



Land Use/Land Cover Changes Detection in Cities and the Resulting Environmental Risks (Case Study: District 18 of Tehran Metropolis)

Yeganeh Ghanbari¹| Hassan Esmailzadeh²

1. Department of Environmental Planning and Design, Environmental Sciences Institute, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
2. Corresponding Author, Department of Environmental Planning and Design, Environmental Sciences Institute, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran. E-mail: H_esmailzadeh@sbu.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:

Received: 19 Jan 2025

Received in revised form:
26 Apr 2025

Accepted: 05 May 2025

Available online: 21 Mar 2025

Keywords:

Land use/Cover changes,
Unsustainability,
Environmental risk,
District 18 of Tehran
metropolis.

ABSTRACT

Overloading in Tehran's 18th district has caused widespread unsustainability in the district. This study has revealed changes in land use/land cover and identified possible environmental risks in the district. The research method is based on a descriptive-analytical and causal method. The research process was as follows: first, satellite images for 2002, 2013, and 2024 were prepared from the USGS website, and then an RGB image was prepared and digitized using ENVI software. In the next step, the trend of land use/ land cover changes during the three mentioned periods was examined. Three classes of land use (green cover, built-up land, and barren land) were determined, and the desired layers of land use/ land cover types were processed and extracted. Finally, with the help of the Delphi technique, possible environmental risks resulting from changes in land use/ land cover in the study area were identified. The results indicated the area of built-up land in 2002 was 22.4 hectares, which increased to 27.3 hectares in 2024. Meanwhile, the area of green cover, which was 5.4 hectares in 2002, decreased to 13 hectares in 2024. The area of barren land, which was 9.5 hectares in 2002, decreased to 5 hectares in 2024. The results also illustrate land use/ land cover changes in the study area can bring about numerous environmental risks.

Cite this article: Ghanbari, Y., & Esmailzadeh, H. (2025). Land Use/Land Cover Changes Detection in Cities and the Resulting Environmental Risks (Case Study: District 18 of Tehran Metropolis). *Geography and Environmental Sustainability*, 15(2), 125-141. doi: 10.22126/GES.2025.11656.2829



© The Author (s).

DOI: doi: 10.22126/GES.2025.11656.2829

Publisher: Razi University

آشکار سازی تغییرات کاربری / پوشش اراضی در شهرها و ریسک‌های محیطی ناشی از آن (مطالعه موردی: منطقه ۱۸ کلان شهر تهران)

یگانه قنبری^۱ | حسن اسماعیل زاده^۲

۱. گروه برنامه‌ریزی و طراحی محیط، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.
 ۲. نویسنده مسئول، گروه برنامه‌ریزی و طراحی محیط، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران. رایانامه: H_esmaeilzadeh@sbu.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی تاریخچه مقاله: تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۳۰ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۲/۰۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۲/۱۵ دسترسی آنلاین: ۱۴۰۴/۰۴/۰۱ کلیدواژه‌ها: تغییرات کاربری / پوشش اراضی، ناپایداری، ریسک محیط‌زیستی، منطقه ۱۸ کلانشهر تهران.	بارگذاری بیش از حد در محدوده منطقه ۱۸ تهران، موجب ناپایداری گسترده در سطح منطقه شده است. هدف پژوهش حاضر، آشکار سازی تغییرات کاربری / پوشش اراضی و شناسایی ریسک‌های محیطی احتمالی در سطح منطقه است. روش تحقیق مبتنی بر روش توصیفی-تحلیلی و علی است. فرایند تحقیق اینگونه بوده است که ابتدا به تهیه تصاویر ماهواره‌ای دوره‌های زمانی ۲۰۰۲، ۲۰۱۳، ۲۰۲۴ از سایت سازمان زمین شناسی آمریکا، پرداخته شده و سپس از طریق نرم افزار ENVI به تهیه تصویر کاذب رنگی و رقومی سازی آن اقدام شده است. در مرحله بعد به بررسی روند تغییرات کاربری اراضی طی سه دوره ذکر شده و تعیین طبقه‌های ۳ گانه کاربری اراضی (پوشش سبز، اراضی ساخته شده، و اراضی بایر) پرداخته شده و لایه‌های مدنظر از انواع کاربری / پوشش اراضی، پردازش و استخراج شده است. در نهایت، به کمک تکنیک دلفی، به شناسایی ریسک‌های محیطی احتمالی ناشی از تغییرات کاربری / پوشش اراضی در محدوده مورد مطالعه اقدام گردیده است. نتایج نشان داد که محدوده اراضی ساخته شده در سال ۲۰۰۲ برابر با ۲۲،۴ هکتار بوده که در سال ۲۰۲۴ به ۲۷،۳ هکتار افزایش پیدا کرده است. در حالی که وسعت پوشش سبز که در سال ۲۰۰۲ معادل ۵،۴ هکتار بوده، در سال ۲۰۲۴ به ۱۳ هکتار کاهش پیدا کرده است. محدوده اراضی بایر نیز که در سال ۲۰۰۲، معادل برابر با ۹،۵ هکتار بوده، در سال ۲۰۲۴ به ۵ هکتار کاهش پیدا کرده است. نتایج همچنین نشان می‌دهد که تغییرات کاربری / پوشش اراضی در منطقه، می‌تواند ریسک‌های محیطی متعددی را به همراه داشته باشد.

استناد: قنبری، یگانه؛ اسماعیل‌زاده، حسن (۱۴۰۴). آشکار سازی تغییرات کاربری / پوشش اراضی در شهرها و ریسک‌های محیطی ناشی از آن (مطالعه موردی: منطقه ۱۸ کلان شهر تهران). *جغرافیا و پایداری محیط*، ۱۵ (۲)، ۱۲۵-۱۴۱. doi: 10.22126/GES.2025.11656.2829

ناشر: دانشگاه رازی

© نویسندگان.
 DOI: doi: 10.22126/GES.2025.11656.2829



مقدمه

شهرنشینی به عنوان یکی از شایع ترین و مهم ترین پدیده های مشاهده شده در بسیاری از کشورهای در حال توسعه ظهور کرده است و ظهور ابرشهرها به طور فزاینده ای، به یک روند برجسته در این زمینه تبدیل می شود. در سال های اخیر، فعالیت های گسترده و اغلب بی رویه مرتبط با ساخت و سازها و توسعه شهری، مهم ترین عواملی را تشکیل داده است که الگوهای پوشش زمین را اساساً تغییر داده اند، به ویژه در مناطقی از جهان که تحت عنوان کشورهای در حال توسعه طبقه بندی می شوند (حیدریان و همکاران، ۱۳۹۲). طبق پیش بینی های سازمان ملل متحد، جمعیت شهری جهان، تا سال ۲۰۵۰ از دو سوم کل جمعیت فراتر خواهد رفت. برآوردها نشان دهنده افزایش جمعیت به حدود ۱۱٫۲ میلیارد نفر تا سال ۲۱۰۰ است که تخمین زده می شود ۹۰ درصد از این رشد در مراکز شهری واقع در آسیا و آفریقا متمرکز خواهند شد (Devkota et al., 2023). تغییرات گسترده در کاربری/ پوشش زمین، در ارتباط با افزایش مداوم مناطق شهری، یکی از مهم ترین چالش های پیش روی دستیابی به توسعه پایدار شهری محسوب می گردد.

منطقه ۱۸ به دلیل وجود فضاهای بایر در آن، هم اکنون با رشد انبوه ساخت و ساز به صورت مسکونی- صنعتی در حال توسعه است. افزایش جمعیت و تغییرات گسترده کاربری/ پوشش اراضی در منطقه ۱۸ کلان شهر تهران، منجر به تأثیرات زیانبار بر محیط زیست، و تخریب گسترده منابع طبیعی شده است که مهم ترین علل آن را در رشد جمعیت و شهرنشینی در این منطقه، مهاجرپذیری گسترده به دلیل وجود فضاهای بکر و بایر متعدد در سطح منطقه، نیاز واحدهای تولیدی و صنعتی منطقه به جذب کارگران و نیروهای اقتصادی، صدور مجوزهای بی رویه ساخت و ساز، تراکم فروشی گسترده در جهت جبران بخشی از درآمدهای شهرداری، ضعف و نارسایی پاره ای از قوانین و آئین نامه ها، گسترش سکونتگاه های غیررسمی، تقاضای روزافزون در تامین مسکن، فقدان نظارت کافی بر روند تغییرات کاربری اراضی، و نظیر این ها جستجو کرد. بدیهی است که تداوم چنین روندی، می تواند تبعات منفی گسترده ای داشته باشد که از جمله آن ها می توان به مواردی همچون تشدید فرسایش خاک، از بین رفتن پوشش سبز منطقه، کاهش چشمگیر منابع آب موجود، افزایش حجم فرونشست ها، از بین رفتن گونه های گیاهی، افزایش تعادل های محیط زیستی، افزایش تغییرات اقلیم خرد، و افزایش ناپایداری اشاره کرد.

در رابطه با تغییرات کاربری/ پوشش اراضی، تاکنون مطالعات مختلفی صورت گرفته که از آن جمله می توان به موارد زیر اشاره کرد: رهنما و همکاران (۱۳۹۶)، تحقیقی با عنوان آشکارسازی تغییرات کاربری / پوشش اراضی شهر گنبد کاووس با استفاده از سنجش از دور تدوین کرده و به این نتیجه دست یافته اند که در دوره های زمانی ۱۳۶۶ تا ۱۳۸۹، کاربری های شهری (ساخت و سازها) و اراضی آبی، روند افزایشی داشته و فضاهای بایر و اراضی دیم، روند کاهشی داشته اند. نتایج برآوردهای مدل مارکوف نشان می دهد که تغییرات کاربری اراضی و توسعه ساخت و سازها در سال های آتی، تشدید شده و روند ناپایداری خواهد داشت. تحقیق دیگری از طرف پاک خصال و همکاران (۱۴۰۰) با عنوان آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از داده های سنجش از دور (مطالعه موردی: شهر تهران) انجام شده و این نتیجه حاصل شده که روند ساخت و سازها افزایش داشته و از حجم فضاهای سبز و بایر کاسته شده است. یکی دیگر از پژوهش های انجام شده در این زمینه، پژوهشی با عنوان تغییرات کاربری اراضی و ناپایداری در دامنه های جنوبی اکوسیستم البرز (مطالعه موردی: حوزه آبخیز دارآباد) است که از سوی برژندی و همکاران در سال ۱۳۹۶ انجام شده است. نتایج این پژوهش نشان می دهد که طی دوره زمانی مورد مطالعه، حجم کاربری های اکولوژیک (پوشش سبز و مراتع) کاسته شده و بر وسعت کاربری های نئوکلاسیک (ساخت و سازها و کاربری های پرسود) افزوده شده که وضعیت ناپایداری را بر منطقه حاکم ساخته است.

