

Geopolitics of Urban Development and Environmental Sustainability Challenges in the Metropolis of Tehran

Mojtaba Salimi[✉]¹, Mojtaba Jahangiri², Nematollah Nezamivand Chegini³

1. Assistant Professor, Department of Hormoz Studies and Research, Hormoz Research Institute, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran. Email: mojtabasalimi@hormozgan.ac.ir

2. Master of Political Geography, Faculty of Geographical Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran. Email: mjahangiri7878@gmail.com

3. Master of Science in Political Geography, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran. Email: saber.n.chegini@gmail.com

ARTICLE INFO

Abstract

Article type:
Research Paper

Article history:
Received March 2, 2026
Revised April 7, 2026
Accepted June 16, 2026
Published May 15, 2026

Keywords:
Urban Development,
Environmental
Consequences, Air
Quality, Spatial
Inequality, Tehran
Metropolis

This study analyzes the environmental consequences of urban development in Tehran over a 10-year period (2014–2024). Using a descriptive-analytical approach, secondary data from official sources were examined through trend analysis and Pearson correlation. Key findings show a shift from horizontal to vertical development: building permits decreased by 42%, but the share of high-rise buildings increased by 33% to 64%. Air quality improved slightly – clean days rose by 31% to 17 days – yet PM2.5 levels remain 3–4.5 times above global standards. Per capita green space increased by 15% to 6.8 m², but a 26-fold disparity exists across districts (2.9–76.8 m²), revealing severe spatial inequality. Water consumption rose by 9% to 250 litres per day – twice the global average – and the mean annual temperature increased by 5%. Correlation analysis confirms strong links between urban density and environmental degradation. The highest positive correlation was between population density and water consumption (0.71), while the strongest negative correlation was between building density and per capita green space (–0.67). The study concludes that Tehran’s urban development has led to densification, worsening spatial inequalities, and persistent environmental crises. Recommendations include revising urban development plans, equitable distribution of environmental services, water resource management, expanding public transportation, and increasing green spaces in disadvantaged areas.

How to cite: Salimi, M., Jahangiri, M and Nezamivand Chegini, N. (2026). Geopolitics of Urban Development and Environmental Sustainability Challenges in the Metropolis of Tehran. *Geography and Regional Planning*, 16(63).1-24. <https://doi.org/10.22034/jgeoq.2026.582436.4451>



© Author(s) retain the copyright and full publishing rights
DOI: <https://doi.org/10.22034/jgeoq.2026.582436.4451>

Publisher: Qeshm Institute of Higher Education

Introduction

Drawing on Will Durant's observation that "history is a book one must always begin in the middle," this study addresses a central problem in understanding Iranian culture and civilization: why Iranian society often appears insufficiently aligned with the rapid political, social, and cultural transformations of the modern world. Rather than interpreting this condition as resistance to change or a deficit of modernity, the research problematizes such assumptions by focusing on the deep historical experience, distinctive geographical position, and long-term civilizational logic of Iran. The core question is how the duality of geography and culture has contributed to the formation of a specific Iranian cultural trait-resilience-in the face of political, social, economic, and cultural risks, particularly repeated external invasions. By examining this resilience as a product of historical continuity and adaptive cultural reproduction, the study seeks to deepen historical self-awareness of Iranian society and to offer a more nuanced framework for rethinking the polarized debates between tradition and modernity within Iranian intellectual discourse.

Methodology

The research is fundamental in nature. Data are collected through a library-based method, including books, academic journals, and online sources. The methodological approach governing the study is descriptive-analytical. Within the conceptual framework of "geography," "culture," and "resilience," the study seeks to examine and analyze the relationship and interplay between geography and Iranian culture.

Results and Discussion

This study argues that Iranian resilience and civilizational continuity emerge from an organic interconnection between Iranian wisdom, the cultural capacity to absorb external domination, the deep bond between land and identity, and the political organization of space within Iran's unique arid geography. Iranian wisdom-rooted in historical experience, geography, language, literature, and philosophy-has functioned as a key adaptive mechanism, enabling society to endure foreign invasions not through passive

resistance but through cultural digestion and selective appropriation, as seen in the historical transformation of conquerors such as Arabs, Turks, and Mongols within Iranian cultural frameworks. The intimate linkage between land, religion, identity, and historical memory has further reinforced a powerful sense of territorial continuity, while chronic water scarcity and environmental constraints have shaped collective cooperation, strong governance structures, and a cautious attitude toward rapid change. Together, these factors have produced a distinctive worldview that prioritizes continuity, balance, and long-term adaptation over abrupt transformation. Consequently, modernity-like earlier external influences-is not rejected but gradually absorbed and rearticulated within Iran's deep civilizational foundations, rendering simplistic binaries of tradition versus modernity analytically insufficient for understanding Iranian society.

Conclusion

Arriving at divergent conclusions from the same data is largely rooted in the interpretive lenses and methodological orientations adopted by researchers, often shaped by external intellectual frameworks, a dynamic clearly evident in the present study. When identical findings are interpreted through orientalist perspectives-such as theories of Oriental Despotism or the Asiatic Mode of Production-Iran's arid geography, recurrent foreign invasions, and resulting insecurity are taken to explain a rigid resistance to political, social, and cultural change and an alleged incapacity to accommodate modernity. This research, however, advances an alternative reading: these same historical and geographical conditions have cultivated a culturally embedded prudence toward rapid structural change, grounded in religious worldviews, agrarian and pastoral modes of life, and a long experience of negotiating a harsh natural environment. Rather than signaling stagnation, this orientation has enabled Iranian society to approach transformation with patience and deliberation, repeatedly absorbing and reconstituting external cultures within its own deep civilizational matrix. Like the Persian carpet-whose beauty intensifies through wear and washing-Iranian civilization has historically

renewed itself through crisis, drawing creative strength from pressure and adversity. From the engineering and social ingenuity of qanat systems to artistic and cultural production that achieves global significance precisely by remaining faithful to local authenticity,

Ethical considerations

Following the principles of research ethics

The authors have observed the principles of ethics in conducting and publishing this scientific research, and this is confirmed by all of them.

Data Availability Statement

Data available on request from the authors.

Acknowledgements

First author: Preparation of samples, conducting experiments and collecting data, performing calculations, statistical analysis of data, analysis and interpretation of information and results, preparing a draft of the article.

Second author: Preparation of samples, conducting experiments and collecting data, performing calculations, statistical analysis of data, analysis and interpretation

Iranian resilience is best understood as adaptive compatibility with the Iranian plateau's geography, producing a form of universality that emerges from depth rather than imitation.

of information and results, preparing a draft of the article.

Third author: Preparation of samples, conducting experiments and collecting data, performing calculations, statistical analysis of data, analysis and interpretation of information and results, preparing a draft of the article.

Ethical Considerations

The authors affirm that they have adhered to ethical research practices, avoiding plagiarism, misconduct, data fabrication or falsification, and have provided their consent for this article's publication.

Funding

This research was conducted without any financial support from Payam Noor University.

Conflict of Interest

The authors declare no conflict of interest



انجمن ژئوپلیتیک ایران

فصلنامه جغرافیا و برنامه ریزی منطقه‌ای

شاپا چاپی: ۶۴۶۲-۲۲۲۸ شاپا الکترونیکی: ۲۱۱۲-۲۷۸۳

Homepage: <https://www.jgeoqeshm.ir/>



ژئوپلیتیک توسعه شهری و چالش‌های پایداری محیط‌زیست در کلان‌شهر تهران

مجتبی سلیمی^۱✉، مجتبی جهانگیری^۲، نعمت اله نظامیوند چگینی^۳

۱. استادیار گروه مطالعات و تحقیقات هرمز، پژوهشکده هرمز، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران. رایانامه: mojtbasalimi@hormozgan.ac.ir

۲. کارشناسی ارشد جغرافیای سیاسی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران. رایانامه: mjahangiri7878@gmail.com

۳. کارشناس ارشد جغرافیای سیاسی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران. رایانامه: saber.n.chegini@gmail.com

چکیده	اطلاعات مقاله
این پژوهش به تحلیل پیامدهای زیست‌محیطی توسعه شهری تهران در بازه ۱۳۹۳ تا ۱۴۰۳ پرداخته است. با استفاده از داده‌های ثانویه و تحلیل روند، نشان داده شد که الگوی توسعه از افقی به عمودی تغییر کرده است: تعداد پروانه‌های ساختمانی ۴۲ درصد کاهش یافت، اما سهم ساختمان‌های بلندمرتبه ۳۳ درصد افزایش یافت (۶۴ درصد). کیفیت هوا اندکی بهبود داشته (افزایش روزهای پاک به ۱۷ روز)، ولی غلظت PM2.5 همچنان ۳ تا ۴.۵ برابر استاندارد جهانی است. سرانه فضای سبز به ۶.۸ مترمربع رسید، اما اختلاف ۲۶ برابری بین مناطق نشان‌دهنده نابرابری شدید است. مصرف سرانه آب ۹ درصد افزایش یافت (۲۵۰ لیتر در روز، دو برابر میانگین جهانی) و دما ۵ درصد افزایش نشان داد. همبستگی مثبت قوی بین تراکم جمعیت و مصرف آب (۰.۷۱) و همبستگی منفی قوی بین تراکم ساختمانی و سرانه فضای سبز (-۰.۶۷) تأییدکننده رابطه تراکم با تخریب محیط‌زیست است. نتیجه‌گیری: توسعه شهری تهران با تراکم‌سازی، نابرابری فضایی و بحران‌های زیست‌محیطی همراه بوده است. توصیه می‌شود طرح‌های توسعه بازنگری، خدمات محیط‌زیستی عادلانه توزیع، منابع آب مدیریت و فضای سبز در مناطق کم‌برخوردار افزایش یابد.	<p>نوع مقاله: مقاله پژوهشی</p> <p>تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۲/۱۱</p> <p>تاریخ بازنگری: ۱۴۰۵/۰۱/۱۸</p> <p>تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۳/۲۵</p> <p>تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۲/۲۵</p> <p>کلیدواژه‌ها: توسعه شهری، پیامدهای زیست‌محیطی، کیفیت هوا، نابرابری فضایی، کلان‌شهر تهران</p>

استناد: سلیمی، مجتبی، جهانگیری، مجتبی و نظامیوند چگینی، نعمت اله. (۱۴۰۵). ژئوپلیتیک توسعه شهری و چالش‌های پایداری

محیط‌زیست در کلان‌شهر تهران. *جغرافیا و برنامه ریزی منطقه‌ای*، ۱۶(۶۳)-۱. ۲۴-۱۶. DOI: 10.22034/jgeoq.2026.582436.4451



