Journal of Urban Environmental Management

Journal homepage: https://jumee.kgut.ac.ir
Vol.3, No.4; 2025.pp: 19-36

Research paper

(Received 10 Nov. 2025 Accepted 18 Oct. 2025)

# Introducing a Framework for Integrating Habitat Quality Indicators into Urban Planning to Improve Livability and Sustainable Development (Case Study: Tehran Metropolis)

Arshia Dormanesh[1], Lobat Zebardast*[2], Jahanbakhsh Balist[3]

[1] *M.Sc. Student in Environmental Planning, Faculty of Environment, University of Tehran, Tehran, Iran*
[2] *Associate Professor, Department of Environmental Planning, Management and HSE, Faculty of Environment, University of Tehran, Tehran, Iran*
[3] *Assistant Professor, Department of Environmental Planning, Management and HSE, Faculty of Environment, University of Tehran, Tehran, Iran*

## Abstract

In today's world, urbanization has become the dominant form of human life, and the high concentration of population, economic activities, environmental pollution, excessive consumption of resources, and production of enormous amount of pollutants in urban areas have caused a severe decline in the quality of habitat in these areas. The metropolis of Tehran, as the capital of Iran, faces numerous environmental problems that have resulted in pressure on natural resources, environmental pollution, and, as a result, a decrease in the quality of habitat for humans and other living beings. Therefore, the aim of this research is to provide a framework for integrating Habitat quality assessment indicators into sustainable development planning for the city of Tehran. First, by a comprehensive literature review, the initial set of urban quality indicators was identified and later validated by consulting with 16 experts in relevant specializations. Then, these indicators were ranked for Tehran using a researcher-made questionnaire based on the Lawshe method using expert opinions. Based on the results, 15 important and key indicators were obtained, the most important of which were the status and availability of water resources, air pollution, water pollution, urban green space, and green and blue infrastructure. Finally, the obtained indicators were classified into 4 main categories, and strategies were presented for integrating habitat quality indicators into Tehran's sustainable development planning.

**Keywords:** Urban habitat quality, Sustainable urban development, Livability, Tehran city

* Corresponding Author: Lobat Zebardast
Email:*lzebardast@ut.ac.ir*
Phone: +9821-6111374

Doi: 10.48306/juem.2025.554009.1121

**نشریه علمی مدیریت محیط زیست شهری**

**آدرس نشریه:**https://jumee.kgut.ac.ir

سال سوم/شماره چهارم/زمستان ۱۴۰۴/صفحه ۱۹-۳۶

مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت:۱۴۰۴/۰۷/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۸/۱۹

# ارائه چارچوبی برای تلفیق شاخص‌های کیفیت زیستگاه در برنامه‌ریزی شهری به منظور بهبود زیست‌پذیری و توسعه پایدار (مطالعه موردی: کلان‌شهر تهران)

ارشیا درمنش[۱]، لعبت زبردست*[۲]، جهانبخش بالیست[۳]

*[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد برنامه ریزی محیط زیست، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران*

*[۲] دانشیار گروه برنامه ریزی، مدیریت محیط زیست و HSE، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران*

*[۳] استادیار گروه برنامه ریزی، مدیریت محیط زیست و HSE، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران*

## چکیده

در جهان امروز، شهرنشینی به شکل غالب زندگی انسان تبدیل شده و تمرکز بالای جمعیت، فعالیت‌های اقتصادی، آلودگی محیط زیست، مصرف بی‌رویه منابع و تولید فزاینده انواع آلاینده‌ها در مناطق شهری، باعث افت شدید کیفیت زیستگاه در این مناطق شده است. کلانشهر تهران، به عنوان پایتخت ایران، با مشکلات عدیده محیط زیستی روبروست که نتیجه‌ای جز فشار بر منابع طبیعی، ایجاد آلودگی‌های محیط زیست و در نتیجه کاهش کیفیت زیستگاه برای انسان و سایر زیستمندان نداشته است. لذا هدف این پژوهش، ارائه چارچوبی برای تلفیق شاخص‌های ارزیابی کیفیت زیستگاه در برنامه‌ریزی توسعه پایدار برای شهر تهران می‌باشد. به این منظور، ابتدا با استفاده از مرور منابع شاخص‌های مرتبط با کیفیت زیستگاه شهری استخراج گردید و با استفاده از نظر ۱۶ نفر کارشناس خبره با تخصص‌های مرتبط توسعه داده شد. سپس این شاخص‌ها، با استفاده از یک پرسشنامه محقق ساخته برگرفته از روش لاوشه بر اساس نظرات خبرگان برای شهر تهران رتبه‌بندی گردید. براساس نتایج، ۱۵ شاخص مهم و کلیدی بدست آمد که از جمله مهمترین آنها، وضعیت و موجودی منابع آب، آلودگی هوا، آلودگی آب، فضای سبز شهری و زیرساخت‌های سبز و آبی می‌باشند. در نهایت، شاخص‌های به دست آمده در ۴ گروه اصلی طبقه‌بندی و راهبردهایی برای تلفیق شاخص‌های کیفیت زیستگاه در برنامه‌ریزی توسعه پایدار شهر تهران ارائه شد.

**کلمات کلیدی:** کیفیت زیستگاه شهری، توسعه پایدار شهری، زیست‌پذیری، شهر تهران

* نویسنده مسئول: لعبت زبردست

ایمیل: *Lzebardast@ut.ac.ir*

شماره تماس: ۰۲۱-۶۱۱۱۳۱۷۴

Doi: 10.48306/juem.2025.554009.1121

## ۱-مقدمه

مناطق شهری، به عنوان مراکز اصلی تمرکز فعالیت‌های اقتصادی در جهان، بیش از ۵۶٪ از جمعیت کره زمین را در خود جای داده‌اند. این مناطق نقاط کانونی تغییرات گسترده کاربری زمین و انتشار بخش مهمی از آلاینده‌های هوای ناشی از فعالیت‌های انسانی هستند [۱]. شهرها سیستم‌های پیچیده‌ای هستند که عناصر اجتماعی، اقتصادی و طبیعی در بطن آنها در هم آمیخته شده و نقشی کلیدی در پیشرفت تمدن بشری ایفا می‌کنند. در نتیجه، توسعه شهری به پایه‌ای حیاتی برای دستیابی به مسیرهای پایدار تبدیل شده است [۲]. سیستم حکمرانی در شهرها اغلب بسیار پیچیده بوده و حوزه‌های جداگانه‌ای در بخش‌های مختلف اداره شهر (مانند برنامه‌ریزی شهری، مدیریت شبکه آب، انرژی، مسکن و برنامه‌ریزی خدمات اضطراری) و در سطوح مختلف حکمرانی (مانند شهر، کلان‌شهر، شهرستان) را در بر می‌گیرد، به نحوی که حتی ممکن است برخی از مشکلات نیز، مانند رشد و گسترش غیررسمی شهری، توسط سیستم‌های حکمرانی رسمی در برخی از شهرها و کشورها پوشش داده نشوند. همه این موارد، آسیب‌پذیری شهرها را افزایش می‌دهد و پیش‌بینی و پاسخگویی به مخاطرات جهانی مانند تغییرات اقلیمی را دشوار می‌کند[۳].

زیستگاه‌های طبیعی به عنوان یک جزء حیاتی از تنوع زیستی، پایه و اساس پایداری و تاب‌آوری اکوسیستم را تشکیل می‌دهند. با این حال، رشد سریع شهری به طور فزاینده‌ای این زیستگاه‌ها را تهدید می‌کند و منجر به تکه‌تکه شدن آنها و کاهش کیفیت اکوسیستم می‌شود. کیفیت زیستگاه به عنوان ویژگی مهمی در ارزیابی امنیت اکولوژیکی منطقه‌ای و خدمات اکوسیستمی، به طور گسترده مورد توجه و استفاده قرار گرفته است [۴] و بیانگر شرایط و وضعیت منابع طبیعی و محیط زیستی است که انسان‌ها به آن وابسته هستند و شاخص مهمی برای سلامت اکوسیستم محسوب می‌شود. این شاخص منعکس کننده استحکام خدمات اکوسیستمی و پایداری زیستگاه‌ها برای گونه‌های جانداران نیز هست [۵]. حفظ تنوع زیستی در مقیاس منطقه‌ای و پایداری اکوسیستم‌ها عوامل مهمی در کیفیت زیستگاه محسوب می‌شوند [۶]. به صورت متقابل کیفیت زیستگاه نیز، یک شاخص کلیدی در ارزیابی سطح تنوع زیستی در یک منطقه نیز محسوب می‌شود [۷]. این شاخص تعیین می‌کند که تا چه میزانی اکوسیستم‌ها قادر به تامین شرایط مناسب زندگی برای انسان‌ها و سایر گونه‌های حیات و زیستمندان هستند [۸]. براین اساس، عوامل مختلفی در وضعیت کیفیت زیستگاه‌ها در مناطق شهری موثرند که در مجموع بر ارائه خدمات اکوسیستمی مناسب در محیط شهری تاثیرگذار هستند. از جمله این عوامل می‌توان به ساختار مورفولوژیکی فضایی شهری [۶] و شبکه اکولوژیکی موجود در شهر [۹] اشاره داشت. از سوی دیگر، ویژگی‌های خاص فیزیکی، مورفولوژیکی و فعالیت‌های انسانی جاری در شهرها، به طور فزاینده‌ای بر شرایط محیط تاثیر گذارند که می‌تواند باعث کاهش کیفیت زیستگاه شهری شوند.

