه‌های اداری و آموزشی، باغ – مسکونی و فضاهای سبز حفاظتی می‌باشد و در حال حاضر گرگان علاوه بر پارک جنگلی ناهار خوران و پارک جنگلی هزار پیچ، دارای یک پارک شهر و ۲۷ پارک محله‌ای می‌باشد. همچنین مسیل‌های رودخانه زیارت و انجیر آب، از مهم‌ترین رودخانه‌های واقع در حریم شهر گرگان می‌باشد که در محدوده شهر گرگان قرار دارند (مهندسین مشاور و معمار شهرساز پارت، ۱۳۹۲).

جمعیت این شهر بر اساس سرشماری نفوس و مسکن مرکز آمار ایران در سال ۱۳۸۵ برابر با ۲۷۴۴۳۸ نفر بوده است و مطابق با سرشماری سال ۱۳۹۰، ۳۲۹۵۳۶ نفر می‌باشد. بررسی تحولات جمعیت این شهر نشان می‌دهد که از مجموع ۸۰۵۱۶ نفر افزایش جمعیت بین سال‌های ۱۳۸۵–۱۳۷۵، تعداد ۵۸۲۱۹ نفر را مهاجران تشکیل می‌دهند. طبق برآوردهای موجود، روند افزایش جمعیت شهر گرگان طی سال‌های آتی ادامه یافته و با برآوردی واقع‌گرایانه به رقم ۳۴۱۸۵۸ نفر در سال ۱۴۰۰ خواهد رسید (میرکتولی و همکاران، ۱۳۹۰: ۳۷). موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه در شکل ۱، نشان داده شده است.



شکل ۱. موقعیت محدوده مورد مطالعه

1. Confuse Matrix
2. Overall Accurac
3. Kappa Index

یافته‌ها

ارزیابی دقت طبقه‌بندی

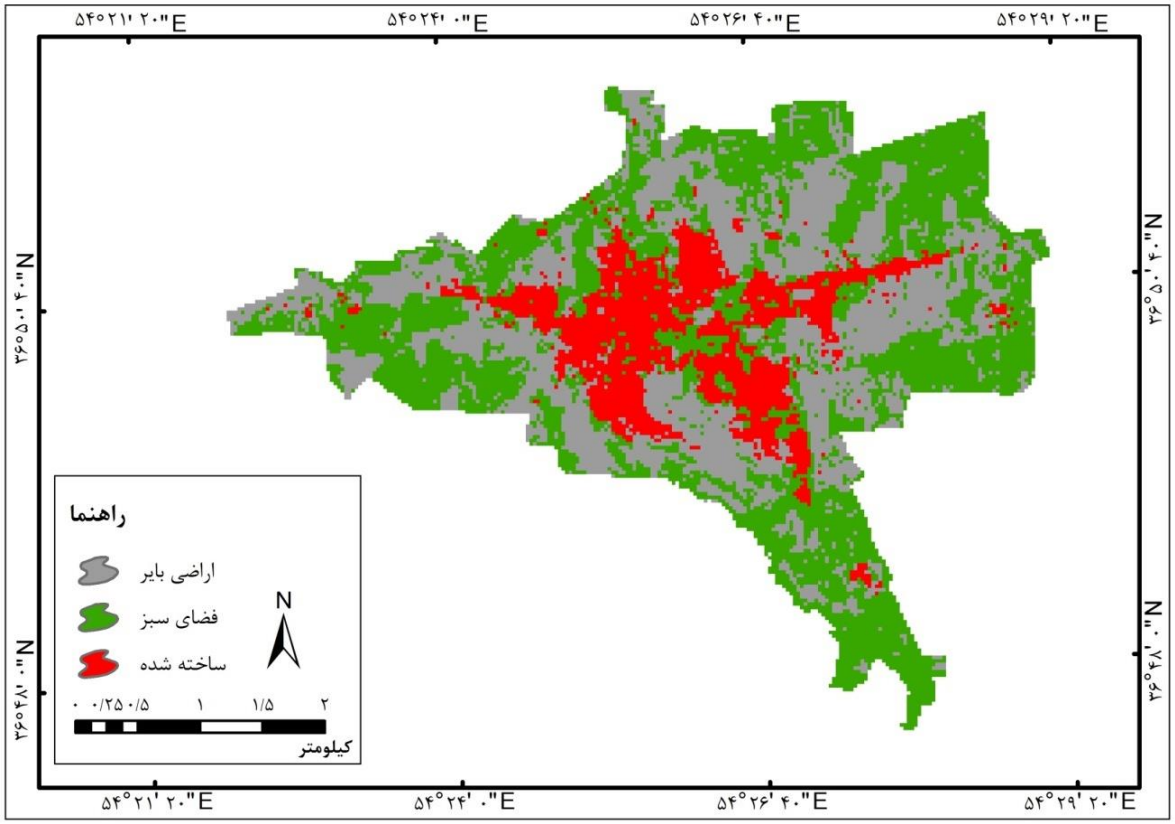
به‌منظور بررسی صحت نقشه‌های به دست آمده از طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای در پژوهش حاضر، نمونه‌های آموزشی به‌عنوان نقاط واقعیت کنترل زمینی برای هر کلاس به‌صورت تصادفی از سطح منطقه مورد مطالعه جمع‌آوری و سپس ماتریس خطای طبقه‌بندی محاسبه گردید. نتایج به دست آمده از برآورد ماتریس خطا، دقت کلی برای سال‌های ۱۳۶۶، ۱۳۸۰ و ۱۳۹۳، مطابق با جدول ۳، نشان داده شده است. با توجه به نتایج جدول، ضریب کاپا برای هر سه نقشه طبقه‌بندی بالای ۸۰٪ به دست آمده است که از نظر دقت طبقه‌بندی خوب می‌باشد. ازاین‌رو می‌توان به نتایج آن با اطمینان بیش‌تری استناد نمود. بالاترین صحت در طبقه‌بندی تصاویر مربوط به نقشه مستخرج ۱۳۸۰ بوده و پایین‌ترین آن نیز مربوط به طبقه‌بندی تصویر ۱۳۶۶ است.