© نویسندگان

ناشر: موسسه آموزش عالی قشم

۱. مقدمه

رشد فزاینده شهرنشینی یکی از بارزترین تحولات قرن بیست و یکم به شمار می‌رود که پیامدهای گسترده‌ای در ابعاد اقتصادی، اجتماعی و به‌ویژه زیست‌محیطی به همراه داشته است. بر اساس گزارش‌های سازمان ملل، بیش از نیمی از جمعیت جهان در شهرها سکونت دارند و پیش‌بینی می‌شود این سهم در دهه‌های آینده به‌طور چشمگیری افزایش یابد (UN-Habitat, 2020). این روند، اگرچه فرصت‌هایی برای توسعه اقتصادی فراهم کرده، اما هم‌زمان فشار بی‌سابقه‌ای بر منابع طبیعی و کیفیت محیط‌زیست وارد ساخته است (Grimm et al., 2008). در این میان، کلان‌شهرها به مثابه بازیگرانی ژئوپلیتیکی عمل می‌کنند که کیفیت زیست‌محیطی آن‌ها، با امنیت انسانی، کارایی مدیریت ملی و قدرت نرم کشورها پیوند خورده است (Flint & Taylor, 2018). توسعه شهری شتابان و ناپایدار، به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل تخریب محیط‌زیست شهری شناخته می‌شود. گسترش کالبدی شهرها، افزایش تراکم ساختمانی و تغییر کاربری اراضی، به کاهش سرانه فضای سبز، تشدید آلودگی هوا و افت زیست‌پذیری شهری منجر شده‌اند (Alberti, 2005; Wu, 2014). پژوهش‌ها نشان داده‌اند که الگوی توسعه فضایی شهرها نقش تعیین‌کننده‌ای در شدت پیامدهای زیست‌محیطی دارد (Seto et al., 2012). بحران‌هایی نظیر کمبود آب و آلودگی هوا، نه تنها کیفیت زندگی را کاهش می‌دهند، بلکه با تضعیف سرمایه‌های انسانی و تشدید نابرابری‌های فضایی، جایگاه ژئوپلیتیکی شهر را به مخاطره می‌اندازند (Homer-Dixon, 1999). در کشورهای در حال توسعه، شتاب شهرنشینی معمولاً با ضعف برنامه‌ریزی فضایی همراه بوده و مشکلاتی نظیر آلودگی هوا، کاهش فضاهای سبز و فشار بر منابع آب را تشدید کرده است (McGranahan & Satterthwaite, 2003). آنچه کمتر مورد توجه قرار گرفته، پیوند این مسائل با ژئوپلیتیک شهری است؛ به این معنا که تخریب محیط‌زیست در کلان‌شهرها می‌تواند به تضعیف جایگاه ژئوپلیتیکی آن‌ها، کاهش کارایی مدیریت ملی و بروز تنش‌های اجتماعی منجر شود. کلان‌شهر تهران به‌عنوان بزرگ‌ترین و پرجمعیت‌ترین شهر ایران، نمونه‌ای شاخص از بروز هم‌زمان توسعه شهری شتابان، بحران‌های زیست‌محیطی و چالش‌های ژئوپلیتیکی است. تهران به‌عنوان پایتخت سیاسی-اداری و مهم‌ترین قطب اقتصادی کشور، جایگاه محوری در نظام فضایی و ساختار قدرت ایران دارد (حاتمی‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۶). رشد جمعیت، تمرکز فعالیت‌ها و توسعه کالبدی نامتوازن، فشار قابل‌توجهی بر محیط‌زیست این شهر وارد کرده است. کاهش کیفیت هوا، افت سرانه فضای سبز و افزایش مصرف آب، از مهم‌ترین چالش‌های زیست‌محیطی تهران هستند که امنیت انسانی و کیفیت زندگی را تحت‌تأثیر قرار داده‌اند (رضوانی و شفیعی، ۱۳۹۷). با وجود اجرای برخی سیاست‌ها، شواهد نشان می‌دهد که روند تخریب محیط‌زیست شهری تهران همچنان ادامه دارد (شهرداری تهران، ۱۴۰۲). آنچه مسأله پژوهش حاضر را شکل می‌دهد، پیوند این چالش‌ها با جایگاه ژئوپلیتیکی تهران است. تداوم تخریب محیط‌زیست می‌تواند مؤلفه‌های کلیدی قدرت ملی نظیر امنیت انسانی، کیفیت سرمایه‌های اجتماعی و انسجام فضایی را تضعیف کند. به‌عبارت دیگر، بحران‌های زیست‌محیطی تهران از یک مسأله صرفاً محلی فراتر رفته و به چالشی ژئوپلیتیکی تبدیل شده‌اند.

اگرچه پژوهش‌های متعددی در ایران به بررسی پیامدهای زیست‌محیطی توسعه شهری پرداخته‌اند، اما خلاً مشخصی در تحلیل یکپارچه‌ای وجود دارد که توسعه شهری را به‌عنوان فرایند فضایی-کالبدی، پیامدهای زیست‌محیطی آن و تبعات ژئوپلیتیکی این پیامدها را در چارچوبی نظام‌مند تبیین کند. بر این اساس، مسأله اصلی پژوهش این است که توسعه شهری تهران در دهه اخیر از چه مسیری منجر به تشدید پیامدهای زیست‌محیطی شده و این پیامدها چگونه جایگاه ژئوپلیتیکی کلان‌شهر تهران را تحت‌تأثیر قرار می‌دهند؟ پژوهش حاضر با تکیه بر داده‌های ثانویه رسمی و تحلیل روند ده‌ساله (۱۳۹۳-۱۴۰۳)، می‌کوشد ضمن تبیین پیوند میان توسعه شهری، پیامدهای زیست‌محیطی و ابعاد ژئوپلیتیکی آن، شواهدی تحلیلی برای بهبود سیاست‌گذاری با هدف حراست از جایگاه ژئوپلیتیکی این کلان‌شهر فراهم آورد.

۲. مبانی نظری و پیشینه تحقیق

۲-۱. ژئوپلیتیک: از مقیاس ملی تا مقیاس شهری

ژئوپلیتیک در معنای کلاسیک خود دانشی است که رابطه میان قدرت سیاسی، فضا، قلمرو و کنترل منابع را در مقیاس دولت - ملت تحلیل می‌کند. در این رویکرد، عواملی مانند موقعیت جغرافیایی، مرزها، منابع طبیعی، عمق استراتژیک و ظرفیت‌های سرزمینی، عناصر اصلی قدرت ملی محسوب می‌شوند (حافظ‌نیا، ۱۳۹۰). این نگاه، دولت را بازیگر اصلی و فضا را بستری برای اعمال قدرت می‌داند. اما از دهه‌های پایانی قرن بیستم، با ظهور جهانی‌شدن، انقلاب اطلاعات، رشد شتابان شهرنشینی و افزایش نقش شهرها در شبکه‌های اقتصادی و سیاسی جهانی، ژئوپلیتیک وارد مرحله‌ای جدید شد. در این مرحله، شهرها به‌عنوان واحدهای قدرت مطرح شدند و مفهوم «ژئوپلیتیک شهری» شکل گرفت (Agnew, 2003).

در این چارچوب، شهرها نه تنها محل تجمع جمعیت، بلکه گره‌گاه‌های راهبردی قدرت، امنیت، سرمایه و تصمیم‌گیری هستند. به تعبیر برنر، شهرها «میدان‌های اصلی رقابت‌های سیاسی و اقتصادی» در عصر جهانی‌شدن اند (Brenner, 2004). از این منظر، توسعه شهری یک فرآیند صرفاً فنی یا مهندسی نیست، بلکه برآیند تعامل نیروهای سیاسی، ساختارهای حکمرانی، منطق امنیتی و رقابت‌های فضایی است. بنابراین، تحلیل توسعه شهری بدون توجه به زمینه‌های ژئوپلیتیکی، تحلیلی ناقص و تقلیل‌گرایانه خواهد بود (پاپلی یزدی، ۱۳۹۴).

۲-۲. توسعه شهری: از رشد کمی تا توسعه پایدار

توسعه شهری مفهومی چندبعدی است که ابعاد اقتصادی، اجتماعی، کالبدی، نهادی و محیط‌زیستی را دربر می‌گیرد. در رویکردهای اولیه، توسعه شهری عمدتاً مترادف با رشد کالبدی، افزایش جمعیت، گسترش زیرساخت‌ها و توسعه اقتصادی تلقی می‌شد. این نگاه که ریشه در نظریه‌های رشد اقتصادی دارد، توسعه را فرآیندی خطی و مبتنی بر گسترش فیزیکی می‌دانست (زیاری، ۱۳۹۲).

اما با افزایش مشکلات شهری - از جمله نابرابری فضایی، آلودگی، تراکم، حاشیه‌نشینی و کاهش کیفیت زندگی - نظریه‌پردازان شهری به این نتیجه رسیدند که رشد کمی لزوماً به توسعه واقعی منجر نمی‌شود. در نتیجه، مفهوم توسعه شهری به تدریج به سوی رویکردهای کیفی، عدالت‌محور و پایدار سوق یافت (Pacione, 2009).

در رویکردهای جدید، توسعه شهری مطلوب توسعه‌ای است که:

- عدالت فضایی را تقویت کند
- کیفیت زندگی را ارتقا دهد
- محیط‌زیست را حفظ کند
- تاب‌آوری شهری را افزایش دهد

و میان نیازهای نسل حاضر و آینده تعادل برقرار سازد (Harvey, 2010).

بنابراین، توسعه‌ای که منجر به تخریب محیط‌زیست، تشدید نابرابری یا کاهش تاب‌آوری شود، توسعه‌ای ناپایدار تلقی می‌شود.

۲-۳. تمرکزگرایی فضایی و نقش پایتخت‌ها

پایتخت‌ها در نظام فضایی کشورها جایگاهی ممتاز دارند. تمرکز نهادهای سیاسی، اداری، امنیتی و اقتصادی در پایتخت، موجب تمرکز سرمایه، خدمات پیشرفته و فرصت‌های شغلی می‌شود (سعیدنیا، ۱۳۹۰). این تمرکز، جریان‌های مهاجرتی گسترده‌ای را به سوی پایتخت‌ها ایجاد کرده و رشد شتابان جمعیت و گسترش کالبدی شهر را در پی دارد.

از منظر ژئوپلیتیک، تمرکزگرایی فضایی نتیجه سیاست‌های ملی، ملاحظات امنیتی و منطق کنترل سیاسی است. دولت‌ها معمولاً پایتخت را به‌عنوان مرکز ثقل قدرت تقویت می‌کنند تا انسجام ملی و کنترل سیاسی را حفظ کنند (Agnew, 2003). اما این تمرکز پیامدهایی دارد:

- تشدید نابرابری فضایی
- فشار بر منابع طبیعی
- افزایش آلودگی
- گسترش بی‌رویه شهر
- و شکل‌گیری بحران‌های محیط‌زیستی (Brenner, 2004).

در ایران نیز تهران نمونه بارز تمرکزگرایی فضایی است. پژوهش‌ها نشان می‌دهند که جایگاه سیاسی تهران عامل اصلی تداوم توسعه نامتوازن و فشار بر محیط‌زیست است (مهدوی، ۱۳۹۰؛ شکوئی، ۱۳۸۳).

۲-۴. پایداری محیط‌زیست شهری: مفهوم و ابعاد

پایداری محیط‌زیست شهری به توانایی شهر در حفظ تعادل میان فعالیت‌های انسانی و ظرفیت‌های اکولوژیک اشاره دارد. این مفهوم شامل شاخص‌هایی مانند:

- کیفیت هوا
- مدیریت منابع آب
- حفظ فضاهای سبز
- کاهش آلودگی
- مصرف بهینه انرژی
- مدیریت پسماند
- تاب‌آوری در برابر مخاطرات طبیعی (سعیدنیا، ۱۳۹۰)

در کلان‌شهرهایی مانند تهران، تراکم جمعیت و فعالیت اقتصادی فشار مضاعفی بر محیط‌زیست وارد می‌کند. اگر توسعه شهری بدون توجه به محدودیت‌های اکولوژیک انجام شود، پیامدهایی چون آلودگی هوا، افت منابع آب، تخریب فضاهای سبز و افزایش مخاطرات محیط‌زیستی بروز می‌کند (Beatley, 2011).

نظریه‌های پایداری شهری تأکید دارند که توسعه بدون توجه به ظرفیت‌های طبیعی، نه‌تنها رفاه نسل حاضر را تهدید می‌کند، بلکه حقوق نسل‌های آینده را نیز نقض می‌کند (WCED, 1987).

۲-۵. پیوند ژئوپلیتیک توسعه شهری و پایداری محیط‌زیست

رابطه میان ژئوپلیتیک توسعه شهری و پایداری محیط‌زیست رابطه‌ای علی، ساختاری و دوطرفه است. تصمیمات ژئوپلیتیکی در سطح ملی - از جمله تمرکز فعالیت‌ها، سیاست‌های مهاجرتی، تخصیص منابع و استقرار زیرساخت‌ها - مستقیماً الگوی توسعه فضایی شهرها را شکل می‌دهند (Harvey, 2010).

در بسیاری از کشورها، اولویت‌های سیاسی کوتاه‌مدت بر ملاحظات محیط‌زیستی غلبه می‌کند. در نتیجه، پایتخت‌ها به کانون بحران‌های محیط‌زیستی تبدیل می‌شوند.

در ایران نیز چالش‌های محیط‌زیستی تهران را نمی‌توان صرفاً ناشی از ضعف مدیریت شهری دانست؛ بلکه باید آن‌ها را پیامد منطق ژئوپلیتیک توسعه و تمرکزگرایی فضایی تحلیل کرد (حافظنیا، ۱۳۹۰).

۲-۶. ژئوپلیتیک شهری: پیوند مکان، قدرت و فضا

ژئوپلیتیک شهری به‌عنوان شاخه‌ای نوین از دانش ژئوپلیتیک، بر نقش راهبردی شهرها به‌ویژه کلان‌شهرها در سازمان‌دهی فضا، تولید قدرت و شکل‌دهی به روابط سیاسی تأکید دارد. از این منظر، شهرها صرفاً نقاطی جمعیتی یا کانون‌های اقتصادی نیستند، بلکه بازیگرانی ژئوپلیتیکی محسوب می‌شوند که جایگاه آن‌ها در شبکه قدرت ملی و بین‌المللی، تأثیر مستقیمی بر امنیت، توسعه و هویت کشورها دارد (Taylor, 2013; Flint & Taylor, 2018). در این چارچوب، کلان‌شهرها به‌عنوان کانون‌های ثقل قدرت ملی عمل می‌کنند؛ جایی که تمرکز جمعیت، سرمایه، نهادهای تصمیم‌ساز و زیرساخت‌های حیاتی، آن‌ها را به فضاهایی راهبردی برای تداوم حاکمیت و بازتولید قدرت تبدیل کرده است (Sassen, 2001). پایداری زیست‌محیطی این شهرها، نه فقط یک مسئله مدیریت شهری، بلکه مؤلفه‌ای اساسی برای تداوم کارکردهای ژئوپلیتیکی آن‌ها محسوب می‌شود. هرگونه تهدید یا اختلال در کارکردهای زیستی، اقتصادی و اجتماعی این شهرها، به طور مستقیم امنیت ملی و جایگاه ژئوپلیتیک کشور را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در همین زمینه، پژوهشگران ایرانی نیز بر نقش محوری کلان‌شهر تهران در ساختار قدرت ملی تأکید کرده و آن را به‌عنوان کانون ثقل ژئوپلیتیکی کشور معرفی می‌نمایند (متقی و قربانی‌سپهر، ۱۳۹۸).

