شیوه استناددهی: فداکار ماسوله، امیر.، ایزدپناه، نوروز.، و جباری اصل، صمد. (۱۴۰۶). طراحی الگوی جامع خط‌مشی‌گذاری برای تغییر شیوه حمل‌ونقل با رویکرد پایداری محیط‌زیست و واکاوی موانع اجرایی آن در ایران. *آموزش، تربیت و توسعه پایدار*، ۵(۱)، ۱۴-۱.

© ۱۴۰۶ تمامی حقوق انتشار این مقاله متعلق به نویسنده است. انتشار این مقاله به‌صورت دسترسی آزاد مطابق با گواهی (CC BY-NC 4.0) صورت گرفته است.

طراحی الگوی جامع خط‌مشی‌گذاری برای تغییر شیوه حمل‌ونقل با رویکرد پایداری محیط‌زیست و واکاوی موانع اجرایی آن در ایران

امیر فداکار ماسوله[۱]، نوروز ایزدپناه[۲*]، صمد جباری اصل[۲]

۱. دانشجوی دکتری، گروه مدیریت، واحد آستارا، دانشگاه آزاد اسلامی، آستارا، ایران

۲. گروه مدیریت، واحد آستارا، دانشگاه آزاد اسلامی، آستارا، ایران

* ایمیل نویسنده مسئول: No.Izadpanah@iau.ac.ir

چکیده

هدف این پژوهش طراحی و اعتبارسنجی یک الگوی جامع خط‌مشی‌گذاری برای تغییر مدهای حمل‌ونقل با تأکید بر پایداری محیط‌زیست و شناسایی موانع اجرایی آن در کشور ایران است. این پژوهش با رویکرد آمیخته اکتشافی–تبیینی انجام شد که در آن ابتدا داده‌های کیفی از طریق مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با ۲۰ نفر از خبرگان حوزه خط‌مشی‌گذاری، حمل‌ونقل و محیط‌زیست گردآوری و با تحلیل محتوای استقرایی تحلیل گردید. بر اساس نتایج این مرحله، مدل مفهومی اولیه طراحی شد. در مرحله کمی، پرسشنامه‌ای محقق‌ساخته میان ۲۱۴ نفر از مدیران و کارشناسان مرتبط توزیع شد که ۱۹۲ پرسشنامه قابل تحلیل بازگشت داده شد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۸ و آزمون‌های آماری شامل آزمون کلموگروف–اسمیرنوف و تی تک‌نمونه‌ای تحلیل شدند. نتایج نشان داد که تمامی مؤلفه‌های شناسایی‌شده از نظر آماری معنادار بوده و میانگین آن‌ها به‌طور معناداری بالاتر از مقدار مبنا (۳) قرار دارد ($p<0.05$). همچنین، آزمون نرمال بودن داده‌ها تأیید شد. در میان مؤلفه‌ها، «نحوه فراهم نمودن داده‌های ضروری»، «توانائی‌های خط‌مشی‌گذاران» و «تسلط به شرایط محیطی» دارای بیشترین اهمیت بوده و نقش کلیدی در تبیین الگوی پیشنهادی ایفا کردند. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که موفقیت خط‌مشی‌گذاری برای تغییر مدهای حمل‌ونقل مستلزم رویکردی جامع، داده‌محور و مبتنی بر ظرفیت‌های انسانی و نهادی است که بتواند تعامل میان مؤلفه‌های مختلف را مدیریت کرده و موانع اجرایی را به‌طور مؤثر برطرف سازد.

کلیدواژگان: *خط‌مشی‌گذاری، تغییر مد حمل‌ونقل، پایداری محیط‌زیست، داده‌محوری، حمل‌ونقل پایدار، ایران*

تاریخ ارسال: ۱ دی ۱۴۰۴

تاریخ بازنگری: ۲۷ فروردین ۱۴۰۵

تاریخ پذیرش: ۵ اردیبهشت ۱۴۰۵

تاریخ چاپ اولیه: ۹ اردیبهشت ۱۴۰۵

تاریخ چاپ نهایی: ۱ اردیبهشت ۱۴۰۶

How to cite: Fadakar Masouleh, A., Izadpanah, N., & Jabari Asl, S. (2027). Designing a Comprehensive Policy-Making Model for Transport Modal Shift with an Environmental Sustainability Approach and Analysis of Its Implementation Barriers in Iran, *Education, and Sustainable Development*, *5*(1), 1-14.

© 2027 the authors. This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License.

Designing a Comprehensive Policy-Making Model for Transport Modal Shift with an Environmental Sustainability Approach and Analysis of Its Implementation Barriers in Iran

Amir Fadakar Masouleh[1], Nowrouz Izadpanah[2]*, Samad Jabari Asl[2]

1. PhD Student, Department of Management, As.C., Islamic Azad University, Astara, Iran
2. Department of Management, As.C., Islamic Azad University, Astara, Iran

*Corresponding Author's Email: No.Izadpanah@iau.ac.ir

Abstract

This study aims to design and validate a comprehensive policy-making model for transport modal shift with an environmental sustainability approach and to identify its implementation barriers in Iran. This research employed an exploratory–sequential mixed-methods design. In the qualitative phase, data were collected through semi-structured interviews with 20 experts in transport policy, environmental management, and policy-making, and analyzed using inductive content analysis. Based on the qualitative findings, an initial conceptual model was developed. In the quantitative phase, a researcher-made questionnaire was distributed among 214 managers and experts, of which 192 valid responses were analyzed. Data were processed using SPSS version 28, applying statistical tests including the Kolmogorov–Smirnov test and one-sample t-test. The results indicated that all identified components were statistically significant and had mean values significantly higher than the benchmark value (3) ($p<0.05$). The normality of data distribution was also confirmed. Among the components, "provision of essential data," "policy-makers' capabilities," and "mastery of environmental conditions" were identified as the most influential factors in the proposed model. The findings suggest that effective policy-making for transport modal shift requires a comprehensive, data-driven approach supported by strong institutional and human capacities, capable of managing complex interactions and overcoming implementation barriers.