جدول ۳. مقادیر ارزیابی صحت طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای به روش حداکثر احتمال

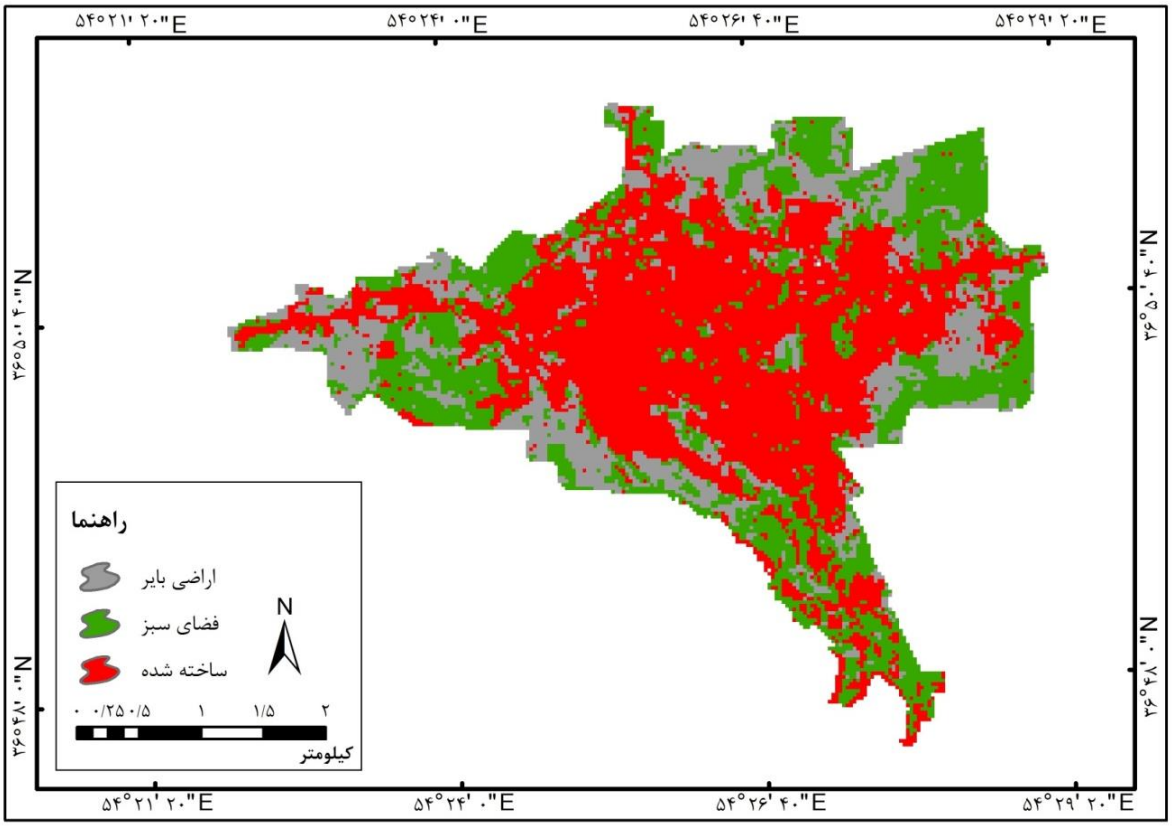
سال	ضریب کاپا (٪)	صحت کلی (٪)
۱۳٦٦	۸۳	۸۹/۳۵
۱۳۸۰	۸۵/۲۳	۹۲/۴۶
۱۳۹۳	۹۰	۹۲/۲۹