امیدوار و همکاران (۱۳۹۴)، در تحقیقی با عنوان آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی و پوشش گیاهی در شهر یاسوج با استفاده از سنجش از دور، به این نتیجه رسیده اند که طی دوره زمانی مورد مطالعه، بیشترین تغییرات کاربری اراضی، مربوط به ساخت و سازها بوده و کمترین آن مربوط به فضاهای سبز و اراضی بایر بوده است. اسماعیل زاده و شفیع نیز (۱۳۹۳)، تحقیق دیگری با عنوان کاربری اراضی و ناپایداری در شمال تهران (مطالعه موردی: حوزه آبخیز

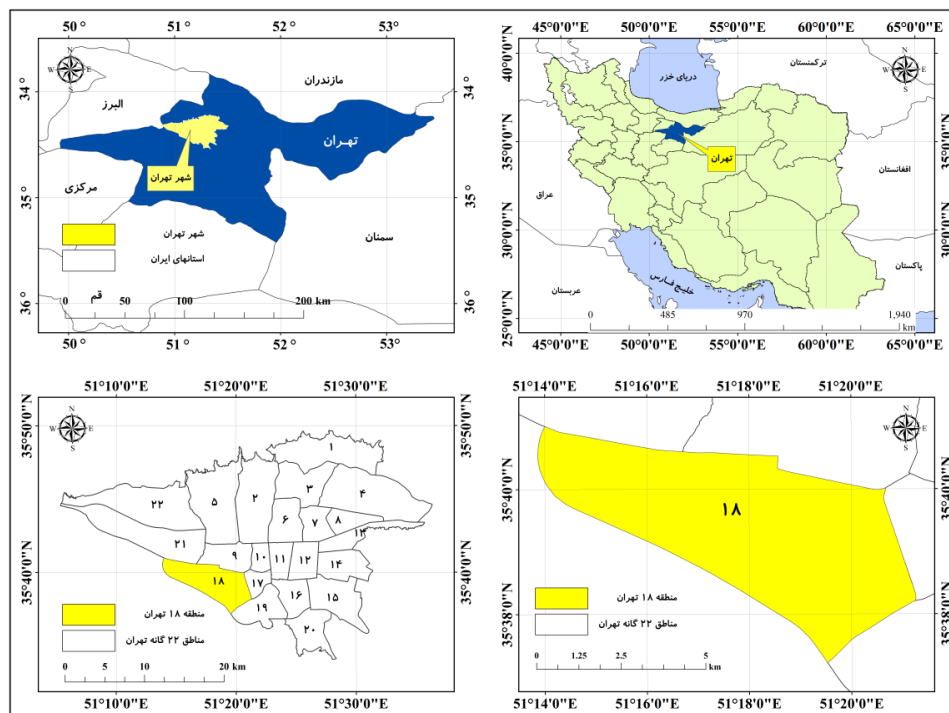
درکه- ولنجک) تهیه و تدوین کرده و به این نتیجه دست یافته‌اند که در طول سال‌های ۱۹۸۷ تا ۲۰۰۹، روند ناپایداری بر منطقه حاکم بوده، به طوری که از وسعت کاربری‌های پوشش سبز کاسته شده و بر حجم ساخت‌وسازها و اراضی بایر افزوده شده است. یکی دیگر از پژوهش‌های انجام شده در این زمینه، پژوهشی با عنوان تغییرات پوشش / کاربری اراضی ناشی از گسترش شهری و تغییرات متعاقب آن در خدمات اکوسیستمی و دمای سطح زمین در ارتفاعات مرکزی اتیوپی است که در سال ۲۰۲۵ از سوی بکل و همکاران تهیه شده و به این نتیجه دست یافته‌اند که طی سه دهه گذشته، تغییرات قابل توجهی در کاربری/پوشش زمین در ارتفاعات مرکزی اتیوپی رخ داده است و این به نوبه خود تأثیرات قابل توجهی بر خدمات اکوسیستمی و دمای سطح زمین داشته است؛ بنابراین باید به زودی سیاست‌های مناسبی برای تنظیم تغییرات کاربری/ پوشش اراضی برای استفاده پایدار از خدمات حیاتی محیط‌زیستی طراحی شود (Bekele et al., 2025).

پژوهش دیگری در سال ۲۰۲۴ از سوی مونتیرو و همکاران تحت عنوان پیش‌بینی کاربری زمین/پوشش زمین و برآورد محیطی ذخایر کربن در جنگل‌های اقیانوس اطلس: مطالعه‌ای در ایالت سرگپ، برزیل تهیه و تدوین شده است. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که در دوره مطالعه، کاربری‌های کشاورزی و مراتع، بیشترین تغییر را داشته و این تغییرات، هزینه فرصتی برابر با ۷,۹۴ میلیون دلار و ۴,۳۵ میلیون دلار (به ترتیب) به محدوده مورد مطالعه تحمیل کرده است (Monteiro et al., 2024). یکی دیگر از پژوهش‌های انجام شده در این زمینه، پژوهشی با عنوان ارزیابی خطر سیل ناگهانی تحت شرایط آب و هوایی، و تغییرات کاربری/ پوشش زمین در کوه‌های تیانشان، چین است که در سال ۲۰۲۴ از طرف ژانگ و همکاران انجام شده است. نتایج این پژوهش نشان داد که افزایش خطرات سیلاب‌های ناگهانی، بیشتر به دلیل تغییرات کاربری/ پوشش اراضی بوده است تا تغییرات اقلیمی. این مطالعه برای ارزیابی مدیریت ریسک سیل ناگهانی در مناطق خشک داخلی تحت شرایط اقلیمی تغییر یافته و تغییرات کاربری/ پوشش اراضی پشتیبانی می‌کند (Zhang et al., 2024). بررسی پژوهش‌های پیشین نشان می‌دهد که در همه آن‌ها روند تغییرات کاربری‌ها مورد بررسی قرار گرفته شده، اما دلایل تغییرات یاد شده آسیب‌شناسی نشده است. در این پژوهش، علاوه بر بررسی تغییرات کاربری/ پوشش اراضی، به شناسایی ریسک‌های محیطی احتمالی ناشی از این تغییرات نیز اقدام شده است و این موضوع، نوآوری این تحقیق محسوب می‌گردد.

انجام این پژوهش باتوجه به مشخصه‌های منطقه ۱۸ کلانشهر تهران، که از یک‌سو در محدوده رشد و توسعه آتی شهر تهران واقع شده و از سوی دیگر به دلیل برخورداری از اراضی بایر و خالی، محل استقرار واحدهای تولیدی و صنعتی مختلف و مرکزی برای اسکان مهاجران و اقشار فقیر شهر تهران بدل شده‌اند، مهم و ضروری است. بنابراین هدف این پژوهش، آشکارسازی تغییرات کاربری/ پوشش اراضی در دوره زمانی ۲۰۰۲، ۲۰۱۳ و ۲۰۲۴، و شناسایی ریسک‌های محیطی احتمالی ناشی از این تغییرات است. در این راستا، سوالات پژوهش عبارتند از: (۱) تغییرات کاربری/ پوشش اراضی در دوره‌های زمانی یاد شده در منطقه ۱۸ کلانشهر تهران از چه وضعیتی برخوردار است؟ (۲) مهم‌ترین ریسک‌های محیطی ناشی از تغییرات کاربری/ پوشش اراضی در محدوده مورد مطالعه کدامند؟

مواد و روش‌ها

منطقه ۱۸، در جنوب غربی کلانشهر تهران واقع شده است. این منطقه از غرب به بزرگراه آزادگان، از شرق به بزرگراه آیت‌الله سعیدی، واقع در منطقه ۱۷ شهر تهران، از شمال به خیابان ۴۵ متری خیابان زرنند و بزرگراه فتح، واقع در منطقه ۹ شهر تهران، و از جنوب به بزرگراه آیت‌الله سعیدی، واقع در منطقه ۱۹ شهر تهران و همچنین بزرگراه آزادگان در محدوده شهر چهاردانگه، منتهی می‌گردد (شکل ۱). اراضی این منطقه بیشتر مسطح و دارای شیب ملایم از شمال به جنوب می‌باشد. محدوده حریم این منطقه تا اراضی قلعه حسن خان در تقاطع جاده مخصوص و قدیم کرج امتداد می‌یابد. این منطقه شامل سه بخش متمایز، یعنی مسکونی، کشاورزی و صنعتی است که هر یک به طور منحصر به فرد، به شخصیت و عملکرد کلی منطقه کمک می‌کند (سایت منطقه ۱۸ شهرداری تهران، ۱۴۰۲).



شکل ۱. موقعیت محدوده منطقه ۱۸ کلانشهر تهران

تحقیق حاضر به لحاظ ماهیت از نوع کاربردی بوده، و به لحاظ هدف به روش توصیفی - تحلیلی و علی انجام شده است. گردآوری داده‌ها مبتنی بر روش اسنادی و پیمایشی بوده است:

الف: روش اسنادی: شامل بررسی تصاویر ماهواره‌ای لندست ETM+ سال ۲۰۰۲، L1TP سال ۲۰۱۳ و L1TP سال ۲۰۲۴ برای تعیین میزان تغییرات کاربری اراضی محدوده مورد مطالعه (جدول ۱).