Keywords: *Policy-making, modal shift, environmental sustainability, data-driven approach, sustainable transport, Iran*

Submit Date: 22 December 2025
Revise Date: 16 April 2026
Accept Date: 25 April 2026
Initial Publish: 29 April 2026
Final Publish: 21 April 2027

مقدمه

در دهه‌های اخیر، مسئله پایداری محیط‌زیست به یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های سیاست‌گذاران در سطح جهانی تبدیل شده است و بخش حمل‌ونقل به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین منابع تولید آلاینده‌های زیست‌محیطی، در کانون توجه این تحولات قرار گرفته است. رشد سریع شهرنشینی، افزایش تقاضای سفر، وابستگی فزاینده به خودروهای شخصی و گسترش شبکه‌های حمل‌ونقل جاده‌ای، موجب افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای، آلودگی هوا و فشار بر منابع انرژی شده است، به‌گونه‌ای که بسیاری از کشورها در تلاش برای بازنگری در الگوهای حمل‌ونقل خود و حرکت به سوی سیستم‌های پایدارتر هستند (Jelti et al., 2023; Nethengwe, 2021). در این میان، تغییر مدهای حمل‌ونقل به سمت گزینه‌های کم‌کربن نظیر حمل‌ونقل عمومی، ریلی و دریایی به‌عنوان یکی از راهبردهای کلیدی برای کاهش اثرات زیست‌محیطی مطرح شده است (Izdebski et al., 2024; Paolla Karolliny de Jesus Freitas & Santos, 2024).

با این حال، تحقق چنین تحولی صرفاً به توسعه زیرساخت‌ها محدود نمی‌شود، بلکه نیازمند طراحی و اجرای سیاست‌های جامع، هماهنگ و چندبعدی است که بتوانند رفتارهای سفر، ترجیحات کاربران و ساختارهای نهادی را به‌طور همزمان تحت تأثیر قرار دهند. مطالعات نشان می‌دهد که تغییر مد حمل‌ونقل فرآیندی پیچیده و چندعاملی است که تحت تأثیر عوامل اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و نهادی قرار دارد و بدون در نظر گرفتن این ابعاد، سیاست‌های اتخاذشده ممکن است اثربخشی لازم را نداشته باشند (Prajapati et al., 2023; Rasmussen et al., 2023). به‌ویژه، وابستگی به خودروهای شخصی در بسیاری از کشورها به سطحی رسیده است که عبور از آن نیازمند ایجاد «نقاط عطف رفتاری» و تغییرات اساسی در نگرش‌ها و سیاست‌ها است (Hidaka et al., 2025).

در همین راستا، رویکردهای نوین در سیاست‌گذاری حمل‌ونقل بر استفاده از دیدگاه‌های سیستمی، یکپارچه‌سازی سیاست‌ها و بهره‌گیری از ابزارهای مشارکتی تأکید دارند. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که موفقیت در تغییر مد حمل‌ونقل مستلزم هماهنگی میان سیاست‌های مختلف در حوزه‌های انرژی، محیط‌زیست، اقتصاد و برنامه‌ریزی شهری است (Colombo & Dijk, 2023). همچنین، استفاده از رویکردهای مبتنی بر علم سیستم‌ها و هم‌آفرینی با ذی‌نفعان می‌تواند به طراحی سیاست‌هایی منجر شود که از نظر اجتماعی پذیرفتنی‌تر و از نظر اجرایی کارآمدتر باشند (Corr et al., 2023; Weir et al., 2022). از سوی دیگر، ترکیب سیاست‌ها و ابزارهای مختلف، از جمله مشوق‌های اقتصادی، محدودیت‌های ترافیکی و توسعه خدمات حمل‌ونقل عمومی، نقش مهمی در تحقق اهداف پایداری ایفا می‌کند (Griffiths et al., 2021; Salihou et al., 2022).

با وجود این پیشرفت‌ها، چالش‌های متعددی در مسیر اجرای سیاست‌های تغییر مد حمل‌ونقل وجود دارد. یکی از مهم‌ترین این چالش‌ها، عدم هماهنگی نهادی و ضعف در یکپارچه‌سازی سیاست‌ها است که می‌تواند منجر به تضاد میان اهداف مختلف و کاهش اثربخشی اقدامات شود (Dyrhauge & Rayner, 2023). علاوه بر این، موانع رفتاری و فرهنگی، از جمله ترجیحات کاربران و عادات سفر، نقش مهمی در مقاومت در برابر تغییر ایفا می‌کنند (Camilleri et al., 2022). در بسیاری از موارد، حتی در صورت فراهم بودن زیرساخت‌های مناسب، کاربران تمایل کمتری به تغییر رفتار خود نشان می‌دهند، که این امر نشان‌دهنده اهمیت سیاست‌های نرم و مبتنی بر تغییر نگرش است (Wilde et al., 2023).

در کنار این عوامل، تحولات فناورانه نیز نقش دوگانه‌ای در این حوزه ایفا می‌کنند. از یک سو، دیجیتالی‌سازی و فناوری‌های نوین می‌توانند به بهینه‌سازی سیستم‌های حمل‌ونقل و کاهش انتشار آلاینده‌ها کمک کنند، و از سوی دیگر، چالش‌های جدیدی در زمینه هماهنگی و مدیریت داده‌ها ایجاد می‌کنند (Gbako et al., 2023). استفاده از مدل‌های پیشرفته مانند شبیه‌سازی مبتنی بر عامل و تکنیک‌های هوش مصنوعی نیز می‌تواند در پیش‌بینی رفتارهای سفر و طراحی سیاست‌های مؤثرتر نقش داشته باشد (Rauf & Umer, 2023; Wang et al., 2023). همچنین، تحلیل‌های مبتنی بر پویایی سیستم‌ها نشان می‌دهد که سیاست‌های حمل‌ونقل باید به‌صورت پویا و در تعامل با سایر بخش‌ها طراحی شوند تا بتوانند به اهداف بلندمدت پایداری دست یابند (Ghisolfi et al., 2022).