وضعیت کاربری و پوشش اراضی

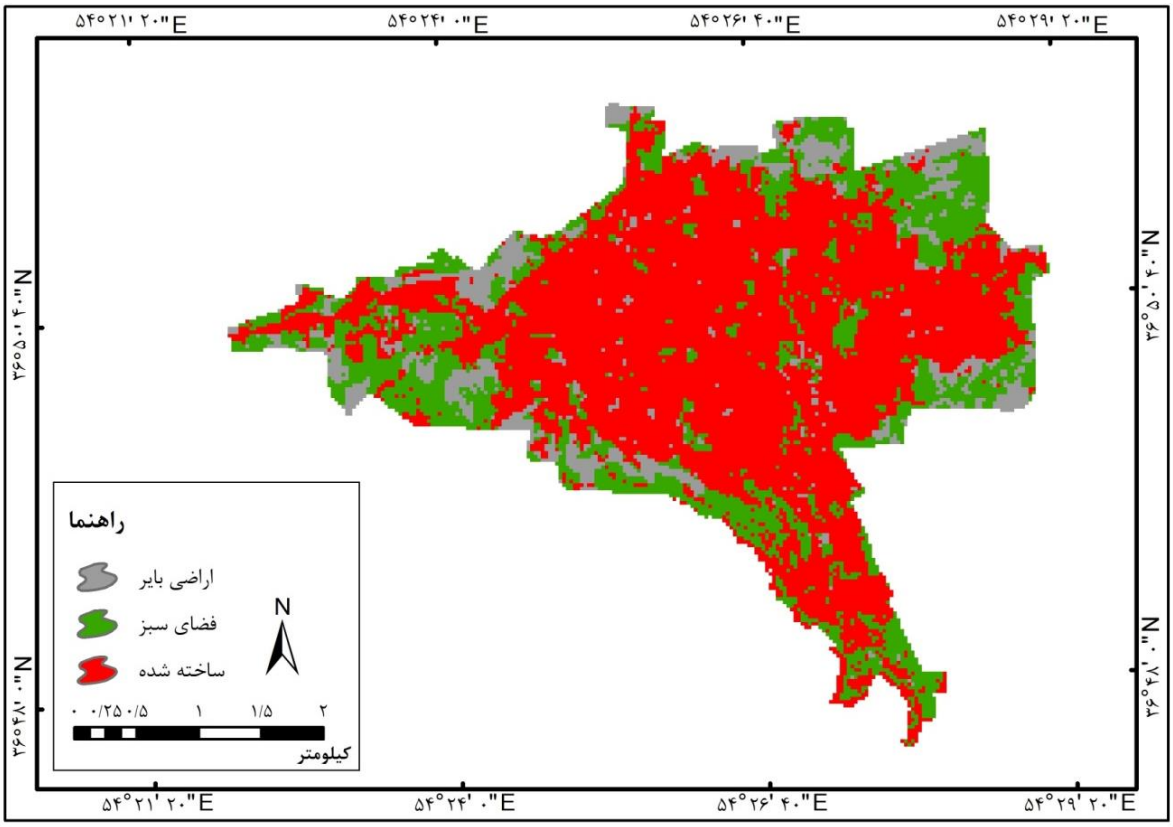
جهت تشخیص و تحلیل تغییرات کاربری فضای سبز شهر گرگان بعد از انتخاب طبقات و بررسی صحت طبقه‌بندی، نقشه‌های کاربری و پوشش اراضی شهر برای هر سال به‌صورت شکل‌های ۲، ۳ و ۴ تهیه گردید. استخراج طبقه فضای سبز به همراه دیگر طبقات کاربری اراضی از داده‌های تصاویر چندزمانه ماهواره‌ای بیان‌گر واقعیت‌های زمینی قابل‌توجهی از پویایی فضاهای سبز شهر گرگان در طی این بازه زمانی می‌باشد.



شکل ۲. کاربری و پوشش اراضی شهر گرگان در سال ۱۳۶۶-سنجنده TM



شکل ۳. کاربری و پوشش اراضی شهر گرگان در سال ۱۳۸۰–سنجنده ETM+



شکل ٤. کاربری و پوشش اراضی شهر گرگان در سال ۱۳۹۳–سنجنده OLI

پس از انجام مراحل بالا و تهیه نقشه‌های کاربری و پوشش اراضی، مساحت هرکدام از کاربری‌های مربوط به سه دوره در محیط نرم‌افزارArc GIS محاسبه شدند. سپس با انتقال مقادیر مساحت‌ها به نرم‌افزار Excel درصد مساحت هرکدام از کاربری‌ها مطابق با جدول ۴، به دست آمد.

با توجه به مقادیر این جدول، در سال ۱۳۶۶ فضای سبز، با مساحتی به وسعت ۱۶/۴۰ کیلومترمربع ۴۶/۳۰ درصد و در مقابل مناطق ساخته شده با رنگ قرمز در نقشه‌ها، با میزان ۱۶/۸۵ درصد ۶/۰۶ کیلومترمربع از کل محدوده مورد مطالعه را شامل می‌شد. فضای سبز در سال ۱۳۸۰ از کل محدوده مورد مطالعه (۳۵/۶ کیلومترمربع) مساحتی با وسعت ۱۱/۸۵ کیلومترمربع، ۳۳/۲۸ درصد از پوشش اراضی را شامل می‌شد. در سال ۱۳۹۳ از کل پوشش و کاربری اراضی محدوده مورد مطالعه (۳۵/۶ کیلومترمربع)، فضای سبز ۹/۸۷ کیلومترمربع ۲۷/۷۲ درصد و اراضی بایر (با رنگ خاکستری) و ساخته شده به ترتیب ۱۰/۷ درصد و ۶۱/۵۸ درصد را شامل می‌شوند.

جدول ٤. مساحت کاربری و پوشش اراضی شهر گرگان

طبقه‌بندی کاربری/پوشش زمین	۱۳۹۳		۱۳۸۰		۱۳٦٦	
	درصد	کیلومترمربع	درصد	کیلومترمربع	درصد	کیلومترمربع
ساخته شده	۶۱/۵۸	۲۱/۹۲	۴۶/۱۹	۱۶/۴۴	۱۶/۸۵	۶/۰۶
اراضی بایر	۱۰/۷	۳/۸۱	۲۰/۵۳	۷/۳۱	۳۶/۸۵	۱۳/۱۴
فضای سبز	۲۷/۷۲	۹/۸۷	۳۳/۲۸	۱۱/۸۵	۴۶/۳۰	۱۶/۴۰
کل	۱۰۰	۳۵/۶	۱۰۰	۳۵/۶	۱۰۰	۳۵/۶