جدول ۱. تصاویر ماهواره‌ای استفاده شده برای آشکارسازی تغییرات کاربری/ پوشش اراضی منطقه ۱۸ کلانشهر تهران (سایت سازمان زمین‌شناسی آمریکا، ۲۰۲۴)

ردیف	نام ماهواره	نام سنجنده	تاریخ برداشت
۱	لندست ۷	ETM+	۲۰۰۲
۲	لندست ۸	L1TP	۲۰۱۳
۳	لندست ۸	L1TP	۲۰۲۴

ب: روش پیمایشی: در این پژوهش، به منظور کنترل زمینی تصاویر ماهواره‌ای و تأیید دقت طبقه‌بندی انجام شده، از روش پیمایشی استفاده گردید. این روش شامل برداشت‌های میدانی با استفاده از دستگاه سامانه تعیین موقعیت جهانی و ابزارهای مشاهده مستقیم بوده است. در طی این مرحله، نقاط نمونه‌برداری شده در تصاویر ماهواره‌ای مشخص و موقعیت دقیق آنها با استفاده از سامانه تعیین موقعیت جهانی ثبت شد. داده‌های جمع‌آوری شده میدانی با داده‌های حاصل از طبقه‌بندی تصاویر مقایسه گردید تا اطمینان حاصل شود که طبقه‌بندی‌های صورت گرفته، مطابق با وضعیت واقعی زمین هستند. این فرایند موجب افزایش دقت و صحت نتایج طبقه‌بندی و تحلیل‌های بعدی گردید. تحلیل داده‌ها نیز به کمک فرایند زیر و با استفاده از روش‌های زیر صورت گرفته است:

الف) روش کمی و انجام پردازش‌های سنجش‌ازدور و GIS

۱- تصحیح هندسی تصاویر: به منظور تصحیح هندسی تصاویر، بیش از ۳۷ نقطه کنترل زمینی (GCP) با کمک مرجع

UTM مشخص گردید و موقعیت آنها توسط گیرنده سامانه تعیین موقعیت جهانی و نقشه‌های پایه برداشت شد. میزان خطای RMS در عملیات زمین مرجع‌سازی حدود ۰/۵۶ پیکسل تعیین شد که نشان دهنده دقت قابل قبول است.

۲- آشکارسازی بیشتر تصاویر: به منظور آشکارسازی بیشتر تصاویر ETM+ و L1TP، عملیات ترکیب داده‌ها انجام شد تا قدرت تفکیک مکانی تصاویر فوق افزایش یابد. عملیات ترکیب تصاویر چند طیفی با باند سیاه و سفید (PAN) به منظور افزایش قدرت تفکیک مکانی با استفاده از الگوریتم بروی^۱ و در محیط نرم‌افزار ENVI انجام شد.

۳- تلفیق تصاویر: روش بروی یکی از سریع‌ترین روش‌های تلفیق تصاویر با قدرت‌های گوناگون تفکیک می‌باشد. بر اساس روش بروی، ابتدا اقدام به نرمال‌سازی باندهای تصویر چندطیفی شده، در مرحله بعد، به تصویر با قدرت تفکیک بالاتر ضرب می‌گردند. روش محاسبه بروی در رابطه ۱ نشان داده شده است (لطیفی و همکاران، ۱۳۸۶).

$$DN_{fi} = \frac{DN_{bi}}{DN_{b1} + DN_{b2} + DN_{b3}} DN_p \quad \text{رابطه (۱)}$$

بر اساس رابطه ۱، DN_p درجه خاکستری پیکسل در تصویر با قدرت تفکیک باکیفیت‌تر، DN_{bi} درجه خاکستری پیکسل در باند i ام تصویر چندطیفی، DN_{fi} عدد حاصل شده برای پیکسل در تصویر به دست‌آمده می‌باشند؛ بنابراین اطلاعات مکانی بیشتری به تصویر چندطیفی افزوده شده و نتیجه، تصویری با کیفیت تصویری شفاف‌تری خواهد بود.

۴- طبقه‌بندی نظارت شده^۲ تصویر: پس از انجام بارزسازی تصاویر با استفاده از نمونه‌های آموزشی برداشتی، اقدام به طبقه‌بندی نظارت شده تصویر گردید. قابل ذکر است که هر کلاس کاربری تعداد ۱۰ نمونه برداشت گردید. طبقه‌بندی نظارت شده بر روی تصاویر با استفاده از الگوریتم حداکثر شباهت (MLC)^۳ انجام شد.

طبقه‌بندی حداکثر شباهت، از جمله روش‌های معروف آماری طبقه‌بندی است که از جمله روش‌های پیکسل‌محور محسوب می‌شود. بر اساس این نوع طبقه‌بندی، کلاسی به پیکسل مورد نظر منسوب می‌شود که بیشترین احتمال نسبت‌دادن پیکسل به آن کلاس وجود دارد. در اصطلاح ریاضی، این رابطه را این‌گونه می‌توان نوشت (رابطه ۲):

$$X \in w_i \text{ if } p(w_i|x) > p(w_j|x) \text{ for all } j \neq i \quad \text{رابطه (۲)}$$

در واقع، منظور این است که پیکسل با بردار مقادیر طیفی X به کلاس w_i متعلق است، اگر مقدار احتمال تعلق پیکسل به کلاس یاد شده، یعنی $p(w_i|x)$ ، بزرگ‌تر از احتمال کلاس‌های دیگر باشد. برای محاسبه این احتمالات از قانون بیز بهره‌گیری به عمل می‌آید. این قانون به شکل رابطه ۳ محاسبه می‌شود:

$$P(w_i|x) = \frac{P(x|w_i) p(w_i)}{P(x)} \quad \text{رابطه (۳)}$$

در این رابطه، X بردار مقادیر طیفی و w_i کلاس طیفی نام می‌باشد. $P(w_i|x)$ به نام احتمال ثانویه کلاس w_i نامیده می‌شود. احتمالات ثانویه در روش بیشترین شباهت، مبنای تصمیم‌گیری خواهند بود. $P(w_i|x)$ احتمال یافتن پیکسلی از کلاس w_i در موقعیت X در فضای چندطیفی است. $P(w_i)$ را احتمال اولیه کلاس w_i می‌نامند. احتمال اولیه درصد کلی حضور یک کلاس در تصویر را بیان می‌دارد. پس از محاسبه اجزاء مختلف قانون بیز می‌توان یک بردار احتمالات $P(w_i|x)$ تولید نمود که سرانجام برطبق آن تصمیم‌گیری انجام خواهد شد. بنابراین الگوریتم این طبقه‌بندی عبارت خواهد بود از محاسبه این اجزا و در نهایت مقایسه احتمالات ثانویه کلاس‌های مختلف با یکدیگر.

1. Brovey

۲. به علت دسترسی به داده‌های میدانی که از طریق سامانه تعیین موقعیت جهانی ثبت شده بودند.
۳. انتخاب الگوریتم حداکثر شباهت به علت استفاده آن از احتمال آماری و کاربرد موفق آن است. این الگوریتم در مجامع دانشگاهی از کاربرد بیشتری نسبت به سایر الگوریتم‌ها همچون نزدیک‌ترین همسایه، کوتاه‌ترین فاصله، طبقه‌بندی جعبه‌ای و نظایر اینها، برخوردار است.

۵- انجام ارزیابی دقت: پس از انجام طبقه‌بندی، ارزیابی دقت انجام پذیرفت. دقت کلی^۱ حاصل از طبقه‌بندی به طور متوسط ۸۳ درصد به دست آمد.

۶- آشکارسازی تغییرات کاربری/ پوشش اراضی: در مرحله بعد با استفاده از طبقات کاربری مشخص شده در هر دوره، آشکارسازی تغییرات^۲ انجام شد. لازم به ذکر است که آشکارسازی تغییرات تصویر ETM+ با تصویر L1TP انجام شد. به منظور استخراج دقیق محدوده پوشش گیاهی و رصد تغییرات آن در دوره مطالعاتی از شاخص نرمال‌شده تفاوت پوشش گیاهی (NDVI) بهره‌گیری به عمل آمده است (رابطه ۴). این شاخص از جمله معروف‌ترین شاخص‌های گیاهی بوده و با بهره‌گیری از باندهای مرئی قرمز و مادون قرمز نزدیک با استفاده از رابطه ریاضی زیر حساب می‌شود (Srivastava, 2003):

$$NDVI = \frac{Band\ 4 - Band\ 3}{Band\ 4 + Band\ 3} \quad \leftarrow \quad NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R} \quad \text{رابطه (۴)}$$

ویژگی خاص این شاخص، که آن را از شاخص‌های دیگر مجزا می‌سازد، مقدارهای عددی نرمال در حد دامنه +۱ و -۱ می‌باشد که نحوه نشان‌دادن مقدارهای یادشده را به‌آسانی ممکن می‌نماید. مقدارهای عددی گوناگون شاخص نرمال‌شده تفاوت پوشش گیاهی، نشان‌دهنده پوشش‌های مختلف است. مثلاً مقدارهای عددی شاخص نرمال‌شده تفاوت پوشش گیاهی بین ۰/۵۰ تا ۰/۱ برای نواحی گیاهی تنک، مقادیر بین ۰/۱ تا ۰/۵ برای نواحی گیاهی معمولی و از ۰/۵ به بالا برای نواحی گیاهی خیلی متراکم و خیلی غنی است. فضاها، آبی، و پوشش برفی و یخی دارای مقدارهای عددی شاخص نرمال‌شده تفاوت پوشش گیاهی منفی است. همچنین خاک‌ها دارای مقدارهای عددی کمتر از ۰/۵۰ و ابرها نیز معمولاً دارای مقدارهای عددی حدود صفر می‌باشند (برخوردار، ۱۳۸۴).

ب) روش کیفی

در این روش، از تکنیک دلفی با مصاحبه با ۱۷ نفر از خبرگان استفاده شد و سوالاتی در مورد ریسک‌های ناشی از تغییرات کاربری/ پوشش اراضی منطقه مطرح شد. به طور کلی، روش علمی خاصی در انتخاب حجم نمونه گروه خبرگان در تکنیک دلفی وجود ندارد و معمولاً بیش از ۱۵ نفر خبرگان (تا رسیدن به اجماع) معرفی شده‌اند. اجماع بین گروه خبرگان ضروری است و حجم نمونه این پژوهش با رعایت این موضوع انجام شده است (کریمی و همکاران، ۱۴۰۲). تکنیک دلفی فرض می‌کند که استفاده ساختاریافته از دانش، تجربه و خلاقیت تعدادی از متخصصان بهتر از نظر یک فرد برای دستیابی به راه‌حل‌های ایده‌آل است، به‌ویژه زمانی که داده‌های کمی برای پیش‌بینی یک سناریو وجود ندارد یا زمانی که عوامل جدید ممکن است روندهای آینده را تغییر دهند (Wright, 2000). در این تکنیک، این سه ویژگی باید رعایت گردد: (۱) تکرار راندها که مستلزم مشاوره دوره‌ای (حداقل ۲ تا ۴ راند) در مورد موضوع مورد مطالعه است که معمولاً از طریق پرسش‌نامه یا نظرسنجی آنلاین انجام می‌شود، (۲) ناشناس بودن کارشناسان، و اطمینان از این موضوع که هیچ سوگیری و/یا تأثیری وجود نداشته باشد، (۳) بازخورد کنترل‌شده‌ای که از طریق ارزیابی اولیه به پانل‌ها برای هماهنگ‌کننده گروه برگردانده شود (Scholes et al., 2023). در این پژوهش، گروه خبرگان شامل اساتید دانشگاه‌های مختلف در رشته‌های مختلف جغرافیا، محیط‌زیست، شهرسازی، برنامه‌ریزی شهری، منابع طبیعی، و نظیر اینها بودند که شناخت نسبی از منطقه ۱۸ شهر تهران داشتند. مراحل انجام تکنیک دلفی به قرار زیر بوده است:

۱- به نظر شما، مهم‌ترین ریسک‌های ناشی از تغییرات کاربری/ پوشش اراضی منطقه ۱۸ کلانشهر تهران کدامند؟

شاخص / معیار	شاخص / معیار
..... -	 -
..... -	 -

۲- لطفاً به هر یک از موارد زیر به‌عنوان ریسک‌های محیطی احتمالی ناشی از تغییرات کاربری/ پوشش اراضی در منطقه ۱۸ کلانشهر تهران از ۰ تا ۱۰ نمره دهید.

