



The Impact of Sustainable Transportation on Urban Livability Using the PLS-SEM Model: A Case Study of Urmia City

Asghar Abedini¹ | Nima yousefi² | Setareh Ramesh³

1. Corresponding Author, Department of Urban Planning, Faculty of Architecture, Urban Planning and Art, Urmia University, Urmia, Iran. E-mail: as.abedini@urmia.ac.ir
2. Department of Urban Planning, Faculty of Architecture and Urban Planning, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran.
3. MA Student of Urban Planning, Faculty of Architecture, Urban Planning and Art, Urmia University, Urmia, Iran.

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:

Received: 19 Apr 2025

Received in revised form:
05 Jun 2025

Accepted: 09 Jun 2025

Available online: 23 Sep
2025

Keywords:

Air pollution,
Greenhouse gas
emissions,
Sustainable transportation,
Public transportation,
Urban livability.

ABSTRACT

This study explores the impact of sustainable transportation on enhancing urban livability in the city of Urmia. As major urban centers increasingly grapple with challenges such as air pollution, excessive energy consumption, traffic congestion, and inefficient transport infrastructure, understanding the dimensions of transportation sustainability and its influence on environmental quality and urban life becomes critically important. Employing a descriptive-analytical design, the research adopts a quantitative approach. Data were collected via a structured questionnaire grounded in economic, social, and environmental indicators of sustainable transportation, with responses from 50 experts in relevant fields. The analysis was conducted using Smart PLS software and structural equation modeling (SEM-PLS). The findings reveal that both the economic and social dimensions of sustainable transportation have a significant and positive impact on environmental indicators. Notably, the economic dimension demonstrated a strong path coefficient, indicating its substantial role in reducing pollution, improving energy efficiency, and enhancing overall environmental quality. The social dimension also contributed meaningfully to spatial justice, citizen satisfaction, and equitable access to clean transportation options. The study concludes that advancing sustainable transportation is a vital strategy for improving urban livability. Key recommendations include investing in clean infrastructure, upgrading public transport systems, expanding pedestrian and cycling networks, and fostering public engagement. Urban managers are encouraged to prioritize sustainable transport initiatives through strategic planning, dedicated financial resources, collaboration with local institutions, and public education. These efforts are essential to realizing the long-term environmental, economic, and social benefits of sustainable urban mobility.

Cite this article: Abedini, A., yousefi, N., & Ramesh, S. (2025). The Impact of Sustainable Transportation on Urban Livability Using the PLS-SEM Model: A Case Study of Urmia City. *Geography and Environmental Sustainability*, 15(3), 77-92. <https://doi.org/10.22126/GES.2025.11995.2855>



© The Author (s).

DOI: <https://doi.org/10.22126/GES.2025.11995.2855>

Publisher: Razi University

تأثیر حمل و نقل پایدار بر زیست‌پذیری شهری با استفاده از مدل PLS-SEM

مطالعه موردی: شهر ارومیه

اصغر عابدینی^۱ | نیما یوسفی^۲ | ستاره رمش^۳

۱. نویسنده مسئول، گروه شهرسازی، دانشکده شهرسازی معماری و هنر، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران. رایانامه: as.abedini@urmia.ac.ir
۲. گروه شهرسازی، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران.
۳. گروه شهرسازی، دانشکده شهرسازی معماری و هنر، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی تاریخچه مقاله: تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۱/۲۰ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۳/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۳/۱۹ دسترسی آنلاین: ۱۴۰۴/۰۷/۰۱ کلیدواژه‌ها: آلودگی هوا، انتشار گازهای گلخانه‌ای، حمل و نقل پایدار، حمل و نقل عمومی، زیست‌پذیری شهری.	این پژوهش باهدف بررسی تأثیر حمل و نقل پایدار بر ارتقای کیفیت زیست‌پذیری شهری در شهر ارومیه انجام شده است. در شرایطی که کلان‌شهرها با بحران‌هایی مانند آلودگی هوا، مصرف بالای انرژی، ترافیک سنگین و ناکارآمدی زیرساخت‌های حمل و نقل مواجه‌اند، شناخت ابعاد مختلف پایداری حمل و نقل و آثار آن بر محیط‌زیست و کیفیت زندگی شهری اهمیت فراوانی دارد. این مطالعه از نوع توصیفی-تحلیلی و با رویکرد کمی انجام شده است. داده‌ها با استفاده از پرسش‌نامه‌ای مبتنی بر شاخص‌های اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی حمل و نقل پایدار و با مشارکت ۵۰ نفر از متخصصان حوزه‌های مرتبط گردآوری شد. تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Smart PLS و روش مدل‌سازی معادلات ساختاری (SEM-PLS) صورت گرفت. نتایج نشان داد که هر دو بعد اقتصادی و اجتماعی حمل و نقل پایدار تأثیر مثبت و معناداری بر بهبود شاخص‌های محیط‌زیستی دارند. به‌ویژه بعد اقتصادی با ضریب مسیر بالا نقش مهمی در کاهش آلودگی، بهینه‌سازی انرژی و بهبود کیفیت محیط‌زیست ایفا کرده است. شاخص‌های اجتماعی نیز در ارتقای عدالت فضایی، رضایت شهروندان و دسترسی عمومی به حمل و نقل پاک مؤثر بوده‌اند. پژوهش حاضر تأیید می‌کند که توسعه حمل و نقل پایدار می‌تواند راهبردی کلیدی برای ارتقای کیفیت زیست‌پذیری شهری باشد. سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های پاک، بهبود کیفیت خدمات حمل و نقل عمومی، گسترش مسیرهای دوچرخه‌سواری و پیاده‌روی از جمله الزامات اصلی دستیابی به این هدف هستند. بر همین اساس، پیشنهاد می‌شود که مدیران شهری با تدوین برنامه‌های زمان‌مند، تخصیص منابع مالی مشخص، همکاری با نهادهای محلی و فرهنگ‌سازی عمومی، مسیر اجرای راهبردهای حمل و نقل پایدار را در اولویت قرار دهند تا آثار مثبت این تحول شهر نمایان شود.

استناد: عابدینی، اصغر؛ یوسفی، نیما؛ رمش، ستاره (۱۴۰۴). تأثیر حمل و نقل پایدار بر زیست‌پذیری شهری با استفاده از مدل PLS-SEM مطالعه موردی: شهر ارومیه. *جغرافیا و پایداری محیط*، ۱۵ (۳)، ۷۷-۹۲. <https://doi.org/10.22126/GES.2025.11995.2855>

مقدمه

رشد سریع شهرنشینی و گسترش کلان‌شهرها، به‌ویژه در کشورهای درحال توسعه، چالش‌های متعددی را در حوزه‌های اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی به همراه داشته است (Newman & Kenworthy, 2015). افزایش وابستگی به خودروهای شخصی منجر به افزایش ترافیک شهری شده و این مسئله به نوبه خود با افزایش آلودگی هوا شامل انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلاینده‌های مضر، سلامت شهروندان را به خطر انداخته و کیفیت زندگی آنها را از جنبه‌های مختلف مانند کاهش تحرک بدنی و تعاملات اجتماعی تحت تأثیر قرار داده است (Buehler & Pucher, 2011) که این روند، نیاز به توسعه زیرساخت‌های حمل‌ونقل شهری را دوچندان کرده است.

توسعه اجتماعی - اقتصادی و پیشرفت‌های فناورانه، فرصت‌های بسیاری برای شهرنشینی پایدار فراهم کرده‌اند، اما درعین حال، فشار فزاینده‌ای بر پایداری و زیست‌پذیری شهری وارد ساخته‌اند. یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در این زمینه، حمل‌ونقل شهری است. افزایش تعداد وسایل نقلیه موتوری و رشد تقاضا برای حمل‌ونقل، مصرف سوخت‌های فسیلی و انتشار گازهای گلخانه‌ای را تشدید کرده است (Lu et al., 2018; Heidari et al., 2024). این بخش، حدود یک‌سوم از انتشار گازهای گلخانه‌ای (GHG) در ایالات متحده و یک‌پنجم از انتشار جهانی را شامل می‌شود (Buehler & Pucher, 2011). پیش‌بینی‌ها نشان می‌دهند که انتشار کربن ناشی از حمل‌ونقل تا سال ۲۰۳۰ بیش از ۵۰ درصد افزایش خواهد یافت (Sun et al., 2018). بنابراین، کارایی سیستم‌های حمل‌ونقل بر همه جنبه‌های زندگی در مناطق شهری تأثیرگذار است (Ning et al., 2020) که این موضوع اهمیت اصلاح الگوهای حمل‌ونقل شهری را بیش‌ازپیش آشکار می‌سازد (Li et al., 2020).