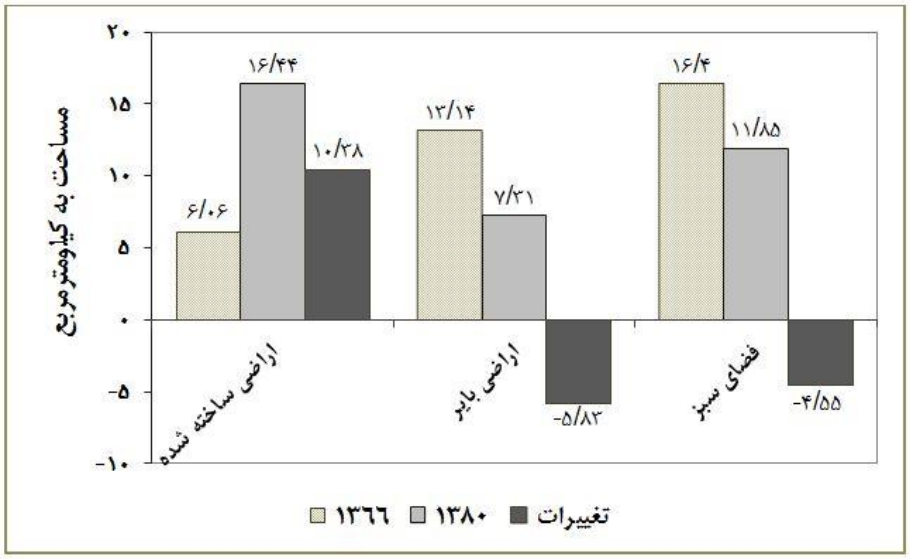
تحلیل تغییرات کاربری فضای سبز

برای بررسی تغییرات در بازه‌های زمانی ۱۳۶۶ تا ۱۳۸۰، سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۳ و نیز بازه زمانی بین سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۳ مقادیر هرکدام از کاربری‌ها مورد تقابل قرار گرفت و به‌صورت جدول ۵، ارائه شد. این تغییرات همچنین به‌صورت نمودار در شکل‌های ۵ و ۶، ارائه شده‌اند. این داده‌ها حاکی از تغییرات مثبت و منفی در وسعت کاربری و پوشش اراضی شهر گرگان می‌باشند.

جدول ۵. تغییرات کاربری و پوشش اراضی شهر گرگان

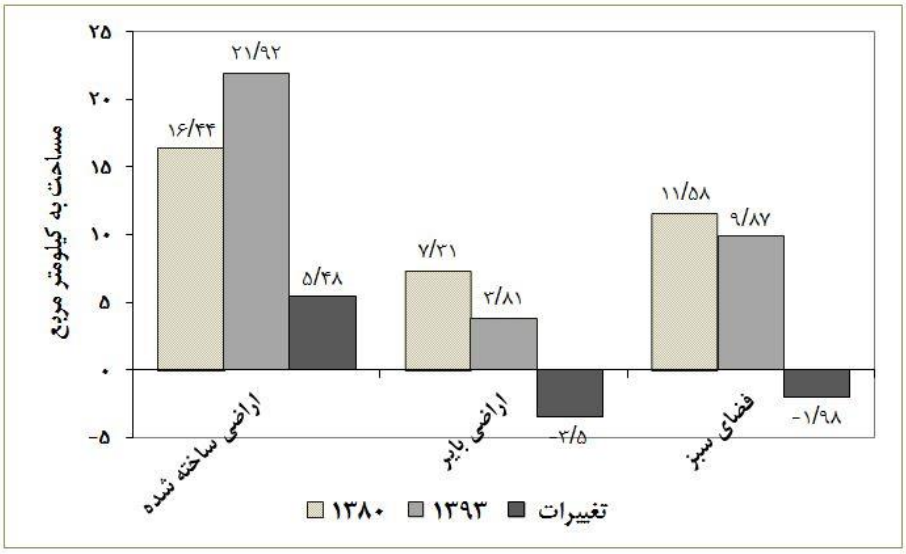
نام کاربری	تغییرات بین سال‌های ۱۳٦٦-۱۳۸۰		تغییرات بین سال‌های ۱۳۸۰-۱۳۹۳		تغییرات بین سال‌های ۱۳٦٦-۱۳۹۳	
	درصد	کیلومترمربع	درصد	کیلومترمربع	درصد	کیلومترمربع
ساخته شده	۲۹/۳۴	۱۰/۳۸	۱۵/۳۹	۵/۴۸	۴۴/۷۳	۱۵/۸۶
اراضی بایر	-۱۶/۳۲	-۵/۸۳	-۹/۸۳	-۳/۵	-۲۶/۱۵	-۹/۳۳
فضای سبز	-۱۳/۰۲	-۴/۵۵	-۵/۵۶	-۱/۹۸	-۱۸/۵۸	-۶/۵۳

تغییرات بین سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۸۰ نشان می‌دهد طی این دوره زمانی، فضای سبز با ۴/۵۵ کیلومترمربع تغییرات منفی (۱۳/۰۲ درصد تغییرات کاهشی) و در مقابل مناطق ساخته شده با ۱۰/۳۸ کیلومترمربع تغییرات مثبت (۲۹/۳۴ درصد تغییرات افزایشی) را داشته است. همچنین در این دوره بیش‌ترین روند تغییرات مربوط به کاربری اراضی بایر بوده، به‌طوری‌که مقدار زیادی از اراضی بایر به فضاهای ساخته شده شهری تغییر کاربری داده است و از میزان ۱۳/۱۴ کیلومترمربع به ۷/۳۱ کیلومترمربع رسیده است و به مقدار ۵/۸۳ کیلومترمربع تغییرات کاهشی را داشته است (شکل ۵).