در بسیاری از شهرها، فضاهای سبز شهری مانند پارک‌ها، باغ‌های عمومی و مسیرهای سبز به صورت نامتوازن در سطح شهر پراکنده شده‌اند. این بدان معناست که خدماتی که این فضاها برای ارتقای سلامت و رفاه ساکنان و فراهم آوردن فرصت تماس با طبیعت ارائه می‌دهند، به طور ناعادلانه‌ای در شهر توزیع شده‌اند [۱۰]. عواملی مانند جمعیت بالای کلانشهرها، آلودگی، کم آبی، تغییرات اقلیمی، کمبود منابع انرژی و... باعث می‌شود که فعالیت‌های صورت گرفته در زمینه حکمرانی شهری سبز و پایدار تاثیر کافی و لازم را نداشته باشند.

مطالعات مختلفی در زمینه اهمیت کیفیت زیستگاه شهری در بهبود زندگی شهروندان و محیط زیست شهری انجام شده است. در حقیقت، کیفیت زیستگاه به عنوان شاخصی مهم در ارزیابی امنیت اکولوژیکی منطقه‌ای و خدمات اکوسیستمی به صورت گسترده مورد استفاده قرار گرفته است [۴]. این قبیل مطالعات سطوح و مقیاس‌های متفاوتی از سطح خرد، مانند استفاده از ویژگی‌های آناتومی و شیمیایی برگ گیاهان در پایش زیستی کیفیت زیستگاه‌های شهری [۱۱] و ارزیابی کیفیت زیستگاه شهری بر اساس مساحت برگ و ویژگی‌های روزنه‌ای گیاه [۱۲]، تا سطوح کلان مانند بررسی تاثیرات گسترش شهری بر کیفیت زیستگاه در مقیاس منطقه ای [۱۳] را در بر می‌گیرند.

جوانبخت و همکاران (۲۰۲۱)، مطالعه‌ای بر روی کیفیت محیط زیست مناطق ۳، ۶ و ۱۱ تهران انجام داد که در آن، برای نقشه‌برداری زمانی-مکانی کیفیت محیط شهری مبتنی بر منطق فازی، از فرآیند شبکه تحلیلی، تصاویر سنجش از دور و داده‌های میدانی استفاده شده است. نتایج این تحقیق نشان داد که الگوی کاهشی از شمالی به جنوب در کیفیت محیط زیست در این شهر وجود دارد. همچنین،

کیفیت محیط در بهار و تابستان بهتر از پاییز و زمستان است. در نهایت، شاخص کیفیت هوا و پوشش گیاهی بیشترین تأثیر را در مدل‌سازی کیفیت محیط شهری دارند [۱۴].

در مطالعه‌ای دیگر شیه[1] و همکاران (۲۰۲۳)، با استفاده از مدل InVEST کیفیت زیستگاه منطقه کلان‌شهری شانگهای را از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷ بررسی و نشان داده شد که شاخص کیفیت زیستگاه (HQI) به طور قابل توجهی از ۰/۵۶ به ۰/۴۲ کاهش یافته است. به نحوی که حدود ۴۶٪ از مناطق دارای کیفیت پایین (HQI < 0.4) بوده و مناطق با کیفیت متوسط کاهش، اما مناطق با کیفیت بسیار پایین و بسیار بالا گسترش یافته‌اند [۴].

در تحقیقی دیگر، با استفاده از مدل InVEST-HQ وضعیت و تغییرات کیفیت زیستگاه در منطقه دونگانگ، ریزهاو کشور چین را از سال ۲۰۰۸ تا ۲۰۲۲ ارزیابی شد. نتایج نشان داد کیفیت زیستگاه در شرق منطقه بالاتر و در غرب کمتر است و با کاربری زمین و پوشش گیاهی ارتباط معنی‌داری دارد. همچنین تحلیل‌ها نشان داد که کیفیت زیستگاه در این بازه زمانی کاهش یافته که این موضوع به رشد سریع اقتصادی و گسترش صنعتی نسبت داده شده است [۷].

وو[2] و همکاران (۲۰۲۴) پژوهشی با ترکیب مدل‌های پویایی‌های سیستم، InVEST و PLUS ، بر روی ویژگی‌های تغییرات پوشش زمین و کیفیت زیستگاه در منطقه کلان خلیج گوانگدونگ-هنگ‌کنگ-ماکائو از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ انجام دادند. نتایج نشان داد که در دوره مورد مطالعه، گسترش سریع سطوح ساخته شده و کاهش قابل توجه زمین‌های طبیعی رخ داده و کیفیت زیستگاه به تدریج با شتاب بیشتری دچار افت شده و این نقصان به صورت کاهش پله‌ای از حاشیه به داخل منطقه بوده که ارتباط مستقیم با تغییرات پوشش زمین ناشی از تأثیر شیب‌های توپوگرافی دارد. تحلیل سناریوها حاکی از این است که به دلیل گسترش سطوح مصنوعی، کیفیت زیستگاه در آینده نیز تا حدی کاهش خواهد یافت که این امر ساختار شبکه اکولوژیکی شهری و عملکرد حفاظتی مناطق اکولوژیکی را تحت تأثیر قرار خواهد داد [۸].

پرور و سلمان ماهینی (۲۰۲۵)، در پژوهش خود، چارچوبی نوآورانه برای تلفیق عوامل اقلیمی بلندمدت - دمای سطح زمین (LST) و تغییرات بارندگی، در ارزیابی کیفیت زیستگاه (HQ) در استان‌های شمالی ایران ارائه کردند. نتایج نشان‌دهنده کاهش مداوم کیفیت زیستگاه از ۰/۷۲ (۱۹۹۰) به ۰/۶۸ (۲۰۲۰) است که پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۵۰ به ۰/۶۶ برسد. افزایش LST و تغییر الگوهای بارندگی به شدت بر این زوال تأثیر می‌گذارد. یافته‌ها بر نیاز فوری به مدیریت سرزمین با محوریت حفاظت برای کاهش تکه‌تکه شدن زیستگاه و از دست رفتن تنوع زیستی تحت فشارهای فزاینده اقلیمی تأکید می‌کنند [۱۵].

مطالعه دیگر نشان می‌دهد که هرچند توسعه و حفاظت از زیرساخت‌های سبز-آبی راهکار مهمی در تقویت کیفیت زیستگاه در مناطق شهری محسوب می‌شوند، این قبیل لکه‌ها باید وسعت کافی داشته باشند و مناطق حاشیه‌ای شهری کوچک، مانند پارک‌ها و میادین، به دلیل قرار گرفتن در معرض تهدیدات و آسیب‌پذیری بالا، به ویژه در مناطق مرکزی شهرها، نمی‌توانند به طور مؤثر از تنوع زیستی شهری حمایت کنند و اگر هدف از این قبیل تلاش‌ها تنوع زیستی و حفظ حیات وحش باشد باید لکه‌های بزرگتر و مناطق حاشیه‌ای شهرها را در نظر بگیرند [۱۶].

همچنین مطالعات چندی در زمینه حکمرانی پایدار شهری صورت گرفته اند که بر مسائل مختلفی مانند مدیریت تطبیقی تغییرات اقلیمی برای تاب‌آوری شهری [۱۷]، شهر سالم پایدار [۱۸]، تاکید بر مسائل محیط زیستی مانند نقش زیرساخت‌های سبز در افزایش تاب آوری اقلیمی و پاندمی [۱۹] تمرکز داشته اند. به عنوان مثال بیرکمان و همکاران (۲۰۱۰) به بررسی راهبردهای تطبیق با تغییر اقلیم در چند شهر منتخب ویتنام پرداختند. نتایج نشان داد که موفقیت این راهبردها، علاوه بر اقدامات ساختاری، نیازمند توجه به نقش بازیگران رسمی و غیررسمی و اطلاعات پایه دقیق است. این پژوهش بر ضرورت تحول در حکمرانی شهری تطبیقی تأکید دارد که باید فراتر از تمرکز صرف بر سازه‌های فیزیکی، به بهبود فرآیندها، تلفیق دانش تخصصی و محلی، و هماهنگی بین مقیاس‌های زمانی و مکانی بپردازد تا بتواند پاسخگویی مؤثرتر و پایدارتری به چالش‌های اقلیمی فراهم آورد [۲۰].

با توجه به پیچیدگی مسائل مرتبط با پایداری در حکمرانی شهری، دستیابی به چارچوب و شاخص‌هایی برای این منظور می‌تواند به برنامه‌ریزان شهری در جهت تدوین مسیر دستیابی به شهر پایدار و تاب آور در مقابل تغییرات محیطی و به ویژه تغییرات اقلیمی کمک کند. مرور و بررسی مطالعات مرتبط با کیفیت زیستگاه در مناطق شهری، نشان می‌دهد که این شاخص می‌تواند نقش بسیار پررنگی در

[1] Xie
[2] Wu

دستیابی به توسعه پایدار و ارتقای شرایط محیط زیستی و کیفیت زندگی شهروندان داشته باشد. به همین دلیل، هدف از انجام این مطالعه، استحصال و تلفیق شاخص‌های کیفیت زیستگاه شهری با بهره‌گیری از دیدگاه‌های متخصصان جهت دستیابی به چارچوبی جهت ارزیابی کیفیت زیستگاه شهری برای حکمرانی و سیاست‌گذاری شهری می‌باشد. علی‌رغم اینکه چارچوب مذکور بر اساس وضعیت کلان-شهر تهران تدوین شده است، ولی قابلیت بکارگیری برای ارزیابی کیفیت زیستگاه شهری در سایر شهرها را نیز دارد.