برنامه‌ریزی شهری و توسعه زیرساخت‌های حمل‌ونقل نقشی کلیدی در زیست‌پذیری و پایداری شهرها دارد (Taki et al., 2016; Wey, 2015; Wey et al., 2017). این مفهوم بر توسعه حمل‌ونقل عمومی، کاهش استفاده از خودروهای شخصی، بهینه‌سازی مصرف انرژی، گسترش مسیرهای پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای تأکید دارد (Kraus & Proff, 2021). تکیه بیش از حد به خودروهای بنزینی شخصی در شهرها منجر به رفتارهای حمل‌ونقلی شده که سلامت عمومی را تهدید می‌کند (Younkin et al., 2021). مطالعات نشان داده‌اند که شهرهایی که حمل‌ونقل پایدار را در اولویت سیاست‌گذاری‌های خود قرار داده‌اند، در کاهش ترافیک، کاهش آلودگی هوا و بهبود سلامت شهروندان عملکرد بهتری داشته‌اند. حمل‌ونقل پایدار با تمرکز بر توسعه حمل‌ونقل عمومی، کاهش استفاده از خودروهای شخصی و ترویج حمل‌ونقل غیرموتوری مانند پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری می‌تواند به طور مستقیم و غیرمستقیم بر ابعاد مختلف زیست‌پذیری شهری تأثیر بگذارد. به‌عنوان مثال، کاهش استفاده از خودروهای شخصی منجر به کاهش آلودگی هوا و افزایش ایمنی شهروندان می‌شود (Van Kamp et al., 2003).

در ایران، بسیاری از شهرها همچنان با مشکلات اساسی در زمینه حمل‌ونقل مواجه هستند. تراکم بالای ترافیک، آلودگی هوا، و کمبود زیرساخت‌های حمل‌ونقل عمومی از جمله چالش‌هایی هستند که زیست‌پذیری شهری را تهدید می‌کنند. سیاست‌گذاران بر اهمیت بررسی تغییرات زیست‌پذیری تأکید کرده‌اند و آن را معیاری اساسی برای سنجش جامع ابعاد عینی و ذهنی زیست‌پذیری فضایی می‌دانند (Ghasemi et al., 2019). در همین راستا، ارزیابی این ابعاد و ظرفیت‌های ذاتی آن‌ها که در بهبود رفاه عمومی نقش دارند، موجب شده است که مفهوم تغییرات زیست‌پذیری به‌تدریج جایگاه پررنگ‌تری پیدا کند (Yang et al., 2021). زیست‌پذیری شهری در سال‌های اخیر به یکی از موضوعات کلیدی در سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی شهری تبدیل شده است و به‌ویژه در شهرهایی که به‌سرعت درحال توسعه هستند یا از ابتدا برنامه‌ریزی می‌شوند، مورد توجه قرار گرفته است (Zhan et al., 2018; Bassolas et al., 2019; Ramaswami, 2020).

یکی از جنبه‌های مهم این مفهوم، میزان دسترسی شهروندان به خدمات شهری است که تحت تأثیر عوامل مختلفی همچون تغییرات جمعیتی (مانند افزایش سن جمعیت و کاهش نرخ رشد)، تحولات اقتصادی و اجتماعی (نظیر دوره‌های رکود و رونق)، عوامل فرهنگی و همچنین تغییرات زیست‌محیطی قرار دارد (Ghasemi et al., 2018; Xiao et al., 2022). علاوه بر این، فاکتورهایی نظیر میزان حضور شهروندان در فضاهای شهری، سیستم‌های حمل‌ونقل، تنوع کاربری‌ها، ایمنی،

کیفیت مسکن، احساس تعلق اجتماعی، هویت شهری، بهره‌وری، و شرایط محیط‌زیستی از دیگر عناصر مؤثر بر زیست‌پذیری شهرها محسوب می‌شوند.

یکی از ابعاد مهم زیست‌پذیری شهری، حمل‌ونقل است که به‌عنوان بخش مهمی از زندگی روزمره افراد، تأثیر مستقیمی بر کیفیت زندگی آن‌ها دارد (قنبری و همکاران، ۱۳۹۸). با این حال، توسعه زیرساخت‌های حمل‌ونقل شهری نتوانسته همگام با این نیازها پیش رود. وابستگی فزاینده به وسایل نقلیه شخصی، علاوه بر تشدید مشکلاتی مانند آلودگی هوا، ترافیک سنگین و افزایش حوادث رانندگی، باعث شده است که سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های حمل‌ونقل عمومی و جایگزین‌های پایدار نادیده گرفته شود. در این راستا، برخی کشورها به اهمیت بازنگری در سیاست‌های حمل‌ونقل شهری پی برده و آن را در اولویت استراتژی‌های توسعه پایدار خود قرار داده‌اند تا بتوانند چالش‌های اجتماعی و اقتصادی ناشی از این مسئله را مدیریت کنند (Elmansouri, 2020). به گزارش سازمان بهداشت جهانی (WHO)، کلان‌شهرهای ایران همانند برخی دیگر از شهرهای جهان در میان آلوده‌ترین شهرهای جهان قرار دارند (Kazemi et al., 2024). شهرهای ایران با آلودگی هوا ناشی از حمل‌ونقل و سایر منابع آلاینده مواجه هستند (Errampalli et al., 2017). در بسیاری از شهرهای ایران، غلظت چندین آلاینده به سطوح هشدار رسیده و سه برابر استانداردهای ملی و دستورالعمل‌های WHO است. رشد جمعیت، سوخت بی‌کیفیت، مصرف بی‌رویه سوخت‌های فسیلی، و استفاده گسترده از خودرو و موتورسیکلت شخصی، این وضعیت را وخیم‌تر کرده‌اند (Heidari et al., 2024).

باوجود مطالعات گسترده درباره زیست‌پذیری شهری و حمل‌ونقل پایدار، بررسی رابطه این دو مفهوم در شهرهای متوسط ایران، از جمله ارومیه، کمتر موردتوجه قرار گرفته است. بیشتر پژوهش‌ها بر حمل‌ونقل به‌عنوان یک مقوله مستقل یا بر زیست‌پذیری شهری بدون در نظر گرفتن نقش حمل‌ونقل تمرکز داشته‌اند. این در حالی است که بررسی هم‌زمان این دو عامل می‌تواند راهکارهای بهتری برای بهبود کیفیت زندگی شهروندان ارائه دهد. ارومیه به‌عنوان یکی از شهرهای در حال رشد ایران، با چالش‌های متعددی در زمینه حمل‌ونقل شهری مواجه است. افزایش استفاده از خودروهای شخصی، کمبود زیرساخت‌های حمل‌ونقل عمومی کارآمد، ضعف در مسیرهای پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری و وابستگی شدید به وسایل نقلیه موتوری، منجر به افزایش ترافیک، آلودگی هوا و کاهش کیفیت زیست‌پذیری شده است. این چالش‌ها ضرورت بررسی علمی تأثیر حمل‌ونقل پایدار بر بهبود زیست‌پذیری شهری را در ارومیه برجسته می‌سازد. برای پاسخ‌گویی مؤثر به نیازهای نسل حاضر و آینده، تصمیم‌گیری‌های جسورانه در حوزه حمل‌ونقل و توسعه شهری ضروری است تا زیست‌پذیری شهرها تضمین شود. این تصمیمات باید شاخص‌های محیط‌زیستی، اجتماعی و اقتصادی را برای همه ساکنان بهبود بخشند. توجه به این شاخص‌ها، به مفهوم توسعه پایدار که نخستین بار توسط کمیسیون برانتلند در سال ۱۹۸۷ ارائه شد، تکیه دارد و مورد پذیرش جهانی قرار گرفته است.

این پژوهش در تلاش است تا بررسی کند که چگونه حمل‌ونقل پایدار می‌تواند بر ارتقای کیفیت زیست‌پذیری شهر ارومیه تأثیر بگذارد. بررسی تأثیر حمل‌ونقل پایدار بر زیست‌پذیری شهری در ارومیه می‌تواند راهکارهای عملی برای حل این چالش‌ها و بهبود کیفیت زندگی شهروندان ارائه دهد. هدف اصلی این پژوهش، سنجش میزان تأثیر ابعاد مختلف حمل‌ونقل پایدار (شامل شاخص‌های زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی) بر ابعاد مختلف زیست‌پذیری شهری (شامل شاخص‌های محیطی، اجتماعی و اقتصادی) در شهر ارومیه با استفاده از مدل‌سازی معادلات ساختاری است. این پژوهش از این نظر ضروری است که با بررسی رابطه بین حمل‌ونقل پایدار و زیست‌پذیری شهری در شهر ارومیه با استفاده از مدل‌سازی معادلات ساختاری، راهکارهای عملی برای بهبود کیفیت زندگی شهروندان و توسعه پایدار شهری ارائه می‌دهد. باتوجه‌به چالش‌های خاص شهر ارومیه در زمینه حمل‌ونقل، یافته‌های این پژوهش می‌تواند برای سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان شهری بسیار مفید باشد.