شکل ۵. نمودار تغییرات پوشش و کاربری اراضی شهر گرگان بین سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۸۰

تغییرات بین سال‌های ۱۳۹۳-۱۳۸۰ مطابق با جدول تغییرات کاربری و پوشش اراضی و شکل ۶، نشان می‌دهد که در این دوره نیز همچنان به دلیل افزایش جمعیت و در نتیجه روند گسترش کالبدی شهر مناطق ساخته شده با مقدار ۱۵/۳۹ درصد معادل ۵/۴۸ کیلومترمربع، تغییرات مثبت (افزایشی) و در مقابل فضای سبز با میزان ۱/۹۸ کیلومترمربع به مقدار ۵/۵۶ درصد تغییرات منفی (کاهشی) را داشته، همچنین اراضی بایر نیز به مقدار ۳/۵ کیلومترمربع به میزان ۹/۸۳ درصد تغییرات منفی را داشته است. در این دوره مناطق ساخته شده نسبت به دو طبقه پوشش اراضی شهر گرگان بیش‌ترین تغییرات را داشته است. روند تغییرات کاهشی اراضی بایر و سبز و نیز تغییرات افزایشی مناطق ساخته شده در این دوره زمانی ۱۳ ساله می‌تواند حاکی از تغییر کاربری مقدار زیادی از اراضی سبز به مناطق ساخته شده شهری به دلیل افزایش جمعیت و به طبع آن افزایش نیاز به مناطق مسکونی و زیرساخت‌های شهری باشد. در این دوره با توجه به نقشه‌های پوشش/کاربری اراضی تهیه شده از تصاویر ماهواره‌ای در پژوهش حاضر و نیز بررسی نقشه‌های کاربری اراضی طرح‌های جامع، می‌توان گفت که بیش‌ترین تبدیل فضاهای سبز به مناطق ساخته شده شهری مربوط به بخش‌های جنوبی (اراضی جنگلی) و بخش‌های شمال شرقی و جنوب شرقی (اراضی کشاورزی و باغات) در مرز محدوده شهری مورد مطالعه در این پژوهش می‌باشد.



شکل ٦. نمودار تغییرات پوشش و کاربری اراضی شهر گرگان بین سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۳

بحث و نتیجه‌گیری

کاهش و تخریب فضاهای سبز شهری می‌تواند باعث اختلال در ساختار و عملکرد اکوسیستم‌های شهری گردد. رشد مستمر شهرنشینی نیروی محرکه تبدیل مقدار زیادی از فضای سبز به سطوح نفوذناپذیر شهری در سرتاسر جهان شده است. این امر به‌نوبه خود اثرات مخربی را بر محیط‌زیست داشته است. زیرا فرآیند شهرنشینی نیازمند گسترش زیرساخت‌های شهری همچون شبکه‌های حمل‌ونقل شهری، مسکن و محل کسب‌وکار است. این فرآیند موجب می‌شود اراضی طبیعی، کشاورزی و فضاهای باز مورد استفاده زیاد قرار گرفته و در نهایت منجر به کاهش چشم‌گیر کمیت و کیفیت فضای باز و سبز در مناطق شهری شود. این واقعیت در شهر گرگان به‌عنوان مرکز استان گلستان و یکی از بزرگ‌ترین شهرهای مناطق شمالی نیز اتفاق افتاده است. این شهر نیز به مانند سایر شهرهای ایران در دهه‌های اخیر به‌ویژه بعد از کسب مرکزیت استان دچار رشد سریع و گسترش فیزیکی و کالبدی نامتعادل شده است. از سویی دیگر مطالعات پویایی زمانی- مکانی کاربری اراضی ازجمله فضای سبز شهری و نقشه‌های منتج از آن تأمین‌کننده بخش عمده‌ای از اطلاعات موردنیاز برنامه‌ریزان و مدیران شهری درزمینهٔ اتخاذ تدابیر صحیح و تصمیم‌گیری‌های اصولی در جهت نیل به توسعه پایدار شهری است. ازاین‌رو با توجه به نقش و اهمیت فضاهای سبز در برنامه‌ریزی‌های شهری، این تحقیق با هدف بررسی پویایی اراضی سبز شهر گرگان با استفاده از داده‌های سنجش از دور انجام گرفت. برای این منظور از تصاویر ماهواره‌های لندست مربوط به سال‌های ۱۳۶۶، ۱۳۸۰ و ۱۳۹۳ استفاده شد. پس از انجام پردازش‌های لازم بر روی این تصاویر نقشه‌های کاربری و پوشش اراضی در سه‌طبقه برای هر سال با استفاده از الگوریتم حداکثر احتمال تهیه گردید. در نهایت بعد از ارزیابی دقت طبقه‌بندی، محاسبه و تحلیل داده‌ها به‌منظور درک چگونگی تغییرات پوشش اراضی صورت گرفت.

بررسی تغییرات کاربری و پوشش اراضی شهر گرگان در طی ۲۷ سال گذشته نشان داد که در طی بازه‌های زمانی مقدار زیادی از اراضی سبز به‌ویژه اراضی کشاورزی و جنگلی محدوده شهر گرگان به دلیل روند نامتعادل در تحولات جمعیتی و توسعه کالبدی شهر گرگان و نیز به دلیل سیاست‌ها و برنامه‌های گسترش شهری، به‌صورت اراضی خالی و رها شده تغییر کاربری داده و به طبقه شهر افزوده شده‌اند. به‌طوری‌که بین سال‌های ۱۳۶۶ تا سال ۱۳۹۳ اراضی ساخته شده با میزان ۱۵/۸۶ کیلومترمربع (۴۴/۷۳ درصد تغییرات مثبت) روند افزایشی و در مقابل فضای سبز با مقدار ۶/۵۳ کیلومترمربع (۱۸/۵۸ درصد تغییرات منفی) روند کاهشی را داشته‌اند. همچنین اراضی بایر با میزان ۹/۳۳ کیلومترمربع (۲۶/۱۵ درصد تغییرات منفی) تغییرات کاهشی داشته است. این وضعیت باعث کاهش عملکردها و خدمات فضاهای سبز به‌عنوان بخش مهم در اکوسیستم‌های پیچیده شهری می‌شود. ازجمله این موارد می‌توان به افزایش جاری شدن سیل و رواناب‌های حاصل از بارندگی در سطح شهر و مناطق اطراف محدوده شهری گرگان در طی دهه‌های اخیر اشاره کرد که حاکی از کاهش پایداری و عملکرد اکولوژیک فضاهای سبز در ارتباط با مناطق شهری می‌باشد.