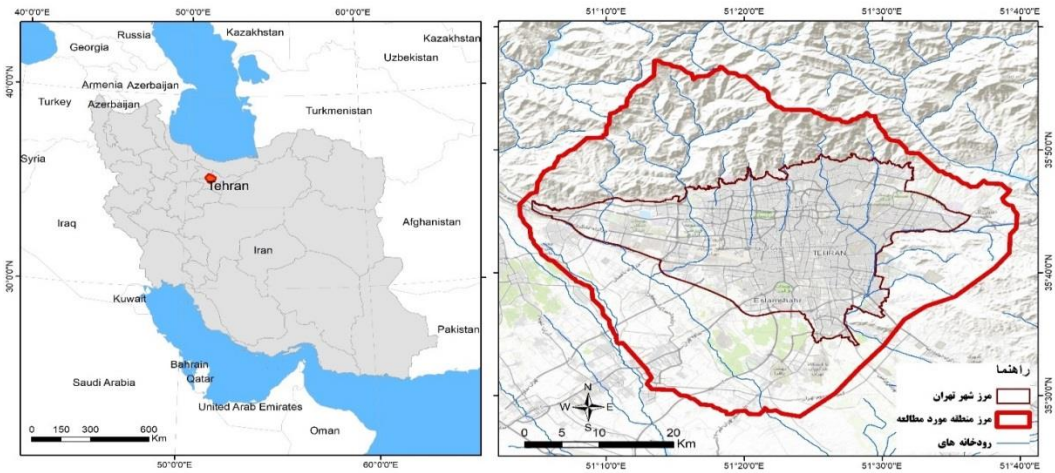
## ۲-مواد و روش‌ها

### ۲-۱-معرفی منطقه مورد مطالعه

کلانشهر تهران، پر جمعیت‌ترین شهر و پایتخت کشور ایران، در دامنه جنوبی البرز واقع شده است. این شهر، دارای ارتفاع بسیار متغیر از ۹۴۵ تا ۲۲۴۴ متر بالاتر از سطح دریاست. اقلیم آن نیمه خشک با تابستان‌های گرم، دمای متوسط سالانه حدود ۱۷/۳درجه سانتیگراد و دمای حداکثر تابستانی بالای ۳۰ درجه سانتیگراد است. میانگین بارش سالانه حدود ۲۳۰ میلیمتر است که عمدتاً در زمستان و بهار رخ می‌دهد [۲۱]. براساس اطلاعات بدست آمده از مرکز آمار ایران (۱۴۰۴) [۲۲]، جمعیت ساکن در شهر تهران در سال ۱۴۰۰ در حدود ۹ میلیون نفر برآورد شده است. اما به علت تمرکز فعالیت‌های اقتصادی، خدمات مختلف و... تعداد جمعیت حاضر در شهر تهران و مناطق اقماری آن (که به طور روزانه به این شهر رفت و آمد دارند) بسیار بیشتر از این رقم است که همین مسئله یکی از مهمترین عوامل در ایجاد مشکلات مختلف محیط زیستی در این کلانشهر محسوب می‌شود.

از مهمترین ویژگی‌های طبیعی شهر تهران، وجود دره‌های متعدد در بخش‌های شمالی آنست که با دریافت بارش‌های جوی، رودخانه‌هایی در بستر آنها شکل گرفته و رود دره‌هایی را ایجاد می‌کند که از کوه‌های شمالی آغاز شده و پس از عبور از شهر تهران، به سمت کویر جنوبی شهر روان می‌شوند. از مهمترین آنها می‌توان به مواردی همچون لارک، دارآباد، گلابدره، دربند، ولنجک، درکه، فرحزاد، حصارک و کن اشاره کرد [۲۳]. این رود دره‌ها دارای ارزش‌ها و خدمات اکولوژیکی زیادی هستند که متاسفانه در برنامه‌ریزی شهر تهران به آنها توجه کافی نشده است و در بخش‌های زیادی بخصوص در درون شهر، تخریب شده و در آنها ساخت و ساز صورت گرفته است.

شهر تهران با چالش‌های محیط زیستی متعددی نظیر آلودگی منابع آب، فرونشست زمین، سیل، رانش زمین، امواج سرما، یخبندان، فرسایش خاک، تنش گرما و رطوبت، کمبود آب، پدیده گرد و غبار، امواج گرما، بارهای حرارتی بالا و ظرفیت دینامیکی ضعیف هوا روبرو است. این چالش‌های محیط زیستی زمانی تشدید می‌شود که جمعیت قابل توجه ساکن در تهران و شهرهای اطراف آن، که مقیاس و پیچیدگی این مسائل را افزایش می‌دهد، را نیز در نظر بگیریم [۲۴]. در شکل ۱، نقشه شهر تهران به عنوان محدوده مورد مطالعه انجام این بررسی نشان داده شده است.

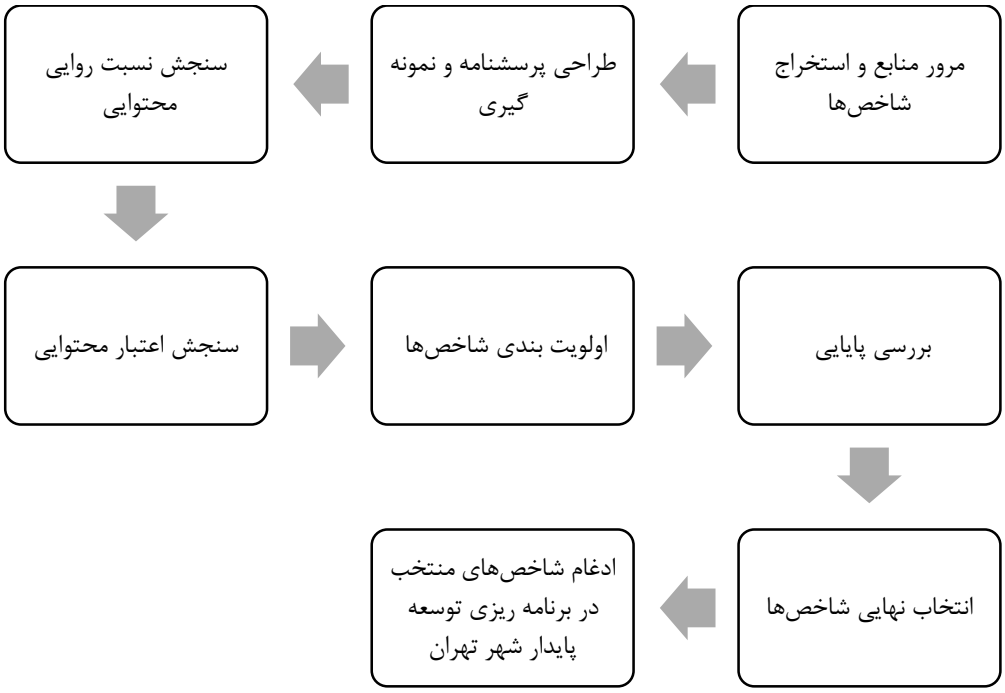



شکل ۱- نقشه شهر تهران به عنوان محدوده مورد مطالعه برای انتخاب شاخص‌های کیفیت زیستگاه

## ۲-۲-روش پژوهش

### ۲-۲-۱- مرور منابع و استخراج شاخص‌ها

در این تحقیق بر اساس مراحل (شکل ۱)، ابتدا شاخص‌ها و معیارهای مرتبط با کیفیت زیستگاه جهت دستیابی به توسعه پایدار در مناطق شهری به طور کلی، مورد شناسایی قرار گرفتند. این فرآیند از طریق مرور جامع منابع علمی، گزارش‌ها و مطالعات پیشین انجام گرفت. سپس، به منظور دستیابی به جامعیت و دقت بیشتر، این شاخص‌ها با بهره‌گیری از نظرات و دیدگاه‌های کارشناسان حوزه محیط زیست، شهرسازی، برنامه‌ریزی شهری، محیط زیست و اقلیم شناسی تکمیل و پالایش گردید.




شکل ۲-نمودار مراحل پژوهش

### ۲-۲-۲-طراحی پرسشنامه و نمونه‌گیری

در مرحله بعدی تحقیق، شاخص‌های بدست آمده از مرور منابع، به یک پرسشنامه محقق ساخته مبتنی بر روش لاوشه تبدیل شد و سپس نمونه‌گیری انجام شد و با استفاده از ارزیابی کارشناسی، نقش، اهمیت و اولویت هر یک از شاخص‌ها و نمایه‌ها در راستای تحقق توسعه پایدار در شهر تهران تعیین و رتبه‌بندی گردید. جامعه آماری مد نظر این تحقیق، خبرگان و متخصصان حوزه محیط زیست شهری می‌باشند. روش نمونه‌گیری از جامعه آماری به صورت گلوله برفی[1]بود. به این معنی که ابتدا تعداد از متخصصان کلیدی و با تجربه شناسایی و پس از تکمیل پرسشنامه توسط این افراد، از آنها خواسته شد که به معرفی سایر افراد متخصص و واجد شرایط بپردازند. این فرآیند به صورت زنجیره ای ادامه یافت تا تعداد نمونه مناسب برای تحلیل حاصل شد.

برای سنجش روایی محتوایی پرسش‌نامه کیفیت زیستگاه، از رویکردهای استاندارد روان‌سنجی و ابزارسازی استفاده شد. پرسش‌نامه اولیه شامل ۴۲ گویه بود که توسط ۱۶ خبره در حوزه‌های مرتبط ارزیابی گردید. در ابتدا تیم خبرگان شامل ۲۵ نفر از حوزه‌های مرتبط شامل محیط‌زیست، جغرافیا، شهرسازی، عمران، آلودگی، فضای سبز، تنوع‌زیستی، اقلیم‌شناس و سایر تخصص‌ها بود که در نهایت ۱۶ پرسش‌نامه کامل انتخاب شد. هر یک از خبرگان، برای هر گویه چهار نوع قضاوت در مورد ویژگی‌هایی مانند ضرورت، وضوح، ارتباط، سادگی، و اهمیت شاخص‌ها ارائه دادند.