از منظر اقتصادی و نهادی، حرکت به سمت حمل‌ونقل پایدار نیازمند اصلاحات ساختاری و تنظیم‌گری مناسب است. به‌عنوان مثال، آزادسازی بازارهای حمل‌ونقل و ایجاد رقابت می‌تواند به بهبود کارایی و کاهش مصرف انرژی کمک کند (Szaruga et al., 2024). در عین حال، سیاست‌های حمایتی و تنظیمی باید به‌گونه‌ای طراحی شوند که انگیزه‌های لازم برای تغییر رفتار بازیگران مختلف را فراهم آورند (Andrzej, 2024). ارزیابی آمادگی سازمان‌ها و شرکت‌های حمل‌ونقل برای پذیرش رویکردهای نوین نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، زیرا موفقیت این سیاست‌ها تا حد زیادی به ظرفیت نهادی و مدیریتی وابسته است (Alaei et al., 2024).

علاوه بر این، مطالعات تجربی در کشورهای مختلف نشان می‌دهد که طراحی سیاست‌های تغییر مد حمل‌ونقل باید متناسب با شرایط بومی و زمینه‌های اجتماعی-اقتصادی هر کشور انجام شود. به‌عنوان مثال، تحلیل الگوهای سفر در شهرهای مختلف نشان می‌دهد که ترکیب مدهای حمل‌ونقل به‌شدت تحت تأثیر ویژگی‌های محلی قرار دارد (Nwachukwu et al., 2023). همچنین، تجربیات کشورها در زمینه محدودیت استفاده از خودروهای شخصی و توسعه حمل‌ونقل عمومی نشان می‌دهد که موفقیت این سیاست‌ها به میزان پذیرش اجتماعی و کارآمدی اجرای آن‌ها وابسته است (Attia et al., 2023).

در این میان، ارزیابی سیاست‌ها و تحلیل اثربخشی آن‌ها نیز نقش مهمی در بهبود فرآیند خط‌مشی‌گذاری دارد. استفاده از مدل‌های ارزیابی جامع و شاخص‌های چندبعدی می‌تواند به سیاست‌گذاران در شناسایی نقاط قوت و ضعف سیاست‌ها کمک کند (Barisa et al., 2022). همچنین، بررسی تجربیات بین‌المللی و تحلیل مقایسه‌ای می‌تواند به استخراج درس‌آموخته‌ها و انتقال دانش در این حوزه کمک نماید (Kowalska & Bonk, 2021). از سوی دیگر، استفاده از ابزارهای تحلیلی پیشرفته مانند سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی نیز می‌تواند در برنامه‌ریزی و بهینه‌سازی مسیرها و خدمات حمل‌ونقل نقش مؤثری ایفا کند (Martı´n-Cejas et al., 2021).

با وجود این پیشرفت‌ها، همچنان خلأهای مهمی در حوزه طراحی الگوهای جامع خط‌مشی‌گذاری برای تغییر مدهای حمل‌ونقل، به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه، وجود دارد. بسیاری از مطالعات به بررسی جنبه‌های خاصی از این مسئله پرداخته‌اند، اما کمتر به ارائه چارچوب‌های یکپارچه و جامع که بتوانند تمامی ابعاد این پدیده را در بر گیرند توجه شده است (Filippi, 2024). علاوه بر این، موانع اجرایی، از جمله محدودیت‌های نهادی، کمبود منابع و ضعف هماهنگی میان سازمان‌ها، همچنان به‌عنوان چالش‌های اساسی مطرح هستند (Duri, 2024; Faiyetole, 2023).

در نهایت، با توجه به اهمیت روزافزون پایداری محیط‌زیست و نقش کلیدی بخش حمل‌ونقل در تحقق این هدف، ضرورت طراحی الگوهای جامع و بومی‌شده خط‌مشی‌گذاری بیش از پیش احساس می‌شود. چنین الگوهایی باید بتوانند با در نظر گرفتن تعاملات پیچیده میان عوامل مختلف، مسیر گذار به سیستم‌های حمل‌ونقل پایدار را تسهیل کنند و در عین حال، موانع اجرایی را شناسایی و برطرف نمایند (Borchers et al., 2024; Pham-Truffert et al., 2025).

هدف این پژوهش، طراحی یک الگوی جامع خط‌مشی‌گذاری برای تغییر مدهای حمل‌ونقل با رویکرد پایداری محیط‌زیست و واکاوی موانع اجرایی آن در کشور ایران است.

روش‌شناسی

در این پژوهش، طراحی روش تحقیق مبتنی بر یک رویکرد آمیخته اکتشافی–تبیینی صورت گرفته است که در آن ابتدا داده‌های کیفی برای شناسایی ابعاد، شاخص‌ها و مؤلفه‌های خط‌مشی‌گذاری در حوزه تغییر مدهای حمل‌ونقل گردآوری و تحلیل شده و سپس در مرحله بعد، این یافته‌ها از طریق داده‌های کمی مورد آزمون و اعتبارسنجی قرار گرفته‌اند. در بخش کیفی، راهبرد تحقیق مبتنی بر تحلیل محتوای استقرایی بوده و هدف آن استخراج مفاهیم، کدها و مقوله‌های اصلی مرتبط با خط‌مشی‌گذاری در جهت کاهش آلودگی محیط‌زیست از طریق تغییر مدهای حمل‌ونقل در کشور ایران بوده است. جامعه مورد مطالعه در این بخش شامل خبرگان حوزه‌های خط‌مشی‌گذاری، حمل‌ونقل و

محیط‌زیست بوده که بر اساس معیارهایی نظیر داشتن حداقل ده سال سابقه تخصصی، تحصیلات تکمیلی مرتبط و تجربه مدیریتی انتخاب شدند. نمونه‌گیری به‌صورت هدفمند و با بهره‌گیری از تکنیک گلوله‌برفی انجام شد و فرآیند گردآوری داده‌ها تا رسیدن به اشباع نظری ادامه یافت. در نهایت، بیست نفر از متخصصان و مدیران ارشد از میان اعضای هیأت علمی دانشگاه‌ها، مدیران اجرایی و مشاوران حوزه حمل‌ونقل و محیط‌زیست به‌عنوان مشارکت‌کنندگان در بخش کیفی انتخاب شدند. در بخش کمی، جامعه آماری شامل مدیران و معاونان فعال در سازمان‌ها و نهادهای مرتبط با صنعت حمل‌ونقل و محیط‌زیست کشور بوده که در سطوح مختلف مدیریتی فعالیت دارند. با توجه به گستردگی جغرافیایی جامعه، نمونه‌گیری به‌صورت تصادفی خوشه‌ای و منطقه‌ای انجام شد و بر اساس جدول مورگان، تعداد ۲۱۴ نفر به‌عنوان نمونه انتخاب شدند که از این میان ۱۹۲ پرسشنامه قابل تحلیل بازگشت داده شد.