حیدری و همکاران در پژوهشی تحت عنوان «تأثیر بهبود شاخص‌های حمل‌ونقل پایدار بر کیفیت زندگی در کلان‌شهر تهران» با هدف ارزیابی تأثیر شاخص‌های حمل‌ونقل پایدار بر کیفیت زندگی، به این نتیجه رسیدند که سیاست‌های ترکیبی مانند افزایش قیمت سوخت، توسعه حمل‌ونقل عمومی و کاهش هزینه‌های دسترسی به آن می‌توانند تأثیر

قابل توجهی بر بهبود شاخص‌های حمل‌ونقل پایدار و ارتقاء کیفیت زندگی در کلان‌شهرهایی مانند تهران داشته باشند (Heidari et al., 2024). همچنین در پژوهش دیگری به بررسی جامع مفهوم حمل‌ونقل پایدار و ارزیابی وضعیت حمل‌ونقل در تهران پرداختند و به این نتیجه رسیدند که بسیاری از شاخص‌های حمل‌ونقل پایدار در تهران از اهمیت بالایی برخوردارند اما عملکرد ضعیفی دارند. با اولویت‌بندی این شاخص‌ها و تمرکز بر بهبود آن‌ها، می‌توان به بهبود وضعیت حمل‌ونقل و ارتقاء کیفیت زندگی در تهران دست یافت (Heidari et al., 2023).

آذربزین و حسینی در شهر اهواز به این نتیجه رسیدند که بهبود شاخص‌های حمل‌ونقل پایدار می‌تواند به افزایش زیست‌پذیری شهری منجر شود. توجه به ابعاد اجتماعی و ذهنی در برنامه‌ریزی‌های حمل‌ونقل شهری، به‌ویژه در شهرهایی مانند اهواز، ضروری است (آذربزین و حسینی، ۱۴۰۳). پژوهش «مدل شبیه‌سازی مبتنی بر دینامیک سیستم برای ارزیابی سیاست‌های نظارتی در برنامه‌ریزی حمل‌ونقل پایدار» توسط صیادی و آواستی به این نتیجه رسیدند که سیاست‌های اشتراک سفر می‌تواند به‌طور مؤثری ترافیک را کاهش دهند، در حالی که افزایش مالکیت خودرو ممکن است باعث کاهش تمایل به استفاده از خودروهای شخصی و افزایش استفاده از حمل‌ونقل عمومی شود (Sayyadi & Awasthi, 2016). حافظیار و همکاران در پژوهشی در کابل تحت عنوان «حمل و نقل پایدار برای بهترین کیفیت زندگی» به بررسی وضعیت فعلی و مشکلات سیستم حمل‌ونقل در کشورهای در حال توسعه، به‌ویژه افغانستان، پرداختند و به این نتیجه رسیدند که برای بهبود کیفیت زندگی در کابل، توسعه سیستم‌های حمل‌ونقل پایدار ضروری است (Hafizyar et al., 2023).

سرورو در پژوهشی تحت عنوان «ارزیابی سیاست‌های حمل‌ونقل پایدار در شهرهای آمریکایی» به بررسی اثرات توسعه زیرساخت‌های حمل‌ونقل عمومی و کاهش وابستگی به خودروهای شخصی در شهرهای آمریکایی پرداخته است. این پژوهش با تحلیل داده‌های چندین شهر، نشان داد که هرچقدر شهرها سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی کارآمدتری داشته باشند، وابستگی به خودروهای شخصی کاهش پیدا می‌کند و در نتیجه، آلودگی هوا و مشکلات ترافیکی کاهش می‌یابد. این مقاله تأکید می‌کند که گسترش خطوط مترو و اتوبوس‌های سریع‌السیر، به‌ویژه در مناطق شهری پرجمعیت، می‌تواند به‌طور چشمگیری از آلودگی هوا و ترافیک بکاهد (Cervero, 2013). گوسلینگ و همکاران نیز در پژوهشی تحت عنوان «حمل‌ونقل پایدار در شهرهای آفریقای جنوبی» به بررسی مشکلات حمل‌ونقل پایدار در شهرهای آفریقای جنوبی پرداخته‌اند. این تحقیق نشان می‌دهد که با وجود چالش‌های بزرگ مانند وابستگی به خودروهای شخصی و مشکلات زیرساختی، تلاش‌هایی برای گسترش سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی و افزایش مشارکت شهروندان در استفاده از سیستم‌های پایدار وجود دارد. نویسندگان همچنین به گسترش سیستم‌های حمل‌ونقل غیرموتوری مانند مسیرهای دوچرخه‌سواری و پیاده‌روی تأکید کرده‌اند و نقش آن‌ها را در کاهش آلودگی و بهبود سلامت عمومی بررسی کرده‌اند (Gossling et al., 2020).

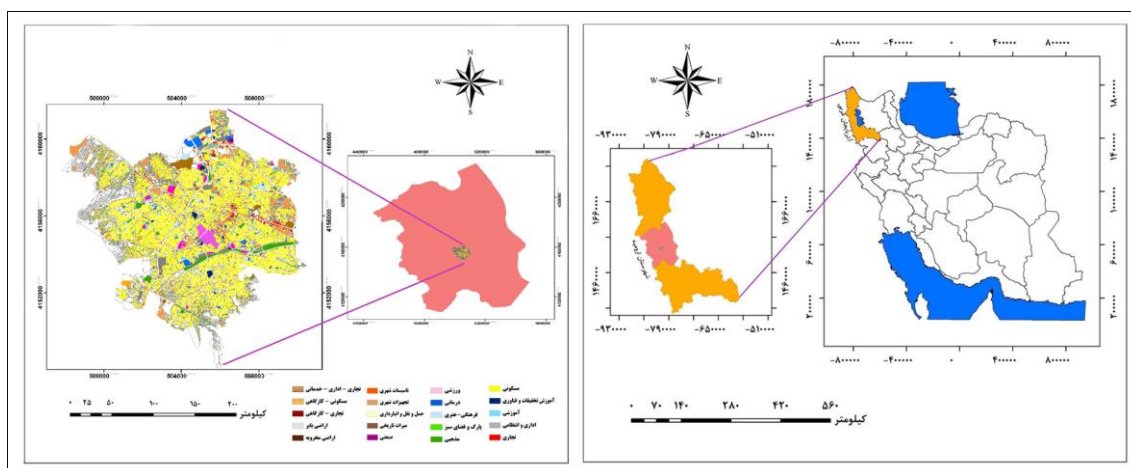
درحالی‌که مطالعات قبلی به بررسی جداگانه حمل‌ونقل پایدار یا زیست‌پذیری شهری پرداخته‌اند، این پژوهش با بررسی هم‌زمان این دو مفهوم با استفاده از مدل‌سازی معادلات ساختاری در شهر ارومیه، دیدگاه جامع‌تری را ارائه می‌دهد. علاوه بر این، بیشتر مطالعات قبلی بر روی شهرهای بزرگ تمرکز داشته‌اند، درحالی‌که این پژوهش به بررسی یک شهر متوسط (ارومیه) می‌پردازد که دارای ویژگی‌ها و چالش‌های خاص خود است. این پژوهش به دنبال بررسی چالش‌ها و فرصت‌های موجود برای ارتقاء سیستم حمل‌ونقل پایدار در شهر ارومیه است. نتایج این تحقیق می‌تواند به عنوان راهنمایی برای مدیران شهری و مسئولین در برنامه‌ریزی و اجرای سیاست‌های حمل‌ونقل پایدار در شهرهای مشابه و مناطق در حال توسعه به کار آید.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه مورد مطالعه

شهر ارومیه به‌عنوان یکی از شهرهای ایران، مرکز اداری - سیاسی استان آذربایجان غربی و شهرستان ارومیه محسوب می‌شود (شکل ۱). این شهر به دلیل موقعیت جغرافیایی، تنوع فرهنگی و تاریخی، و همچنین چالش‌های محیط‌زیستی

مرتبط با دریاچه ارومیه، یک منطقه مهم برای بررسی‌های شهری و محیط‌زیستی است. ارومیه یکی از شهرهای تاریخی ایران است که در سال‌های اخیر به سرعت رشد کرده و بر پایه آخرین سرشماری نفوس و مسکن، در سال ۱۳۹۵، تعداد جمعیت ساکن آن بالغ بر ۷۳۶۲۲۴ نفر بود که این شهر را دهمین شهر پرجمعیت ایران و دومین شهر پرجمعیت منطقه شمال غرب ایران می‌کند (عابدینی و همکاران، ۱۴۰۳). محدوده مورد مطالعه، یعنی شهر ارومیه، با دارا بودن چالش‌ها و پتانسیل‌های منحصر به فرد، یک مکان مناسب برای بررسی حمل‌ونقل پایدار و توسعه شهری به شمار می‌آید. از یک سو، رشد سریع جمعیت و توسعه‌های شهری موجب افزایش تقاضا برای سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی و نیاز به زیرساخت‌های بهینه و پایدار در این حوزه شده است و از سوی دیگر، مشکلات محیط‌زیستی مانند بحران دریاچه ارومیه و آلودگی هوا، فشارهای زیادی را بر شهر وارد کرده‌اند که نیاز به اصلاحات و بهبود در سیستم حمل‌ونقل شهری را ضروری می‌سازد. شهر ارومیه از نظر ساختار شهری، به دلیل مشکلات ترافیکی، محدودیت‌های زیرساختی و استفاده زیاد از خودروهای شخصی، با چالش‌های بسیاری در راستای توسعه حمل‌ونقل پایدار روبه‌رو است. همچنین، وضعیت حمل‌ونقل عمومی در این شهر نیازمند توجه ویژه به افزایش پوشش و کیفیت خدمات است. در این میان، با توجه به ویژگی‌های خاص و نیازهای ویژه ارومیه، امکان اجرای مدل‌های حمل‌ونقل پایدار، مانند حمل‌ونقل عمومی کارآمد، استفاده از دوچرخه، و گسترش فضای سبز، می‌تواند به بهبود کیفیت زندگی شهری و کاهش اثرات منفی زیست‌محیطی کمک کند.