شاخص/ معیار	درجه اهمیت	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	۰
.....												
.....												

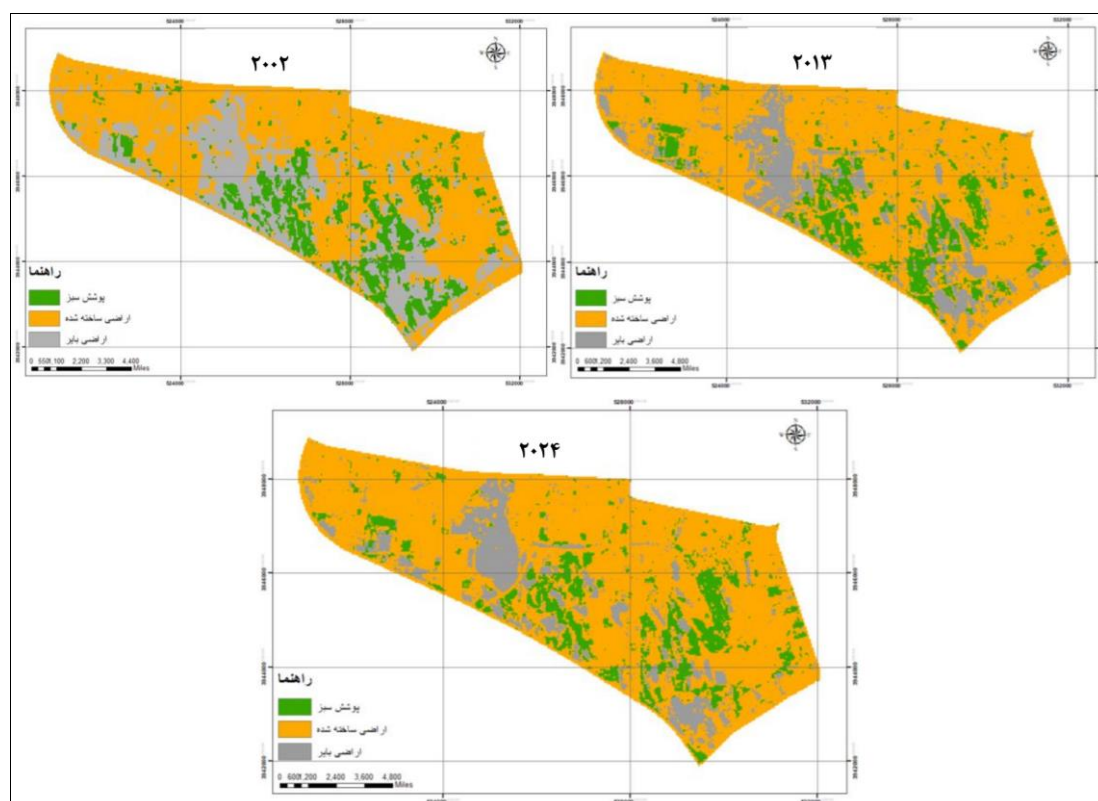
۳- طبقه‌بندی و احصاء فراوانی‌ها، میانگین‌ها و واریانس‌های ریسک‌های محیطی در محدوده مورد مطالعه

بعد	شاخص/ معیار	فراوانی	میانگین	واریانس	انحراف معیار
.....					
.....					

نتایج

الف) آشکارسازی تغییرات کاربری/ پوشش اراضی

نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که بر اساس محاسبات انجام شده، پوشش سبز به ترتیب از ۱۴,۴۹ درصد در سال ۲۰۰۲ (۵,۴۱ هکتار)، به ۱۳,۳۰ درصد در سال ۲۰۱۳ (۴,۹۶ هکتار) و ۱۳,۰۵ درصد در سال ۲۰۲۴ (۱۳ هکتار) کاهش پیدا کرده است. نتایج همچنین نشان داد که محدوده اراضی ساخته شده از ۵۹,۹۸ درصد در سال ۲۰۰۲ (۲۲,۴ هکتار)، به ۷۰,۴۰ درصد در سال ۲۰۱۳ (۲۶,۳ هکتار) و ۷۲,۹۹ درصد در سال ۲۰۲۴ (۲۷,۳ هکتار)، افزایش یافته است. نتایج همچنین نشان می‌دهد که محدوده اراضی بایر در سال ۲۰۰۲، برابر با ۲۵,۵۳ درصد (۹,۵۳ هکتار) از وسعت منطقه بوده، در سال ۲۰۱۳ به ۱۶,۸۹ درصد (۶,۱ هکتار) و در سال ۲۰۲۴، به ۱۳,۹۵ درصد (۵,۲ هکتار) کاهش پیدا کرده است. در جدول ۲ و اشکال ۲ و ۳، روند تغییرات کاربری/ پوشش اراضی در منطقه مورد مطالعه نشان داده شده است.



شکل ۲. نقشه تغییرات کاربری/ پوشش اراضی در محدوده مورد مطالعه طی سال‌های ۲۰۲۴ و ۲۰۱۳، ۲۰۰۲

جدول ۲. مساحت انواع کاربری / پوشش اراضی

انواع کاربری‌ها	مساحت (۲۰۰۲)		مساحت (۲۰۱۳)		مساحت (۲۰۲۴)		تفاضل مساحت کاربری‌ها (۲۰۰۲-۲۰۱۳)	تفاضل مساحت کاربری‌ها (۲۰۱۳-۲۰۲۴)
	هکتار	درصد	هکتار	درصد	هکتار	درصد	هکتار	درصد
پوشش سبز	۵/۴۱۱۷	۱۴/۴۹۰۹	۴/۹۶۸	۱۳/۳۰۲۸	۴/۸۷۴۴	۱۳/۰۵۲۱	۰/۴۴۳۷	۰/۰۹۳۶
اراضی ساخته شده	۳۲/۴۰۰۱	۵۹/۹۸۰۷	۲۶/۲۹۱۷	۷۰/۴۰۱۲	۲۷/۲۶۱	۷۲/۹۹۶۷	۳/۸۹۱۶	۰/۹۶۹۳
اراضی بایر	۹/۵۳۳۷	۲۵/۵۲۸۳	۶/۰۸۵۸	۱۶۰/۸۹۱۶	۵/۲۱۰۱	۱۳/۹۵۱۰	۳/۴۴۷۹	۰/۸۷۵۷
جمع کل	۳۷/۳۴۵۵	۱۰۰	۳۷/۳۴۵۵	۱۰۰	۳۷/۳۴۵۵	۱۰۰	.	.

راهنما: روند افزایشی ، روند کاهشی



شکل ۳. روند تغییرات کاربری / پوشش اراضی به تفکیک دوره های مختلف در منطقه مورد مطالعه

ب) ریسک های محیطی تغییرات کاربری / پوشش اراضی

برای تحلیل دلایل تغییرات کاربری / پوشش اراضی از سال ۲۰۰۲ تا ۲۰۲۴ و کاهش پوشش سبز (که منجر به ناپایداری می شود)، مصاحبه هایی با گروه خبرگان با استفاده از تکنیک دلفی انجام شد. سپس داده های استخراج شده به ریسک های محیط طبیعی و محیط انسانی طبقه بندی شدند. نتایج مطالعه نشان داد که ریسک های محیط انسانی (با میانگین ۳/۸۹) بیشتر از ریسک های محیط طبیعی (با میانگین ۳/۶۵) خواهد بود. همچنین تخریب اکوسیستم ها به دلیل توسعه ساخت و سازها (با میانگین ۴/۵۶)، سست شدن خاک و افزایش میزان فرونشست زمین (با میانگین ۴/۵۳)، کاهش خدمات اکوسیستمی (با میانگین ۴/۵۳)، کاهش امنیت غذایی به دلیل گسترش ساخت و سازهای مسکونی، تجاری و صنعتی (با میانگین ۴/۴۲)، و افزایش بحران های ناگهانی محیط زیستی (مانند طوفان، زلزله، سیل و ...) (با میانگین ۴/۴۰)، بالاترین ریسک ها در این زمینه خواهد بود. در مجموع، میانگین کلی ریسک در سطح محدوده مورد مطالعه، با میانگین ۳/۷۴ و در حد بالا خواهد بود (جدول ۳).