۲-۷. امنیت زیست‌محیطی به‌مثابه مؤلفه قدرت ملی

مفهوم امنیت زیست‌محیطی در دهه‌های اخیر به یکی از محورهای اصلی مطالعات ژئوپلیتیک تبدیل شده است. رویکرد سنتی به امنیت که صرفاً بر تهدیدات نظامی تمرکز داشت، با طرح مفاهیمی نظیر "تهدیدات غیرسنتی" و "امنیت انسانی" گسترش یافته و مسائلی همچون تغییرات اقلیمی، کمبود منابع، آلودگی و تخریب محیط‌زیست را در بر گرفته است (Homer-Dixon, 1999; Barnett, 2001). از این منظر، تخریب محیط‌زیست در کلان‌شهرها نه فقط یک بحران محلی، بلکه تهدیدی برای امنیت ملی محسوب می‌شود. به‌تازگی، دانش ژئوپلیتیک در قالب «ژئوپلیتیک زیست‌محیطی» به واکاوی رخدادها و مسائل برخاسته از کشمکش بر سر منابع طبیعی و کمبود آن‌ها پرداخته است؛ به‌گونه‌ای که برهم‌کنشی و درهم‌تنیدگی مفاهیم سیاست، قدرت و محیط زیست از پربسامدترین واژگان واکاوی جستار محیط زیست از دهه ۱۹۸۰ به بعد بوده است (حافظنیا و همکاران، ۱۳۹۸). از این دیدگاه، مناسبات قدرت و زیست‌کره به شدت به هم آمیخته‌اند (حافظنیا و همکاران، ۱۳۹۸).

در این چارچوب، کیفیت محیط‌زیست شهری به‌عنوان یکی از شاخص‌های سنجش تاب‌آوری ملی و کارآمدی ژئوپلیتیکی مطرح می‌شود. کلان‌شهرهایی مانند تهران که با انبوهی از چالش‌های زیست‌محیطی مواجه‌اند، در معرض نوعی "آسیب‌پذیری ژئوپلیتیکی" قرار دارند؛ بدین معنا که تداوم بحران‌های زیست‌محیطی می‌تواند به تدریج کارکردهای حیاتی آن‌ها را مختل کرده و جایگاهشان را در شبکه قدرت ملی تضعیف کند. صادقی‌فر (۱۴۰۳) تأکید می‌کند که در نتیجه سیاست‌های کوتاه‌مدت اقتصادی، دو مفهوم بنیادین زیست‌پایدار و عدالت اجتماعی در پایتخت قربانی شده‌اند (صادقی‌فر، ۱۴۰۳).

۲-۸. توسعه شهری به‌عنوان فرایند فضایی-ژئوپلیتیکی

توسعه شهری در چارچوب ژئوپلیتیک، فراتر از یک فرایند کالبدی یا جمعیتی، به‌عنوان فرایندی فضایی-ژئوپلیتیکی تلقی می‌شود که سازمان فضایی شهر را دگرگون ساخته و بر توزیع قدرت، منابع و فرصت‌ها در سطح ملی تأثیر می‌گذارد. از این منظر، الگوی توسعه شهری (فشرده یا پراکنده، برنامه‌ریزی شده یا خودانگیخته) نه فقط بر مصرف منابع و کیفیت محیط‌زیست، بلکه بر کارایی ژئوپلیتیکی شهر به‌عنوان کانون ثقل قدرت ملی نیز اثر می‌گذارد (Knox & McCarthy, 2012; Pacione, 2009). توسعه

نامتوازن و فاقد برنامه‌ریزی پایدار، ضمن تخریب ظرفیت‌های زیست‌محیطی، می‌تواند به تمرکز آسیب‌پذیری‌ها در بخش‌هایی از شهر منجر شود و از این راه، انسجام فضایی و اجتماعی کلان‌شهر را به‌عنوان پیش‌نیاز کارآمدی ژئوپلیتیک آن تضعیف کند.

۲-۹. محیط‌زیست شهری و توزیع نابرابر آسیب‌پذیری ژئوپلیتیک

یکی از مفاهیم کلیدی در پیوند ژئوپلیتیک و محیط‌زیست شهری، مفهوم "عدالت زیست‌محیطی" و پیوند آن با "نابرابری فضایی" است. مطالعات نشان می‌دهد که پیامدهای زیست‌محیطی توسعه شهری به‌طور یکنواخت در سطح شهر توزیع نمی‌شوند، بلکه در ارتباط با ساختار فضایی شهر، موقعیت محلات، الگوی استقرار فعالیت‌ها و شبکه‌های زیرساختی، شدت و ضعف می‌یابند (Harvey, 1996; Douglas, 2011). محلات کم‌برخوردار شهری، اغلب بیشترین فشارهای زیست‌محیطی و کمترین دسترسی به محیط سالم را تجربه می‌کنند (Bullard, 2005; Soja, 2010).

در پژوهش‌های داخلی، ارزیابی عدالت فضایی در استان تهران نشان می‌دهد که این استان با چالش‌های عدالت فضایی و نابرابری‌های منطقه‌ای متعددی در ابعاد مختلف اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و زیست‌محیطی روبرو است (احمدی و همکاران، ۱۴۰۳). صادقی‌فر (۱۴۰۳) نیز با اشاره به اینکه «تهران امروز نابرابری تولید می‌کند»، نابرابری‌ها را در سه سطح «نابرابری فضایی»، «نابرابری شغلی و اقتصادی» و «بحران رفاه اجتماعی» قابل مشاهده می‌داند و تأکید می‌کند که زیست‌پایدار و عدالت اجتماعی قربانی سیاست‌های کوتاه‌مدت شده‌اند (صادقی‌فر، ۱۴۰۳). این نابرابری فضایی در توزیع مخاطرات زیست‌محیطی، ابعاد ژئوپلیتیک مهمی دارد؛ چراکه می‌تواند به تشدید نارضایتی‌های اجتماعی، تضعیف انسجام ملی و شکل‌گیری تنش‌های فضایی منجر شود.

۲-۱۰. مدل مفهومی محرک- فشار- پیامد (DPSIR) در خوانش ژئوپلیتیک

مدل مفهومی محرک- فشار- پیامد (DPSIR) که توسط سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (OECD, 2012) ارائه شده، چارچوبی نظام‌مند برای تحلیل روابط علی میان نیروهای محرک توسعه، فشارهای وارد بر محیط‌زیست و پیامدهای حاصل از آن فراهم می‌کند. در این پژوهش، این مدل با رویکرد ژئوپلیتیک تلفیق شده است تا بتواند ابعاد امنیتی-سیاسی پیامدهای زیست‌محیطی را نیز پوشش دهد. بر این اساس:

محرک‌ها: رشد جمعیت، تمرکز فعالیت‌های اقتصادی-اداری، افزایش ساخت‌وساز و سیاست‌های تراکم‌فروشی به‌عنوان نیروهای محرک توسعه شهری تهران محسوب می‌شوند که ریشه در تصمیمات فضایی و الگوی حاکم بر برنامه‌ریزی شهری دارند.

فشارها: افزایش تراکم ساختمانی، کاهش فضاها، باز و سبز، افزایش مصرف انرژی و آب، و تشدید تردد وسایل نقلیه، فشارهایی هستند که از محرک‌های توسعه ناشی شده و ظرفیت‌های اکولوژیک شهر را تحت تأثیر قرار می‌دهند.

پیامدها: کاهش سرانه فضای سبز، افت کیفیت هوا (افزایش روزهای ناسالم)، فشار بر منابع آب و کاهش کیفیت زیست‌محیطی، پیامدهای مستقیم این فشارها هستند.

پیامدهای ژئوپلیتیک: در سطحی فراتر، تداوم این پیامدها می‌تواند به تضعیف امنیت انسانی، کاهش کیفیت سرمایه‌های اجتماعی، تشدید نابرابری‌های فضایی، کاهش کارایی مدیریت شهری و در نهایت تضعیف جایگاه ژئوپلیتیک تهران به‌عنوان کانون ثقل قدرت ملی منجر شود.

۲-۱۱. پیوند توسعه شهری و ژئوپلیتیک: از سازمان فضایی تا توزیع قدرت

توسعه شهری در چارچوب ژئوپلیتیک، فراتر از یک فرایند کالبدی یا جمعیتی، به‌عنوان فرایندی فضایی-ژئوپلیتیک تلقی می‌شود که سازمان فضایی شهر را دگرگون ساخته و بر توزیع قدرت، منابع و فرصت‌ها در سطح ملی تأثیر می‌گذارد. جغرافیای شهری مدرن تأکید می‌کند که شیوه و الگوی توسعه شهری (فشرده یا پراکنده، چندمرکزی یا تک‌مرکزی، برنامه‌ریزی‌شده یا

خودانگیزخته) نه فقط بر مصرف منابع و کیفیت محیط‌زیست، بلکه بر کارایی ژئوپلیتیکی شهر به‌عنوان کانون ثقل قدرت ملی نیز اثر می‌گذارد (Knox & McCarthy, 2012; Pacione, 2009).

توسعه شهری نامتوازن و فاقد برنامه‌ریزی پایدار، از یک سو با افزایش تراکم ساختمانی، تغییر کاربری اراضی و حذف فضاهای سبز، ظرفیت‌های اکولوژیک شهر را تضعیف می‌کند (Alberti, 2005; Wu, 2014). از سوی دیگر، از طریق تمرکز آسیب‌پذیری‌ها در بخش‌های خاصی از شهر، به بازتولید نابرابری‌های فضایی و تشدید تنش‌های اجتماعی دامن می‌زند. وزیر راه و شهرسازی نیز اخیراً هشدار داده است که تهران به دلیل بی‌توجهی به طرح‌های کلان و تمرکززدایی، در حال تبدیل به شهری بی‌پناه است و قطعی آب نتیجه توسعه‌های ناپایدار سال‌های گذشته می‌باشد (صادق، ۱۴۰۳). این امر خود انسجام فضایی و اجتماعی کلان‌شهر را به‌عنوان پیش‌نیاز کارآمدی ژئوپلیتیکی آن تضعیف می‌کند.

۳. پیشینه تحقیق

مطالعات بین‌المللی متعددی به بررسی پیامدهای زیست‌محیطی توسعه شهری پرداخته‌اند و اغلب بر پیوند میان شهرنشینی، الگوی فضایی شهر و فشار بر نظام‌های محیط‌زیستی تأکید دارند. این پژوهش‌ها، شهر را به‌عنوان یک سامانه فضایی-اکولوژیک در نظر می‌گیرند که ظرفیت محدودی برای جذب پیامدهای توسعه شتابان دارد.

پاسیونه (۲۰۰۹)، در چارچوب جغرافیای شهری، توسعه شهری را فرایندی فضایی-اجتماعی می‌داند که آثار زیست‌محیطی آن تابعی از الگوی رشد، تراکم و سازمان فضایی شهر است. وی تأکید می‌کند که نادیده‌گرفتن بعد فضایی توسعه شهری، منجر به تحلیل‌های تقلیل‌گرایانه از مسائل محیط‌زیست شهری می‌شود. داگلاس (۲۰۱۱)، با تمرکز بر مفهوم محیط‌زیست شهری، نشان می‌دهد که توسعه نامتوازن شهرها موجب کاهش تاب‌آوری اکولوژیک، تخریب منابع طبیعی و تشدید آلودگی‌های محیطی می‌شود. از دیدگاه وی، محیط‌زیست شهری پدیده‌ای ذاتاً جغرافیایی است که در بستر فضا شکل می‌گیرد.

اسمیت (۲۰۰۱)، شهرها را به‌عنوان کانون تولید مخاطرات زیست‌محیطی معرفی کرده و معتقد است که بخش عمده‌ای از این مخاطرات، نه منشأ طبیعی، بلکه منشأ اجتماعی-فضایی دارند و نتیجه تصمیمات توسعه‌ای و سیاست‌های شهری هستند. مک‌گراناهان و ساترث ویت (۲۰۰۳)، با بررسی شهرهای در حال توسعه، نشان می‌دهند که شهرنشینی شتابان و ضعف برنامه‌ریزی فضایی، منجر به افزایش آلودگی هوا، فشار بر منابع آب و کاهش کیفیت زیست‌محیطی می‌شود. آن‌ها بر لزوم تحلیل رابطه توسعه شهری و محیط‌زیست در چارچوب ساخت فضایی شهر تأکید دارند.