[1]Snowball Sampling

### ۲-۲-۳- سنجش نسبت روایی محتوایی[1](CVR)

در این تحقیق، به منظور سنجش نسبت روایی محتوایی برای هر گویه از شاخص CVR استفاده شده که نخستین بار توسط لاوشه [۲۵] معرفی شد و از طریق رابطه (۱) تعریف می‌شود:

$$CVR = \frac{n_e - N/2}{N/2} \quad (۱)$$

در این رابطه، N تعداد کل خبرگان و $n_e$ تعداد خبرگانی است که هر گویه را «ضروری» ارزیابی کرده‌اند. بر اساس جدول بحرانی ارائه‌شده توسط لاوشه [۲۶ و ۲۵] ، برای تعداد ۱۶ خبره، مقدار حداقلی قابل قبول برابر ۰/۴۹ در نظر گرفته شد.

### ۲-۲-۴- سنجش اعتبار محتوایی

در مرحله بعد، برای هر گویه شاخص اعتبار محتوایی[2](CVI) محاسبه شد. بر اساس دستورالعمل لین [۲۷] ، برای هر بعد (وضوح، ارتباط، سادگی) نسبت تعداد خبرگانی که به گویه نمره ۳ یا ۴ داده‌اند به کل خبرگان محاسبه گردید. (I-CVI) آستانه پذیرش برابر با $I\text{-}CVI \geq 0.78$ تعیین شد، در حالی که مقادیر بین ۰/۷۰ تا ۰/۷۸ به عنوان ناحیه مرزی در نظر گرفته شدند [۲۸]. شاخص‌های S-CVI/Ave و S-CVI/UA برای کل ابزار قابل محاسبه هستند [۲۸]، اما در این مطالعه تمرکز اصلی بر سطح آیتمی (I-CVI) بوده است.

### ۲-۲-۵- اولویت بندی شاخص‌ها

برای اولویت‌بندی شاخص‌ها، از شاخص اهمیت نسبی[3](RII) استفاده شد. این شاخص در مطالعات مدیریت و مهندسی برای رتبه‌بندی اهمیت عوامل بسیار رایج است [۲۹] و با استفاده از رابطه (۲) تعریف می‌شود:

$$RII = \frac{\sum w_i}{A \times N} \quad (۲)$$

که در آن، wi امتیاز اختصاص داده‌شده به هر گویه (از ۱ تا ۵)، A بالاترین امتیاز مقیاس (۵)، و N تعداد کل پاسخ‌دهندگان است. سپس از طریق نرمال‌سازی اهمیت نسبی، وزن نهایی هر شاخص بدست آمد.

### ۲-۲-۶- بررسی پایایی

برای بررسی پایایی مقیاس‌های مورد استفاده در این تحقیق، از آلفای کرونباخ [۳۰] استفاده شد. این ضریب میزان سازگاری درونی گویه‌ها را اندازه‌گیری می‌کند و در پژوهش‌های روان‌سنجی به‌عنوان یک شاخص معتبر پایایی شناخته می‌شود. محاسبه آلفا برای هر یک از موارد «وضوح»، «ارتباط»، «سادگی» و «اهمیت» صورت گرفت (رابطه ۳).

$$\alpha = \frac{k}{k-1}\left(1 - \frac{\sum \sigma_i^2}{\sigma_{total}^2}\right) \quad (۳)$$

---

[1] Content Validity Ratio
[2] Content Validity Index
[3] Relative Importance Index

### ۲-۲-۷-انتخاب شاخص‌ها

در نهایت، گویه‌ها بر اساس ترکیب نتایج CVR و CVI به سه دسته شامل گویه‌های مورد پذیرش، گویه‌های نیازمند بازنگری و گویه‌های نیازمند ادغام تقسیم شدند (جدول ۱). این ترکیب از شاخص‌ها و قواعد تصمیم‌گیری، در مطالعات طراحی پرسش‌نامه به‌ویژه در حوزه‌های علوم اجتماعی، سلامت و محیط‌زیست مرسوم است [۲۸ و ۳۱] .

جدول ۱- تصمیم گیری برای گویه‌ها براساس ترکیب نتایج CVR و CVI

| نوع تصمیم | ویژگی گویه‌ها |
|---|---|
| پذیرش | گویه‌هایی که CVR بالاتر از ۰/۴۹ و I-CVI در هر سه بُعد بالاتر از ۰/۷۸ داشتند. |
| بازنگری | گویه‌هایی که بخشی از شاخص‌های روایی آن‌ها در محدوده مرزی (۰/۷۰–۰/۷۸) یا ناهمخوانی بین CVR و CVI داشتند. |
| ادغام | گویه‌هایی که CVR پایین‌تر از حد آستانه و I-CVI ضعیف در یکی یا چند بعد داشتند. |

### ۲-۲-۸- ارائه راهبردها در جهت ادغام شاخص‌های منتخب در برنامه‌ریزی توسعه پایدار شهر تهران

در مرحله آخر، شاخص‌های نهائی کیفیت زیستگاه شهری در کلانشهر تهران به ترتیب اولویت مشخص گردیده و مهمترین شاخص‌ها جهت ادغام در برنامه‌ریزی توسعه پایدار شهر تهران تعیین می‌شوند.

## ۳-نتایج

براساس مرور منابع صورت گرفته و همچنین بهره گیری از نظرات کارشناسان، فهرستی از شاخص‌های دارای ارتباط متقابل با کیفیت زیستگاه در قالب جدول ۲ ارائه شده است. در این جدول، در ستون مربوط به شاخص اصلی، شاخص‌های با اهمیت در منابع مختلف شناسائی گردید. سپس با استفاده از نظرات کارشناسان، جنبه‌ها و شاخص‌های فرعی مرتبط با هر مقوله جهت استفاده در پرسشنامه محقق ساخته مشخص شد که در ستون سوم جدول قابل ملاحظه است.

جدول ۲- شاخص‌های کیفیت زیستگاه جهت تلفیق در چارچوب حکمرانی پایدار برای شهر تهران

| شاخص اصلی | | زیرشاخص‌های تعریف شده براساس نظر کارشناسان |
|---|---|---|
| عنوان | مرجع | |
| پوشش زمین و کاربری اراضی | [۵ و ۷ و ۱۴] | مساحت ساخته شده، سبز، باز، پهنه‌های آبی |
| | | فضای سبز شهری (طبیعی و انسان ساخت) (وسعت، درصد و سرانه) |
| | | سطوح نفوذپذیر (درصد) |
| | | شبکه راه‌ها |
| | | نزدیکی به کاربری‌های مزاحم و آلاینده (مانند فرودگاه، کارخانجات و...) |
| گسترش شهر | [۳۲ و ۳۳] | شاخص رشد افقی شهر |
| عوامل اقلیمی و آب و هوایی | [۱۵] | بارش |
| | | درجه حرارت |
| | | گردش هوا و وزش باد |
| | | وقوع رویدادهای حدی اقلیمی |
| جزیره حرارتی شهری | [۱۵] | دمای سطح زمین |
| گرادیانت توپوگرافی در شهر | [۳۴] | ارتفاع از سطح دریا |
| | | شیب زمین |
| ساختار مورفولوژیکی فضایی شهری | [۶] | حفظ مورفولوژی طبیعی (دره‌ها، کوه‌ها، تپه‌ها) |
| | | حفاظت از کوهستان‌ها و جلوگیری از توسعه در ارتفاعات |

| | | |
|---|---|---|
| ساختار سیمای سرزمین | [۳۵ و ۳۶] | قطعه قطعه شدن لکه‌های سبز و زیستگاهی |
| شبکه اکولوژیکی در شهر | [۹] | ماتریس‌ها، لکه‌ها و کریدورهای طبیعی و سبز |
| زیرساخت‌های سبز و آبی | [۱۶] | حفاظت از رودخانه‌ها و رود دره‌های شهری |
| | | وسعت پهنه‌های آبی (دریاچه‌های طبیعی و انسانساخت) |
| تنوع زیستی | [۳۷] | حضور گونه‌های جانوری در شهر بخصوص پرندگان و حشرات |
| | | جمعیت جانوران و حشرات موذی و عوامل بیماریزا |
| | | میزان گونه‌های بومی و مقاوم به خشکی در فضای سبز شهری |
| | | وضعیت سلامتی گیاهان |
| | | بام‌های سبز و دیوارهای سبز |
| | | ایجاد و حفاظت از زیستگاه‌ها و مناطق حفاظت شده در حاشیه شهرها |
| آلودگی‌های محیط زیست | [۱۴] | آلودگی هوا |
| | | آلودگی آب |
| | | آلودگی خاک |
| | | آلودگی صوتی |
| | | تولید پسماند |
| ریسک‌های اکولوژیکی | [۳۸] | آسیب پذیری به مخاطرات طبیعی |
| | | نرخ وقوع سوانح طبیعی مانند سیلاب |
| جمعیت | [۳۹] | اندازه و تراکم جمعیت شهر |
| منابع آب | | وضعیت منابع آب موجود در شهر و حومه آن (کمیت و کیفیت) |
| | | سطح آبخوان‌ها، سفره‌های آب و قنوات |
| | | اقدامات جمع آوری رواناب‌ها |
| | | اقدامات تصفیه و بازچرخانی آب |

### ۳-۱-تحلیل ضرورت

به منظور تحلیل ضرورت گویه‌ها، از روش لاوشه استفاده شده و محاسبه CVR صورت گرفته است، که نتایج بدست آمده براساس انتخاب‌های خبرگان، در جدول ۳ قابل مشاهده است.