جدول ۳. میانگین ریسک های مختلف محیطی ناشی از تغییرات کاربری / پوشش اراضی در منطقه ۱۸ کلانشهر تهران

ابعاد	میانگین ابعاد	شاخص / معیار	فراوانی	میانگین	شدت ریسک	انحراف معیار	واریانس	رتبه
ریسک های محیط طبیعی	۳/۶۵	افزایش مقدار رواناب و سیلاب شهری	۱۷	۳/۱۱	زیاد	۰/۸۲۶	۰/۳۳۷	۲۱
		تغییر رژیم آب های سطحی و کاهش مخازن سفره های آب زیرزمینی	۱۷	۲/۸۶	متوسط	۰/۸۸۶	۰/۶۷۲	۲۵
		تغییر چرخه های بیوژئوشیمیایی	۱۷	۳/۰۴	زیاد	۰/۶۷۳	۰/۵۳۵	۲۲
		افزایش سطح تبخیر آب	۱۷	۳/۱۵	زیاد	۰/۹۰۶	۰/۷۷۱	۱۸
		افزایش سطح فرسایش خاک (و رسوب گذاری و کاهش سطح حاصلخیزی خاک)	۱۷	۴/۱۸	خیلی زیاد	۰/۹۱۲	۰/۸۴۲	۱۰
		سست شدن خاک و افزایش میزان فرونشست زمین	۱۷	۴/۵۳	خیلی زیاد	۰/۶۸۱	۰/۴۴۷	۲

جدول ۳. میانگین ریسک‌های مختلف محیطی ناشی از تغییرات کاربری/ پوشش اراضی در منطقه ۱۸ کلانشهر تهران

ابعاد	میانگین ابعاد	شاخص / معیار	فراوانی	میانگین	شدت ریسک	انحراف معیار	واریانس	رتبه
ریسک‌های محیط طبیعی	۳٫۶۵	افزایش تغییرات آب‌وهوایی، مانند رشد جزایر حرارتی	۱۷	۳/۵۵	زیاد	۰/۹۵۰	۰/۷۶۲	۱۶
		افزایش عدم تعادل و ناپایداری در شبکه‌های اکولوژیکی	۱۷	۴/۳۹	خیلی‌زیاد	۰/۸۲۰	۰/۵۹۷	۶
		کاهش سطح فضاهای باز و خالی شهری	۱۷	۴/۱۹	خیلی‌زیاد	۰/۸۳۲	۰/۶۵۶	۹
		کاهش خدمات اکوسیستمی	۱۷	۴/۴۷	خیلی‌زیاد	۰/۵۹۲	۰/۳۴۲	۳
		اختلال در منظر و مطلوبیت محیطی	۱۷	۳/۱۶	زیاد	۰/۹۰۲	۰/۷۷۶	۱۷
		افزایش بحران‌های ناگهانی محیط‌زیستی (مانند طوفان، زلزله، سیل و...)	۱۷	۴/۴۰	خیلی‌زیاد	۰/۷۶۹	۰/۴۵۸	۵
		کاهش سطح تاب‌آوری محیط طبیعی	۱۷	۴/۰۳	خیلی‌زیاد	۰/۵۴۶	۰/۴۲۳	۱۳
		تخریب اکوسیستم‌ها و کاهش تنوع زیستی و ژنتیکی	۱۷	۳/۱۴	زیاد	۰/۵۸۷	۰/۳۹۸	۱۹
		رشد آفات به دلیل کاشت گونه‌های غیربومی	۱۷	۲/۹۹	متوسط	۰/۷۳۱	۰/۶۰۰	۲۳
		تغییر شبکه‌های غذایی	۱۷	۳/۱۲	زیاد	۰/۸۶۰	۰/۵۸۴	۲۰
ریسک‌های محیط انسانی	۳٫۸۹	تهدید سلامت انسان	۱۷	۳/۹۷	زیاد	۰/۹۵۶	۰/۶۷۳	۱۵
		استقرار کاربری‌ها در مناطق حساس با خطرات طبیعی، مانند گسل‌ها، دره‌ها و غیره	۱۷	۴/۳۱	خیلی‌زیاد	۰/۴۹۹	۰/۵۹۳	۸
		افزایش سطح آلودگی محیطی (آب، خاک، هوا، بصری، صوتی و نوری)	۱۷	۴/۱۴	خیلی‌زیاد	۰/۶۸۲	۰/۴۴۹	۱۱
		رشد فعالیت‌های صنعتی و معدنی	۱۷	۴/۳۳	خیلی‌زیاد	۰/۷۸۴	۰/۵۶۳	۷
		افزایش حجم زباله‌های شهری	۱۷	۴/۰۷	خیلی‌زیاد	۰/۴۵۳	۰/۶۹۴	۱۲
		کاهش سطح تاب‌آوری محیط انسانی	۱۷	۴/۰۲	خیلی‌زیاد	۰/۸۲۰	۰/۳۳۹	۱۴
		توسعه خطوط برق فشار قوی	۱۷	۲/۸۹	متوسط	۰/۸۲۵	۰/۶۳۷	۲۴
		تخریب اکوسیستم‌ها به دلیل توسعه ساخت‌وسازها	۱۷	۴/۵۶	خیلی‌زیاد	۰/۶۸۱	۰/۳۸۰	۱
		کاهش امنیت غذایی به دلیل گسترش ساخت‌وسازهای مسکونی، تجاری و صنعتی	۱۷	۴/۴۲	خیلی‌زیاد	۰/۹۱۲	۰/۲۹۶	۴
		کاهش جاذبه‌های گردشگری	۱۷	۲/۱۷	متوسط	۰/۷۲۳	۰/۵۳۲	۲۶
میانگین			۱۷	۳/۷۴	زیاد	۰/۷۶۲	۰/۵۵۱	-

بحث

این پژوهش با هدف آشکارسازی تغییرات کاربری/ پوشش اراضی در دوره زمانی ۲۰۰۲، ۲۰۱۳ و ۲۰۲۴ و شناسایی ریسک‌های محیطی احتمالی ناشی از این تغییرات انجام شده است. نتایج پژوهش نشان داد که در دوره‌های زمانی مورد مطالعه، فضاهای ساخته‌شده و بایر روند افزایشی داشته و از وسعت پوشش سبز کاسته شده است. این تغییرات، گویای روند ناپایداری در سطح منطقه مورد مطالعه است. به‌طوری‌که بارگذاری بیش از حد بر روی زمین و تغییرات بی‌رویه کاربری/ پوشش اراضی، می‌تواند ریسک‌ها و پیامدهای منفی متعددی در سطح منطقه به همراه داشته باشد. از مهمترین دلایل تغییرات کاربری/ پوشش اراضی در سطح منطقه، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- وجود فضاهای بایر و خالی و مهیا بودن بستر برای رشد ساخت‌وسازها: منطقه ۱۸ کلانشهر تهران در جنوب‌غرب این شهر واقع شده و یکی از محدوده‌هایی است که بیشترین وسعت فضاهای بایر و خالی شهر تهران را دارا است. از این رو، این منطقه، فضای مناسبی برای هجوم سرمایه‌داران و رشد ساخت‌وساز بوده و باعث رشد بی‌رویه ساخت‌وسازها در این منطقه شده است.
- تراکم‌فروشی گسترده از سوی شهرداری منطقه: بدون تردید، مهم‌ترین درآمد شهرداری‌ها در ایران، به‌ویژه در شهر تهران، از تراکم‌فروشی و عوارض ساختمانی است. در منطقه ۱۸ (همانند سایر مناطق ۲۲گانه پایتخت)، به دلیل بالا بودن ارزش فضا از یکسو و محدودیت منابع مالی شهرداری‌ها از سوی دیگر، تراکم‌سازی و ساخت‌وسازهای مسکونی، صنعتی و تجاری، رشد گسترده و بی‌سابقه‌ای داشته و این موضوع، فشار روزافزونی بر محیط‌زیست و اکوسیستم این منطقه وارد کرده است.
- مهاجرت‌های گسترده به منطقه: منطقه ۱۸ تهران در سال ۱۳۵۹ به عنوان منطقه جدید به شهر تهران الحاق گردیده است. هسته اولیه منطقه ۱۸، روستایی بود به نام یافت‌آباد که با گسترش مهاجرت، توسعه و رشد یافته است و اغلب کاربری‌های آن

قبل از توسعه شهری و ساخت و ساز، کشاورزی بوده است. براساس داده‌های مرکز آمار ایران، تراکم جمعیت منطقه ۱۸ برابر با ۱۱۷ نفر در هکتار محاسبه می‌گردد. جمعیت منطقه در سال ۱۳۷۵، برابر با ۲۹۶۲۴۳ نفر بود که در سال ۱۳۸۵ به ۳۲۷۴۵۲ نفر، در سال ۱۳۹۰ به ۳۹۱۳۶۸ نفر، و در سال ۱۳۹۵ به ۴۱۹۸۸۲ نفر افزایش پیدا کرد (مرکز آمار ایران، سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۵). بر اساس آمارهای شهرداری منطقه ۱۸، جمعیت منطقه هم‌اکنون معادل ۴۴۴۸۸۶ نفر (۱۳۰۴۰۵ خانوار) است (سایت شهرداری منطقه ۱۸ شهر تهران، ۱۴۰۳). نرخ رشد جمعیت منطقه در سال ۸۵-۱۳۷۵ برابر با ۱۰۱، در سال ۸۵-۱۳۹۰ معادل ۱۸، و در سال ۹۵-۱۳۹۰ برابر با ۰،۷۱ بوده است. از کل جمعیت منطقه، در سال ۱۳۸۵، ۲۱۴۷۴ مهاجر وارد منطقه شده است، این رقم در سال ۱۳۹۰، معادل ۱۶۷۳۹ مهاجر و در سال ۱۳۹۵، برابر با ۱۸۹۴۳ نفر بوده است (مرکز آمار ایران، سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۵). ارقام یاد شده نشان می‌دهد که رشد جمعیت و مهاجرت در منطقه، هر سال در حال افزایش بوده و این موضوع می‌تواند منجر به افزایش ساخت‌وسازها و ناپایداری در سطح منطقه گردد.

- تأکید طرح جامع شهر تهران بر رشد آتی شهر تهران در این محدوده: وجود محدودیت‌های طبیعی در نقاط مختلف شهر تهران؛ اعم از رشته‌کوه‌های البرز در شمال و شمال شرق، کوه‌های بی‌بی‌شهربانو در جنوب شرق، و کویر قم در جنوب، تنها محدوده مناسب برای توسعه آتی شهر تهران، غرب و جنوب غرب شهر تهران است که از شرایط جغرافیایی مناسبی برای توسعه برخوردار است. این موضوع، در طرح جامع شهر تهران نیز مورد تأکید قرار گرفته شده است که به دلیل مسطح بودن مناطق ۱۸، ۲۱ و ۲۲، و نبود موانع جغرافیایی (اعم از ناهمواری، کوه، دره و...)، توسعه کالبدی شهر در این محدوده باید اتفاق بیفتد (شهرداری تهران، ۱۳۸۶). این موضوع نیز باعث بارگذاری بیش‌ازحد در این مناطق و تخریب اکوسیستم و منابع طبیعی شده است.