هاوری (۱۹۹۶)، در چارچوب جغرافیای انتقادی، نابرابری‌های فضایی را یکی از پیامدهای اصلی توسعه سرمایه‌دارانه شهری می‌داند که به تمرکز آلودگی‌ها و مخاطرات زیست‌محیطی در محلات خاص منجر می‌شود. سوژا (۲۰۱۰)، با طرح مفهوم عدالت فضایی، نشان می‌دهد که پیامدهای زیست‌محیطی توسعه شهری به‌صورت نابرابر در فضاهای شهری توزیع می‌شوند و این نابرابری‌ها ریشه در ساخت فضایی شهر دارند.

بولارد (۲۰۰۵)، نیز با تمرکز بر عدالت زیست‌محیطی، توسعه شهری ناعادلانه را عامل اصلی تمرکز مخاطرات زیست‌محیطی در مناطق کم‌برخوردار شهری معرفی می‌کند. المکویست و همکاران (۲۰۱۵)، در مطالعه‌ای جامع، تأثیر شهرنشینی بر تنوع زیستی و خدمات اکوسیستمی را بررسی کرده و نشان می‌دهند که توسعه فشرده و کنترل‌نشده شهری، ظرفیت‌های اکولوژیک شهرها را به‌شدت تضعیف می‌کند.

ستو و همکاران (۲۰۱۲)، با تحلیل روند جهانی گسترش شهرها، تأکید می‌کنند که توسعه کالبدی شهرها یکی از مهم‌ترین عوامل تغییر کاربری زمین و تخریب محیط‌زیست در مقیاس جهانی است. وو (۲۰۱۴)، در چارچوب بوم‌شناسی شهری، پایداری شهرها را وابسته به چگونگی تعامل الگوی توسعه فضایی با نظام‌های طبیعی می‌داند و بر ضرورت رویکردهای یکپارچه در تحلیل

توسعه شهری تأکید می‌کند. گریم و همکاران (۲۰۰۸)، شهرها را سامانه‌هایی پویا معرفی می‌کنند که تغییرات آن‌ها تأثیر مستقیمی بر چرخه‌های اکولوژیک، آلودگی و مصرف منابع دارد.

سازمان ملل متحد (۲۰۲۰)، نیز در گزارش شهرهای جهان، توسعه شهری ناپایدار را یکی از مهم‌ترین تهدیدها برای کیفیت محیط‌زیست و زیست‌پذیری شهرها معرفی می‌کند. در مجموع، پیشینه خارجی نشان می‌دهد که تحلیل پیامدهای زیست‌محیطی توسعه شهری، بدون توجه به بعد فضایی، ساخت شهری و نابرابری مکانی، تحلیلی ناقص و تقلیل‌گرایانه خواهد بود. در ایران، بخش قابل توجهی از پژوهش‌ها در حوزه توسعه شهری و محیط‌زیست، در چارچوب جغرافیای شهری و برنامه‌ریزی شهری انجام شده است، اما بسیاری از آن‌ها فاقد تحلیل یکپارچه فضایی-زیست‌محیطی هستند.

زیاری (۱۳۹۶) توسعه شهری را یکی از عوامل اصلی تغییر ساخت فضایی شهرهای ایران می‌داند که پیامدهای زیست‌محیطی آن به‌ویژه در کلان‌شهرها به‌صورت فزاینده‌ای بروز یافته است. شکوئی (۱۳۹۴) محیط‌زیست شهری را نتیجه تعامل نامتوازن انسان و طبیعت در بستر فضاهای شهری دانسته و بر اهمیت تحلیل فضایی در شناخت بحران‌های زیست‌محیطی شهری تأکید می‌کند. رفعیان (۱۳۹۷) در مطالعات خود پیرامون توسعه پایدار شهری نشان می‌دهد که الگوی توسعه کالبدی شهرهای ایران، غالباً بدون توجه به ظرفیت‌های محیطی شکل گرفته و این مسئله به تشدید نابرابری‌های زیست‌محیطی انجامیده است. فریدونی و سعیدی (۱۳۹۸) نشان می‌دهند که آلودگی هوا، تخریب منابع آب و افت کیفیت محیط‌زیست شهری، ارتباط مستقیمی با شدت و الگوی توسعه شهری دارند.

حبیبی (۱۳۹۵) با بررسی نظریه‌های شهر و شهرنشینی، بسیاری از مشکلات محیط‌زیست شهری در ایران را ناشی از انتقال الگوهای توسعه بدون توجه به شرایط جغرافیایی بومی می‌داند. مدنی و همکاران (۱۳۹۴) با بررسی کلان‌شهر تهران، افزایش تراکم ساختمانی را یکی از عوامل اصلی تشدید آلودگی هوا و کاهش فضاهای باز شهری معرفی می‌کنند. صادقی (۱۳۹۷) در پژوهشی آماری، رابطه معناداری بین رشد ساخت‌وساز شهری و کاهش سرانه فضای سبز در کلان‌شهرها گزارش می‌دهد. رحیمی و همکاران (۱۳۹۶) نشان می‌دهند که توسعه کالبدی نامتوازن، فشار مضاعفی بر منابع آب شهری وارد کرده و پایداری زیست‌محیطی شهرها را تهدید می‌کند.

نصیری (۱۳۹۸) با تأکید بر عدالت زیست‌محیطی، توزیع نابرابر پیامدهای آلودگی در محلات شهری را یکی از چالش‌های اصلی توسعه شهری در ایران می‌داند. کاظمی و همکاران (۱۴۰۰) در مطالعه‌ای بر تهران، نتیجه می‌گیرند که الگوی فعلی توسعه شهری با اصول توسعه پایدار و حفاظت محیط‌زیست هم‌راستا نیست.

مرور پیشینه تحقیقات داخلی و خارجی نشان می‌دهد که اگرچه مطالعات متعددی به پیامدهای زیست‌محیطی توسعه شهری پرداخته‌اند، اما خلأ قابل توجهی در تحلیل یکپارچه جغرافیایی این پیامدها وجود دارد. بسیاری از پژوهش‌ها یا بر پیامدهای زیست‌محیطی تمرکز داشته‌اند، یا توسعه شهری را بررسی کرده‌اند، بدون آنکه ارتباط فضایی میان این دو به‌صورت تحلیلی مورد توجه قرار گیرد. پژوهش حاضر با تکیه بر رویکرد جغرافیای شهری، تلاش می‌کند این خلأ را پر کرده و با تمرکز بر بعد فضایی توسعه شهری، چگونگی شکل‌گیری و توزیع پیامدهای زیست‌محیطی را در فضاهای شهری تحلیل کند. بدین ترتیب، این مقاله در امتداد ادبیات موجود، اما با تأکید بر خوانش جغرافیایی محیط‌زیست شهری، جایگاه مفهومی مشخصی برای خود تعریف می‌کند.

پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی و از نظر ماهیت، توصیفی-تحلیلی است. این مطالعه با هدف تبیین پیامدهای زیست‌محیطی توسعه شهری در کلان‌شهر تهران و تولید دانش کاربردی برای برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری محیط‌زیستی طراحی و اجرا شده است. رویکرد اصلی پژوهش، تحلیل محیط‌زیستی مبتنی بر داده‌های ثانویه و تحلیل روند می‌باشد. در این چارچوب، به‌جای استفاده از تحلیل‌های پیچیده مکانی و میدانی پرهزینه، از آمارهای رسمی، شاخص‌های محیط‌زیستی و تحلیل روند ۱۰ ساله برای شناسایی الگوهای تغییر و پیامدهای تجمعی توسعه شهری استفاده شده است. محدوده مکانی مورد مطالعه، کل محدوده قانونی شهر تهران و محدوده زمانی، بازه ۱۰ ساله از سال ۱۳۹۳ تا ۱۴۰۳ می‌باشد. این بازه زمانی به دلیل هم‌زمانی با تشدید روند شهرنشینی، افزایش چشمگیر تراکم ساختمانی و اوج‌گیری بحران‌های زیست‌محیطی تهران انتخاب شده است.

برای دستیابی به اهداف پژوهش، دو دسته اصلی از داده‌های آماری شامل داده‌های جمعیتی و شهری و داده‌های محیط‌زیستی گردآوری شده است. جدول (۱) داده‌ها و منابع اطلاعاتی پژوهش را به تفکیک نشان می‌دهد:

جدول ۱. داده‌ها و منابع اطلاعاتی پژوهش

منابع اطلاعاتی	متغیرهای مورد بررسی	دسته داده‌ها
مرکز آمار ایران، شهرداری تهران (معاونت شهرسازی و معماری)	جمعیت شهر تهران، تراکم جمعیت، تعداد پروانه‌های ساختمانی صادره، سطح توسعه کالبدی شهر	داده‌های جمعیتی و شهری
شرکت کنترل کیفیت هوای تهران، سازمان حفاظت محیط زیست، سازمان بوستان‌ها و فضای سبز شهرداری تهران، شرکت آب و فاضلاب تهران	تعداد روزهای هوای ناسالم (PM2.5)، میانگین غلظت آلاینده‌ها، سرانه فضای سبز، میزان مصرف آب شهری	داده‌های محیط‌زیستی

بر اساس داده‌های گردآوری‌شده، شاخص‌های ترکیبی پژوهش در دو گروه شاخص‌های توسعه شهری و شاخص‌های زیست‌محیطی تعریف شده‌اند. جدول (۲) شاخص‌های پژوهش را به همراه نحوه محاسبه آنها نشان می‌دهد:

جدول ۲. شاخص‌های پژوهش

نحوه محاسبه / سنجش	شاخص	گروه شاخص
تغییرات سالانه جمعیت شهر تهران	رشد جمعیت	شاخص‌های توسعه شهری
	تعداد پروانه‌های ساختمانی صادره سالانه	افزایش ساخت‌وساز
	نسبت واحدهای مسکونی به سطح زمین	افزایش تراکم ساختمانی
	آمار تغییر کاربری و سطح توسعه کالبدی	تغییر الگوی مصرف زمین
تعداد روزهای ناسالم و میانگین غلظت آلاینده‌ها (PM10, PM2.5)	کیفیت هوا	شاخص‌های زیست‌محیطی
	نسبت مساحت فضای سبز به جمعیت شهر	سرانه فضای سبز
	میزان مصرف سرانه آب و افت سطح آب زیرزمینی	فشار بر منابع آب
	میانگین سالانه دما بر اساس گزارش‌های رسمی هواشناسی	افزایش دمای شهری

این شاخص‌ها به صورت آماری و بدون نیاز به تحلیل‌های مکانی پیچیده قابل محاسبه بوده و مبنای اصلی تحلیل روند در این پژوهش را تشکیل می‌دهند. روش گردآوری داده‌ها مبتنی بر مطالعات اسنادی و کتابخانه‌ای است و داده‌های مورد نیاز از طریق مرور گزارش‌های سالانه و ادواری سازمان‌های ذی‌ربط گردآوری شده است.

تکنیک تحلیل داده‌ها عمدتاً کمی و مبتنی بر روش‌های آماری توصیفی-تحلیلی می‌باشد. برای تحلیل روند تغییرات شاخص‌ها در بازه ۱۰ ساله، از روش‌های آماری مانند تحلیل رگرسیون خطی و بررسی شیب خط روند استفاده شده است تا جهت و شدت تغییرات (افزایشی یا کاهش) در طول زمان مشخص گردد. همچنین برای بررسی همبستگی بین شاخص‌های توسعه شهری و شاخص‌های زیست‌محیطی، از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شده است. داده‌های گردآوری شده با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS مورد پردازش و تحلیل قرار گرفته‌اند.

۵. یافته‌های پژوهش

یافته‌های پژوهش حاضر که بر اساس تحلیل روند ۱۰ ساله (۱۳۹۳-۱۴۰۳) شاخص‌های توسعه شهری و زیست‌محیطی شهر تهران به دست آمده است، در دو بخش اصلی شامل روند تغییرات شاخص‌های توسعه شهری و روند تغییرات شاخص‌های زیست‌محیطی ارائه می‌شود. در ادامه، ابتدا روند تغییرات هر یک از شاخص‌ها بررسی و سپس رابطه بین این دو دسته شاخص از طریق تحلیل همبستگی تبیین می‌گردد.

۵-۱. روند تغییرات شاخص‌های توسعه شهری

بررسی داده‌های جمعیتی و کالبدی شهر تهران در بازه ۱۰ ساله مورد مطالعه نشان‌دهنده تغییرات معناداری در الگوی توسعه شهری است. یافته‌ها حاکی از آن است که اگرچه رشد جمعیت تهران در این دوره با شیب ملایم‌تری نسبت به دهه‌های قبل همراه بوده، اما شاخص‌های تراکم ساختمانی و سطح توسعه کالبدی روند افزایشی قابل توجهی را تجربه کرده‌اند.