شکل ۱. موقعیت شهر ارومیه

روش مطالعه

این پژوهش از نظر هدف، یک پژوهش کاربردی است که به دنبال ارائه راهکارهایی برای بهبود زیست‌پذیری شهری از طریق توسعه حمل‌ونقل پایدار در شهر ارومیه است. از نظر روش، این پژوهش از نوع توصیفی - تحلیلی است، زیرا به توصیف وضعیت موجود حمل‌ونقل و زیست‌پذیری شهری در ارومیه پرداخته و سپس به تحلیل روابط بین متغیرهای حمل‌ونقل پایدار و زیست‌پذیری شهری می‌پردازد. جامعه آماری این پژوهش را متخصصان و کارشناسان حوزه حمل‌ونقل شهری، برنامه‌ریزی شهری، مهندسی ترافیک، محیط‌زیست و جامعه‌شناسی در شهر ارومیه تشکیل می‌دهند. جامعه آماری این پژوهش شامل ۵۰ نفر از متخصصان حوزه‌های حمل‌ونقل شهری، برنامه‌ریزی شهری، جغرافیا و محیط‌زیست می‌باشد. روش نمونه‌گیری هدفمند استفاده شده است. در این روش، افرادی انتخاب شده‌اند که دانش و تجربه کافی در حوزه پژوهش داشته و می‌توانند اطلاعات دقیق و معتبری ارائه دهند. روش‌های گردآوری داده‌ها در این پژوهش شامل دو بخش داده‌های اسنادی و کتابخانه‌ای و داده‌های پرسش‌نامه‌ای است. اطلاعات موردنیاز از طریق پرسش‌نامه بسته با طیف لیکرت ۵ گزینه‌ای گردآوری شده است. این پرسش‌نامه شامل سه دسته شاخص‌های محیط‌زیستی، اجتماعی و اقتصادی بوده که برای سنجش میزان تأثیر حمل‌ونقل پایدار بر زیست‌پذیری شهری طراحی شده است (جدول ۱).

مطابق شکل ۲ برای تجزیه و تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده از طریق پرسش‌نامه، از نرم‌افزار SmartPLS استفاده شده

است. این نرم‌افزار برای مدل‌سازی معادلات ساختاری (Structural Equation Modeling - SEM) با روش حداقل مربعات جزئی (Partial Least Squares - PLS) به کار گرفته شده است. PLS-SEM به دلیل قابلیت آن در تحلیل روابط پیچیده بین متغیرها و مدیریت نمونه‌های کوچک، برای این پژوهش مناسب تشخیص داده شد.

جدول ۱. شاخص‌های پژوهش

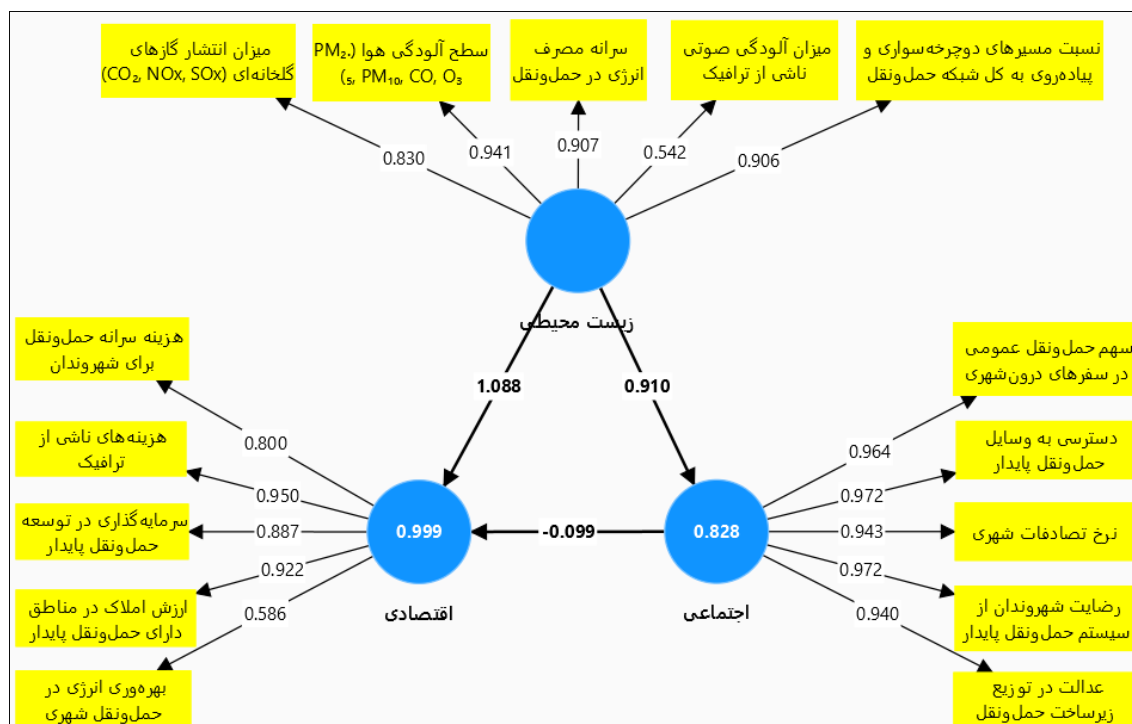
بعد	شاخص	منبع
محیط‌زیستی	میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای (CO ₂ , NO _x , SO _x)	(Litman, 2021: 43) (Banister, 2008) (Newman & Kenworthy, 2015)
	سطح آلودگی هوا (PM _{2.5} , PM ₁₀ , CO, O ₃)	
	سرانه مصرف انرژی در حمل‌ونقل	
	نسبت مسیرهای دوچرخه‌سواری و پیاده‌روی به کل شبکه حمل‌ونقل	
اجتماعی	میزان آلودگی صوتی ناشی از ترافیک	(Cervero & Kockelman, 1997) (Steg & Gifford, 2005) (Van Kamp et al., 2003)
	سهم حمل‌ونقل عمومی در سفرهای درون‌شهری	
	دسترسی به وسایل حمل‌ونقل پایدار	
	نرخ تصادفات شهری	
اقتصادی	رضایت شهروندان از سیستم حمل‌ونقل پایدار	(Newman & Kenworthy, 2015)
	عدالت در توزیع زیرساخت حمل‌ونقل	
	هزینه سرانه حمل‌ونقل برای شهروندان	
	هزینه‌های ناشی از ترافیک (اتلاف وقت، کاهش بهره‌وری)	
	سرمايه‌گذاری در توسعه حمل‌ونقل پایدار	
	ارزش املاک در مناطق دارای حمل‌ونقل پایدار	
	بهره‌وری انرژی در حمل‌ونقل شهری	



شکل ۲. مدل مفهومی پژوهش

نتایج

در این بخش، یافته‌های حاصل از تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده از طریق پرسش‌نامه متخصصین با استفاده از نرم‌افزار SmartPLS ارائه می‌شود. هدف اصلی از تحلیل داده‌ها، بررسی تأثیر حمل‌ونقل پایدار بر زیست‌پذیری شهری در شهر ارومیه بوده است. در ادامه، ابتدا نتایج مربوط به ارزیابی مدل، شامل شاخص‌های برازش مدل، روایی و پایایی متغیرها، ارائه شده و سپس روابط بین متغیرها و آزمون فرضیه‌های پژوهش مورد بررسی قرار می‌گیرد.