- وجود واحدهای صنعتی و کارگاهی، و جذب نیروی کار برای فعالیت در منطقه: محدوده غرب و جنوب‌غرب شهر تهران، از جمله محدوده‌های مهم استقرار صنایع و کارخانه‌های شهرستان تهران محسوب می‌شوند. در طرح جامع شهر تهران نیز این محدوده، به‌عنوان مرکز استقرار صنایع و کارخانه‌ها تعریف شده است. هم‌اکنون نیز بسیاری از کارخانه‌ها و صنایع شهر تهران، اعم از شرکت‌های ساختمانی، فولاد، آهن‌آلات، تأسیسات خانگی، سیمانی، مبل‌مان، مرکز خرید و فروش پرندگان زینتی، و نظیر اینها در این منطقه واقع شده‌اند. بازار آهن شادآباد، بازار مبل شهرک ولیعصر و یافت‌آباد و غیره، از جمله این محدوده‌های کارگاهی و تولیدی هستند. صنایع و کارخانه‌ها یاد شده، بستر مناسبی برای جذب نیروی کار فراهم کرده و مهاجران زیادی از نقاط مختلف استان و کشور، برای اشتغال و سکونت به این منطقه آمده‌اند.

- واقع شدن در محدوده شریان‌های ارتباطی مختلف بین کلان‌شهرهای تهران و کرج: منطقه ۱۸ شهر تهران، به دلیل واقع شدن در حاشیه شهر، در مجاورت شریان‌های ارتباطی متعددی واقع شده است که از جمله آن‌ها می‌توان به آزادراه تهران-ساوه، بزرگراه آزادگان، بزرگراه آیت‌الله سعیدی، بزرگراه متوسلیان، جاده اسلامشهر-احمدآباد، خط راه‌آهن تهران-تبریز، خط‌آهن قطار حومه‌ای تهران-کرج، بزرگراه شهید کاظمی، بزرگراه باغستان، فرودگاه مهرآباد، و همچنین نزدیکی به آزادراه تهران-کرج، بزرگراه مخصوص کرج، بزرگراه شهید لشگری (فتح)، بزرگراه شهید قاسم سلیمانی، و ... اشاره نمود. بدون تردید، راه‌های ارتباطی از عوامل موثر در رشد ساخت‌وسازهای مسکونی، صنعتی و خدماتی محسوب می‌شود و این منطقه به دلیل برخورداری از شریان‌های ارتباطی متعدد (در مقیاس‌های مختلف کلانشهری، استانی، ملی و بین‌المللی)، با رشد سریع ساخت‌وساز مواجه بوده است.

- ضعف و نارسایی پاره‌ای از قوانین و آیین‌نامه‌ها: یکی دیگر از عوامل تأثیرگذار در رشد ساخت‌وسازها در منطقه ۱۸ کلانشهر تهران، ضعف و نارسایی پاره‌ای از قوانین و آیین‌نامه‌ها است. به عنوان مثال، بر اساس کمیسیون ماده قانون ۱۰۰ شهرداری‌ها، در صورت ساخت غیرمجاز، شهرداری‌ها تنها به دریافت جریمه بسنده کرده و می‌توانند آن واحدهای ساخته‌شده را تخریب نکنند. در حالی که این قانون و امثال این قوانین، اجازه ساخت‌وسازهای بی‌رویه و تخریب منابع طبیعی و اکوسیستم منطقه را فراهم کرده‌اند (شهرداری تهران، ۱۳۸۲).

- نبود سازوکارهای نظارتی مؤثر: طبق آمار ارائه شده از سوی شورای شهر تهران (۱۴۰۳)، بیشترین ساخت‌وسازهای غیرمجاز

شهر تهران، مربوط به منطقه ۱۸ شهر تهران است. متأسفانه یکی از دلایل رشد سریع ساخت‌وسازها در منطقه ۱۸ شهر تهران، نبود سازوکارهای نظارتی بوده و این موضوع باعث آسیب گسترده به محیط‌زیست و اکوسیستم منطقه وارد کرده است. - فقدان مدیریت یکپارچه شهری: یکی دیگر از عوامل تأثیرگذار در روند رشد ساخت‌وسازها در سطح منطقه ۱۸ شهر تهران، نبود مدیریت یکپارچه شهری است. بدین معنی که نبود هماهنگی کافی بین ادارات مختلف شهری (اداره گاز، اداره آب‌وفاضلاب، و ...) باعث رشد بی‌رویه و ناموزون ساخت‌وسازها شده و مسایل مدیریت شهری را دوچندان می‌کند. به عنوان مثال، نبود هماهنگی کافی بین شهرداری و اداره راه‌آهن، باعث گسترش ساخت‌وسازهای غیرمجاز در حریم ریلی راه‌آهن شده و اکنون به یکی از معضلات جدی شهرداری منطقه بدل شده است.

موارد یاد شده، از دلایل عمده افزایش تغییرات کاربری/ پوشش اراضی در محدوده مورد مطالعه بوده و در پژوهش‌های متعددی نیز بر تأثیرگذاری این عوامل بر رشد ساخت‌وسازها تأکید شده است. نگاهی بر پژوهش‌های مختلف، نشان می‌دهد که در بسیاری از آنها بر وجود همبستگی بین مجاورت با شریان‌های ارتباطی و رشد ساخت‌وسازهای بی‌رویه و غیرمجاز تأکید شده است (مشیری، ۱۳۸۹؛ عباسی، ۱۳۹۷؛ زیاری و همکاران، ۱۳۹۵؛ کرمی و همکاران، ۱۳۹۵). بسیاری از پژوهش‌ها همچنین بر تأثیر درآمدزایی شهرداری‌ها از طریق تراکم‌فروشی، و افزایش شدت بارگذاری‌ها و تخریب محیط‌زیست تأکید کرده‌اند (قدمی و خالقی‌نیا، ۱۳۹۳؛ توکلی و همکاران، ۱۳۸۹؛ قدمی و همکاران، ۱۳۹۲؛ شمس‌پویا و همکاران، ۱۳۹۶). در نهایت، در اکثر پژوهش‌های پیشین بر همبستگی ضعیف یک سری از قوانین و آیین‌نامه‌ها و فقدان نظارت مؤثر، و رشد ساخت‌وسازهای بی‌رویه تأکید شده است که از آن جمله بر پژوهش‌های اسکندری عین‌الدین و همکاران (۱۴۰۲)، ضیغمی و همکاران (۱۳۹۶)، اسمعیل‌پور و همکاران (۱۳۹۸)، می‌توان اشاره نمود.

یافته‌ها همچنین نشان داد که تغییرات کاربری/ پوشش اراضی، می‌تواند ریسک‌های مختلفی اعم از افزایش سطح آلودگی‌ها و پسماندها، افزایش سطح فرسایش خاک، عدم تعادل‌های اکولوژیکی، شکل‌گیری تغییرات اقلیم خرد، کاهش حجم آب‌های زیرزمینی، تهدید امنیت غذایی، شکل‌گیری انواع بحران‌های محیطی و نظیر اینها را در سطح منطقه به همراه داشته باشد. باتوجه‌به اینکه از یک‌سو، منطقه بستری برای گسترش صنایع و واحدهای تولیدی متعدد شده و این فضاها می‌توانند آلودگی‌های محیطی متعددی به همراه داشته باشند و از سوی دیگر، هجوم گسترده مهاجران و افراد غریبه که حس تعلق خاصی به هم ندارند و شاخص‌های سرمایه اجتماعی (اعم از مشارکت اجتماعی، اعتماد اجتماعی، نهادهای محلی)، انسجام اجتماعی، امنیت اجتماعی، هویت محله‌ای، و نظیر اینها در پایین‌ترین سطح قرار دارد، لذا منطقه در شرایط مستعد انواع آسیب‌ها و مسائل کالبدی، اجتماعی و فرهنگی بوده و عدم مدیریت و نظارت شایسته بر روند توسعه کالبدی، می‌تواند به سرعت، بحران‌های متعددی را در این منطقه ایجاد کند.

یافته‌ها و نتایج این پژوهش، از آن جهت مهم است که می‌تواند انواع و شدت بروز ریسک‌های محیطی احتمالی را نشان دهد. افزایش میزان تغییرات کاربری/ پوشش اراضی می‌تواند شدت و گستره ریسک‌های محیطی را بیشتر کند؛ لذا مدیران و سیاست‌گذاران، اگر به این موضوع توجه نداشته باشند، در سال‌های آتی، باید شاهد بروز ریسک‌ها و بحران‌های مختلف در سطح منطقه باشند. به لحاظ دانشی، پژوهش حاضر باتوجه‌به اینکه از طریق یک خرد جمعی، به شناسایی انواع ریسک‌های ناشی از تغییرات کاربری/ پوشش اراضی، و بررسی آن در سطح یک منطقه مطالعاتی اقدام کرده است، دارای نوآوری است. به‌منظور پژوهش‌های آتی، موضوعات زیر در راستای این پژوهش پیشنهاد می‌شود: بررسی میزان آسیب‌پذیری نقاط مختلف بافت کالبدی - محیطی منطقه ۱۸ کلان‌شهر تهران؛ برآورد میزان تغییرات کاربری/ پوشش اراضی و سطح آسیب‌پذیری منطقه در دهه‌های پیش‌رو؛ و کاربست سازمانی نهادهای مختلف محلی/ منطقه‌ای/ ملی جهت کنترل تغییرات کاربری/ پوشش اراضی و ریسک‌های محیطی منطقه.

نتیجه‌گیری

به‌منظور کنترل تغییرات کاربری/ پوشش اراضی در سطح محدوده مورد مطالعه، در وهله اول اصلاح قوانین و آیین‌نامه‌های معارض و توسعه سازوکارهای نظارتی، بیش‌ازپیش ضروری است. باتوجه‌به گسترش بی‌رویه ساخت‌وسازهای غیرمجاز در

منطقه، تجدیدنظر در اجرای برخی از ماده‌های قانونی، و همچنین سخت‌گیری در بارگذاری در سطح منطقه، از طریق افزایش تعداد نیروهای پلیس ساختمانی، توسعه دوربین‌های هوشمند جهت کنترل ساخت‌وسازها، و محدودیت در صدور مجوزهای ساخت‌وساز (صنعتی، مسکونی و خدماتی) الزامی است. علاوه بر این، ممنوعیت صدور مجوزهای جدید ساختمانی جهت تراکم‌فروشی و شناسایی منابع مالی جدید برای شهرداری منطقه می‌تواند از تشدید مسائل و تخریب بیش از حد اکوسیستم منطقه جلوگیری کرده و امکان افزایش ریسک‌های محیطی را کاهش دهد. یکی دیگر از راهکارهای مؤثر برای کنترل تغییرات کاربری/ پوشش اراضی و ریسک‌های محیطی، توسعه پوشش سبز در فضاهای خالی و بایر منطقه است تا از یک‌سو از رشد ساخت‌وسازهای بی‌رویه جلوگیری کرده و از سوی دیگر به ترمیم اکوسیستم آسیب‌دیده منطقه کمک کند. در نهایت، توسعه مدیریت یکپارچه شهری به‌منظور و پیشگیری از بروز ناهماهنگی‌های سازمانی و ایجاد وحدت رویه در قبال ساخت‌وسازها، جهت ممانعت از تخریب محیط‌زیست و ناپایداری‌ها الزامی است.