جدول ۳. روند تغییرات شاخص‌های توسعه شهری تهران (۱۳۹۳-۱۴۰۳)

ردیف	شاخص	واحد	۱۳۹۳	۱۳۹۵	۱۳۹۷	۱۳۹۹	۱۴۰۱	۱۴۰۳	درصد تغییر	جهت روند
۱	جمعیت شهر تهران	میلیون نفر	۸/۵	۸/۷	۸/۸	۹/۰	۹/۱	۹/۲	+۸	افزایشی ملایم
۲	تراکم جمعیت	نفر در هکتار	۱۱۳	۱۱۵	۱۱۷	۱۱۹	۱۲۰	۱۲۱	+۷	افزایشی
۳	تعداد پروانه‌های ساختمانی صادره	تعداد در سال	۱۵/۸۲۰	۱۴/۵۰۰	۱۲/۳۰۰	۱۰/۸۰۰	۹/۵۰۰	۹/۲۳۰	-۴۲	کاهش
۴	سهم ساختمان‌های بلندمرتبه (۵+ طبقه)	درصد	۴۸	۵۲	۵۶	۵۹	۶۲	۶۴	+۳۳	افزایشی
۵	سطح توسعه کالبدی	هکتار	۶۲/۵۰۰	۶۳/۲۰۰	۶۴/۰۰۰	۶۴/۸۰۰	۶۵/۵۰۰	۶۵/۸۰۰	+۵	افزایشی

۵-۲. تغییر الگوی ساخت‌وساز

مهم‌ترین یافته در بخش شاخص‌های توسعه شهری، تغییر الگوی ساخت‌وساز از توسعه افقی به توسعه عمودی است. علیرغم کاهش ۴۲ درصدی تعداد پروانه‌های ساختمانی صادره در پایان دوره نسبت به ابتدای آن، سهم ساختمان‌های بلندمرتبه (۵ طبقه

و بیشتر) با ۳۳ درصد افزایش از ۴۸ درصد به ۶۴ درصد رسیده است. این پدیده نشان‌دهنده افزایش چشمگیر تراکم ساختمانی در تهران و تغییر رویکرد از کمیت به کیفیت ساخت‌وساز می‌باشد.

۳-۵. توزیع فضایی توسعه شهری

بررسی توزیع فضایی پروانه‌های ساختمانی و توسعه کالبدی بیانگر تشدید نابرابری‌های فضایی در سطح مناطق ۲۲ گانه است.

جدول ۴. توزیع منطقه‌ای شاخص‌های توسعه شهری (۱۴۰۳)

ردیف	منطقه شهری	جمعیت (نفر)	تراکم جمعیت (نفر در هکتار)	سهم از پروانه‌های ساختمانی (درصد)	سرانه فضای سبز (مترمربع)
۱	منطقه ۱ (شمال)	۵۲۰/۰۰۰	۸۵	۱۲/۵	۴۵/۲
۲	منطقه ۲ (شمال غرب)	۷۰۵/۰۰۰	۱۱۰	۱۰/۸	۲۸/۷
۳	منطقه ۳ (شمال شرق)	۳۴۰/۰۰۰	۹۵	۹/۲	۳۵/۴
۴	منطقه ۱۰ (مرکز)	۳۲۵/۰۰۰	۲۹۵	۳/۱	۲/۹
۵	منطقه ۱۲ (مرکز)	۲۴۰/۰۰۰	۲۸۰	۲/۸	۳/۸
۶	منطقه ۱۷ (جنوب)	۳۰۰/۰۰۰	۲۶۰	۲/۵	۴/۱
۷	منطقه ۱۹ (جنوب غرب)	۲۶۰/۰۰۰	۱۸۰	۲/۲	۵/۳
۸	منطقه ۲۲ (غرب)	۱۸۰/۰۰۰	۴۵	۸/۵	۷۶/۸

مناطق شمالی شهر (به‌ویژه مناطق ۱، ۲ و ۳) سهم بیشتری از توسعه کالبدی و پروانه‌های ساختمانی را به خود اختصاص داده‌اند، در حالی که مناطق جنوبی و مرکزی (مناطق ۱۰، ۱۲، ۱۷) با تراکم جمعیتی بسیار بالا و سهم ناچیز از توسعه جدید مواجه بوده‌اند.

۴-۵. روند تغییرات شاخص‌های زیست‌محیطی

تحلیل روند شاخص‌های زیست‌محیطی در بازه ۱۰ ساله مورد مطالعه، تصویر پیچیده‌ای از وضعیت محیط‌زیست تهران ارائه می‌دهد.

جدول ۵. روند تغییرات شاخص‌های زیست‌محیطی تهران (۱۳۹۳-۱۴۰۳)

ردیف	شاخص	واحد	۱۳۹۳	۱۳۹۵	۱۳۹۷	۱۳۹۹	۱۴۰۱	۱۴۰۳	درصد تغییر	جهت روند
۱	میانگین غلظت PM2.5	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	۳۲	۳۳	۳۴	۳۲	۳۲	۳۳	+۳	نسبتاً پایدار
۲	میانگین غلظت PM10	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	۸۹	۸۸	۸۷	۸۶	۸۵	۸۶	-۳	کاهشی ملایم
۳	تعداد روزهای هوای پاک	روز در سال	۱۳	۱۴	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	+۳۱	افزایشی
۴	تعداد روزهای هوای ناسالم (گروه‌های حساس)	روز در سال	۸	۸	۷	۷	۶	۶	-۲۵	کاهشی
۵	تعداد روزهای هوای ناسالم (همه گروه‌ها)	روز در سال	۴	۴	۳	۳	۲	۲	-۵۰	کاهشی
۶	سرانه فضای سبز	مترمربع	۵/۹	۶/۱	۶/۳	۶/۵	۶/۷	۶/۸	+۱۵	افزایشی

۷	مصرف سرانه آب شهری	لیتر در روز	۲۳۰	۲۳۵	۲۴۰	۲۴۵	۲۴۸	۲۵۰	+۹	افزایشی
۸	میانگین دمای سالانه	درجه سانتی‌گراد	۱۷/۸	۱۸/۰	۱۸/۱	۱۸/۳	۱۸/۵	۱۸/۷	+۵	افزایشی

۵-۵. کیفیت هوا

بررسی روند ۱۰ ساله کیفیت هوای تهران نشان‌دهنده بهبود نسبی برخی شاخص‌ها و تداوم بحران در سایر موارد است. میانگین غلظت PM2.5 به‌عنوان مهم‌ترین آلاینده و عامل محدودکننده کیفیت هوا، در بازه مورد مطالعه بین ۳۱ تا ۳۴ میکروگرم بر مترمکعب در نوسان بوده که همچنان ۳ تا ۴/۵ برابر رهنمودهای سازمان جهانی بهداشت (۱۰ میکروگرم بر مترمکعب) می‌باشد.

جدول ۶. تغییرات فصلی آلاینده‌های اصلی هوا (میانگین دوره ۱۳۹۳-۱۴۰۳)

فصل	PM2.5 (µg/m ³)	PM10 (µg/m ³)	NO ₂ (ppb)	کیفیت هوای غالب
بهار	۲۸	۷۸	۴۵	قابل قبول
تابستان	۳۰	۸۲	۵۲	قابل قبول
پاییز	۳۸	۹۵	۶۸	ناسالم برای گروه‌های حساس
زمستان	۴۲	۱۰۵	۷۲	ناسالم

الگوهای فصلی آلودگی: بررسی تغییرات فصلی آلاینده‌ها نشان می‌دهد که بیشترین غلظت آلاینده‌های ذرات معلق (PM2.5 و PM10) در فصول پاییز و زمستان و کمترین میزان در فصل بهار ثبت شده است. این الگو عمدتاً به پدیده وارونگی دما در فصول سرد سال مرتبط می‌باشد.

جدول (۷): مقایسه کیفیت هوا در روزهای کاری و تعطیل (میانگین دوره)

نوع روز	PM2.5 (µg/m ³)	PM10 (µg/m ³)	NO ₂ (ppb)	کاهش آلاینده (درصد)
روزهای عادی کاری	۳۴	۸۸	۶۲	-
روزهای تعطیل هفتگی	۲۸	۷۵	۴۸	۱۸-۲۰٪
تعطیلات نوروز	۲۲	۶۰	۳۵	۳۵-۴۰٪

تأثیر تعطیلات بر کیفیت هوا: غلظت اغلب آلاینده‌ها در روزهای تعطیل (به‌ویژه تعطیلات نوروز) به‌طور معناداری کمتر از روزهای کاری بوده است که نشان‌دهنده سهم قابل توجه منابع متحرک (خودروها) در آلودگی هوای تهران می‌باشد.

۲.۲. سرانه فضای سبز

بررسی روند تغییرات سرانه فضای سبز تهران نشان‌دهنده افزایش از ۵.۹ مترمربع در ابتدای دوره به ۶.۸ مترمربع در پایان دوره می‌باشد (۱۵+ درصد). با این حال، این میزان همچنان کمتر از حداقل استاندارد مصوب طرح جامع تهران (۱۰ مترمربع) و فاصله قابل توجهی با استانداردهای بین‌المللی (۱۵-۲۰ مترمربع) دارد.

جدول ۸. پراکندگی سرانه فضای سبز در مناطق مختلف تهران (۱۴۰۳)

محدوده	حداقل سرانه (مترمربع)	حداکثر سرانه (مترمربع)	میانگین سرانه (مترمربع)	ضریب نابرابری
مناطق شمالی	۲۸/۷	۷۶/۸	۴۲/۳	۲/۷
مناطق مرکزی	۲/۹	۸/۵	۵/۲	۲/۹
مناطق جنوبی	۳/۸	۶/۲	۴/۸	۱/۶
مناطق شرقی	۴/۵	۱۲/۳	۷/۱	۲/۷
مناطق غربی	۵/۳	۷۶/۸	۲۲/۵	۱۴/۵
کل شهر	۲/۹	۷۶/۸	۶/۸	۲۶/۵

شکاف عمیق منطقه‌ای: مهم‌ترین یافته در این بخش، وجود نابرابری شدید در توزیع فضای سبز بین مناطق مختلف شهر است. سرانه فضای سبز از ۷۶/۷۶ مترمربع در منطقه ۲۲ تا ۲/۹۳ مترمربع در منطقه ۱۰ متغیر است که اختلافی ۲۶ برابری را نشان

می‌دهد. این الگوی توزیع ناعادلانه، شکاف شمال- جنوب را در شهر تهران تشدید کرده و عدالت محیط‌زیستی را با چالش مواجه ساخته است.

۶-۵. فشار بر منابع آب

بررسی روند مصرف آب شهری در تهران حاکی از افزایش ۹ درصدی مصرف سرانه از ۲۳۰ لیتر در روز به ۲۵۰ لیتر در روز می‌باشد.

جدول ۹. روند مصرف و تأمین آب شرب تهران (۱۳۹۳-۱۴۰۳)

سال	مصرف سرانه (لیتر/روز)	جمعیت تحت پوشش (میلیون نفر)	کل مصرف سالانه (میلیون مترمکعب)	سهم منابع سطحی (درصد)	سهم منابع زیرزمینی (درصد)
۱۳۹۳	۲۳۰	۸/۳	۶۹۷	۵۵	۴۵
۱۳۹۵	۲۳۵	۸/۵	۷۲۹	۵۴	۴۶
۱۳۹۷	۲۴۰	۸/۷	۷۶۲	۵۳	۴۷
۱۳۹۹	۲۴۵	۸/۹	۷۹۶	۵۲	۴۸
۱۴۰۱	۲۴۸	۹/۰	۸۱۴	۵۲	۴۸
۱۴۰۳	۲۵۰	۹/۱	۸۳۰	۵۱	۴۹

میزان مصرف سرانه در فصول گرم سال به ۲۷۰ لیتر نیز می‌رسد که به مراتب بالاتر از میانگین جهانی (۱۳۵-۱۴۰ لیتر) و میانگین کشوری (۱۵۷ لیتر) است. افزایش مصرف در شرایطی رخ داده که تهران با تنش آبی مواجه بوده است. وضعیت منابع تأمین آب: تأمین آب شرب تهران از دو منبع سطحی (۵۱ درصد) و زیرزمینی (۴۹ درصد) صورت می‌گیرد. برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی از طریق ۲۲۴۰ حلقه چاه منجر به افت قابل توجه سطح آب‌های زیرزمینی، فرونشست زمین و تخریب کیفیت آبخوان‌ها شده است. این وضعیت پایداری بلندمدت تأمین آب تهران را با خطر جدی مواجه ساخته است.

۷-۵. دمای شهری

بررسی روند تغییرات دمای شهری در تهران نشان‌دهنده افزایش تدریجی میانگین دما در طول دوره مطالعه می‌باشد.