در طی این دوره، همچنین مشخص شد که فضای سبز بین بازه زمانی ۱۳۶۶ تا ۱۳۸۰ نسبت به دوره بین سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۳، کاهش زیادی را داشته است. تحولات جمعیتی مربوط به این دوره می‌تواند یکی از مهم‌ترین دلایل این امر باشد. در این دوره زمانی روند افزایشی مهاجرت و به‌تبع آن گسترش پدیده شهرنشینی باعث شده است که بسیاری از اراضی سبز ازجمله اراضی کشاورزی به مناطق ساخته شده شهری تبدیل شوند.

با توجه به تحولات جمعیت شهر گرگان در گذشته و همچنین مطابق با برآوردهای روند افزایشی جمعیت شهر طی سال‌های آینده، تقاضا برای زمین شهری نیز افزایش خواهد یافت. ادامه روند تغییرات پوشش و کاربری اراضی در شهر به این صورت موجب تخریب اراضی سبز و تغییر در توسعه فضای شهری به شکل ناموزون خواهد گردید که توجه مسئولین و مدیران شهری را نسبت به این امر ضروری می‌سازد.

راهکارها

با توجه به یافته‌های پژوهش، به‌منظور کاهش اثرات تغییرات نامطلوب در کاربری و پوشش اراضی شهری راهکارهای زیر پیشنهاد می‌شود:

- ✓ جلوگیری از رشد پراکنده و افقی شهر با تراکم سازی در محدوده شهر؛
- ✓ بهسازی و نوسازی بافت فرسوده شهری؛
- ✓ حفاظت و گسترش فضاهای سبز عمومی شهر؛
- ✓ تشویق به حفظ باغات خصوصی با ارائه راهکار سیاست حقوق مشارکتی مانند حقوق بهره‌برداری؛
- ✓ واگذاری بخشی از حقوق از طرف شهرداری جهت اطمینان از حفظ باغات و اراضی سبز و باز وسیع در سطح شهر؛

- ✓ استفاده هرچه بیش‌تر از داده‌های سنجش از دور در برنامه‌ریزی شهری به‌ویژه در مورد فضاهای سبز شهری؛
- ✓ حمایت ارگان‌های اجرایی از پژوهش‌های علمی و کاربردی به‌منظور درک بهتر الگوهای تغییرات کاربری اراضی جهت استفاده در برنامه‌ریزی و مدیریت مناسب شهری.

References

Abrantes, P., Fontes, I. Gomes, E., & Rocha, J. (2016). Compliance of land cover changes with municipal land use planning:Evidence from the Lisbon metropolitan region (1990–2007). *Land Use Policy*, 51, 120-134.

Alavipanah, S. K. (2009). *Fundamental of modern remote sensing and interpretation of satellite images and aerial photographs*. Tehran, Tehran University Press, first edition. (In Persian)

Amini, Z., Abedini, M., Piroozi, E., & Parastar, S. (2021). Optimal Location of Green Space In Ardabil City Using the Analytical Network Process Model (ANP), and Geographic Information System. *Biannual Journal of Urban Ecology Researches*, 12(1), 1-20. (In Persian)

Azizi, A., Ghorbani, A. Malekmohammadi, B. & Jafari, H. R. (2017). Government management and overexploitation of groundwater resources: absence of local community initiatives in Ardabil plain-Iran. *Journal of Environmental Planning and Management*, 60(10), 1-24.

Bhaskar, P. (2012). Urbanizatin and changing green space in Indian cities (case study - City of Pune). *International Journal of Geology, Earth and Environmental Science*, 2(2), 148-156.

Byomkesh, T., Nakagoshi, N., & Dewan, A. M. (2012). Urbanization and Green Space Dynamics in Greater Dhaka, Bangladesh. *Landscape and Ecological Engineering*, 8(1), 45-58.

Chen, D., Liu, W., & Tian, J. ,Luciani. (2010). Evaluating the Ecological and Environmental Impact or Urbanization in the Greater Torento Area Thtough Multi-Temporal Remotly Sensed Data and Landscape Ecological Measures. *Geospatial Analysis and Modelling of Urban Structure and Dynamics*, 99(1), 251-264.

Farsaee, M. (2012). *Location-based simulation of urban phenomena based on a multi-agent system of cellular automata*. Master's thesis. Tehran University, Technical Faculty, Civil Engineering-Mapping-Major of spatial information systems (GIS). (In Persian)

Gairola, S., & Noresah, M. (2010). Emerging trend of urban green space research and the implications for safeguarding biodiversity: a viewpoint. *Nature and science*, 8(7), 43-9.

Gomeh, Z., Rangzan, K., Nazari Samani, A., & Ghodosi, J. (2014). Evaluation of green space changes with respect to landscape index and remote sensing in capital city of Karaj. *Journal of Natural Environment*, 67(3), 323-331. (In Persian).

Gupta, K., Kumar, P., Pathan, S., & Sharma, K. (2012). Urban Neighborhood Green Index–A measure of green spaces in urban areas. *Landscape and Urban Planning*, 105(3), 325-35.