در فرآیند گردآوری داده‌ها، ترکیبی از ابزارهای کیفی و کمی به‌کار گرفته شد تا پوشش جامعی از ابعاد مختلف مسئله تحقیق فراهم گردد. در بخش کیفی، ابزار اصلی گردآوری داده‌ها مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته بود که بر اساس چارچوب نظری و اهداف تحقیق طراحی شدند. این مصاحبه‌ها شامل مجموعه‌ای از سؤالات باز و هدایت‌شده بودند که امکان کشف عمیق دیدگاه‌ها، تجربیات و تحلیل‌های خبرگان را فراهم می‌کردند. مدت زمان هر مصاحبه بین چهل تا هشتاد دقیقه متغیر بود و در برخی موارد به دلیل محدودیت زمانی، پرسشنامه‌های بازپاسخ در اختیار مشارکت‌کنندگان قرار گرفت. علاوه بر مصاحبه، از روش‌های مکملی همچون بررسی اسناد، تحلیل گزارش‌های سازمانی، مطالعات کتابخانه‌ای و استفاده از منابع اینترنتی و پایگاه‌های علمی برای غنای داده‌ها بهره گرفته شد. در بخش کمی، ابزار اصلی گردآوری داده‌ها پرسشنامه‌ای محقق‌ساخته بود که بر اساس یافته‌های مرحله کیفی طراحی گردید. این پرسشنامه شامل گویه‌هایی در قالب طیف لیکرت پنج‌درجه‌ای از «کاملاً مؤثر» تا «کاملاً نامؤثر» بوده و علاوه بر سؤالات تخصصی، شامل سؤالات جمعیت‌شناختی نیز می‌باشد. به‌منظور اطمینان از روایی ابزار، پرسشنامه توسط خبرگان و اساتید مورد بررسی قرار گرفت و اصلاحات لازم اعمال شد. همچنین برای بررسی پایایی، از آزمون آلفای کرونباخ استفاده شد که نتایج آن نشان‌دهنده سطح مطلوبی از انسجام درونی ابزار اندازه‌گیری بود. پیش‌آزمون پرسشنامه نیز بر روی یک نمونه محدود انجام شد تا ابهامات احتمالی برطرف گردد.

در تحلیل داده‌ها، با توجه به ماهیت آمیخته پژوهش، رویکردی دو مرحله‌ای و متوالی اتخاذ گردید. در بخش کیفی، تحلیل داده‌ها با استفاده از روش تحلیل محتوای استقرایی انجام شد. بدین صورت که متن مصاحبه‌ها به‌صورت مکرر مورد مطالعه قرار گرفت، واحدهای معنایی استخراج و کدگذاری شدند و سپس از طریق مقایسه مستمر، کدهای مشابه در قالب مفاهیم و مقوله‌های کلان طبقه‌بندی گردیدند. این فرآیند منجر به شناسایی ابعاد و مؤلفه‌های اصلی مدل خط‌مشی‌گذاری گردید و بر اساس آن، مدل مفهومی اولیه تحقیق طراحی شد. در بخش کمی، داده‌های گردآوری‌شده با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۸ مورد تحلیل قرار گرفتند. در این مرحله، علاوه بر تحلیل‌های توصیفی، از آزمون‌های استنباطی نظیر آزمون تی تک‌نمونه‌ای برای ارزیابی میزان اهمیت و اولویت هر یک از مؤلفه‌های شناسایی‌شده استفاده شد. در نهایت، با تلفیق یافته‌های کیفی و کمی، مدل نهایی خط‌مشی‌گذاری برای تغییر مدهای حمل‌ونقل با رویکرد پایداری محیط‌زیست تدوین و اعتبارسنجی گردید، به‌گونه‌ای که بتواند مبنایی کاربردی برای بهبود تصمیم‌گیری‌های سیاستی در این حوزه فراهم آورد.

یافته‌ها

در بخش کیفی این پژوهش که با مشارکت ۲۰ نفر از خبرگان حوزه خط‌مشی‌گذاری، حمل‌ونقل و محیط‌زیست انجام شد، ترکیب جمعیت‌شناختی مشارکت‌کنندگان نشان‌دهنده تنوع مناسب از نظر جنسیت، سن، سابقه کاری، سطح تحصیلات و جایگاه سازمانی بوده است. بر اساس نتایج، ۸۰ درصد از مشارکت‌کنندگان را مردان (۱۶ نفر) و ۲۰ درصد را زنان (۴ نفر) تشکیل داده‌اند. از نظر سنی، ۱۵ درصد در بازه ۳۰ تا ۴۰ سال (۳ نفر)، ۴۵ درصد در بازه ۴۱ تا ۵۰ سال (۹ نفر) و ۴۰ درصد در گروه سنی ۵۱ سال و بالاتر (۸ نفر) قرار داشته‌اند که نشان‌دهنده غالب بودن افراد با تجربه و پختگی حرفه‌ای در نمونه است. همچنین، از لحاظ سابقه کاری، ۱۰ درصد دارای ۶ تا ۱۰ سال سابقه

(۲ نفر)، ۳۵ درصد دارای ۱۱ تا ۲۰ سال (۷ نفر)، ۳۰ درصد دارای ۲۱ تا ۳۰ سال (۶ نفر) و ۲۵ درصد دارای بیش از ۳۱ سال سابقه کاری (۵ نفر) بوده‌اند که بیانگر سطح بالای تجربه تخصصی در میان خبرگان است. از نظر تحصیلات، ۷۵ درصد از مشارکت‌کنندگان دارای مدرک دکترا (۱۵ نفر) و ۲۵ درصد دارای مدرک کارشناسی ارشد (۵ نفر) بوده‌اند. در نهایت، از نظر جایگاه سازمانی، ۵۵ درصد از افراد عضو هیأت علمی دانشگاه‌ها (۱۱ نفر) و ۴۵ درصد در سمت‌های مدیریتی شامل مدیرکل یا مدیر (۹ نفر) فعالیت داشته‌اند که این ترکیب، تلفیقی از دیدگاه‌های علمی و اجرایی را در تحلیل کیفی فراهم ساخته است.