شکل ۳. ضرایب مسیر محاسبه شده

مطابق شکل ۳ بر اساس تحلیل انجام‌شده با استفاده از نرم‌افزار Smart PLS، تأثیر سه بعد اصلی حمل‌ونقل پایدار شامل ابعاد اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی بررسی شده است. نتایج به‌دست‌آمده از مدل‌سازی معادلات ساختاری نشان می‌دهد که بعد اقتصادی با ضریب مسیر ۱/۰۸۸ بیشترین تأثیر مثبت را بر بعد زیست‌محیطی داشته است. این مقدار بالا نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری در توسعه حمل‌ونقل پایدار، کاهش هزینه‌های ناشی از ترافیک، بهره‌وری انرژی، و افزایش ارزش املاک در مناطق برخوردار از زیرساخت‌های حمل‌ونقل، نقش مؤثری در کاهش آلودگی هوا، کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و بهبود وضعیت محیط‌زیستی دارد. همچنین، بعد اجتماعی با ضریب مسیر ۰/۹۱۰ تأثیر مثبت و معناداری بر بهبود وضعیت زیست‌محیطی دارد. شاخص‌هایی نظیر افزایش سهم حمل‌ونقل عمومی، عدالت در توزیع زیرساخت‌ها، دسترسی به وسایل حمل‌ونقل پایدار و رضایت شهروندان از خدمات حمل‌ونقل نشان می‌دهند که توسعه اجتماعی در حوزه حمل‌ونقل، علاوه بر افزایش رفاه عمومی، می‌تواند به بهبود کیفیت محیط‌زیست نیز کمک کند.

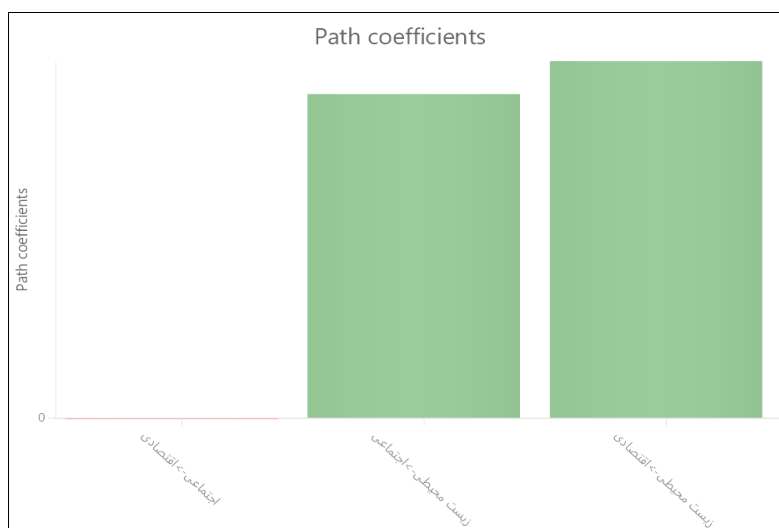
در مقابل، تأثیر مستقیم بعد اجتماعی بر بعد اقتصادی با ضریب مسیر ۰/۰۹۹ - ضعیف گزارش شده است. این یافته بیانگر آن است که متغیرهای اجتماعی به‌تنهایی و بدون پشتیبانی از طریق سیاست‌گذاری‌های مالی و زیرساختی، تأثیر قابل‌توجهی بر جنبه‌های اقتصادی حمل‌ونقل پایدار ندارند. به‌طور کلی، نتایج حاصل از این مدل حاکی از آن است که ابعاد اقتصادی و اجتماعی حمل‌ونقل پایدار نقش کلیدی در ارتقاء وضعیت زیست‌محیطی شهرها ایفا می‌کنند. در عین حال، ارتباط مستقیم میان توسعه اجتماعی و بهبود شاخص‌های اقتصادی نیازمند تقویت از طریق سرمایه‌گذاری‌های هدفمند، سیاست‌گذاری‌های حمایتی و یکپارچه‌سازی زیرساخت‌های حمل‌ونقل پایدار است. در بعد زیست‌محیطی، شاخص سطح آلودگی هوا (PM_{2.5}, PM₁₀, CO, O₃) با بار عاملی ۰/۹۴۱ بالاترین تأثیر را دارد و بیانگر نقش کلیدی کیفیت هوا در سنجش پایداری محیط‌زیست شهری است. پس از آن، سرانه مصرف انرژی در حمل‌ونقل با بار عاملی ۰/۹۰۷ و نسبت مسیرهای پیاده‌رو و دوچرخه‌سواری به کل شبکه حمل‌ونقل با مقدار ۰/۹۰۶ قرار دارند که به‌خوبی مؤلفه‌های حمل‌ونقل پاک و بهره‌ور را پوشش می‌دهند. میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای نیز با بار عاملی ۰/۸۳۰ سهم مهمی در این بعد دارد. با این حال، شاخص میزان آلودگی صوتی ناشی از ترافیک با بار عاملی ۰/۵۴۲ مقدار پایین را داشته و به نظر می‌رسد درک عمومی از این مؤلفه یا روش اندازه‌گیری آن نیازمند بازبینی باشد.

در بعد اقتصادی، همه شاخص‌ها از بار عاملی قابل قبول برخوردارند و انسجام درونی قوی‌ای را نشان می‌دهند. شاخص هزینه‌های ناشی از ترافیک با بار عاملی ۰/۹۵۰ و بهره‌وری انرژی در حمل‌ونقل شهری با مقدار ۰/۹۲۲ در صدر قرار دارند. همچنین سرمایه‌گذاری در توسعه حمل‌ونقل پایدار ۰/۸۸۷ و هزینه سرانه حمل‌ونقل برای شهروندان ۰/۸۰۰ نیز در تبیین این بعد نقش دارند. تنها شاخصی که بار عاملی نسبتاً ضعیف‌تری دارد، ارزش املاک در مناطق دارای حمل‌ونقل پایدار با مقدار ۰/۵۸۶ است. این نتیجه می‌تواند ناشی از پیچیدگی رابطه میان توسعه زیرساخت‌های حمل‌ونقل و بازار املاک درک شده توسط پاسخ‌دهندگان باشد. در بعد اجتماعی، کلیه شاخص‌ها دارای بارهای عاملی بسیار بالا و در محدوده ۰/۹۴۳ تا ۰/۹۷۲ هستند که بیانگر اعتبار و هم‌راستایی بسیار قوی میان شاخص‌ها و سازه اصلی است. شاخص‌های دسترسی به وسایل حمل‌ونقل پایدار و عدالت در توزیع زیرساخت‌های حمل‌ونقل هر دو با بار عاملی ۰/۹۷۲ بیشترین وزن را داشته و نشان می‌دهند که پاسخ‌دهندگان این عوامل را از مهم‌ترین جنبه‌های اجتماعی در حمل‌ونقل پایدار می‌دانند. سایر شاخص‌ها از جمله رضایت شهروندان از سیستم حمل‌ونقل پایدار، سهم حمل‌ونقل عمومی در سفرهای شهری و نرخ تصادفات شهری نیز همگی از بار عاملی بالای ۰/۹۴ برخوردارند. در مجموع، تحلیل بارهای عاملی حاکی از آن است که ساختارهای مفهومی تعریف‌شده برای سه بعد زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی از انسجام و روایی بیرونی قابل قبولی برخوردارند. این امر نشان می‌دهد که شاخص‌های انتخاب‌شده به‌درستی توانسته‌اند سازه‌های نهفته مدل را تبیین کرده و چارچوب نظری تحقیق را به‌صورت تجربی تأیید کنند.

بر اساس جدول ۲ و شکل ۴، می‌توان نتیجه گرفت که ابعاد اقتصادی و اجتماعی حمل‌ونقل پایدار هر دو بر بهبود محیط‌زیستی تأثیرگذارند، اما تنها بعد اقتصادی می‌تواند به‌طور مستقیم ساختار محیط‌زیستی را به‌طور قدرتمند تحت تأثیر قرار دهد.