منابع

- اسکندری عین‌الدین، هادی؛ غفاری گیلاتنده، عطا؛ نظم‌فر، حسین (۱۴۰۱). بررسی عوامل اصلی اثرگذار بر بروز تخلفات ساختمانی در ساخت‌وسازهای شهری (مطالعه موردی: شهر بستان‌آباد). *مطالعات علوم محیط‌زیست*، ۸ (۱)، ۵۸۸۳-۵۹۰۰. doi: 10.22034/jess.2022.354131.1837
- اسماعیل‌زاده، حسن؛ شفیع ثابت، ناصر (۱۳۹۲). بررسی تغییرات کاربری اراضی و ناپایداری در اکوسیستم شمال تهران (مطالعه موردی: حوضه آبخیز درکه-ولنجک). *فصلنامه پژوهش‌های دانش زمین*، ۴ (۳)، ۸۳-۱۰۲. doi: 20.1001.1.20088299.1392.4.3. 6.0
- اسمعیل‌پور، نجم؛ هروی، زهرا؛ حیدری‌هامانه، الهام (۱۳۹۸). بررسی علل وقوع تخلفات ساختمانی در شهرهای ایران با تأکید بر نقش شهرداری (مطالعه موردی: محدوده منطقه ۳ شهریزد). *فصلنامه مطالعات شهری*، ۳۱، ۲۹-۱۷. doi: 10.34785/J011.2019. 225
- امیدوار، کمال؛ نارنگی‌فرد، مهدی؛ عباسی، حجت‌الله (۱۳۹۴). آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی و پوشش گیاهی در شهر یاسوج با استفاده از سنجش‌ازدور. *جغرافیا و آمایش شهری و منطقه‌ای*، ۵ (۱۶)، ۱۱۱-۱۲۶. doi: 10.22111/gaij.2015.2166
- برخوردری، جلال؛ زارع مهرجردی، محمدرضا؛ خسروشاهی، محمد (۱۳۸۴). بررسی روند تغییرات پوشش اراضی در حوضه آبخیز سد استقلال میناب با استفاده از RS و GIS. *فصلنامه حفاظت آب‌وخاک*، ۱ (۲)، ۴۷-۳۱. <https://www.sid.ir/paper/455128/fa>
- برژندی، راضیه؛ اسماعیل‌زاده، حسن؛ و سیاح رومیا (۱۳۹۶). تغییرات کاربری اراضی و ناپایداری در دامنه‌های جنوبی اکوسیستم البرز (مطالعه موردی: حوضه آبخیز دارآباد). *فصلنامه علوم محیطی*، ۱۵ (۳)، ۱۳۵-۱۵۲. https://envs.bu.ac.ir/article_97854.html
- پاک‌خصال، الهام؛ اولادی قادیکلایی، جعفر؛ جلیلود حمید؛ اکبری، حسن (۱۴۰۰). آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از داده‌های سنجش‌ازدور (مطالعه موردی: شهر تهران). *جغرافیا و برنامه‌ریزی منطقه‌ای*، ۴ (پیاپی ۴۴)، ۲۸۷-۲۹۸. doi: 10.22034/jgeoq.2021.136722
- توکلی، علیرضا؛ شمشیربند، مصطفی؛ حسین‌پور، سیدعلی (۱۳۸۹). بررسی روند کاهش فضاهای باز شهری در فرایند توسعه شهری با تأکید بر مدیریت بحران، نمونه موردی: کلانشهر تهران. *آرمانشهر*، ۵، ۱۴۱-۱۵۴. https://www.armanshahrjournal.com/article_32661.html
- حیدریان، پیمان؛ رنغن، کاظم؛ ملکی، سعید؛ تقی‌زاده، ایوب (۱۳۹۲). پایش تغییرات کاربری اراضی با استفاده از روش مقایسه پس از طبقه‌بندی تصاویر ماهواره لندست (مطالعه موردی: اراضی شهر تهران). *فصلنامه سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی (کاربرد سنجش‌ازدور و GIS در علوم منابع طبیعی)*، ۴ (۴)، ۱-۱۰. <https://sanad.iau.ir/Journal/girs/Article/903028>
- رهنما، محمدرحیم؛ اجزاشکوهی، محمد؛ عطا، بهنام (۱۳۹۶). آشکارسازی تغییرات کاربری/ پوشش اراضی شهر گنبد کاووس با استفاده از سنجش‌ازدور. *فصلنامه اطلاعات جغرافیایی*، ۲۶ (۱۰۳)، ۱۴۷-۱۶۰. <https://www.sid.ir/paper/253272/fa>
- زیاری، یوسفعلی؛ بندرآباد، علیرضا؛ خیبری، مرضیه (۱۳۹۵). نقش زیر ساخت حمل‌ونقل جاده‌ای بر توسعه اقتصادی منطقه (نمونه موردی: استان اصفهان). *مجموعه مقالات اولین کنفرانس بین‌المللی مهندسی معماری و شهرسازی*، (صص. ۱-۲۸) تهران، ایران. <https://civilica.com/doc/484571>
- سایت USGS (۲۰۰۲). *تصویر ماهواره‌ای ETM+*. <https://earthexplorer.usgs.gov>

- سایت USGS (۲۰۱۳). تصویر ماهواره‌ای L1TP. <https://earthexplorer.usgs.gov>
- سایت USGS (۲۰۲۴). تصویر ماهواره‌ای L1TP. <https://earthexplorer.usgs.gov>
- شمس‌پویا، محمدکاظم (۱۳۹۶). تحلیلی بر برنامه‌های توسعه و سیاست‌های زمین شهری با تأکید بر رویکرد حکمروایی خوب زمین؛ موردپژوهی: کلانشهر تهران. فصلنامه اطلاعات جغرافیایی، ۲۶ (۱۰۴)، ۵۷-۷۶. doi: 10.22131/sepehr.2018.30518
- شهرداری تهران (۱۳۸۲). قانون شهرداری‌ها و شوراهای اسلامی شهر و روستا. تهران: وزارت کشور. <https://rc.majlis.ir/fa/law/show/92681>
- شهرداری تهران (۱۳۸۶). طرح جامع شهر تهران. تهران: معاونت شهرسازی و معماری.
- شهرداری منطقه ۱۸ تهران (۱۴۰۳). شناسنامه منطقه ۱۸ شهر تهران، سایت شهرداری منطقه. <https://region18.tehran.ir>
- ضیغمی، احسان‌الله؛ جواهری بارفروشی، مائده؛ طاهری امیری، محمدجواد (۱۳۹۶). بررسی دشواری‌های نظارت پروژه‌های عمرانی در سیستم نظارتی کشور ایران با استفاده از روش FMEA و ارائه راهکار در جهت بهبود آن. فصلنامه مدیریت ساخت ۲ (۲)، ۳۷-۴۲. https://www.jecm.ir/article_156596.html
- عباسی، مهدی (۱۳۹۷). نقش زیرساخت‌ها در توسعه منطقه‌ای. مجموعه مقالات سومین کنفرانس سالانه پژوهش‌های معماری، (صص. ۱-۱۵). <https://civilica.com/doc/651033>
- قدمی، مصطفی؛ خالقی‌نیا، کوکب (۱۳۹۳). بررسی تأثیرات درآمد ناشی از فروش تراکم بر ساختار فضایی کلانشهر تهران. فصلنامه برنامه‌ریزی منطقه‌ای، ۴ (۴)، ۶۵-۸۰. <https://sanad.iau.ir/fa/Article/1155820>
- قدمی، مصطفی؛ لطفی، صدیقه؛ خالقی‌نیا، کوکب (۱۳۹۲). بررسی تأثیر سیاست‌های فضایی بر ساختار فضایی شهری با تأکید بر تراکم ساختمانی مطالعه موردی: شهر تهران. فصلنامه مطالعات شهری، ۸ (۱)، ۸۹-۱۰۳. https://urbstudies.uok.ac.ir/article_5568.html
- کریمی، سروش؛ فخرایی، عباس؛ امیدقانع، روح‌الله (۱۳۹۵). ارزیابی دوره‌های برنامه‌ریزی توسعه و عمران شهر مشهد با استفاده از مؤلفه‌های رشد هوشمند. فصلنامه جغرافیا و توسعه، ۴۵ (۴)، ۴۱-۶۶. doi: 10.22111/gdij.2016.2922
- کریمی، جمیله؛ صیادی، سعید؛ پورکیانی، مسعود؛ سلاجقه، سنجر؛ عرب‌پور، علیرضا (۱۴۰۲). بررسی مولفه‌های مؤثر بر توسعه منابع انسانی در حوزه رفاه اجتماعی با رویکرد تکنیک دلفی. فصلنامه علوم پزشکی صدر، ۱۱ (۳)، ۲۷۷-۲۹۲. doi: 10.30476/smsj.2023.97412.1379
- لطیفی، هومن؛ اولادی، جعفر؛ سارویی، سعید؛ جلیلود، حمید (۱۳۸۶). ارزیابی قابلیت داده‌های ماهواره ای ETM+ جهت تهیه نقشه طبقات پوشش جنگل، اراضی درختچه و مرتع، مطالعه موردی حوضه نکا - ظالم رود. فصلنامه علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۱ (۲)، ۴۳۹-۴۴۷. <https://civilica.com/doc/1205003>
- مرکز آمار ایران (۱۳۷۵). نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن، اطلاعات جمعیتی منطقه ۱۸ کلانشهر تهران.
- مرکز آمار ایران (۱۳۸۵). نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن، اطلاعات جمعیتی منطقه ۱۸ کلانشهر تهران.
- مرکز آمار ایران (۱۳۹۰). نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن، اطلاعات جمعیتی منطقه ۱۸ کلانشهر تهران.
- مرکز آمار ایران (۱۳۹۵). نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن، اطلاعات جمعیتی منطقه ۱۸ کلانشهر تهران.
- مشیری، شهریار (۱۳۸۹). کنترل و هدایت ساخت و ساز شهری؛ طراحی نظام کارآمد. نشریه هویت شهر، ۵ (۷)، ۲۳-۳۰. doi: 20.1001.1.17359562.1389.4.7.3.8