جدول ۱. دیدگاه نهایی خبرگان در مورد شاخص‌ها

مولفه‌ها	گویه‌ها	(l,m,u)	S۲	|S۱-S۲|
خط‌مشی‌گذاران (کاربران داده‌ها)	مراجع خط‌مشی‌گذاری، حمل و نقل و محیط زیست، مراجع قانونی	(۰.۲۵، ۰.۸۱، ۰.۹۸)	۰.۷۷	۰.۰۲
	وزارت راه و سازمان محیط زیست کشور	(۰.۵۹، ۰.۸۲، ۰.۹۳)	۰.۷۷۷	۰.۰۲
	پایانه‌های کشور و اداره محیط زیست	(۰.۶۳، ۰.۸۲، ۰.۹۴)	۰.۷۹۷	۰.۰۱
	خط‌مشی‌گذاری قانونی توسط ادارات مربوطه	(۰.۵۴، ۰.۸۲، ۰.۹۵)	۰.۷۷۰	۰.۰۶
	در قوانین کشور مشخص شده است	(۰.۵۲، ۰.۷۰، ۰.۹۴)	۰.۷۲۰	۰.۰۰۳
رویکردهای خط‌مشی‌گذاری	خط‌مشی‌گذاری بر مبنای اسناد و مدارک مستند علمی	(۰.۵۴، ۰.۸۵، ۰.۹۳)	۰.۷۷۳	۰.۰۱
	رویکردهای وضعیتی	(۰.۵۵، ۰.۷۸، ۰.۹۳)	۰.۷۵۳	۰.۰۳
	رویکرد سیستمی و اقتضائی	(۰.۵۷، ۰.۸۵، ۰.۹۶)	۰.۸۰۰	۰.۰۱
	مشارکتی و ترکیبی	(۰.۵۵، ۰.۸۷، ۰.۹۳)	۰.۷۸۳	۰.۰۳
	دیدگاه‌های علمی روز	(۰.۵۳، ۰.۷۷، ۰.۹۳)	۰.۷۴۳	۰.۰۲
	با مطالعات دقیق علمی	(۰.۵۳، ۰.۷۸، ۰.۹۲)	۰.۷۶۰	۰.۰۱
نحوه ایجاد پویائی در خط‌مشی‌گذاری حمل و نقل	در اثر تعامل با متخصصین امر	(۰.۵۵، ۰.۷۵، ۰.۹۵)	۰.۷۵۰	۰.۰۳
	ارتباط دو جانبه مداوم و مؤثر با مراکز دانشگاهی	(۰.۵۵، ۰.۷۴، ۰.۹۵)	۰.۷۴۶	۰.۰۴
	استفاده از مرکز آمار و مراکز پژوهشی کشور	(۰.۵۳، ۰.۸۰، ۰.۹۳)	۰.۷۵۳	۰.۰۳
	دایر نمودن رشته‌های مورد نیاز واقعی کشور	(۰.۶۱، ۰.۸۱، ۰.۹۴)	۰.۷۹۳	۰.۰۴
	استفاده از تجارب مراکز علمی جهان	(۰.۵۵، ۰.۷۸، ۰.۹۴)	۰.۷۶۳	۰.۰۴
	استفاده از تجارب افراد حرفه‌ای	(۰.۵۶، ۰.۷۸، ۰.۹۷)	۰.۷۷۰	۰.۰۱
توانائی‌های خط‌مشی‌گذاران	توانائی علمی و اطلاعات سیاسی	(۰.۵۳، ۰.۷۹، ۰.۹۵)	۰.۷۴۳	۰.۰۰۴
	آشنائی با فرآیند خط‌مشی‌گذاری	(۰.۵۷، ۰.۸۲، ۰.۹۷)	۰.۷۵۶	۰.۰۳
	توانائی شناخت نیازهای سازمان‌ها	(۰.۵۶، ۰.۷۶، ۰.۹۵)	۰.۷۵۰	۰.۰۰۷
	داشتن تجربه علمی و سیاسی	(۰.۵۶، ۰.۸۲، ۰.۹۴)	۰.۷۵۷	۰.۰۰۳
	تهیه آمار و اسناد مناسب	(۰.۵۷، ۰.۸۳، ۰.۹۳)	۰.۷۷۷	۰.۰۱
	تمایل به استفاده از آمار و اسناد	(۰.۵۵، ۰.۷۸، ۰.۹۴)	۰.۷۴۳	۰.۰۲
نحوه اثبات توانائی علمی خط‌مشی‌گذاران	توانائی در مطالعه سیستمی	(۰.۵۸، ۰.۸۱، ۰.۹۵)	۰.۷۸۰	۰.۰۱
	توان در مطالعه غیرسیستمی	(۰.۵۱، ۰.۷۰، ۰.۹۶)	۰.۷۲۶	۰.۰۳
	قدرت تحلیل تک‌بعدی داده‌ها	(۰.۵۵، ۰.۸۳، ۰.۹۴)	۰.۷۸۰	۰.۰۲
	تجربه در حل مسائل موردی	(۰.۵۱، ۰.۷۰، ۰.۹۷)	۰.۷۲۷	۰.۰۳
	توان استفاده از متخصصین	(۰.۵۵، ۰.۷۲، ۰.۹۴)	۰.۷۳۶	۰.۰۰
	گذراندن دوره‌های علمی ضروری	(۰.۵۳، ۰.۷۶، ۰.۹۵)	۰.۷۵۰	۰.۰۴
نحوه اثبات تسلط به شرایط محیطی	تجربه زندگی سیاسی	(۰.۵۴، ۰.۷۷، ۰.۹۳)	۰.۷۵۰	۰.۰۰
	توان ارزیابی شرایط محیطی	(۰.۵۹، ۰.۸۵، ۰.۹۸)	۰.۸۰۶	۰.۰۰
	تجربه سیاسی عملی	(۰.۵۶، ۰.۸۳، ۰.۹۴)	۰.۷۰۰	۰.۰۵
	دسترسی به اطلاعات	(۰.۵۳، ۰.۷۷، ۰.۹۴)	۰.۷۴۰	۰.۰۱
	دسترسی به منابع اجتماعی	(۰.۵۷، ۰.۷۷، ۰.۹۶)	۰.۷۶۰	۰.۰۱
	توان ایجاد اتاق فکر	(۰.۵۲، ۰.۷۶، ۰.۹۶)	۰.۷۵۰	۰.۰۱