جدول ۳- گویه‌های ضروری

| کد شاخص | نام شاخص | تعداد ضروری(ne) | کل(N) | CVR |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | وضعیت منابع آب طبیعی موجود در شهر و حومه | ۱۴ | ۱۶ | ۰/۷۵ |
| ۲۱ | فضای سبز شهری (درصد و سرانه) | ۱۳ | ۱۶ | ۰/۶۲۵ |
| ۱۹ | میزان گونه‌های بومی و مقاوم به خشکی | ۱۳ | ۱۶ | ۰/۶۲۵ |
| ۱۷ | حضور گونه‌های جانوری (پرندگان و حشرات) | ۱۳ | ۱۶ | ۰/۶۲۵ |
| ۱۶ | زیرساخت‌های سبز و آبی (رودره‌ها) | ۱۲ | ۱۶ | ۰/۵۰ |
| ۲۳ | آلودگی هوا | ۱۲ | ۱۶ | ۰/۵۰ |
| ۲ | سطح آبخوان‌ها، سفره‌های آب و قنوات | ۱۲ | ۱۶ | ۰/۵۰ |
| ۲۲ | ایجاد و حفاظت از زیستگاه‌ها و مناطق حفاظت‌شده | ۱۲ | ۱۶ | ۰/۵۰ |

بر اساس روش لاوشه و با توجه به تعداد ۱۶ خبره، آستانه‌ی پذیرش شاخص‌ها ۰/۴۹ در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که ۸ شاخص این آستانه را گذرانده‌اند و از نظر خبرگان «ضروری» تلقی می‌شوند. مهم‌ترین این شاخص‌ها براساس مقدار عددی CVR شامل وضعیت منابع آب طبیعی (۰/۷۵)، فضای سبز شهری (۰/۶۲۵)، گونه‌های بومی مقاوم به خشکی (۰/۶۲۵)، و حضور گونه‌های جانوری (۰/۶۲۵) بودند. این امر بیانگر اهمیت بالای منابع آب، فضای سبز و تنوع زیستی در کیفیت زیستگاه شهری است.

## ۳-۲-اعتبار محتوایی(CVI)

در ادامه، اعتبار محتوایی پرسشنامه در سه بعد وضوح، ارتباط و سادگی بررسی شد (جدول ۴). مهمترین نتایج بدست آمده از این منظر عبارتند از:

- در بعد وضوح، تنها ۱۷ شاخص امتیاز بالاتر از ۰/۷۸ کسب کردند.
- در بعد ارتباط، ۱۰ شاخص به بالای ۰/۷۸ رسیدند.
- در بعد سادگی، ۳۰ شاخص زیر آستانه‌ی ۰/۷۸ قرار گرفتند.

این یافته‌ها نشان می‌دهد که بسیاری از گویه‌ها چندمعیاره و پیچیده بوده و نیاز به بازنویسی داشتند. به‌طور خاص، از لحاظ بعد سادگی، شاخص‌هایی همچون «وضعیت منابع آب طبیعی» (۰/۳۱۲۵) و «آلودگی آب» (۰/۶۲۵) با وجود ضرورت و اهمیت بالا، به دلیل پیچیدگی در بیان نیازمند اصلاح هستند.

جدول ۴- تعداد گویه‌های معتبر از نظر وضوح، ارتباط و سادگی

| بعد | ≥۰/۷۸ | ۰/۷۰–۰/۷۸ | <۰/۷۰ | میانگین |
|---|---|---|---|---|
| وضوح(Clarity) | ۱۷ | ۶ | ۱۹ | ۰/۷۳۵ |
| ارتباط(Relevance) | ۱۰ | ۱۱ | ۲۱ | ۰/۷۲۵ |
| سادگی(Simplicity) | ۵ | ۷ | ۳۰ | ۰/۶۵۵ |

براساس نتایج بدست آمده در جدول ۴، بزرگ‌ترین ضعف پرسشنامه مورد استفاده در این تحقیق، در بعد سادگی است. به این معنی که در این زمینه، ۳۰ شاخص امتیاز زیر ۰/۷۰ بدست آورده‌اند. این بدان معنی است که بسیاری از گویه‌ها چندمعیاره یا پیچیده نوشته شده‌اند. این موضوع لزوماً به معنای اهمیت پایین نیست، بلکه به بازنویسی نیاز دارند. در جدول ۵، نمونه گویه‌های مهم با افت در ویژگی «سادگی» نشان داده شده است.

جدول ۵- گویه‌های مهم حذف شده به علت پائین بودن شاخص سادگی

| کد | شاخص | I-CVI سادگی | RII اهمیت | CVR |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | وضعیت منابع آب طبیعی | ۰/۳۱۲۵ | ۰/۹۱۲۵ | ۰/۷۵ |
| ۲۴ | آلودگی آب | ۰/۶۲۵ | ۰/۹۰ | ۰/۳۷۵ |
| ۷ | شبکه راه‌ها | ۰/۶۸۷۵ | ۰/۸۲۵ | ۰/۲۵ |
| ۲۸ | اندازه و تراکم جمعیت | ۰/۶۸۷۵ | ۰/۸۱۲۵ | ۰/۲۵ |
| ۵ | مساحت ساخته‌شده/سبز/باز/آبی | ۰/۵۶۲۵ | ۰/۸۰ | ۰/۲۵ |

## ۳-۳-اهمیت نسبی (RII) و وزن گویه‌ها

در مرحله بعد پژوهش، به منظور اولویت‌بندی گویه‌ها از شاخص اهمیت نسبی استفاده شد. در جدول ۶، ده شاخص اول بر اساس نتیجه ارزیابی اهمیت نسبی ارائه شده است که از جمله مهمترین آنها عبارتند از موجودی منابع آب (۰/۹۱۲۵)، آلودگی هوا (۰/۹۱۲۵)، آلودگی آب (۰/۹۰)، فضای سبز شهری (۰/۸۶۲۵) و زیرساخت‌های سبز و آبی (۰/۸۵) بودند. این نتایج نشان می‌دهد که شاخص‌های

مرتبط با منبع حیاتی آب، آلودگی‌ها و فضای سبز در ادراک خبرگان بیشترین اهمیت را در کیفیت زیستگاه در شهر تهران داشته‌اند. بنابراین، حتی اگر این شاخص‌ها در ابعاد CVI ضعف داشته باشند، بازنویسی آن‌ها به‌جای حذف ضرورت دارد. همچنین، شاخص‌هایی مثل آب، آلودگی و فضای سبز بیشترین وزن نسبی را در اولویت‌بندی دارند.

جدول ۶- شاخص‌های برتر ارزیابی کیفیت زیستگاه شهر تهران بر اساس اهمیت نسبی (RII)

| رتبه | کد | شاخص | RII | وزن نهایی(%) |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۱ | موجودی منابع آب | ۰/۹۱۲۵ | ۲/۸۵ |
| ۲ | ۲۳ | آلودگی هوا | ۰/۹۱۲۵ | ۲/۸۵ |
| ۳ | ۲۴ | آلودگی آب | ۰/۹۰ | ۲/۸۱ |
| ۴ | ۲۱ | فضای سبز شهری | ۰/۸۶۲۵ | ۲/۶۹ |
| ۵ | ۱۶ | زیرساخت‌های سبز و آبی | ۰/۸۵ | ۲/۶۵ |
| ۶ | ۷ | شبکه راه‌ها | ۰/۸۲۵ | ۲/۵۷ |
| ۷ | ۱۵ | لکه/کریدورهای طبیعی و سبز | ۰/۸۲۵ | ۲/۵۷ |
| ۸ | ۲۸ | اندازه و تراکم جمعیت | ۰/۸۱۲۵ | ۲/۵۳ |
| ۹ | ۵ | مساحت ساخته‌شده/سبز/باز/آبی | ۰/۸۰ | ۲/۴۹ |
| ۱۰ | ۲۷ | تولید پسماند | ۰/۸۰ | ۲/۴۹ |

## ۳-۴-بررسی پایایی

همانطور که در جدول ۷ نشان داده شده است، محاسبه‌ی آلفای کرونباخ نشان داد که مقیاس‌های مختلف پرسشنامه از پایایی بسیار بالایی برخوردارند که این مقادیر به ترتیب برای اهمیت ۰/۹۵۹، وضوح ۰/۹۴۹، ارتباط ۰/۹۴۲ و سادگی ۰/۹۵۲ بوده است. این اعداد بالاتر از آستانه‌ی ۰/۷ بوده و نشان می‌دهد که سازگاری درونی پرسشنامه عالی است. در نتیجه، در مورد شاخص سادگی، مشکل در کیفیت پرسشنامه، به عدم انسجام پاسخ‌ها مربوطه نیست بلکه به پیچیدگی نگارش شاخص‌ها بازمی‌گردد.