References

- Abbasi, M. (2018). The Role of Infrastructure in Regional Development. *Third Annual Conference on Architectural Research*, 1-15. <https://civilica.com/doc/651033>. (In Persian)
- Barjandi, R., Esmailzadeh, H., & Sayah R. (2017). Land use changes and unsustainability in the southern slopes of the Alborz ecosystem (case study: Darabad watershed). *Quarterly Journal of Environmental Sciences*, 15 (3), 135-152. https://envs.sbu.ac.ir/article_97854.html. (In Persian)
- Barkhordari, J., Zareh, M.M., & Khosrowshahi, M. (2005). Study of land cover changes in the watershed of Esteghlal Minab Dam using RS and GIS. *Quarterly Journal of Soil and Water Conservation*, 1 (2), 31-47. <https://www.sid.ir/paper/455128/fa>. (In Persian)
- Bekele, B., Wei, W., Tsegaye, L., Tilahun, M., Girma, T., & Haile Ketema, H (2025). Urban expansion-induced land use land cover changes and the subsequent changes in ecosystem

- service and land surface temperature in the central highland of Ethiopia. *Environmental and Sustainability Indicators*, 26, 100626. doi: 10.1016/j.indic.2025.100626.
- Devkota, P.S. Dhakal, S. & Shrestha, U.B. (2023). Land use land cover changes in the major cities of Nepal from 1990 to 2020. *Environmental and Sustainability Indicators*, 17: 100227. doi: 10.1016/j.indic.2023.100227.
- Eskandari E.H., Ghafari, G.A., & Nazmfar, H. (2014). Investigating the main factors affecting the occurrence of construction violations in urban construction (case study: Bostan-Abad city). *Environmental Science Studies*, 8 (1), 5883- 5900. doi: 10.22034/jess.2022.354131.1837. (In Persian)
- Esmailzadeh, H., & Shafie, S.N. (2013). Investigating land use changes and unsustainability in the ecosystem of northern Tehran (Case study: Darakeh-Velenjak watershed). *Journal of Earth Science Research*, 4 (3), 83-102. doi: 20.1001.1.20088299.1392.4.3.6.0. (In Persian)
- Esmailpour, N., Heravi, Z., & Heidarihamaneh, E. (2019). Investigating the causes of construction violations in Iranian cities with emphasis on the role of the municipality (Case study: Shahrzid 3 area). *Quarterly Journal of Urban Studies*, 31, 17-29. doi: 10.34785/J011.2019.225. (In Persian)
- Geospatial World (2003). Map India: a report. *First geospatial world conference*, 28-31 January, New Delhi, India. <http://geospatialmedia.net>.
- Ghadami, M., & Khaleqnia, K. (2014). Investigating the effects of income from the sale of density on the spatial structure of Tehran metropolis. *Quarterly Journal of Regional Planning*, 4 (4), 65-80. <https://sanad.iau.ir/fa/Article/1155820>. (In Persian)
- Ghadami, M., Lotfi, S., & Khaleqnia, K. (2013). Investigating the impact of spatial policies on urban spatial structure with emphasis on building density, case study: Tehran city. *Quarterly Journal of Urban Studies*, 8, 89-103. https://urbstudies.uok.ac.ir/article_5568.html. (In Persian)
- Heydarian, P., Rangzan, K., Maleki, S., & Taghizadeh, A. (2013). Monitoring land use changes using the post-classification comparison method of Landsat satellite images (Case study: Tehran city lands). *Journal of Remote Sensing and Geographic Information Systems in Natural Resources (Application of Remote Sensing and GIS in Natural Resource Sciences)*, 4 (4), 1-10. <https://sanad.iau.ir/Journal/girs/Article/903028>. (In Persian)
- Karami, S., Fakhrai, A., & Omidghaneh, R. (2016). Evaluation of Mashhad city development and construction planning periods using smart growth components. *Quarterly Journal of Geography and Development*, 45, 41-66. doi: 10.22111/gdij.2016.2922. (In Persian)
- Karimi, J., Sayadi, S., Pourkiani, M., Salajqeh, S., & Arabpour, A. (2013). Investigating the factors affecting human resource development in the field of social welfare using the Delphi technique. *Sadra Quarterly Journal of Medical Sciences*, 11 (3), 277-292. doi: 10.30476/smsj.2023.97412.1379. (In Persian)
- Latifi, H., Oladi, J., Saroui, S., & Jalilvand, H. (2007). Evaluating the Capability of ETM+ Satellite Data for Mapping Forest, Shrubland and Rangeland Cover Classes, Case Study of Neka-Zalem Rud Basin. *Quarterly Journal of Agricultural Sciences and Technologies and Natural Resources*, 11 (2), 439-447. <https://civilica.com/doc/1205003>. (In Persian)
- Monteiro, B., Garcia, J., Fernandes, M., & Ribeiro, A. (2024). Prediction of land use/land cover and environmental estimation of carbon stocks in the Atlantic Forest: A study in the state of Sergipe, Brazil. *Cleaner and Circular Bioeconomy*, 9, 100113. doi: 10.1016/j.clcb.2024.100113.
- Moshiri, S (2010). Control and guidance of urban construction; designing an efficient system. *City Identity Journal*, 5 (7), 23-30. doi: 20.1001.1.17359562.1389.4.7.3.8. (In Persian)
- Municipality of District 18 of Tehran (2024). *Identity card of District 18 of Tehran, website of the municipality of the district*. Tehran. <https://region18.tehran.ir>. (In Persian)
- Omidvar, K., Narangifard, M., & Abbasi, H. (2015). Detecting changes in land use and vegetation cover in Yasuj city using remote sensing. *Geography and Urban and Regional Planning*, 5 (16), 111-126. doi: 10.22111/gaij.2015.2166. (In Persian)
- Pakhasal, E., Oladi G.J., Jalilvand, H., & Akbari, H. (2012). Detecting land use changes using remote sensing data (Case study: Tehran city). *Geography and Regional Planning*, 4 (44),

- 287-298. doi: 10.22034/jgeoq.2021.136722. (In Persian)
- Rahnama, M.R., Ajashokouhi, M., & Atta, Behnam (2017). Detecting land use/cover changes in Gonbad Kavous city using remote sensing. *Quarterly Journal of Geographic Information*, 26 (103), 147-160. <https://www.sid.ir/paper/253272/fa>. (In Persian)
- Scholes, J.R., Coetzer, L.K., Matsikaa, R., Coetzee, W.T.B., Ernst, Y., Etale, A., Kubanzaa, S.N., Moyoa, Kh., Nkrumaha, B., Engelbrechta, A.F., Simatele, D.M., & Vogel, H.C. (2023). A Delphi assessment of climate change risks in southern Africa in the 21st century. *Climate Risk Management*, 42, 100566. doi: 10.1016/j.crm.2023.100566.
- Shamspoya, M.K. (2017). An analysis of urban land development programs and policies with emphasis on good land governance approach; Case study: Tehran metropolis. *Quarterly Journal of Geographic Information*, 26 (104), 57-76. doi: 10.22131/sepehr.2018.30518. (In Persian)
- Srivastava, S.K., & Gupta. D.R. (2003). Monitoring of changes in land use/land cover using multi-sensor satellite data, *First Map India Conference*, 9-14. <https://geospatialworld.net/article/monitoring-of-changes-in-land-use-land-cover-using-multi-sensor-satellite-data>.
- Statistical Center of Iran (1996). Results of the General Population and Housing Census, demographic information for District 18 of Tehran Metropolitan Area. (In Persian)
- Statistical Center of Iran (2006). Results of the General Population and Housing Census, Demographic Information for District 18 of Tehran Metropolitan Area. (In Persian)
- Statistical Center of Iran (2011). Results of the General Population and Housing Census, Demographic Information for District 18 of Tehran Metropolitan Area. (In Persian)
- Statistical Center of Iran (2016). Results of the General Population and Housing Census, Demographic Information for District 18 of Tehran Metropolitan Area. (In Persian)
- Tavakoli, A., Shamshirband, M., & Hosseinpour, S.A. (2010). Investigating the trend of decreasing urban open spaces in the urban development process with emphasis on crisis management, case study: Tehran metropolis. *Armanshahr*, 5, 141-154. https://www.armanshahrjournal.com/article_32661.html. (In Persian)
- Tehran Municipality (2003). Law on Municipalities and Islamic City and Village Councils. <https://rc.majlis.ir/fa/law/show/92681>. (In Persian)
- Tehran Municipality (2007). Tehran City Master Plan. Tehran: Deputy of Urban Planning and Architecture. (In Persian)
- USGS website (2002). ETM+ satellite image. <https://earthexplorer.usgs.gov>. (In Persian)
- USGS website (2013). L1TP satellite image. <https://earthexplorer.usgs.gov>. (In Persian)
- USGS website (2024). L1TP satellite image. <https://earthexplorer.usgs.gov>. (In Persian)
- Wright JTC, & Giovinazzo R., A. (2000). Delphi: a support tool for prospective planning. *Caderno de Pesquisas em Administraçao*, 1 (12), 54-65. <https://repositorio.usp.br/item/001173053>
- Zeighami, E., Javaheri-Barforoshi, M., & Taheri-Amiri, M.J. (2017). Investigating the difficulties of monitoring construction projects in the Iranian monitoring system using the FMEA method and providing a solution to improve it. *Quarterly Journal of Construction Management* 2 (2), 37-42. https://www.jecm.ir/article_156596.html. (In Persian)
- Zhang, B., Zhang, G., Fang, H., Wu, Sh., & Li, Ch. (2024). Risk assessment of flash flood under climate and land use and land cover change in Tianshan Mountains, China. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 115, 105019. doi: 10.1016/j.ijdr.2024.105019.
- Ziari, Y.A., Bandarabad, A., & Kheyberli, M. (2016). The Role of Road Transport Infrastructure on regional economic development (Case Study: Isfahan Province). *First International Conference on Architectural and Urban Engineering*, 1-28. Tehran, Iran. <https://civilica.com/doc/484571>. (In Persian)