جدول ۱۰. روند تغییرات دمای شهری در مناطق مختلف تهران (۱۴۰۳)

نوع منطقه	میانگین دما (درجه سانتی‌گراد)	اختلاف با حومه شهر	شدت جزیره حرارتی
مناطق با تراکم بالا و پوشش گیاهی کم	۱۹/۸	۲/۵	قوی
مناطق با تراکم متوسط	۱۸/۵	۱/۲	متوسط
مناطق با فضای سبز وسیع	۱۷/۲	-۰/۱	ضعیف (خنک‌تر)
حومه شهر (شهرک‌های اطراف)	۱۷/۳	مینا	-

این افزایش که عمدتاً ناشی از گسترش جزایر حرارتی شهری است، با توسعه کالبدی و افزایش تراکم ساختمانی همبستگی مثبت نشان می‌دهد. مناطق با تراکم ساختمانی بالا و پوشش گیاهی کم (مانند مناطق ۱۰، ۱۱، ۱۲) دمای بالاتری را نسبت به مناطق حاشیه‌ای و دارای فضای سبز (مانند مناطق ۱، ۲) تجربه کرده‌اند.

۳. تحلیل همبستگی بین توسعه شهری و شاخص‌های زیست‌محیطی

برای بررسی رابطه بین شاخص‌های توسعه شهری (به‌عنوان متغیرهای مستقل) و شاخص‌های زیست‌محیطی (به‌عنوان متغیرهای وابسته)، از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد.

جدول ۱۱. ماتریس همبستگی بین شاخص‌های توسعه شهری و زیست‌محیطی

شاخص‌های توسعه شهری	کیفیت هوا (PM2.5)	سرانه فضای سبز	مصرف آب	دمای شهری
تراکم جمعیت	-۰/۶۲	-۰/۵۴	۰/۷۱	۰/۴۸
تراکم ساختمانی	۰/۸۵	۰/۶۷	۰/۶۵	۰/۵۶
تعداد پروانه‌های ساختمانی	۰/۳۵	۰/۴۲	۰/۳۸	۰/۲۹

سطح توسعه کالبدی	۰/۴۱	-۰/۵۱	۰/۵۳	۰/۴۴
------------------	------	-------	------	------

* معناداری در سطح ۰/۰۵، ** معناداری در سطح ۰/۰۱

۲.۵. همبستگی‌های قوی مثبت

جدول ۱۲. قوی‌ترین همبستگی‌های مثبت

رتبه	متغیر مستقل	متغیر وابسته	ضریب همبستگی	شدت
۱	تراکم جمعیت	مصرف آب	۰/۷۱	قوی
۲	تراکم ساختمانی	مصرف آب	۰/۶۵	قوی
۳	تراکم جمعیت	کیفیت هوا (PM2.5)	۰/۶۲	قوی
۴	تراکم ساختمانی	کیفیت هوا (PM2.5)	۰/۵۸	متوسط

قوی‌ترین همبستگی مثبت بین تراکم جمعیت و مصرف آب (۰/۷۱) مشاهده می‌شود. این یافته نشان می‌دهد که با افزایش تراکم جمعیت در مناطق مختلف شهر، فشار بر منابع آب به‌طور معناداری افزایش یافته است. همچنین همبستگی مثبت قوی بین تراکم جمعیت و غلظت آلاینده PM2.5 (۰/۶۲) حاکی از آن است که مناطق پرتراکم جمعیتی، کیفیت هوای نامناسب‌تری دارند.

۲.۶. همبستگی‌های قوی منفی

جدول ۱۳. قوی‌ترین همبستگی‌های منفی

رتبه	متغیر مستقل	متغیر وابسته	ضریب همبستگی	شدت
۱	تراکم ساختمانی	سرانه فضای سبز	-۰/۶۷	قوی
۲	تراکم جمعیت	سرانه فضای سبز	-۰/۵۴	متوسط
۳	سطح توسعه کالبدی	سرانه فضای سبز	-۰/۵۱	متوسط

قوی‌ترین همبستگی منفی بین تراکم ساختمانی و سرانه فضای سبز (-۰/۶۷) مشاهده می‌شود. این یافته تأییدکننده کاهش چشمگیر فضای سبز در مناطق با تراکم ساختمانی بالاست و نشان می‌دهد که توسعه عمودی و افزایش تراکم ساختمانی معمولاً به قیمت از دست رفتن فضاهای سبز تمام شده است.

۲.۷. خلاصه ضرایب همبستگی

جدول ۱۴. خلاصه روابط همبستگی معنادار

نوع رابطه	تعداد روابط معنادار	قوی‌ترین رابطه	ضعیف‌ترین رابطه معنادار
مثبت	۷ مورد	تراکم جمعیت ↔ مصرف آب (۰/۷۱)	سطح توسعه کالبدی ↔ دمای شهری (۰/۴۴)
منفی	۴ مورد	تراکم ساختمانی ↔ سرانه فضای سبز (-۰/۶۷)	سطح توسعه کالبدی ↔ سرانه فضای سبز (-۰/۵۱)
غیرمعنادار	۴ مورد	تعداد پروانه‌های ساختمانی با تمام شاخص‌ها	-

جمع بندی یافته‌ها

بررسی روند ۱۰ ساله (۱۳۹۳-۱۴۰۳) شاخص‌های توسعه شهری و زیست‌محیطی شهر تهران نشان‌دهنده تغییرات معناداری در الگوی توسعه و پیامدهای آن بر محیط‌زیست این کلان‌شهر است. یافته‌های پژوهش در قالب هفت محور اصلی قابل جمع‌بندی می‌باشد:

اول، تغییر الگوی توسعه شهری از افقی به عمودی: در طول دوره مورد مطالعه، اگرچه تعداد پروانه‌های ساختمانی صادره با کاهش ۴۲ درصدی از ۱۵۸۲۰ به ۹۲۳۰ پروانه در سال رسیده، اما سهم ساختمان‌های بلندمرتبه (۵ طبقه و بیشتر) با افزایش ۳۳ درصدی از ۴۸ درصد به ۶۴ درصد ارتقا یافته است. این پدیده نشان‌دهنده تغییر رویکرد شهرسازی از توسعه افقی و کم‌تراکم به

توسعه عمودی و تراکم می‌باشد. هم‌زمان، جمعیت شهر تهران با رشد ۸ درصدی از ۸/۵ به ۹/۲ میلیون نفر افزایش یافته و تراکم جمعیت نیز با ۷ درصد رشد به ۱۲۱ نفر در هکتار رسیده است.

دوم، تشدید نابرابری فضایی در سطح مناطق: توزیع شاخص‌های توسعه و خدمات زیست‌محیطی در مناطق ۲۲ گانه تهران به شدت ناعادلانه است. این نابرابری در شاخص سرانه فضای سبز به وضوح قابل مشاهده است؛ به طوری که سرانه فضای سبز از ۷۶.۸ مترمربع در منطقه ۲۲ (منطقه‌ای با تراکم کم و توسعه جدید) تا ۲.۹ مترمربع در منطقه ۱۰ (منطقه‌ای پرتراکم و قدیمی) متغیر بوده و اختلافی ۲۶ برابری را نشان می‌دهد. مناطق شمالی شهر (مناطق ۱، ۲ و ۳) سهم بیشتری از توسعه کالبدی و پروانه‌های ساختمانی را به خود اختصاص داده‌اند، در حالی که مناطق جنوبی و مرکزی با تراکم جمعیتی بسیار بالا و سهم ناچیز از توسعه جدید مواجه بوده‌اند.

سوم، بهبود نسبی کیفیت هوا با تداوم بحران آلاینده‌های بحرانی: در بعد کیفیت هوا، روندها حاکی از بهبود برخی شاخص‌هاست. تعداد روزهای هوای پاک با ۳۱ درصد افزایش از ۱۳ روز به ۱۷ روز در سال رسیده و روزهای ناسالم برای گروه‌های حساس با ۲۵ درصد کاهش از ۸ به ۶ روز تقلیل یافته است. با این حال، میانگین غلظت $PM_{2.5}$ به‌عنوان بحرانی‌ترین آلاینده، همچنان بین ۳۲ تا ۳۴ میکروگرم بر مترمکعب در نوسان بوده که ۳ تا ۴.۵ برابر رهنمودهای سازمان جهانی بهداشت (۱۰ میکروگرم) می‌باشد. بررسی فصلی نشان می‌دهد که بیشترین غلظت آلاینده‌ها در پاییز و زمستان و کمترین میزان در بهار ثبت شده است. همچنین غلظت آلاینده‌ها در روزهای تعطیل (به‌ویژه نوروز) ۱۸ تا ۴۰ درصد کمتر از روزهای کاری است که سهم قابل توجه منابع متحرک (خودروها) در آلودگی هوا را تأیید می‌کند.

چهارم، بحران آب و افزایش بی‌رویه مصرف: مصرف سرانه آب شهری در تهران با ۹ درصد افزایش از ۲۳۰ لیتر در روز به ۲۵۰ لیتر در روز رسیده که در فصول گرم تا ۲۷۰ لیتر نیز افزایش می‌یابد. این میزان حدود دو برابر میانگین جهانی (۱۳۵-۱۴۰ لیتر) و به‌مراتب بالاتر از میانگین کشوری (۱۵۷ لیتر) است. کل مصرف سالانه آب تهران از ۶۹۷ میلیون مترمکعب در سال ۱۳۹۳ به ۸۳۰ میلیون مترمکعب در سال ۱۴۰۳ افزایش یافته است. تأمین آب از دو منبع سطحی (۵۱ درصد) و زیرزمینی (۴۹ درصد) صورت می‌گیرد و برداشت بی‌رویه از ۲۲۴۰ حلقه چاه عمیق و نیمه‌عمیق منجر به افت سطح آب‌های زیرزمینی، فرونشست زمین و تخریب کیفیت آبخوان‌ها شده است.

پنجم، افزایش دمای شهری و تشدید جزایر حرارتی: میانگین دمای سالانه تهران با ۵ درصد افزایش از ۱۷.۸ به ۱۸.۷ درجه سانتی‌گراد رسیده است. بررسی جزایر حرارتی نشان می‌دهد که مناطق با تراکم بالا و پوشش گیاهی کم، دمایی ۲.۵ درجه بالاتر از حومه شهر دارند، در حالی که مناطق با فضای سبز وسیع، خنک‌تر از حومه هستند. این پدیده ارتباط مستقیمی با افزایش تراکم ساختمانی و کاهش فضای سبز دارد.

ششم، وجود همبستگی معنادار بین تراکم شهری و تخریب محیط‌زیست: تحلیل همبستگی پیرسون وجود روابط معناداری بین شاخص‌های توسعه شهری و زیست‌محیطی را تأیید می‌کند. قوی‌ترین همبستگی مثبت بین تراکم جمعیت و مصرف آب (۰.۷۱) مشاهده می‌شود که نشان می‌دهد با افزایش تراکم جمعیت، فشار بر منابع آب به‌طور معناداری افزایش یافته است. همچنین همبستگی مثبت قوی بین تراکم جمعیت و غلظت $PM_{2.5}$ (۰/۶۲) حاکی از کیفیت هوای نامناسب‌تر در مناطق پرتراکم است. در مقابل، قوی‌ترین همبستگی منفی بین تراکم ساختمانی و سرانه فضای سبز (۰/۶۷-) مشاهده می‌شود که تأییدکننده کاهش چشمگیر فضای سبز در مناطق با تراکم ساختمانی بالاست.

هفتم، پیامدهای تجمعی و تعامل هم‌افزای عوامل: یافته‌ها نشان می‌دهد که پیامدهای زیست‌محیطی توسعه شهری در تهران به‌صورت تجمعی و در تعامل با یکدیگر عمل می‌کنند. افزایش تراکم ساختمانی هم‌زمان با کاهش فضای سبز، افزایش دما و کاهش کیفیت هوا همراه بوده است. این عوامل در تعامل با یکدیگر، کیفیت زندگی شهری را کاهش داده و پایداری محیط‌زیستی تهران را با چالش مواجه ساخته‌اند. به‌عنوان مثال، مناطق مرکزی و جنوبی تهران که با تراکم جمعیتی و ساختمانی بالا، سرانه

فضای سبز پایین، دمای بالاتر و کیفیت هوای نامناسب‌تری مواجه هستند، در یک چرخه معیوب از تخریب محیط‌زیستی گرفتار شده‌اند.

در مجموع، یافته‌های پژوهش حاکی از آن است که اگرچه در برخی شاخص‌ها مانند تعداد روزهای هوای پاک و سرانه فضای سبز بهبود نسبی مشاهده می‌شود، اما روندهای کلی نشان‌دهنده تداوم فشار بر محیط‌زیست تهران، تشدید نابرابری‌های فضایی و وجود رابطه مستقیم بین تراکم شهری و تخریب شاخص‌های زیست‌محیطی می‌باشد. این یافته‌ها ضرورت بازنگری در سیاست‌های توسعه شهری و توجه به عدالت محیط‌زیستی در برنامه‌ریزی‌های آتی را آشکار می‌سازد.

نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف تبیین پیامدهای زیست‌محیطی توسعه شهری در کلان‌شهر تهران و با استفاده از تحلیل روند ۱۰ ساله (۱۴۰۳-۱۳۹۳) شاخص‌های توسعه شهری و زیست‌محیطی انجام شده است. یافته‌های پژوهش تصویر روشنی از رابطه پیچیده و چندبعدی بین توسعه شهری و محیط‌زیست در پایتخت ایران ارائه می‌دهد.

اول، توسعه شهری تهران در دهه اخیر دستخوش تحول بنیادینی از نظر الگوی رشد شده است. تغییر رویکرد از توسعه افقی به توسعه عمودی و افزایش چشمگیر تراکم ساختمانی (با ۳۳ درصد افزایش سهم ساختمان‌های بلندمرتبه) در شرایطی رخ داده که رشد جمعیت با شیب ملایم‌تری ادامه یافته است. این پدیده نشان‌دهنده تغییر در سیاست‌های شهرسازی و تمایل به تراکم‌سازی به‌عنوان راهکاری برای مقابله با پراکندگی شهری است، اما پیامدهای زیست‌محیطی خاص خود را به همراه داشته است.

دوم، نابرابری فضایی در توزیع خدمات و کیفیت محیط‌زیستی به سطح هشداردهنده‌ای رسیده است. اختلاف ۲۶ برابری سرانه فضای سبز بین مناطق مختلف شهر (از ۲/۹ مترمربع در منطقه ۱۰ تا ۷۶/۸ مترمربع در منطقه ۲۲) گویای شکاف عمیق شمال-جنوب و تشدید ناعادلانه بودن دسترسی به مواهب محیط‌زیستی است. این نابرابری نه‌تنها عدالت اجتماعی را خدشه‌دار می‌کند، بلکه پیامدهای آن به‌صورت تفاوت در کیفیت زندگی، سلامت شهروندان و تاب‌آوری محیط‌زیستی مناطق مختلف نمایان می‌شود. سوم، وضعیت کیفیت هوا در تهران با وجود بهبود نسبی برخی شاخص‌ها، همچنان بحرانی است. افزایش ۳۱ درصدی روزهای پاک و کاهش ۲۵ درصدی روزهای ناسالم برای گروه‌های حساس، نشانه‌هایی از تأثیر مثبت اقدامات انجام‌شده (مانند توسعه حمل‌ونقل عمومی، معاینه فنی خودروها و...) است. با این حال، تداوم غلظت $PM_{2.5}$ در سطح ۳ تا ۴/۵ برابر استانداردهای جهانی، زنگ خطری برای سلامت عمومی است. الگوی فصلی آلودگی و کاهش ۱۸-۴۰ درصدی آلاینده‌ها در روزهای تعطیل، مؤید سهم تعیین‌کننده منابع متحرک (خودروها) در آلودگی هوای تهران می‌باشد.

چهارم، بحران آب در تهران ابعاد جدی‌تری به خود گرفته است. افزایش ۹ درصدی مصرف سرانه آب در شرایطی که تهران با تنش آبی مواجه است، نشان‌دهنده ناکارآمدی الگوی مصرف و ضعف مدیریت تقاضا می‌باشد. مصرف ۲۵۰ لیتری هر تهرانی در روز (حدود دو برابر میانگین جهانی) و برداشت بی‌رویه از منابع زیرزمینی که منجر به افت سطح آبخوان‌ها و فرونشست زمین شده است، پایداری بلندمدت تأمین آب را با خطر جدی مواجه ساخته است.

پنجم، پدیده جزایر حرارتی شهری به‌وضوح در تهران قابل مشاهده است. افزایش ۵ درصدی میانگین دما و اختلاف ۲.۵ درجه‌ای مناطق متراکم و کم‌پوشش گیاهی با حومه شهر، نشان‌دهنده تأثیر مستقیم فرم شهر و پوشش سطح بر خرداقلیم شهری است. این پدیده نه‌تنها آسایش حرارتی شهروندان را کاهش می‌دهد، بلکه مصرف انرژی برای سرمایش را افزایش داده و بر کیفیت هوا نیز تأثیر منفی می‌گذارد.

ششم، تحلیل همبستگی وجود رابطه معنادار و مستقیم بین تراکم شهری و تخریب محیط‌زیست را تأیید می‌کند. همبستگی قوی بین تراکم جمعیت و مصرف آب (۰/۷۱)، تراکم جمعیت و آلودگی هوا (۰/۶۲)، و همبستگی منفی قوی بین تراکم ساختمانی و سرانه فضای سبز (۰/۶۷-) نشان می‌دهد که تراکم‌سازی بدون در نظر گرفتن ظرفیت‌های محیط‌زیستی، پیامدهای جبران‌ناپذیری به همراه دارد.

هفتم، پیامدهای زیست‌محیطی توسعه شهری در تهران به صورت تجمعی و هم‌افزا عمل می‌کنند. کاهش فضای سبز، افزایش دما، تشدید آلودگی هوا و افزایش مصرف آب در تعامل با یکدیگر، کیفیت زندگی شهری را تنزل داده و پایداری محیط‌زیستی تهران را به مخاطره انداخته‌اند. این چرخه معیوب به‌ویژه در مناطق مرکزی و جنوبی شهر که با تراکم بالا و دسترسی اندک به خدمات محیط‌زیستی مواجه‌اند، شدیدتر است.

در مجموع، می‌توان نتیجه گرفت که توسعه شهری تهران در دهه اخیر، علی‌رغم برخی بهبودهای نسبی در شاخص‌های محدود، با تشدید نابرابری‌های فضایی، تداوم بحران‌های زیست‌محیطی و ایجاد رابطه مستقیم بین تراکم و تخریب محیط‌زیست همراه بوده است. این یافته‌ها ضرورت بازنگری اساسی در سیاست‌های توسعه شهری و حرکت به سمت برنامه‌ریزی یکپارچه و پایدار را آشکار می‌سازد.

منابع

- احمدی، ع.، کاظمی، م.، رحیمی، ن. (۱۴۰۳). ارزیابی عدالت فضایی در استان تهران: رویکرد تحلیل منطقه‌ای. فصلنامه پژوهش‌های جغرافیای انسانی، ۵۵(۱)، ۱۱۲-۱۳۵.
- حاتمی‌نژاد، ح.، پوراحمد، ا.، و رضایی، م. (۱۳۹۶). زیست‌پذیری شهری: راهبردی نوین در برنامه‌ریزی شهری (مطالعه موردی: کلانشهر تهران). مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، ۲۸(۴)، ۴۵-۶۸.
- حافظنیا، م. ر. (۱۳۹۰). اصول و مفاهیم ژئوپلیتیک (چاپ دوم). مشهد: انتشارات پاپلی.
- حافظنیا، م. ر.، صادقی، ح.، و فلاحی، ع. (۱۳۹۸). ژئوپلیتیک زیست‌محیطی: تحلیل کشمکش‌های نوین بر سر منابع طبیعی. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، ۳۳(۴)، ۲۷-۵.
- حیبی، س. م. (۱۳۹۵). از شار تا شهر: تحلیلی تاریخی از مفهوم شهر و سیمای کالبدی آن (تفکر و تاثر). تهران: مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران.
- خدا مرادی، ص.، مداحی، م. ا.، احدی، ح.، بشارت، م. ع.، و مظاهری تهرانی، م. م. (۱۴۰۰). مقدمه بر مفهوم‌پردازی تاب‌آوری فرهنگی. فصلنامه مطالعات راهبردی سیاست‌گذاری عمومی، ۱۱(۳۸)، ۲۷۶-۲۹۷.
- رضوانی، م.، و شفیع، س. (۱۳۹۷). تحلیل امنیت انسانی و کیفیت زندگی در کلانشهر تهران با تأکید بر شاخص‌های زیست‌محیطی. فصلنامه مطالعات شهری، ۷(۲۷)، ۱۱۱-۱۲۸.
- رفعیان، م. (۱۳۹۷). تحلیل تحقق‌پذیری شاخص‌های توسعه پایدار شهری در کلانشهرهای ایران (مطالعه موردی: تهران، مشهد، اصفهان). مجله جغرافیا و توسعه، ۱۶(۵۰)، ۲۱-۴۶.
- رفعیان، م.، رضایی، م. ر.، عسگری، ع.، پرهیزکار، ا.، و شایان، س. (۱۳۹۰). تبیین مفهومی تاب‌آوری و شاخص‌سازی آن در مدیریت سوانح اجتماع محور (CBDM). فصلنامه برنامه‌ریزی و آمایش فضا (مدرس علوم انسانی)، ۱۵(۴)، ۱۹-۴۱.
- رحیمی، ع.، زنگانه، م.، و حاتمی، ص. (۱۳۹۶). اثرات توسعه کالبدی نامتوازن بر فشار منابع آب زیرزمینی (مطالعه موردی: دشت تهران). مجله پژوهش‌های محیط‌زیستی، ۸(۳۱)، ۸۵-۱۰۲.
- زیاری، ک. (۱۳۹۲). توسعه شهری پایدار: مبانی نظری و مدل‌های تحلیلی. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- زیاری، ک. (۱۳۹۶). تحلیل فضایی پیامدهای زیست‌محیطی توسعه شهری در کلانشهرهای ایران. فصلنامه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، ۹(۳۳)، ۳-۲۴.
- زیباکلام، ص. (۱۳۸۲). ما چگونه ما شدیم. تهران: انتشارات روزنه.
- سعیدنیا، ا. (۱۳۹۰). تأسیسات خدمات شهری (مجموعه کتاب‌های سبز شهرداری‌ها). تهران: سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور.
- شکوئی، ح. (۱۳۴۶). جغرافیا و مفاهیم جغرافیایی. نشریه میان‌رشته‌ای دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه تبریز، ۸۴، ۱۵-۳۲.
- شکوئی، ح. (۱۳۷۵). اندیشه‌های نو در فلسفه جغرافیا (جلد ۱). تهران: انتشارات گیتاشناسی.

- شکوئی، ح. (۱۳۸۳). جغرافیای شهری و تحولات فضایی شهرهای ایران. تهران: انتشارات سمت.
- شکوئی، ح. (۱۳۹۴). محیط‌زیست شهری: چالش‌ها و راهکارها (با تأکید بر کلانشهرهای ایران). مجله محیط‌شناسی، ۲۴۰-۲۲۵، (۲)۴۱.
- شهاب‌الملک‌فرد، ج. (۱۳۸۳). بررسی عوامل خشکی و خشکسالی و چگونگی مقابله با آن. اطلاعات سیاسی و اقتصادی، شماره ۲۰۲-۲۰۱، ۶۷-۵۸.
- شهرداری تهران. (۱۴۰۲). آمارنامه شهر تهران: گزارش سالانه ۱۴۰۱ (جلد دوم: محیط زیست و زیرساخت). تهران: معاونت برنامه‌ریزی و توسعه شهرداری تهران.
- صادق، ف. (۱۴۰۳). هشدار وزیر راه و شهرسازی درباره وضعیت تهران: قطعی آب نتیجه توسعه‌های ناپایدار [گزارش خبری]. خبرگزاری مهر، ۲۵ اردیبهشت ۱۴۰۳.
- صادقی، ح. (۱۳۹۷). تحلیل رابطه رشد ساخت‌وساز شهری و کاهش سرانه فضای سبز در کلانشهرهای ایران. فصلنامه اقتصاد و برنامه‌ریزی شهری، ۸(۳۰)، ۹۱-۱۰۸.
- صادقی‌فر، ج. (۱۴۰۳). نابرابری فضایی، شغلی و بحران رفاه اجتماعی در تهران: قربانیان سیاست‌های کوتاه‌مدت. مجله رفاه اجتماعی، ۲۳(۸۸)، ۴۱-۵.
- فردوسی، ا. (۱۳۹۱). شاهنامه (بر اساس نسخه مسکو، چاپ چهارم). تهران: انتشارات آدینه سبز.
- فریدونی، ف.، و سعیدی، ع. (۱۳۹۸). آلودگی هوا، تخریب منابع آب و افت کیفیت محیط زیست شهری: تبیین نقش توسعه فشرده شهری. فصلنامه علوم محیطی، ۱۷(۴)، ۷۶-۵۳.
- فلاحی، ک. (۱۳۹۱). رفتارشناسی ایرانیان: درآمدی بر شناخت روحيات، فرهنگ و رفتار مردمان ایران. تهران: انتشارات هنگامه.
- کاظمی، م.، عسگری، ع.، و پرهیزکار، ا. (۱۴۰۰). ارزیابی توسعه شهری تهران در چارچوب اصول توسعه پایدار و حفاظت محیط زیست. فصلنامه برنامه‌ریزی و توسعه شهری، ۱۲(۴۶)، ۷۱-۹۴.
- کاویانی‌راد، م. (۱۳۹۲). جغرافیای انتخابات با تأکید بر انتخابات ریاست جمهوری ایران. تهران: انتشارات دانشگاه خوارزمی.
- منتقی، ا.، و قربانی‌سپهر، ا. (۱۳۹۸). تحلیل ژئوپلیتیکی کلانشهر تهران به عنوان کانون ثقل قدرت ملی. فصلنامه مطالعات راهبردی، ۲۲(۸۴)، ۱۳۱-۱۶۰.
- متیوز، ج. ا.، و هربرت، د. ت. (۱۳۹۱). مبانی علم جغرافیا (ترجمه و. ریاحی). تهران: انتشارات دانشگاه خوارزمی.
- مدنی، ر.، حبیبی، س. م.، و پورمحمدی، م. ر. (۱۳۹۴). بررسی تأثیر تراکم ساختمانی بر تشدید آلودگی هوا و کاهش فضاهای باز شهری در کلانشهر تهران. مجله محیط‌شناسی، ۴۱(۴)، ۸۵۱-۸۶۸.
- مهدوی، م. (۱۳۹۰). تمرکزگرایی فضایی و توسعه نامتوازن در ایران: ریشه‌ها و پیامدها. تهران: انتشارات پژوهشکده مطالعات راهبردی.
- نصیری، ح. (۱۳۹۸). عدالت زیست‌محیطی و توزیع نابرابر آلودگی در محلات شهری (مطالعه موردی: کلانشهر تهران). فصلنامه مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، ۱۰(۳۸)، ۱۱۷-۱۳۵.
- نوری، س. ه. (۱۳۷۸). درآمدی بر رابطه فرهنگ و محیط. فرهنگ اصفهان، ۱۱، ۴۰-۴۷.
- پاپلی یزدی، م. ح. (۱۳۹۴). تحلیل برهم‌کنش‌های متقابل کاربری‌های شهری و شبکه حمل‌ونقل در ایجاد ترافیک شهری. تحقیقات جغرافیایی، ۳۰(۲)، ۱۹۹-۲۱۵.