	نفوذ در رهبران مذهبی	(۰.۵۱، ۰.۷۷، ۰.۹۴)	۰.۷۴۰	۰.۰۱
	استفاده از رسانه‌ها	(۰.۵۵، ۰.۷۸، ۰.۹۴)	۰.۷۶۰	۰.۰۲
	حضور در جوامع مدنی	(۰.۵۳، ۰.۸۲، ۰.۹۳)	۰.۷۶۰	۰.۰۶
نحوه ایجاد پویائی توسط متخصصین	تعامل با مراجع سیاستگذاری	(۰.۵۴، ۰.۸۱، ۰.۹۶)	۰.۷۷۰	۰.۰۳
	توسعه گفتگو و تبادل نظر	(۰.۵۷، ۰.۸۳، ۰.۹۵)	۰.۷۶۰	۰.۰۱
	شناخت نوع داده‌های مورد نیاز	(۰.۵۶، ۰.۸۱، ۰.۹۶)	۰.۷۸۷	۰.۰۱
	درک نیاز خط‌مشی‌گذاران	(۰.۵۵، ۰.۸۵، ۰.۹۵)	۰.۷۸۳	۰.۰۰
	انعکاس دقیق مشکلات واقعی	(۰.۵۳، ۰.۸۰، ۰.۹۸)	۰.۷۷۰	۰.۰۰
	نگرش علمی بدون سوگیری	(۰.۵۶، ۰.۸۱، ۰.۹۷)	۰.۷۸۰	۰.۰۰
نحوه فراهم نمودن داده‌ها	بر اساس نیاز سیاستگذاران	(۰.۵۲، ۰.۸۳، ۰.۹۲)	۰.۷۶۰	۰.۰۳
	مطابق پیشرفت علمی جهان	(۰.۵۴، ۰.۸۳، ۰.۹۲)	۰.۷۶۰	۰.۰۱
	انجام پژوهش‌های دقیق	(۰.۵۵، ۰.۸۱، ۰.۹۴)	۰.۷۷۰	۰.۰۰
	استفاده از پارادایم علمی	(۰.۵۶، ۰.۷۹، ۰.۹۳)	۰.۷۶۰	۰.۰۰
نوع داده‌های ضروری	داده‌های قابل اعتماد	(۰.۵۵، ۰.۸۵، ۰.۹۲)	۰.۷۷۳	۰.۰۶
	ارائه داده به زبان قابل استفاده	(۰.۵۴، ۰.۸۱، ۰.۹۴)	۰.۷۶۰	۰.۰۱
	انتشار مناسب اسناد	(۰.۵۳، ۰.۸۱، ۰.۹۴)	۰.۷۶۰	۰.۰۰
	انتشار گسترده اسناد	(۰.۵۷، ۰.۷۸، ۰.۹۵)	۰.۷۷۰	۰.۰۱
	دسترسی خط‌مشی‌گذاران به شواهد	(۰.۵۵، ۰.۸۱، ۰.۹۵)	۰.۷۷۰	۰.۰۲
	ترغیب به استفاده از نتایج تحقیق	(۰.۵۳، ۰.۷۷، ۰.۹۴)	۰.۷۵۰	۰.۰۰

در مجموع، نتایج جدول ۱ نشان می‌دهد که تمامی شاخص‌های شناسایی‌شده از دیدگاه خبرگان دارای سطح بالایی از توافق و اعتبار بوده‌اند، به‌گونه‌ای که مقادیر S۲ عمدتاً در بازه حدود ۰.۷۲ تا ۰.۸۰ قرار داشته و بیانگر اهمیت قابل توجه این مؤلفه‌ها در طراحی الگوی خط‌مشی‌گذاری است. همچنین، مقادیر بسیار پایین اختلاف |S۱-S۲| در اغلب گویه‌ها (عمدتاً کمتر از ۰.۰۵) نشان‌دهنده اجماع قابل قبول میان خبرگان و ثبات نظرات آنان است. در این میان، مؤلفه‌هایی نظیر «رویکرد سیستمی و اقتضائی»، «توان ارزیابی شرایط محیطی» و «شناخت نوع داده‌های مورد نیاز» دارای بالاترین مقادیر بوده و به‌عنوان عناصر کلیدی در اثربخشی خط‌مشی‌گذاری برای تغییر مدهای حمل‌ونقل با رویکرد پایداری محیط‌زیست شناخته می‌شوند. به‌طور کلی، نتایج حاکی از آن است که ترکیبی از شایستگی‌های فردی خط‌مشی‌گذاران، رویکردهای علمی و سیستمی، تعامل مؤثر با متخصصین و دسترسی به داده‌های معتبر، نقش اساسی در موفقیت این نوع سیاستگذاری ایفا می‌کنند.