Hashemi, S. E., Kafi, M., Hashemi, S. M., & Khansefid, M. (2009). Urban Green Space Change Process Analysis (Case Study: Region Two of Tehran Municipality). *Environmental Sciences*, 6(3), 73-76. (In Persian)

Khwarahm, N. R., Qader, S., Ararat, K., & Fadhil Al-Quraishi, A. M. (2021). Predicting and mapping land cover/land use changes in Erbil/Iraq using CA-Markov synergy model. *Earth science informatics*, 14(1), 393-406.

Kong, F., Yin, H., Nakagoshi, N., & Zong, Y. (2010). Urban green space network development for biodiversity conservation Identification based on graph theory and gravity modeling. *Landscape and urban planning*, 95(1), 16-27.

Kong, F. H., Nobukazu, N., Yin, H. w., & Akira, K. (2005). Spatial gradient analysis of urban green spaces combined with landscape metrics in Jinan city of China, *Chinese Geographical Science*, 15(3), 254-261.

Kong, F., & Nakagoshi, N. (2006). Spatial-temporal gradient analysis of urban green spaces in Jinan China. *Landscape and urban Planning*, 78(3), 147-56.

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

Li, J., Li, C., Zhu, F., Song, C., & Wu, J. (2005). Spatiotemporal pattern of urbanization in Shanghai, China between 1989 and 2005. *Landscape ecology*, 28(8), 1545-65.

Li, X., Zhou, W., & Ouyang, Z. (2013). Relationship between land surface temperature and spatial pattern of greenspace: What are the effects of spatial resolution?. *Landscape and Urban Planning*, 114, 1-8.

Marsousi, N., & Rashvand, S. (2017*).* The Trend Analysis Period From 2006 to 2011 Zanjan Urban Green Space and Present an Optimal Location. *Journal of Urban Ecology Researches*, 8(16), 101-118**.** (In Persian)

M'Ikiugu, M. M. Kinoshita, I., & Tashiro, Y. (2012). Urban green space analysis and identification of its potential expansion areas. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 35, 449-58.

Mirkatouli, J., Hosseini, A., Rezaeinia, H., & Neshat, A. (2012*).* Land Use and Land Cover Changes Detection a Fuzzy Sets Approach (A Case Study: Gorgan City). *Human Geography Research*, 44(1), 33-54. (In Persian)

Mohammadyari, F., Pourkhabaz, H., Tavakoli, M., & Aghdar, H. (2015*).* Mapping Vegetation and monitoring its Changes using Remote Sensing and GIS Techniques (Case study: Behbahancity). *Scientific - Research Quarterly of Geographical Data (SEPEHR*), 23(92), 23-34. (In Persian)

Odindi, J., & Mhangara, P. (2012). Green spaces trends in the city of Port Elizabeth from 1990 to 2000 using remote sensing. *International Journal of Environmental Research*, 6(3), 653-662.

Oladghaffari, P., & Monavari, S. M. (2012). Physical development trend and green space destruction in developing cities: A GIS approach. *Environment, development and sustainability*, 15(1), 167-75.

Part Consulting Engineers (2013). *Gorgan Master Plan*. The Administration Department of Roads and Urban Development of Golestan Province. (In Persian)

Pham, T. T. H., He, D. C., & Morin D. (2012). Relationship between the Landscape Structure of Urban Green Spaces and Residents' Satisfaction: The Case of a Central District in Hanoi (Vietnam). *Asian Journal of Geoinformatics*, 12(1), 41-52.

Qin, J., Zhou, X., Sun, C., Leng, H., & Lian, Z. (2013). Influence of green spaces on environmental satisfaction and physiological status of urban residents. *Urban forestry & urban greening*, 12(4), 490-497.

Rafiee, R., Salman Mahiny, A., & Khorasani, N. (2009). Assessment of changes in urban green spaces of Mashad city using satellite data. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 11(6), 431–438.

Rawat, J. S., & Kumar, M. (2015). Monitoring land use/cover change using remote sensing and GIS techniques: A case study of Hawalbagh block, district Almora, Uttarakhand, India, Egypt. *J. Remote Sensing Space Sci*, 18(1), 77-84.

Roy, H. M. Fox, D., & Emsellem, K. (2015). Spatial dynamics of land cover change in a Euro-Mediterranean catchment (1950–2008), *Journal of Land Use Science* 10(3), 277-297.

Sabzghabaei, G. R., Jafarzadeh, K., Dashti, S. S., Yousefi Khanghah, S., & Bazmara Baleshti, M. (2017). Land use change detection using remote sensing and GIS (Case study: Qhaemshahr city). *Journal of Environmental Science and Technology*, 19(3), 147-157. (In Persian)

Soroudi, M., & Jozi, S. A. (2011). Prediction of vegetation changes using a Markov model (Case study: District 4 of Tehran municipality). *Journal of Applied RS & GIS Techniques in Natural*, 2(2), 83-95. (In Persian)

Tang, J., Wang, L., & Yao, Z. (2008). Analyses of urban landscape dynamics using multi-temporal satellite images: A comparison of two petroleum-oriented cities. *Landscape and urban planning*, 87(4), 269-278.

Tarh va Memari Consulting Engineers (1993). *Gorgan Master Plan*. Department of Mazandaran Housing and Urban Development. (In Persian)

Tian, Y., Jim, C. Y., Tao, Y., & Shi. T. (2011). Landscape ecological assessment of green space fragmentation in Hong Kong. *Urban Forestry & Urban Greening*, 10(2), 79-86.

Uy, P. D., & Nakagoshi, N. (2008). Application of land suitability analysis and landscape ecology to urban greenspace planning in Hanoi, Vietnam. *Urban Forestry & Urban Greening*, 7(1), 25-40.

Wolch, J. R., Byrne, J., & Newell, J. P. (2014). Urban green space, public health, and environmental justice: The challenge of making cities 'just green enough. *Landscape and Urban Planning*, 125, 234-244.