جدول ۲. ماتریس ضریب رگرسیونی

زیست‌محیطی	اقتصادی	اجتماعی
	-۰,۰۹۹	
اقتصادی		
زیست‌محیطی	۱,۰۸۸	۰,۹۱۰

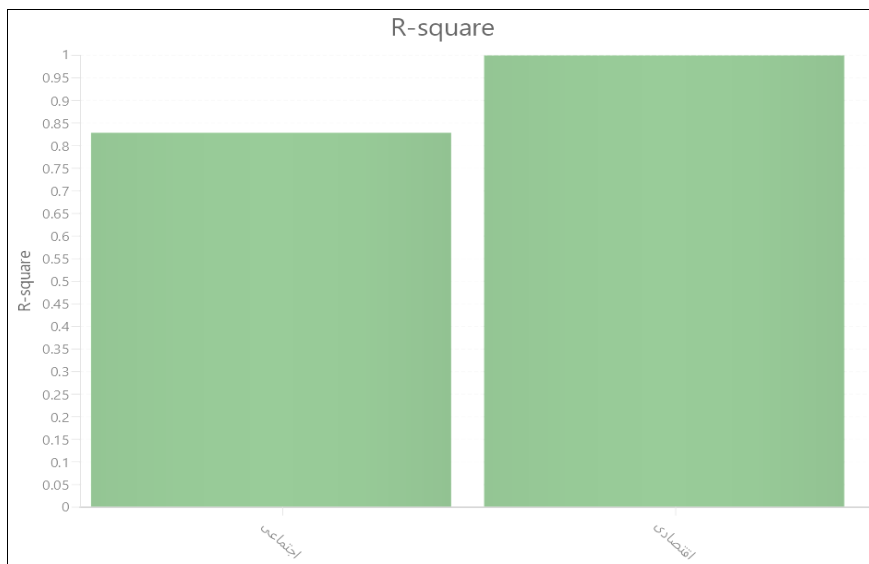


شکل ۴. نمودار ضریب رگرسیونی

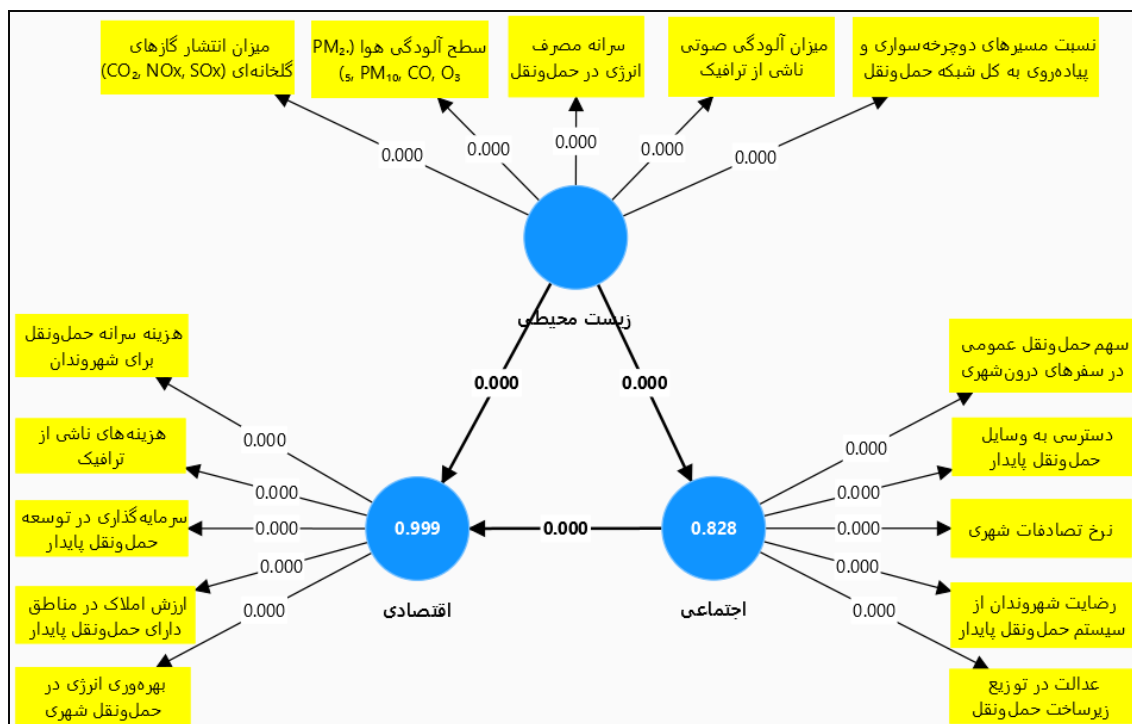
جدول ۳. ماتریس ضریب تبیین

	R-square	R-square adjusted
اجتماعی	۰,۸۲۸	۰,۸۲۶
اقتصادی	۰,۹۹۹	۰,۹۹۹

این ضریب (جدول ۳ و شکل ۵) میزان تبیین واریانس یا تغییرات متغیر وابسته توسط مجموعه متغیرهای مستقل را نشان می‌دهد که بین صفر و یک در نوسان است.



شکل ۵. نمودار ضریب تبیین



شکل ۶. ضرایب T-values

در شکل ۶ نتایج حاصل از آزمون معنی‌داری مسیرها نشان می‌دهد که مسیرهای بین متغیرهای اقتصادی و اجتماعی با بعد محیط‌زیستی، هر دو دارای تأثیر مثبت و معنادار هستند. این یافته نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری مالی، توسعه زیرساختی، و دسترسی اجتماعی عادلانه به حمل‌ونقل پایدار می‌تواند نقش مؤثری در کاهش آلودگی، افزایش بهره‌وری انرژی و بهبود کیفیت محیط‌زیست ایفا کند. در مقابل، رابطه مستقیم بین بعد اجتماعی و اقتصادی با وجود معنی‌داری آماری، از لحاظ مفهومی و تجربی ضعیف و منفی بوده و بیانگر آن است که صرف بهبود مؤلفه‌های اجتماعی، بدون همراهی با سرمایه‌گذاری یا اصلاح ساختارهای اقتصادی، نمی‌تواند به رشد اقتصادی منجر شود.

جدول ۴. ضرایب محاسبه شده میانگین، P-values، T-values

	Original sample (O)	Sample mean (m)	Standard deviation (STDEV)	T statistics (O/STDEV)	P values
اجتماعی < اقتصادی	-0.099	-0.101	0.018	5.534	0.000
زیست محیطی < اجتماعی	0.910	0.911	0.012	76.237	0.000
زیست محیطی < اقتصادی	1.088	1.090	0.015	71.842	0.000

مطابق جدول ۴ نخست، مسیر بین بعد اقتصادی و بعد زیست محیطی با ضریب مسیر ۱،۰۸۸ و مقدار آماره ۷۱،۸۴۲ نشان از یک تأثیر مستقیم، مثبت و بسیار قوی دارد. این رابطه به وضوح بیان می کند که افزایش سرمایه گذاری در حمل و نقل پایدار، کاهش هزینه های ناشی از ترافیک، بهره وری بالاتر انرژی، و سایر مؤلفه های اقتصادی می تواند نقش مؤثری در کاهش آلودگی هوا، کاهش مصرف انرژی در حمل و نقل شهری و بهبود شاخص های محیط زیستی ایفا کند. سطح معنی داری بسیار پایین $P = 0.000$ این مسیر، اعتبار آماری یافته را تقویت می کند. در ادامه، رابطه میان بعد اجتماعی و بعد زیست محیطی نیز با ضریب مسیر ۰،۹۱۰، آماره ۷۶/۲۳۷ و مقدار $P = 0.000$ به عنوان یک رابطه مثبت و معنی دار تأیید شده است. این یافته نشان می دهد که گسترش حمل و نقل عمومی، افزایش عدالت در توزیع زیرساخت ها، رضایت شهروندان و دسترسی گسترده به وسایل حمل و نقل پایدار می تواند در بهبود کیفیت محیط زیست شهری نقش مؤثری داشته باشد. شدت بالای این تأثیر نیز گویای اهمیت مؤلفه های اجتماعی در تحقق اهداف محیط زیستی است.

در نهایت، مسیر میان بعد اجتماعی و بعد اقتصادی با ضریب مسیر ۰،۰۹۹- اگرچه از نظر آماری مقدار آماره معنادار است $P = 0.000$ ، اما جهت این رابطه منفی و اثر آن ضعیف است. این بدان معناست که متغیرهای اجتماعی به تنهایی تأثیر مشخصی در بهبود شاخص های اقتصادی ندارند و حتی ممکن است در صورت نبود هماهنگی با سیاست های اقتصادی و زیرساخت های سرمایه گذاری، تأثیر کاهشی جزئی داشته باشند. بنابراین، ابعاد اجتماعی حمل و نقل پایدار در غیاب پشتیبانی ساختاری و مالی، توان اثرگذاری مثبت بر شاخص های اقتصادی را به طور مستقل ندارند. در مجموع، یافته های حاصل از تحلیل آماری روابط ساختاری مدل نشان می دهد که توسعه مؤلفه های اقتصادی و اجتماعی در حوزه حمل و نقل پایدار، به ویژه از مسیر بهبود زیرساخت ها، سرمایه گذاری هدفمند، و افزایش دسترسی عمومی، می تواند به طور مؤثر به ارتقای کیفیت محیط زیست شهری منجر شود. با این حال، برای دستیابی به هم افزایی میان ابعاد اجتماعی و اقتصادی، به مداخلات سیاستی و برنامه ریزی شده نیاز است.