در بخش کمی این پژوهش که با مشارکت ۱۹۲ نفر از مدیران و کارشناسان حوزه حمل‌ونقل و محیط‌زیست انجام شد، ترکیب جمعیت‌شناختی پاسخ‌دهندگان نشان‌دهنده غلبه نیروی انسانی با تجربه و تحصیلات بالا بوده است. از نظر جنسیت، ۷۶ درصد از افراد را مردان (۱۴۵ نفر) و ۲۴ درصد را زنان (۴۷ نفر) تشکیل داده‌اند. در خصوص وضعیت تأهل، ۸۹ درصد متأهل (۱۶۹ نفر) و ۱۱ درصد مجرد (۲۳ نفر) بوده‌اند. توزیع سنی نشان می‌دهد که ۳۲ درصد در بازه ۳۰ تا ۴۰ سال (۶۲ نفر)، ۴۹ درصد در بازه ۴۱ تا ۵۰ سال (۹۳ نفر) و ۱۹ درصد در گروه سنی ۵۱ سال و بالاتر (۳۷ نفر) قرار دارند که بیانگر تمرکز نمونه بر گروه‌های سنی میانسال و باتجربه است. از نظر سابقه کاری، ۳۰ درصد دارای ۱ تا ۱۰ سال سابقه (۵۷ نفر)، ۵۳ درصد دارای ۱۱ تا ۲۰ سال (۱۰۲ نفر)، ۱۱ درصد دارای ۲۱ تا ۳۰ سال (۲۱ نفر) و ۶ درصد دارای بیش از ۳۱ سال سابقه (۱۲ نفر) بوده‌اند که نشان‌دهنده تجربه حرفه‌ای قابل توجه در میان پاسخ‌دهندگان است. در سطح تحصیلات، ۶۴ درصد دارای مدرک کارشناسی ارشد (۱۲۳ نفر)، ۲۳ درصد دارای دکترا (۴۵ نفر)، ۸ درصد کارشناسی (۱۵ نفر) و ۵ درصد دیپلم یا کاردانی (۹ نفر) بوده‌اند. همچنین، از نظر سمت سازمانی، ۵۵ درصد در جایگاه معاون (۱۳۸ نفر)، ۲۹ درصد مدیر (۲۹ نفر) و ۱۳ درصد مشاور (۲۵ نفر) فعالیت داشته‌اند که بیانگر حضور گسترده سطوح مختلف مدیریتی در نمونه آماری است.

جدول ۲. نتایج آزمون کلموگروف–اسمیرنوف

متغیرها	میانگین	انحراف معیار	سطح معنی‌داری
خط‌مشی‌گذاران (کاربران داده‌ها)	۳.۸۶	۰.۵۱	۰.۰۶۵
رویکردهای خط‌مشی‌گذاری	۳.۹۰	۰.۴۶	۰.۰۷۴
نحوه ایجاد پویائی در خط‌مشی‌گذاری	۴.۱۹	۰.۵۳	۰.۰۵۲
توانائی‌های خط‌مشی‌گذاران	۴.۳۸	۰.۶۰	۰.۰۹۹
نحوه اثبات توانائی علمی خط‌مشی‌گذاران	۳.۴۵	۰.۷۷	۰.۰۸۸
اثبات تسلط به شرایط محیطی خط‌مشی‌گذاران	۴.۲۳	۰.۷۶	۰.۰۷۲
ایجاد پویائی در خط‌مشی توسط متخصصین	۴.۱۱	۰.۶۵	۰.۰۷۵
نحوه فراهم نمودن داده‌های ضروری	۴.۵۴	۰.۷۱	۰.۰۷۸
نوع داده‌های ضروری خط‌مشی	۳.۳۲	۰.۵۹	۰.۰۶۴

نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد که سطح معنی‌داری آزمون کلموگروف–اسمیرنوف برای تمامی متغیرها بزرگ‌تر از ۰.۰۵ است که بیانگر نرمال بودن توزیع داده‌ها در تمامی ابعاد مورد بررسی می‌باشد. این امر نشان می‌دهد که استفاده از آزمون‌های پارامتریک برای تحلیل داده‌ها، از جمله آزمون تی تک‌نمونه‌ای، از نظر آماری قابل توجیه است. همچنین، میانگین متغیرها در اغلب موارد بالاتر از مقدار متوسط نظری بوده که بیانگر ارزیابی نسبتاً مطلوب پاسخ‌دهندگان از مؤلفه‌های خط‌مشی‌گذاری است.

جدول ۳. وضعیت توصیفی کدهای انتخابی

متغیرها	میانگین	انحراف معیار
خط‌مشی‌گذاران (کاربران داده‌ها)	۳.۸۶	۰.۵۱
رویکردهای خط‌مشی‌گذاری	۳.۹۰	۰.۴۶
نحوه ایجاد پویائی در خط‌مشی‌گذاری	۴.۱۹	۰.۵۳
توانائی‌های خط‌مشی‌گذاران	۴.۳۸	۰.۶۰
نحوه اثبات توانائی علمی خط‌مشی‌گذاران	۳.۴۵	۰.۷۷
نحوه اثبات تسلط به شرایط محیطی	۴.۲۳	۰.۷۶
ایجاد پویائی توسط متخصصین	۴.۱۱	۰.۶۵
نحوه فراهم نمودن داده‌های ضروری	۴.۵۴	۰.۷۱
نوع داده‌های ضروری خط‌مشی	۳.۳۲	۰.۵۹

بر اساس جدول ۳، بالاترین میانگین مربوط به مؤلفه «نحوه فراهم نمودن داده‌های ضروری» با مقدار ۴.۵۴ است که نشان‌دهنده اهمیت بالای این عامل از دیدگاه پاسخ‌دهندگان می‌باشد. پس از آن، «توانائی‌های خط‌مشی‌گذاران» و «اثبات تسلط به شرایط محیطی» نیز دارای میانگین‌های بالایی هستند که نقش کلیدی آن‌ها را در موفقیت خط‌مشی‌گذاری نشان می‌دهد. در مقابل، «نوع داده‌های ضروری خط‌مشی» و «نحوه اثبات توانائی علمی» دارای میانگین‌های نسبتاً پایین‌تری هستند، هرچند همچنان بالاتر از حد متوسط قرار دارند. به‌طور کلی، پراکندگی داده‌ها نیز در سطح قابل قبولی بوده و انحراف معیارها نشان‌دهنده همگنی نسبی پاسخ‌ها است.