Wu, K., Kuo, H., & Zhang, D. (2015). Monitoring Landscape Changes of Rural Townships in the Cold Region of China Using RS, GIS, and Landscape Metric. *2nd International Forum on Electrical Engineering and Automation*, 368-372.

Yazdanpanah, M., Yavari, A. R., Zebardast, L., & Alemohammad, S. (2015). Urban Green Infrastructure Assessment for Their Regeneration in Tehran Landscape. *Journal of Environmental Studies (JES)*, 41(3), 613-625. (In Persian)

Zhang, B., Li, N., & Wang, S., (2015). Effect of urban green space changes on the role of rainwater runoff reduction in Beijing China. *Landscape and Urban Planning*, 140, 8-16.

Zhou, X., & Wang, Y.C. (2011). Spatial–temporal dynamics of urban green space in response to rapid urbanization and greening policies. *Landscape and Urban Planning*, 100(3), 268-77.

منابع

امیدوار، کمال؛ نارنگی فرد، مهدی و عباسی، حجت‌اله (۱۳۹۴). آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی و پوشش گیاهی در شهر یاسوج با استفاده از سنجش از دور. *فصلنامه جغرافیا و آمایش شهری – منطقه‌ای*، ۵(۱۶)، ۱۲۶-۱۱۱.

امینی، زهرا؛ عابدینی، موسی؛ پیروزی، الناز و پرستار، سمیه (۱۴۰۰). مکان‌یابی بهینه فضای سبز شهر اردبیل با استفاده از مدل فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) و سیستم اطلاعات جغرافیایی. *پژوهش‌های بوم‌شناسی شهری* ، ۱۲(۱)، ۲۰-۱.

سبزقبایی، غلامرضا؛ جعفرزاده، کاوه؛ دشتی، سیده سولماز؛ یوسفی خانقاه، شهرام و بزم آرا بلشتی، مژگان (۱۳۹۶). آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از روش‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: شهرستان قائم‌شهر). *فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط‌زیست*، ۱۹(۳)، ۱۵۷-۱۴۵.

سرودی، منا و جوزی، علی (۱۳۹۰). پیش‌بینی تغییرات پوشش گیاهی با استفاده از مدل مارکوف (مطالعه موردی: منطقه ۴ شهرداری تهران). *نشریه سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی*، ۲(۲)، ۹۵-۸۳.

علوی‌پناه، سیدکاظم (۱۳۸۸). *اصول سنجش از دور نوین و تفسیر تصاویر ماهواره‌ای و عکس‌های هوای*. تهران، انتشارات دانشگاه تهران.

فرسایی، مسعود (۱۳۹۱). *شبیه‌سازی مکان مبنای پدیده‌های شهری بر مبنای یک سیستم چند عاملی اتوماتای سلولی*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران، دانشکده فنی، رشته مهندسی عمران- نقشه‌برداری- گرایش سیستم‌های اطلاعات مکانی (GIS).

گومه، زینت؛ رنگزن، کاظم؛ نظری سامانی، علی‌اکبر و قدوسی، جمال (۱۳۹۳). بررسی روند تغییرات کمّی فضای سبز کلان‌شهر کرج با استفاده از داده‌های سنجش از دور و سنجه‌های سیمای سرزمین. *نشریه محیط‌زیست طبیعی، منابع طبیعی ایران*، ۶۷(۳)، ۳۳۱-۳۲۳.

محمدیاری، فاطمه؛ پورخباز، حمیدرضا؛ توکلی، مرتضی و اقدر، حسین (۱۳۹۳). تهیه نقشه پوشش گیاهی و پایش تغییرات آن با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: شهرستان بهبان). *اطلاعات جغرافیایی*، ۲۳(۹۲)، ۳۴-۲۴.

مرصوصی، نفیسه و رشوند، صالح (۱۳۹۶). تحلیل روند تغییرات دوره‌ای فضای سبز شهری زنجان از ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۰ و ارائه الگوی مکان‌یابی بهینه آن. *پژوهش‌های بوم‌شناسی شهری*، ۸(۱۶)، ۱۱۸-۱۰۱.

میرکتولی، جعفر؛ حسینی، علی؛ رضایی‌نیا، حسن و نشاط، عبدالحمید (۱۳۹۰). آشکارسازی تغییرات پوششی و کاربری اراضی با رویکرد به مجموعه‌های فازی (مطالعه موردی: شهر گرگان). *پژوهش‌های جغرافیای انسانی*، ۴۴(۱)، ۵۴-۳۳.

مهندسین مشاور طرح و معماری (۱۳۷۲). *طرح جامع گرگان*. سازمان مسکن و شهرسازی مازندران.

مهندسین مشاور و معمار شهرساز پارت (۱۳۹۲). *طرح توسعه و عمران (جامع) شهر گرگان*. اداره کل راه و شهرسازی استان گلستان.

هاشمی، سیدابراهیم؛ کافی، محسن؛ هاشمی، سیدمحمود و خان‌سفید، مهدی (۱۳۸۸). تجزیه و تحلیل روند تغییرات فضای سبز شهری: مطالعه موردی منطقه دو تهران، *علوم محیطی*، ۶(۳)، ۷۶-۷۳.

یزدان‌پناه، مهسا؛ یاوری، احمدرضا؛ زبردست، لعبت و آل محمد، سیده (۱۳۹۴). ارزیابی زیرساخت‌های سبز شهری به‌منظور اصلاح تدریجی آن‌ها در سیمای سرزمین تهران، *محیط‌شناسی*، ۴۱(۳)، ۶۲۵-۶۱۳.