بحث

یافته های این پژوهش تأیید می کند که حمل و نقل پایدار شهری می تواند نقش بسیار مؤثری در ارتقای ابعاد مختلف زیست پذیری شهری ایفا کند. تحلیل ضرایب مسیر نشان داد که ابعاد اقتصادی و اجتماعی حمل و نقل پایدار، هر دو تأثیر مثبت و معناداری بر بهبود وضعیت محیط زیستی شهر ارومیه دارند؛ به گونه ای که بعد اقتصادی با ضریب مسیر ۱/۰۸۸ قوی ترین اثر را بر بعد محیط زیستی داشته است. این یافته با نتایج پژوهش هایی مانند (Newman & Kenworthy, 2015) و (Heidari et al., 2024) هم راستا است که تأکید دارند سرمایه گذاری در حمل و نقل پایدار، منجر به کاهش آلودگی، کاهش هزینه های مصرف انرژی، و بهبود کیفیت هوا می شود. در همین راستا، تأثیر مثبت بعد اجتماعی بر بعد زیست محیطی نیز با ضریب مسیر ۰/۹۱۰ تأیید شد. شاخص هایی نظیر افزایش سهم حمل و نقل عمومی، بهبود عدالت در توزیع زیرساخت ها و افزایش رضایت شهروندان از سیستم حمل و نقل، از جمله مهم ترین عوامل اجتماعی مؤثر بر بهبود محیط زیست شهری بوده اند. این نتایج با مطالعات (Buehler & Pucher, 2011) قابل مقایسه است که نشان دادند شاخص های عدالت، مشارکت اجتماعی و دسترسی عمومی، نقش مهمی در دستیابی به اهداف حمل و نقل پایدار و سلامت محیط شهری دارند. از سوی دیگر، مسیر بین بعد اجتماعی و اقتصادی اگرچه از نظر آماری معنادار بود، اما ضریب مسیر منفی نشان داد که توسعه شاخص های اجتماعی به تنهایی نمی تواند منجر به بهبود مستقیم شرایط اقتصادی شود. این موضوع بیانگر آن است که برای تحقق اثرات اقتصادی مثبت، لازم است شاخص های اجتماعی در تعامل با سیاست گذاری های کلان، تخصیص منابع مالی و

توسعه زیرساخت‌ها قرار گیرند. یافته مذکور با مطالعات (Hafizyar et al., 2023) و (Sayyadi & Awasthi, 2016) هم‌راستا است که بر اهمیت مداخلات ساختاری و سیاست‌گذاری پایدار در کنار توسعه اجتماعی تأکید دارند. در مجموع، یافته‌های این مطالعه با تأکید بر همبستگی معنی‌دار میان ابعاد اقتصادی و اجتماعی با بعد زیست‌محیطی، بر این نکته تأکید دارند که توسعه حمل‌ونقل پایدار می‌تواند راهبردی مؤثر در ارتقای کیفیت زیست‌پذیری شهری باشد. با این حال، دستیابی به نتایج مطلوب در حوزه اقتصادی، مستلزم هم‌افزایی بین شاخص‌های اجتماعی و مداخلات زیرساختی و مالی است.

نتیجه‌گیری

یافته‌های این پژوهش نشان داد که حمل‌ونقل پایدار شهری می‌تواند به‌عنوان یکی از مهم‌ترین مؤلفه‌های مؤثر در ارتقای کیفیت زیست‌پذیری شهری ایفای نقش کند. تحلیل مدل ساختاری تأیید کرد که ابعاد اقتصادی و اجتماعی حمل‌ونقل پایدار، هر دو تأثیر مثبت و معناداری بر بهبود شاخص‌های زیست‌محیطی دارند. از میان آن‌ها، بعد اقتصادی با ضریب تأثیر قوی‌تر، نقشی کلیدی در کاهش آلودگی هوا، کاهش مصرف انرژی و بهینه‌سازی منابع ایفا کرده است. همچنین شاخص‌هایی همچون دسترسی به حمل‌ونقل عمومی، عدالت در توزیع زیرساخت‌ها و رضایت شهروندان از خدمات حمل‌ونقل نشان دادند که توسعه اجتماعی، علاوه بر بهبود کیفیت زندگی، پیامدهای زیست‌محیطی مثبتی نیز به همراه دارد. در مقابل، رابطه بین بعد اجتماعی و بعد اقتصادی ضعیف و منفی ارزیابی شد. این نتیجه بیانگر آن است که شاخص‌های اجتماعی به‌تنهایی نمی‌توانند تضمین‌کننده بهبود شرایط اقتصادی باشند، بلکه تحقق این هدف نیازمند حمایت از طریق سیاست‌گذاری شهری، تخصیص منابع مالی و توسعه زیرساخت‌های فیزیکی و نهادی است. در نهایت، می‌توان نتیجه گرفت که تحقق حمل‌ونقل پایدار شهری نه تنها می‌تواند به کاهش پیامدهای محیط‌زیستی و اقتصادی ناشی از گسترش بی‌رویه خودرو محوری کمک کند، بلکه به‌عنوان یک راهبرد بنیادین در افزایش رضایت، سلامت و رفاه عمومی در شهرهایی مانند ارومیه قابل‌اتکا است. این یافته‌ها ضرورت توجه مدیران شهری، برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران به توسعه زیرساخت‌های حمل‌ونقل پایدار و طراحی سیاست‌های یکپارچه مبتنی بر عدالت اجتماعی، کارایی اقتصادی و حفاظت از محیط‌زیست را بیش‌ازپیش برجسته می‌سازد. باتوجه به یافته‌ها و نتایج پژوهش، برای تحقق مؤثر حمل‌ونقل پایدار در شهرهایی مانند ارومیه، صرف شناخت اثرات مثبت آن کافی نیست؛ بلکه باید راهکارهای اجرایی نیز در دستور کار قرار گیرد. در همین راستا، موارد زیر به‌عنوان پیشنهادها برای کاربردی ارائه می‌شود:

۱. برنامه‌ریزی بودجه‌محور: مدیریت شهری باید ردیف‌های بودجه‌ای مشخصی را برای توسعه زیرساخت‌های حمل‌ونقل پایدار (مانند خطوط BRT، مسیرهای دوچرخه‌سواری و نوسازی ناوگان حمل‌ونقل عمومی) تعریف کرده و اولویت‌بندی سرمایه‌گذاری‌ها را براساس شاخص‌های محیط‌زیستی و اجتماعی انجام دهد.

۲. تدوین جدول زمان‌بندی اجرای پروژه‌ها: تعیین بازه‌های زمانی کوتاه‌مدت (۱-۲ سال)، میان‌مدت (۳-۵ سال) و بلندمدت (۵ سال به بالا) برای اجرای فازبندی‌شده برنامه‌های حمل‌ونقل پایدار، موجب می‌شود هم قابلیت ارزیابی فراهم شود و هم مشارکت ذی‌نفعان تقویت گردد.

۳. همکاری بین‌بخشی با نهادهای محلی و سازمان‌های مردم‌نهاد: توسعه حمل‌ونقل پایدار نیازمند تعامل مستمر میان شهرداری، شورای شهر، سازمان محیط‌زیست، پلیس راهور و نهادهای مدنی است. تشکیل کمیته مشترک حمل‌ونقل پایدار در سطح منطقه‌ای می‌تواند هماهنگی و اجرای سیاست‌ها را تسهیل کند.

۴. فرهنگ‌سازی و آموزش شهروندی: آگاهی‌بخشی عمومی از طریق رسانه‌ها، مدارس، و تبلیغات محیطی درباره مزایای استفاده از حمل‌ونقل عمومی و کاهش استفاده از خودروی شخصی، به افزایش مشارکت اجتماعی در فرآیند تحقق حمل‌ونقل پایدار کمک خواهد کرد.

با اجرایی‌سازی چنین راهبردهایی، نتایج حاصل از این پژوهش می‌تواند از سطح نظری فراتر رفته و در عمل نیز به بهبود زیست‌پذیری شهری منجر شود.

منابع

- آذربیزین، نیلوفر؛ حسینی سیاه گلی، مهناز (۱۴۰۳). مدل سازی شاخص های زیست پذیری شهری با تأکید بر حمل و نقل پایدار شهری مطالعه موردی: شهر اهواز. پژوهش های جغرافیای برنامه ریزی شهری، ۱۲ (۲)، ۴۳-۲۵. doi: 10.22059/jurbangeo.2024.374294.1921
- عابدینی، اصغر؛ رمش، ستاره؛ یوسفی، نیما (۱۴۰۳). ارزیابی بافت تاریخی شهر ارومیه برای سالمندان با استفاده از رویکرد شهر ۱۵ دقیقه ای. آمایش فضا و ژئوماتیک، ۲۸ (۳)، ۱۱۹-۱۴۰. URL: <http://hmsp.modares.ac.ir/>
- قنبری، محمد. اجزا شکوهی، محمد. رهنما، محمدرحیم و خوارزمی، امیدعلی (۱۳۹۸). ارزیابی زیست پذیری شهری در کلان شهر مشهد با تأکید بر شاخص حمل و نقل. مطالعات برنامه ریزی سکونتگاه های انسانی. ۱۴ (۴)، ۹۸۳-۱۰۰۱. https://journals.iau.ir/article_672119.html