جدول ۷- پایایی شاخص‌های تحقیق

| بعد | مقدار آلفا |
|---|---|
| اهمیت | ۰/۹۵۹ |
| وضوح | ۰/۹۴۹ |
| ارتباط | ۰/۹۴۲ |
| سادگی | ۰/۹۵۲ |

## ۳-۵-تصمیم‌گیری و انتخاب شاخص‌های نهایی برای ارزیابی کیفیت زیستگاه شهر تهران

پس از اجرای مراحل اعتبارسنجی محتوایی (CVR و CVI)، و تحلیل اهمیت نسبی (RII) ، مشخص شد که از میان ۴۲ گویه اولیه پرسشنامه تنها یک گویه بدون تغییر قابل پذیرش است، ۱۸ گویه نیازمند بازنگری و ساده‌سازی هستند و ۲۳ گویه دیگر یا باید حذف شوند یا در قالب گویه‌های جدید ادغام گردند. (جدول ۸).

این نتایج تأکید می‌کنند که بخشی از شاخص‌ها نیازمند بازنگری و ساده‌سازی است. در عین حال، اهمیت و ضرورت برخی شاخص‌ها (مانند آب و آلودگی‌های محیط زیستی) ایجاب می‌کند که حتی در صورت ضعف درCVI ، به‌طور کامل حذف نشوند بلکه با بازنویسی شده و اعتبار سنجی مجدد در مورد آنها صورت پذیرد.

جدول ۸- نتیجه نهایی وضعیت شاخص‌ها

| وضعیت | تعداد شاخص‌ها | توضیح |
|---|---|---|
| پذیرش | ۱ | فقط شاخص «فضای سبز شهری» تمام شرایط را دارد |
| بازنگری | ۱۸ | به دلیل افت در بعد سادگی یا مرزی بودنCVI |
| حذف/ادغام | ۲۳ | به دلیل پائین بودن CVR و ضعیف بودن CVI |

این نتایج نشان می‌دهد که اگرچه بسیاری از شاخص‌ها از منظر اهمیت و ضرورت برای خبرگان ارزشمند بودند، اما به دلیل پیچیدگی در نگارش یا همپوشانی مفهومی امکان استفاده مستقیم از آن‌ها در مرحله مدل‌سازی وجود ندارد. بنابراین، با تکیه بر اصول اعتبارسنجی و همچنین رویکرد عملیاتی‌سازی فرایند پالایش گویه‌ها به‌صورت سه گام انجام گرفت:

الف) حذف گویه‌های ضعیف: شاخص‌هایی که هم در CVR و هم در CVI نمره پایین داشتند، از فرایند تحلیل کنار گذاشته شدند.

ب) ادغام گویه‌های مشابه: این شاخص‌ها با همپوشانی مفهومی (مانند منابع آب سطحی و زیرزمینی یا لکه‌ها و کریدورهای سبز) در یکدیگر ادغام شدند تا هم از پیچیدگی کاسته شود و هم از تکرار جلوگیری گردد.

ج) بازنویسی گویه‌های کلیدی: شاخص‌های ضروری اما پیچیده (مانند منابع آب یا آلودگی‌ها) به شکل ساده‌تر و تک‌معیاره بازنویسی شدند تا قابلیت استفاده مستقیم در محیط GIS و مدل‌سازی داشته باشند.

بر اساس این فرایند، در نهایت ۱۵ شاخص کلیدی به‌عنوان مجموعه نهایی انتخاب شدند. این شاخص‌ها طیفی از مؤلفه‌های اصلی کیفیت زیستگاه‌های شهری و پیرامونی را برای شهر تهران پوشش می‌دهند (جدول ۹).

جدول ۹- شاخص‌های کلیدی نهائی برای ارزیابی کیفیت زیستگاه در شهر تهران

| کد | شاخص نهایی (بازنویسی‌شده) | توضیح اصلاح |
|---|---|---|
| ۱ | موجودی منابع آب سطحی و زیرزمینی (رودخانه‌ها، آبخوان‌ها، قنوات) | ادغام گویه ۱ و ۲ |
| ۱۶ | وسعت زیرساخت‌های سبز و آبی (رودره‌ها، تالاب‌ها) | ساده‌سازی متن |
| ۲۱ | سرانه و درصد فضای سبز شهری | پذیرفته‌شده بدون تغییر |
| ۱۹ | میزان استفاده از گونه‌های گیاهی بومی و مقاوم به خشکی | حفظ به‌صورت مستقل |
| ۱۷ | تنوع زیستی جانوری (پرندگان، حشرات و پستانداران کوچک) | بازنویسی ساده‌تر |
| ۲۲ | درجه حفاظت و اتصال زیستگاه‌ها و مناطق حفاظت‌شده | ترکیب با کریدورهای سبز |
| ۱۵ | تعداد و ویژگی‌های لکه‌ها و کریدورهای سبز در ساختار شهری | ادغام با ۲۲ (به‌صورت «اتصال زیستگاهی») |
| ۲۳ | میزان آلودگی هوا | حفظ مستقیم |
| ۲۴ | میزان آلودگی منابع آب | حفظ مستقیم |
| ۲۷ | میزان تولید پسماند شهری | ساده‌سازی متن |
| ۲۸ | تراکم و اندازه جمعیت | حفظ مستقیم |
| ۷ | تراکم شبکه راه‌ها | حفظ مستقیم |
| ۵ | نسبت مساحت کاربری‌ها (ساخته‌شده، سبز، باز و آبی) | ساده‌سازی متن |
| ۲۵ | میزان آلودگی خاک (فلزات سنگین/آلودگی صنعتی) | انتخاب از گویه‌های حذف‌شده ولی مهم برای زیستگاه |
| ۳۰ | تغییرات کاربری زمین (افزایش ساخت‌وساز و کاهش سبزینگی) | ادغام چند گویه کاربری در یک عنوان |

انتخاب این ۱۵ شاخص نهایی به دو دلیل اهمیت ویژه دارد: نخست آن‌که آن‌ها بر اساس نظر جمعی خبرگان و معیارهای علمی اعتبارسنجی انتخاب شده‌اند و بنابراین پشتوانه‌ی نظری محکمی دارند؛ دوم آن‌که این شاخص‌ها از قابلیت عملیاتی بالایی برخوردارند و می‌توان آن‌ها را به‌صورت لایه‌های مکانی جهت تحلیل فضایی کیفیت زیستگاه بکار گرفت.

به این ترتیب، پژوهش حاضر نشان داد که از میان ۴۲ گویه اولیه، پس از فرایند بازنگری، حذف و ادغام، در نهایت می‌توان مجموعه‌ای کوچک‌تر اما کارآمدتر متشکل از ۱۵ شاخص کلیدی را برای ارزیابی کیفیت زیستگاه در شهر تهران و مناطق و پیرامونی آن به‌کار گرفت.

این مجموعه نه‌تنها بار مفهومی اصلی پرسشنامه را حفظ می‌کند بلکه از نظر اجرایی نیز امکان پیاده‌سازی مستقیم در مدل‌های شبیه‌سازی و ارزیابی مکانی را فراهم می‌سازد.

## ۴-بحث و نتیجه گیری

گسترش شهرها، به عنوان یکی از پدیده‌های مهم جهان امروز مطرح بوده و شهرنشینی به شکل غالب زندگی انسان در جهان تبدیل شده است. تمرکز بالای جمعیت و فعالیت‌ها در کنار آلودگی محیط زیست و مصرف بی‌رویه منابع و تولید فزاینده انواع آلاینده‌ها در مناطق شهری، باعث افت شدید وضعیت محیط زیست و تخریب اکوسیستم‌های طبیعی در این مناطق شده است. کلانشهر تهران، به عنوان پایتخت ایران، با معضلات عدیده محیط زیستی روبروست که منجر به افت کیفیت زیستگاه برای انسان و سایر زیستمندان شده است. تمرکز بسیار زیاد جمعیت و فعالیت‌ها در این منطقه باعث مصرف بی رویه منابع محدود و تولید آلودگی‌ها و ضایعات شده که مجموعه آنها منجر به نامناسب شدن شرایط زندگی برای انسان و سایر زیستمندان شده است.

با توجه به مشکلات محیط زیستی عدیده شهرها و کلانشهرها در سراسر جهان، دستیابی به توسعه پایدار شهری از جمله مهمترین اهداف در برنامه‌ریزی و مدیریت شهری محسوب می‌شود.

ارزیابی پایداری با استفاده از شاخص‌ها، رویکردی مناسب و توصیه‌شده برای مدیریت توسعه پایدار شهری است. شاخص‌ها ابزاری ساده و قابل سنجش برای کمک به دستیابی به شهرهایی پایدار ارائه می‌دهند که در عین توجه به جنبه‌های محیط زیستی، بهره‌وری اقتصادی بلندمدت، سلامت عمومی و کیفیت کلی زندگی ساکنان را نیز مد نظر قرار می‌دهند [۴۰].

از جمله عوامل مهم و کلیدی در توسعه پایداری شهری، که توجه به آن می‌تواند باعث بهبود وضعیت محیط زیست و زندگی شهروندان در شهرها شود، کیفیت زیستگاه است که در برگیرنده بهبود کیفیت محیط زیست، کاهش آلودگی‌ها، استفاده بهینه از منابع طبیعی و ارتقای وضعیت زندگی شهروندان است. جهت بررسی و کمّی سازی کیفیت زیستگاه به عنوان یک مفهوم کلی، نیاز به تعریف شاخص‌ها و متغیرهایی برای اندازه گیری و کمّی سازی جهت سنجش وضعیت فعلی و ترسیم نقشه و مسیر راه برای دستیابی به اهداف برنامه‌ریزی شهری-منطقه‌ای می‌باشد. این مسئله به ویژه برای کلانشهر تهران به علت وسعت بالا، جمعیت زیاد و تراکم فعالیت‌ها و آلودگی‌ها بسیار مهم و حیاتی است. چرا که شرایط موجود، منجر به کاهش کیفیت زیستگاه در این شهر و مناطق فرادستی در بر گیرنده آن برای انسان و سایر زیستمندان شده است.