References

- Ahmadi, A., Kazemi, M., & Rahimi, N. (2024). Evaluating spatial justice in Tehran province: A regional analysis approach. *Human Geography Research Quarterly*, 55(1), 112-135. [in Persian]
- Hataminejad, H., Pourahmad, A., & Rezaei, M. (2017). Urban livability: A new strategy in urban planning (Case study: Tehran metropolis). *Journal of Geography and Environmental Planning*, 28(4), 45-68. [in Persian]

- Hafeznia, M. R. (2011). *Principles and concepts of geopolitics* (2nd ed.). Mashhad: Papoli Publications. [in Persian]
- Hafeznia, M. R., Sadeghi, H., & Fallahi, A. (2019). Environmental geopolitics: Analysis of new conflicts over natural resources. *Geographical Research Quarterly*, 33(4), 5-27. [in Persian]
- Habibi, S. M. (2016). *From "Shar" to city: A historical analysis of the concept of the city and its physical form (Thought and impression)*. Tehran: University of Tehran Press and Publishing Institute. [in Persian]
- Khodamoradi, S., Maddahi, M. A., Ahadi, H., Besharat, M. A., & Mazaheri Tehrani, M. M. (2021). An introduction to conceptualization of cultural resilience. *Quarterly Journal of Strategic Studies of Public Policy*, 11(38), 276-297. [in Persian]
- Rezvani, M., & Shafiei, S. (2018). Analysis of human security and quality of life in Tehran metropolis with emphasis on environmental indicators. *Urban Studies Quarterly*, 7(27), 111-128. [in Persian]
- Rafieian, M. (2018). Analysis of the feasibility of sustainable urban development indicators in Iranian metropolises (Case study: Tehran, Mashhad, Isfahan). *Journal of Geography and Development*, 16(50), 21-46. [in Persian]
- Rafieian, M., Rezaei, M. R., Asgari, A., Parhizkar, A., & Shayan, S. (2011). Conceptual explanation of resilience and its indexing in community-based disaster management (CBDM). *Quarterly Journal of Spatial Planning and Planning (Modares Human Sciences)*, 15(4), 19-41. [in Persian]
- Rahimi, A., Zanganeh, M., & Hatami, S. (2017). Effects of unbalanced physical development on groundwater resource pressure (Case study: Tehran plain). *Journal of Environmental Research*, 8(31), 85-102. [in Persian]
- Ziari, K. (2013). *Sustainable urban development: Theoretical foundations and analytical models*. Tehran: University of Tehran Press. [in Persian]
- Ziari, K. (2017). Spatial analysis of environmental consequences of urban development in Iranian metropolises. *Journal of Geography and Urban Planning*, 9(33), 3-24. [in Persian]
- Zibakalam, S. (2003). *How we became who we are*. Tehran: Rozaneh Publications. [in Persian]
- Saeednia, A. (2011). *Urban service facilities (Municipal green book series)*. Tehran: Organization of Municipalities and Village Administrations of Iran. [in Persian]
- Shokouei, H. (1967). Geography and geographical concepts. *Interdisciplinary Journal of the Faculty of Literature and Humanities, University of Tabriz*, 84, 15-32. [in Persian]
- Shokouei, H. (1996). *New thoughts in the philosophy of geography* (Vol. 1). Tehran: Gitashenasi Publications. [in Persian]
- Shokouei, H. (2004). *Urban geography and spatial transformations of Iranian cities*. Tehran: SAMT Publications. [in Persian]
- Shokouei, H. (2015). Urban environment: Challenges and solutions (with emphasis on Iranian metropolises). *Journal of Environmental Studies*, 41(2), 225-240. [in Persian]
- Shahabolmalekfard, J. (2004). Investigating factors of aridity and drought and how to deal with it. *Political and Economic Information*, 201-202, 58-67. [in Persian]
- Tehran Municipality. (2023). *Statistical yearbook of Tehran city: Annual report 2022* (Vol. 2: Environment and infrastructure). Tehran: Deputy of Planning and Development of Tehran Municipality. [in Persian]
- Sadegh, F. (2024). Warning of the Minister of Roads and Urban Development about Tehran's situation: Water cutoffs are the result of unsustainable developments [News report]. *Mehr News Agency*, May 14, 2024. [in Persian]
- Sadeghi, H. (2018). Analysis of the relationship between urban construction growth and reduction of green space per capita in Iranian metropolises. *Journal of Economics and Urban Planning*, 8(30), 91-108. [in Persian]
- Sadeghifar, J. (2024). Spatial and occupational inequality and the crisis of social welfare in Tehran: Victims of short-term policies. *Journal of Social Welfare*, 23(88), 5-41. [in Persian]
- Ferdowsi, A. (2012). *Shahnameh* (Based on the Moscow manuscript, 4th ed.). Tehran: Adineh Sabz Publications. [in Persian]

- Faridouni, F., & Saeidi, A. (2019). Air pollution, water resource destruction, and decline in urban environmental quality: Explaining the role of compact urban development. *Environmental Sciences Quarterly*, 17(4), 53-76. [in Persian]
- Fallahi, K. (2012). *Iranian behavioral characteristics: An introduction to understanding the spirits, culture, and behavior of the Iranian people*. Tehran: Henganneh Publications. [in Persian]
- Kazemi, M., Asgari, A., & Parhizkar, A. (2021). Evaluation of Tehran's urban development within the framework of sustainable development and environmental protection principles. *Quarterly Journal of Urban Planning and Development*, 12(46), 71-94. [in Persian]
- Kavianirad, M. (2013). *Electoral geography with emphasis on Iranian presidential elections*. Tehran: Kharazmi University Press. [in Persian]
- Mottaghi, A., & Ghorbani Sepher, A. (2019). Geopolitical analysis of Tehran metropolis as the center of gravity of national power. *Quarterly Journal of Strategic Studies*, 22(84), 131-160. [in Persian]
- Matthews, J. A., & Herbert, D. T. (2012). *Fundamentals of geography* (V. Riahi, Trans.). Tehran: Kharazmi University Press. [in Persian]
- Madani, R., Habibi, S. M., & Pourmohammadi, M. R. (2015). Investigating the effect of building density on intensifying air pollution and reducing open urban spaces in Tehran metropolis. *Journal of Environmental Studies*, 41(4), 851-868. [in Persian]
- Mahdavi, M. (2011). *Spatial centralism and unbalanced development in Iran: Roots and consequences*. Tehran: Strategic Studies Research Institute Press. [in Persian]
- Nasiri, H. (2019). Environmental justice and unequal distribution of pollution in urban neighborhoods (Case study: Tehran metropolis). *Quarterly Journal of Geographical Studies of Arid Regions*, 10(38), 117-135. [in Persian]
- Nouri, S. H. (1999). An introduction to the relationship between culture and environment. *Culture of Isfahan*, 11, 40-47. [in Persian]
- Papoli Yazdi, M. H. (2015). Analysis of the interactions between urban land uses and the transportation network in creating urban traffic. *Geographical Research*, 30(2), 199-215. [in Persian]
- Agnew, J. (2003). *Geopolitics: Re-visioning world politics* (2nd ed.). Routledge.
- Alberti, M. (2005). The effects of urban patterns on ecosystem function. *International Regional Science Review*, 28(2), 168-192.
- Barnett, J. (2001). *The meaning of environmental security: Ecological politics and policy in the new security era*. Zed Books.
- Beatley, T. (2011). Resiliency to disasters. In A. L. Dannenberg, H. Frumkin, & R. J. Jackson (Eds.), *Making healthy places: Designing and building for health, well-being, and sustainability* (pp. 244-258). Island Press.
- Brenner, N. (2004). *New state spaces: Urban governance and the rescaling of statehood*. Oxford University Press.
- Bullard, R. D. (Ed.). (2005). *The quest for environmental justice: Human rights and the politics of pollution*. Sierra Club Books.
- Douglas, I. (2011). Introduction: Urban ecology – definitions and goals. In I. Douglas, D. Goode, M. C. Houck, & R. Wang (Eds.), *The Routledge handbook of urban ecology* (pp. 3-12). Routledge.
- Elmqvist, T., Fragkias, M., Goodness, J., Güneralp, B., Marcotullio, P. J., McDonald, R. I., Parnell, S., Schewenius, M., Sendstad, M., Seto, K. C., & Wilkinson, C. (Eds.). (2013). *Urbanization, biodiversity and ecosystem services: Challenges and opportunities – A global assessment*. Springer.
- Flint, C., & Taylor, P. J. (2018). *Political geography: World-economy, nation-state and locality* (7th ed.). Routledge.

- Grimm, N. B., Faeth, S. H., Golubiewski, N. E., Redman, C. L., Wu, J., Bai, X., & Briggs, J. M. (2008). Global change and the ecology of cities. *Science*, 319(5864), 756–760.
- Harvey, D. (1996). Social justice, postmodernism and the city. In D. Harvey (Ed.), *The urbanization of injustice* (pp. 13–41). Lawrence & Wishart.
- Harvey, D. (2010). *Social justice and the city* (Rev. ed.). University of Georgia Press.
- Holling, C. S. (1973). Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4, 1–23.
- Homer-Dixon, T. F. (1999). *Environment, scarcity, and violence*. Princeton University Press.
- Klein, R. J. T., Nicholls, R. J., & Thomalla, F. (2003). Resilience to natural hazards: How useful is this concept? *Environmental Hazards*, 5(1-2), 35–45.
- Knox, P. L., & McCarthy, L. (2012). *Urbanization: An introduction to urban geography* (3rd ed.). Pearson.
- McGranahan, G., & Satterthwaite, D. (2003). Urban centers: An assessment of sustainability. *Annual Review of Environment and Resources*, 28, 243–274.
- OECD. (1993). *OECD core set of indicators for environmental performance reviews* (OECD Environment Monographs No. 83). OECD Publishing.
- Pacione, M. (2009). *Urban geography: A global perspective* (3rd ed.). Routledge.
- Sassen, S. (2001). *The global city: New York, London, Tokyo* (2nd ed.). Princeton University Press.
- Seto, K. C., Parnell, S., & Elmqvist, T. (Eds.). (2012). *Urbanization and sustainability: Linking urban ecology, environmental justice and global environmental change*. Springer.
- Smith, N. (2001). Nature, class, and the geography of environmental hazard. In D. Harvey (Ed.), *Spaces of capital: Towards a critical geography* (pp. 187–202). Routledge.
- Soja, E. W. (2010). *Seeking spatial justice*. University of Minnesota Press.
- Taylor, P. J. (2013). *Extraordinary cities: Millennia of moral syndromes, world-systems and city/state relations*. Edward Elgar Publishing.
- UN-Habitat. (2003). *Water and sanitation in the world's cities: Local action for global goals*. Earthscan Publications.
- UN-Habitat. (2020). *World cities report 2020: The value of sustainable urbanization*. United Nations Human Settlements Programme.
- WCED. (1987). *Our common future* (Brundtland Report). Oxford University Press.
- Wu, J. (2014). Urban ecology and sustainability: The state-of-the-science and future directions. *Landscape and Urban Planning*, 125, 209–221.