References

- Abedini, A., Ramesh, S., & Yousefi, N. (2025). Evaluation of the historical texture of Urmia for the elderly using the 15-minute city approach. *Spatial Planning and Geomatics*, 28(3), 119-140. URL: <http://hmsp.modares.ac.ir/> (In Persian).
- Azarbarzin, N., & Hoseiniasahgoli, M. (2024). Modeling of urban livability indicators with an emphasis on sustainable urban transportation: The case study of Ahvaz City. *Journal of Urban Economics and Geography*, 12(2). 25-43 doi: 10.22059/jurbangeo.2024.374294.1921 (In Persian).
- Banister, D. (2008). The sustainable mobility paradigm. *Transport Policy*, 15(2), 73-80. doi: 10.1016/j.tranpol.2007.10.005
- Bassolas, A., Barbosa-Filho, H., Dickinson, B., Dotiwalla, X., Eastham, P., Gallotti, R., & Ramasco, J. J. (2019). Hierarchical organization of urban mobility and its connection with city livability. *Nature Communications*, 10(1), 4817. doi: 10.1038/s41467-019-12809-y
- Buehler, R., & Pucher, J. (2011). Sustainable transport in Freiburg: Lessons from Germany's environmental capital. *International Journal of Sustainable Transportation*, 5(1), 43-70. doi: 10.1080/15568311003650531
- Cervero, R. (2013). Linking urban transport and land use in developing countries. *Journal of Transport and Land Use*, 6(1), 7-24. doi: 10.5198/jtlu.v6i1.425
- Cervero, R., & Kockelman, K. (1997). Travel demand and the 3Ds: Density, diversity, and design. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 2(3), 199-219. doi: 10.1016/S1361-9209(97)00009-6
- Elmansouri, O., Almhroog, A., & Badi, I. (2020). Urban transportation in Libya: An overview. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 8, 100161. doi: 10.1016/j.trip.2020.100161
- Errampalli, M., Patil, K. S., & Prasad, C. S. R. K. (2017). Evaluation of integration between public transportation modes by developing sustainability index for India cities. *Journal of Case Studies on Transport Policy*. doi: 10.1016/j.cstp.2018.09.005
- Ghanbari, M., Ajza Shokohi, M., Rahnama, M. R., & Kharazmi, O. A. (2019). Evaluation of urban livability in Mashhad metropolis with emphasis on transportation index. *Human Settlements Planning Quarterly*, 14 (4), 983-1001. . https://journals.iau.ir/article_672119.html (In Persian).
- Ghasemi, K., Hamzenejad, M., & Meshkini, A. (2018). The spatial analysis of the livability of 22 districts of Tehran Metropolis using multi-criteria decision making approaches. *Sustainable Cities and Society*, 38, 382-404. doi: 10.1016/j.scs.2018.01.018
- Ghasemi, K., Hamzenejad, M., & Meshkini, A. (2019). The livability of Iranian and Islamic cities considering the nature of traditional land uses in the city and the rules of their settlement. *Habitat International*, 90, 102006. doi: 10.1016/j.habitatint.2019.102006
- Gössling, S., Hall, C. M., & Peeters, P. (2020). *Sustainable transport in developing countries: A systematic review of evidence and policy recommendations*. doi: 10.1080/01441647.2021.1938284
- Hafizyar, R., Shinwaray, K. M., & Mosaberpanah, M. A. (2023). Sustainable and green

- transportation for best quality of life: A case study in Kabul, Afghanistan. In A. H. Elwakil (Ed.), *International Conference on Transportation and Development 2023* (pp. 182–193). American Society of Civil Engineers. doi: 10.1061/9780784484340.021
- Heidari, I., Toloie Eshlaghy, A., & Seyed Hosseini, S. M. (2024). Effect of improving sustainable transportation indicators on quality of life in Tehran. *Environmental Research*, 263(3), 120241. doi: 10.1016/j.envres.2024.120241
- Heidari, I., Toloie Eshlaghy, A., & Seyyed Hosseini, S. M. (2023). Sustainable transportation: Definitions, dimensions, and indicators – Case study of importance-performance analysis for the city of Tehran. *Heliyon*, 9(12), e20457. doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e20457
- Kazemi, Z., Jafari, A. J., Farzadkia, M., Amini, P., & Kermani, M. (2024). Evaluating the mortality and health rate caused by the PM2.5 pollutant in the air of several important Iranian cities and evaluating the effect of variables with a linear time series model. *Heliyon*, 10(e27862). doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e27862
- Kraus, L., & Proff, H. (2021). Sustainable urban transportation criteria and measurement: A systematic literature review. *Sustainability*, 13(13), 7113. doi: 10.3390/su13137113
- Li, N., & Padwal, H. H. (2020). The importance of public support in the implementation of green transportation in smart cities using smart vehicle bicycle communication transport. *The Electronic Library*, 38(5/6), 997-1011. doi: 10.1108/EL-07-2020-0210
- Litman, T. (2021). Developing indicators for sustainable and livable transport planning. *Victoria Transport Policy Institute*. <https://coilink.org/20.500.12592/bw6wz5>
- Lu, M., Hsu, S.-C., Chen, P.-C., & Lee, W.-Y. (2018). Lu, M., Hsu, S. C., Chen, P. C., & Lee, W. Y. (2018). Improving the sustainability of integrated transportation system with bike-sharing: A spatial agent-based approach. *Sustainable cities and society*, 41, 44-51. doi: 10.1016/j.scs.2018.05.023
- Newman, P., & Kenworthy, J. (2015). The end of automobile dependence: How cities are moving beyond car-based planning. Island Press. *Springer Nature*. doi: 10.5822/978-1-61091-613-4
- Ning, Li, Parthasarathy, R., Harshila, H., & Padwal. (2020). *The importance of public support in the implementation of green transportation in smart cities using smart vehicle bicycle communication transport*. doi: 10.1108/EL-07-2020-0210
- Ramaswami, A. (2020). Unpacking the urban infrastructure nexus with environment, health, livability, well-being, and equity. *One Earth*, 2(2), 120–124. doi: 10.1016/j.oneear.2020.02.003
- Sayyadi, R., & Awasthi, A. (2016). A system dynamics based simulation model to evaluate regulatory policies for sustainable transportation planning. *International Journal of Sustainable Transportation*, 11(1), 25–35. doi: 10.1080/02286203.2016.1219806
- Steg, L., & Gifford, R. (2005). Sustainable transportation and quality of life. *Journal of Transport Geography*, 13(1), 59-69. doi: 10.1016/j.jtrangeo.2004.11.003
- Sun, L., Wang, S., Liu, S., Yao, L., Luo, W., & Shukla, A. (2018). A complete research on the feasibility and adaptation of shared transportation in mega-cities – A case study in Beijing. *Applied Energy*. doi: 10.1016/j.apenergy.2018.09.080
- Taki, H. M., Maatouk, M. M. H., Qurnfulah, E. M., & Aljoufie, M. O. (2017). Planning TOD with land use and transport integration: A review. *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*, 2(1), 84–94. doi: 10.24273/jgeet.2017.2.1.17
- Van Kamp, I., Leidelmeijer, K., Marsman, G., & De Hollander, A. (2003). Urban environmental quality and human well-being. *Landscape and Urban Planning*, 65(1-2), 5-18. doi: 10.1016/S0169-2046(02)00232-3
- Vuchic, V. R. (1999). Transportation for Livable Cities. New Brunswick, New Jersey: *Centre for Urban Policy Research*. doi: 10.4324/9781351318167
- Wey, W.-M. (2015). Smart growth and transit-oriented development planning in site selection for a new metro transit station in Taipei, Taiwan. *Habitat International*, 47, 158–168. doi: 10.1016/j.habitatint.2015.01.020
- Wey, W.-M., Zhang, H., & Chang, Y.-J. (2016). Alternative transit-oriented development evaluation in sustainable built environment planning. *Habitat International*, 55, 109–123. doi:

10.1016/j.habitatint.2016.03.003

- Xiao, Y., Chai, J., Wang, R., & Huang, H. (2022). Assessment and key factors of urban livability in underdeveloped regions: A case study of the Loess Plateau, China. *Sustainable Cities and Society*, 79, 103674. doi: 10.1016/j.scs.2022.103674
- Yang, Y., Ma, Y., & Jiao, H. (2021). Exploring the correlation between block vitality and block environment based on multisource big data: Taking Wuhan City as an example. *Land*, 10(9), 984. doi: 10.3390/land10090984
- Younkin, S. G., Fremont, H. C., & Patz, J. A. (2021). The Health-Oriented Transportation Model: Estimating the health benefits of active transportation. *Journal of transport & health*, 22, 101103.. doi: 10.1016/j.jth.2021.101103
- Zhan, D., Kwan, M. P., Zhang, W., Fan, J., Yu, J., & Dang, Y. (2018). Assessment and determinants of satisfaction with urban livability in China. *Cities*, 79, 92–101. doi: 10.1016/j.cities.2018.02.025
- Zhao, X., Ke, Y., Zuo, J., Xiong, W., & Wu, P. (2020). Evaluation of sustainable transport research in 2000–2019. *Journal of Cleaner Production*, 120404. doi: 10.1016/j.jclepro.2020.120404