در این تحقیق تلاش شد که شاخص‌های کیفیت زیستگاه شهری جهت به کارگیری در مدیریت و حکمرانی پایدار شهر تهران و بستر محیطی دربرگیرنده آن استخراج و ارائه شود. با مرور گسترده منابع و استفاده از نظرات متخصصان و خبرگان، در نهایت ۱۵ شاخص مهم و کلیدی برای این منظور استخراج و رتبه‌بندی گردید که از جمله مهمترین آنها منابع آب طبیعی موجود در منطقه، آلودگی هوا، آلودگی آب، فضای سبز شهری و زیرساخت‌های سبز و آبی بودند که لازم است حتما در بررسی کیفیت زیستگاه برای کلانشهر تهران در نظر گرفته شوند.

در پژوهش‌های اخیر مرتبط با مدل‌سازی کیفیت زیستگاه، تمرکز بر نقش تغییرات کاربری زمین و عوامل محیطی به‌خوبی دیده می‌شود. در مطالعه جوانبخت و همکاران (۲۰۲۱) بر روی کیفیت محیط زیست شهر تهران نیز، شاخص‌های کیفیت هوا و پوشش گیاهی بیشترین تاثیر را نشان دادند که در مطالعه حاضر نیز جزو شاخص‌های مهم کیفیت زیستگاه شناسائی شدند. یافته‌های پژوهش حاضر و مطالعات پیشین نشان می‌دهد که عوامل و شاخص‌های کالبدی- فضایی و اکولوژیکی نقش مهمی در کیفیت زیستگاه در محیط‌های شهری دارد. از یک سو، توسعه شهری کنترل نشده [۳۳] و الگوهای مورفولوژیک نامناسب [۶] و از سوی دیگر، تخریب و پراکندگی زیرساخت‌های سبز-آبی [۱۶] به عنوان برخی از مهم‌ترین عوامل کاهش کیفیت زیستگاه در مطالعات شناسایی شده‌اند. در مقابل، حفظ و تقویت پیوندهای اکولوژیک از طریق ایجاد کریدورها [۴۱] و طراحی منظر با درنظرگیری معیارهای اتصال و تنوع [۳۴] می‌تواند تا حد زیادی اثرات منفی توسعه شهری را خنثی کرده و به ارتقای کیفیت زیستگاه و در نهایت، تحقق اهداف توسعه پایدار شهری منجر شود.

در نهایت، به منظور کاربردی کردن نتایج بدست آمده در برنامه‌ریزی توسعه پایدار شهر تهران، در جدول ۱۰ شاخص‌های استخراج شده کیفیت زیستگاه شهری، به صورت راهبردهای اجرائی در قالب اهداف اصلی حفظ کیفیت زیستگاه برای شهر تهران ارائه شد. در این راستا، شاخص‌های بدست آمده در ۴ گروه کلی شامل ساختار و فرایند در سیمای سرزمین و بستر اکولوژیکی، کیفیت و کمیت منابع

طبیعی، فشارهای محیط زیستی و ویژگی‌های کالبدی-فضایی شهر دسته بندی شدند. سپس اهداف کلان و راهبردهای اجرایی برای آنها مشخص شد و نقش و اهمیت هر یک در زیست پذیری و پایداری در شهر تهران مشخص شد.

جدول ۱۰- ماتریس تلفیق شاخص‌های کیفیت زیستگاه در برنامه‌ریزی شهری برای کلانشهر تهران

| ردیف | شاخص‌ها | | اهداف کلان | راهبردهای اجرایی | نقش و اهمیت | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | دسته‌بندی | عنوان | | | زیست‌پذیری | پایداری |
| ۱ | ساختار و فرایند در سیمای سرزمین و بستر اکولوژیکی | - لکه‌ها و کریدورهای سبز (تعداد/سایر ویژگی‌ها)<br>- حفاظت و اتصال زیستگاه‌ها<br>- زیرساخت‌های سبز و آبی (وسعت)<br>- تنوع زیستی | تقویت شبکه اکولوژیک و یکپارچی در سیمای سرزمین طبیعی در شهر | - شناسایی و نقشه سازی شبکه اکولوژیک تهران<br>- ایجاد پارک‌های خطی در امتداد روددره‌ها<br>- طراحی و اجرای پل‌های طبیعت و زیرگذارهای حیات‌وحش<br>- ممنوعیت ساخت‌وساز در کریدورهای سبز | - ارتقای سلامت روان و کاهش استرس<br>- افزایش تعامل اجتماعی و انسجام جامعه<br>- تقویت حس مکان و هویت شهری<br>- توسعه فعالیت‌های تفریحی و گردشگری | - حفظ خدمات اکوسیستمی<br>- افزایش تاب‌آوری شهری در برابر شوک‌ها<br>- حفاظت از ذخایر ژنتیکی و سرمایه طبیعی |
| ۲ | کیفیت و کمیت منابع طبیعی | - موجودی منابع آب سطحی و زیرزمینی<br>- سرانه و درصد فضای سبز<br>- استفاده از گونه‌های گیاهی بومی و مقاوم<br>-نسبت مساحت کاربری‌ها | بهبود سلامت محیطی و تامین امنیت منابع | - بهینه سازی مصرف آب شرب<br>-سیستم‌های آبیاری با آب بازیافتی برای فضای سبز<br>-تصویب و اجرای ضریب سبز اجباری در پروژه‌های ساختمانی<br>- طرح‌های بازآفرینی و احیای قنوات و آبخوان‌ها<br>- توسعه کشاورزی شهری عمودی و باغ‌های اشتراکی | - تأمین امنیت و سلامت پایه (آب و هوا)<br>- افزایش رفاه و آسایش حرارتی<br>- تقویت امنیت غذایی<br>- توزیع عادلانه‌تر مزایای محیطی | - تضمین پایداری منابع (آب زیرزمینی)<br>- مقابله با تغییرات اقلیمی (جذب کربن)<br>- حفظ چرخه هیدرولوژیک طبیعی |
| ۳ | فشارهای محیط زیستی | - میزان آلودگی هوا<br>- میزان آلودگی منابع آب<br>- میزان آلودگی خاک<br>- میزان تولید پسماند شهری | کاهش بار آلودگی و حرکت به سوی اقتصاد چرخشی و پایدار | -پایش آنلاین آلاینده‌ها در نقاط کانونی<br>-اجرای سیاست پرداخت بر اساس ایجاد آلودگی<br>-توسعه زیرساخت‌های بازیافت و کمپوست در مقیاس محله<br>-پاک‌سازی و احیای خاک‌های آلوده | - ارتقای وضعیت بهداشتی<br>-ایجاد محیط زندگی امن و پاک<br>-ارتقای کیفیت زندگی و پاکیزگی شهری | - کاهش ردپای بوم‌شناختی شهر<br>- حرکت به سوی اقتصاد چرخشی<br>- احیای سلامت خاک و آب |
| ۴ | ویژگی‌های جمعیتی و کالبدی-فضایی شهر | -تراکم و اندازه جمعیت<br>-تراکم شبکه راه‌ها | کنترل هوشمند رشد شهری و تعدیل تراکم | - بازتوزیع فضایی تراکم جمعیت و فعالیت از طریق تدوین طرح آمایش سرزمین برای تهران بر | - کاهش زمان سفر و استرس ترافیک<br>- افزایش سرزندگی و امنیت محلات | - کنترل پراکنده‌رویی شهری<br>- کاهش وابستگی به سوخت فسیلی |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | -تغییرات کاربری زمین | | اساس ظرفیت اکولوژیکی مناطق<br>- اولویت‌دهی به حمل‌ونقل عمومی<br>- اعمال مالیات و عوارض محیط زیستی<br>- توسعه و تقویت کمربند سبز تهران<br>- ارتقای نفوذپذیری شهری از طریق استفاده از مصالح نفوذپذیر | - توزیع عادلانه‌تر جمعیت و خدمات<br>- ارتقای سلامت جسمی (ترویج پیاده‌روی) | - بهینه‌سازی مصرف انرژی و منابع<br>- حفظ یکپارچگی چرخه آب طبیعی |

## ۵-منابع و مراجع


1. Zhang, P., Zhang, J., Liu, Z., Liu, Y., and Chen, Z. Relationship between land surface temperature and air quality in urban and suburban areas: Dynamic changes and interaction effects. Sustainable Cities and Society, 2025. 118, 106043. https://doi.org/10.1016/j.scs.2024.106043.
2. Jia, K., Sheng, Q., Liu, Y., Yang, Y., Dong, G., Qiao, Z., ... and Han, D. A framework for achieving urban sustainable development goals (SDGs): Evaluation and interaction. Sustainable Cities and Society, 2024. 114, 105780. https://doi.org/10.1016/j.scs.2024.105780
3. Masson, V., Lemonsu, A., Hidalgo, J., and Voogt, J. Urban climates and climate change. Annual Review of Environment and Resources, 2020. 45(1), 411-444. https://doi.org/10.1146/annurev-environ-012320-083623
4. Xie, Z. X., Zhang, B., Shi, Y. T., Zhang, X. Y., and Sun, Z. X. Changes and protections of urban habitat quality in Shanghai of China. Scientific reports, 2023. 13(1), 10976. https://doi.org/10.1038/s41598-023-32247-7
5. Wang, X., Liu, B., Chen, J., Arash, M., Zhang, B., Chang, Q., ... and You, W. Assessing the impact of land use change on habitat quality in Zhongwei through multiscenario simulation using the PLUS and InVEST models. Scientific Reports, 2025. 15(1), 12355. https://doi.org/10.1038/s41598-025-90965-6
6. Wei, W., Bao, Y., Wang, Z., Chen, X., Luo, Q., and Mo, Y. Response of habitat quality to urban spatial morphological structure in multi-mountainous city. Ecological Indicators, 2023. 146, 109877. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.109877
7. Jia, C., Li, Z., Yang, X., Liu, H., and Yang, X. The spatiotemporal evolution characteristics and influencing factors of habitat quality in the typical region of the Lunan Economic Belt: A case study of Donggang District, Rizhao. Environmental Monitoring and Assessment, 2024. 196(11), 1074. https://doi.org/10.1007/s10661-024-13222-9
8. Wu, Y., Wang, J., and Gou, A. Research on the evolution characteristics, driving mechanisms and multi-scenario simulation of habitat quality in the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay

based on multi-model coupling. Science of the Total Environment, 2024. 924, 171263. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.171263

9. Zhou, Y., Geng, J., and Liu, X. Urban Habitat Quality Enhancement and Optimization under Ecological Network Constraints. Land, 2024. 13(10), 1640. https://doi.org/10.3390/land13101640
10. Nasri Roodsari, E., and Hoseini, P. An assessment of the correlation between urban green space supply and socio-economic disparities of Tehran districts—Iran. Environment, development and sustainability, 2022. 24(11), 12867-12882. https://doi.org/10.1007/s10668-021-01970-4
11. Balasooriya, B. L. W. K., Samson, R., Mbikwa, F., Boeckx, P., and Van Meirvenne, M. Biomonitoring of urban habitat quality by anatomical and chemical leaf characteristics. Environmental and Experimental Botany, 2009. 65(2-3), 386-394. https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2008.11.009
12. Kardel, F., Wuyts, K., Babanezhad, M., Wuytack, T., Potters, G., and Samson, R. Assessing urban habitat quality based on specific leaf area and stomatal characteristics of Plantago lanceolata L. Environmental Pollution, 2010. 158(3), 788-794. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2009.10.006
13. Bai, L., Xiu, C., Feng, X., and Liu, D. Influence of urbanization on regional habitat quality: a case study of Changchun City. Habitat International, 2019. 93, 102042. https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2019.102042
14. Javanbakht, M., Boloorani, A. D., Kiavarz, M., Samany, N. N., Zebardast, L., and Zangiabadi, M. Spatial-temporal analysis of urban environmental quality of Tehran, Iran. Ecological Indicators, 2021. 120, 106901. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106901
15. Parvar, Z., and Salmanmahiny, A. Assessing and predicting habitat quality under urbanization and climate pressures. Journal for Nature Conservation, 2025. 86, 126903. https://doi.org/10.1016/j.jnc.2025.126903
16. Aznarez, C., Svenning, J. C., Taveira, G., Baró, F., and Pascual, U. Wildness and habitat quality drive spatial patterns of urban biodiversity. Landscape and Urban Planning, 2022. 228, 104570. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2022.104570
17. Boyd, E., and Juhola, S. Adaptive climate change governance for urban resilience. Urban studies, 2015. 52(7), 1234-1264. https://doi.org/10.1177/0042098014527483
18. Crane, M., Lloyd, S., Haines, A., Ding, D., Hutchinson, E., Belesova, K., ... and Turcu, C. Transforming cities for sustainability: A health perspective. Environment international, 2021. 147, 106366. https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106366
19. Pamukcu-Albers, P., Ugolini, F., La Rosa, D., Grădinaru, S. R., Azevedo, J. C., and Wu, J. Building green infrastructure to enhance urban resilience to climate change and pandemics. Landscape ecology, 2021.36(3), 665-673. https://doi.org/10.1007/s10980-021-01212-y
20. Birkmann, J., Garschagen, M., Kraas, F., and Quang, N. Adaptive urban governance: new challenges for the second generation of urban adaptation strategies to climate change. Sustainability Science, 2010. 5(2), 185-206. https://doi.org/10.1007/s11625-010-0111-3

21. Aslani, A., Sereshti, M., and Sharifi, A. Urban heat island mitigation in Tehran: District-based mapping and analysis of key drivers. Sustainable Cities and Society, 2025. 125, 106338. https://doi.org/10.1016/j.scs.2025.106338

۲۲. مرکز آمار ایران. پیش بینی جمعیت مناطق شهر تهران. ۱۴۰۴. https://amar.thmporg.ir/

۲۳. موذنی، کیمیا، رفیعیان، مجتبی، ایزدی، محمد سعید. (۱۳۹۸). ارزش‌گذاری مؤلفه‌ها و شاخص‌های بازآفرینی پایدار رود دره‌های شهری تهران مطالعه موردی: رود دره درکه. مجله شهر پایدار، ۱۳۹۸، ۲(۴)، ۶۵-۸۲. https:doi.org/ 10.22034/jsc.2020.200426.1115

24. Shamsipour, A., Jahanshahi, S., Mousavi, S. S., Shoja, F., Golenji, R. A., Tayebi, S., ... and Sharifi, A. Assessing and mapping urban ecological resilience using the loss-gain approach: A case study of Tehran, Iran. Sustainable Cities and Society, 2024.103, 105252. https://doi.org/10.1016/j.scs.2024.105252

25. Lawshe, C. H. A quantitative approach to content validity. *Personnel Psychology, 1975. 28*(4), 563–575. https://doi.org/10.1111/j.1744-6570.1975.tb01393.x

26. Ayre, C., and Scally, A. J. Critical values for Lawshe's content validity ratio: Revisiting the original methods of calculation. *Measurement and Evaluation in Counseling and Development, 2014. 47*(1), 79–86. https://doi.org/10.1177/0748175613513808

27. Lynn, M. R. Determination and quantification of content validity. *Nursing Research, 1986. 35*(6), 382–385. https://doi.org/10.1097/00006199-198611000-00017

28. Polit, D. F., and Beck, C. T. The content validity index: Are you sure you know what's being reported? Critique and recommendations. *Research in Nursing & Health, 2006. 29*(5), 489–497. https://doi.org/10.1002/nur.20147

29. Doloi, H., Sawhney, A., Iyer, K. C., and Rentala, S. Analysing factors affecting delays in Indian construction projects. *International Journal of Project Management, 2012. 30*(4), 479–489. https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2011.10.004

30. Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika, 16*(3), 297–334. https://doi.org/10.1007/BF02310555

31. Zamanzadeh, V., Ghahramanian, A., Rassouli, M., Abbaszadeh, A., Alavi-Majd, H., and Nikanfar, A. R. Design and implementation content validity study: Development of an instrument for measuring patient-centered communication. *Journal of Caring Sciences, 2015. 4*(2), 165–178. https://doi.org/10.15171/jcs.2015.017

32. Wu, J., Li, X., Luo, Y., and Zhang, D. (2021). Spatiotemporal effects of urban sprawl on habitat quality in the Pearl River Delta from 1990 to 2018. Scientific Reports, 11(1), 13981. https://doi.org/10.1038/s41598-021-92916-3

33. Tang, J., Zhou, L., Dang, X., Hu, F., Yuan, B., Yuan, Z., and Wei, L. Impacts and predictions of urban expansion on habitat quality in the densely populated areas: A case study of the Yellow River Basin, China. Ecological Indicators, 2023.151, 110320. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.110320

34. Mi, Y., Li, S., and Wang, Z. Spatial distribution and topographic gradient effects of habitat quality in the Chang-Zhu-Tan Urban Agglomeration, China. Scientific reports, 2024. 14(1), 22563.

35. Hu, J., Zhang, J., and Li, Y. Exploring the spatial and temporal driving mechanisms of landscape patterns on habitat quality in a city undergoing rapid urbanization based on GTWR and MGWR: The case of Nanjing, China. Ecological Indicators, 2022. 143, 109333. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109333
36. Zhang, D., Wang, J., Wang, Y., Xu, L., Zheng, L., Zhang, B., ... and Yang, H. Is there a spatial relationship between urban landscape pattern and habitat quality? Implication for landscape planning of the Yellow River Basin. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2022. 19(19), 11974. https://doi.org/10.3390/ijerph191911974
37. Angold, P. G., Sadler, J. P., Hill, M. O., Pullin, A., Rushton, S., Austin, K., ... and Thompson, K. Biodiversity in urban habitat patches. Science of the Total environment, 2006. 360(1-3), 196-204. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2005.08.035
38. Zhang, Y., Zhang, C., Zhang, X., Wang, X., Liu, T., Li, Z., ... and Ma, F. Habitat quality assessment and ecological risks prediction: an analysis in the Beijing-Hangzhou Grand Canal (Suzhou Section). Water, 2022. 14(17), 2602. https://doi.org/10.3390/w14172602.
39. Liu, Y., Wang, Y., Lin, Y., Ma, X., Guo, S., Ouyang, Q., and Sun, C. Habitat Quality Assessment and Driving Factors Analysis of Guangdong Province, China. Sustainability, 2023. 15(15), 11615. https://doi.org/10.3390/su151511615
40. Michalina, D., Mederly, P., Diefenbacher, H., and Held, B. Sustainable urban development: A review of urban sustainability indicator frameworks. Sustainability, 2021. 13(16), 9348. https://doi.org/10.3390/su13169348
41. Wei, L., Zhou, L., Sun, D., Yuan, B., and Hu, F. Evaluating the impact of urban expansion on the habitat quality and constructing ecological security patterns: A case study of Jiziwan in the Yellow River Basin, China. Ecological Indicators, 2022. 145, 109544. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109544