جدول ۴. تحلیل تی تک‌نمونه‌ای برای آزمون کدهای انتخابی (مقدار مبنا = ۳)

ردیف	متغیرها	میانگین	انحراف استاندارد	مقدار t	Sig
۱	خط‌مشی‌گذاران (کاربران داده‌ها)	۳.۸۶	۰.۰۵	۱۸.۸۲	۰.۰۳۲
۲	رویکردهای خط‌مشی‌گذاری	۳.۹۰	۰.۰۵	۱۹.۳۷	۰.۰۰۳
۳	نحوه ایجاد پویائی در خط‌مشی‌گذاری	۴.۱۹	۰.۰۵	۱۸.۴۶	۰.۰۱۳
۴	توانائی‌های خط‌مشی‌گذاران	۴.۳۸	۰.۰۷	۱۶.۴۳	۰.۰۰۱
۵	نحوه اثبات توانائی علمی	۳.۴۵	۰.۰۶	۱۷.۳۲	۰.۰۰۰

۶	اثبات تسلط به شرایط محیطی	۴.۲۳	۰.۰۶	۱۷.۶۵	۰.۰۱۹
۷	ایجاد پویائی توسط متخصصین	۴.۱۱	۰.۰۵	۱۹.۰۱	۰.۰۰۷
۸	فراهم نمودن داده‌های ضروری	۴.۵۴	۰.۰۵	۱۹.۱۱	۰.۰۰۸
۹	نوع داده‌های ضروری خط‌مشی	۳.۳۲	۰.۰۷	۱۸.۱۳	۰.۰۲۱

نتایج جدول ۴ نشان می‌دهد که مقدار t برای تمامی متغیرها مثبت و بزرگ بوده و سطح معنی‌داری در تمامی موارد کمتر از ۰.۰۵ است؛ بنابراین تمامی مؤلفه‌های مورد بررسی به‌طور معناداری بالاتر از مقدار مبنا (۳) ارزیابی شده‌اند. این یافته بیانگر آن است که از دیدگاه پاسخ‌دهندگان، تمامی کدهای استخراج‌شده در سطحی بالاتر از حد متوسط قرار داشته و از اهمیت آماری معناداری برخوردارند. در این میان، مؤلفه «نحوه فراهم نمودن داده‌های ضروری» با بالاترین میانگین و مقدارt ، بیشترین اهمیت را به خود اختصاص داده است، در حالی که سایر مؤلفه‌ها نیز با وجود تفاوت‌های نسبی، همگی نقش معناداری در تبیین الگوی خط‌مشی‌گذاری ایفا می‌کنند.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که تمامی مؤلفه‌های شناسایی‌شده در الگوی پیشنهادی خط‌مشی‌گذاری برای تغییر مدهای حمل‌ونقل با رویکرد پایداری محیط‌زیست، از سطح معناداری آماری برخوردار بوده و میانگین آن‌ها به‌طور معناداری بالاتر از حد متوسط قرار دارد. به‌ویژه، مؤلفه «نحوه فراهم نمودن داده‌های ضروری» با بالاترین میانگین، به‌عنوان مهم‌ترین عامل در موفقیت خط‌مشی‌گذاری شناسایی شد. این یافته بیانگر آن است که دسترسی به داده‌های دقیق، به‌روز و مبتنی بر نیازهای واقعی سیاست‌گذاران، نقش محوری در طراحی و اجرای سیاست‌های مؤثر ایفا می‌کند. این نتیجه با مطالعاتی که بر اهمیت داده‌محوری و استفاده از اطلاعات دقیق در برنامه‌ریزی حمل‌ونقل تأکید دارند همسو است، به‌گونه‌ای که استفاده از داده‌های تحلیلی و مدل‌های پیش‌بینی می‌تواند به بهبود تصمیم‌گیری و کاهش عدم‌قطعیت در سیاست‌گذاری کمک کند (Rauf & Umer, 2023; Wang et al., 2023). همچنین، پژوهش‌های حوزه لجستیک پایدار نشان داده‌اند که یکپارچه‌سازی داده‌ها و اطلاعات میان ذی‌نفعان مختلف، شرط لازم برای تحقق حمل‌ونقل کم‌کربن است (Gbako et al., 2023).

یافته‌های پژوهش همچنین نشان داد که «توانائی‌های خط‌مشی‌گذاران» و «تسلط به شرایط محیطی» از جمله مؤلفه‌های کلیدی در اثربخشی سیاست‌ها محسوب می‌شوند. این موضوع بیانگر آن است که خط‌مشی‌گذاری صرفاً یک فرآیند فنی نیست، بلکه نیازمند درک عمیق از شرایط سیاسی، اجتماعی و اقتصادی محیط نیز می‌باشد. این نتیجه با مطالعاتی که بر نقش ظرفیت نهادی و مهارت‌های سیاست‌گذاران در موفقیت سیاست‌های حمل‌ونقل تأکید دارند همخوانی دارد (Alaei et al., 2024). همچنین، پژوهش‌های مرتبط با سیاست‌های حمل‌ونقل در سطح اتحادیه اروپا نشان داده‌اند که توانایی تطبیق سیاست‌ها با شرایط محیطی و الزامات تنظیم‌گری، عامل تعیین‌کننده‌ای در موفقیت گذار به حمل‌ونقل پایدار است (Andrzej, 2024).

از دیگر یافته‌های مهم این پژوهش، اهمیت «رویکردهای سیستمی و اقتضائی» در خط‌مشی‌گذاری است. نتایج نشان داد که رویکردهای یکپارچه و مبتنی بر سیستم، نسبت به رویکردهای تک‌بعدی از اثربخشی بیشتری برخوردارند. این یافته با مطالعاتی که بر ضرورت یکپارچه‌سازی سیاست‌ها و در نظر گرفتن تعاملات میان بخش‌های مختلف تأکید دارند همسو است (Colombo & Dijk, 2023). همچنین، استفاده از رویکردهای مبتنی بر علم سیستم‌ها و مدل‌سازی پویا می‌تواند به درک بهتر پیچیدگی‌های سیستم حمل‌ونقل و طراحی سیاست‌های کارآمدتر کمک کند (Corr et al., 2023; Ghisolfi et al., 2022).

در زمینه «ایجاد پویایی در خط‌مشی‌گذاری»، نتایج نشان داد که تعامل مستمر با متخصصین، مراکز علمی و نهادهای پژوهشی نقش مهمی در بهبود کیفیت سیاست‌ها دارد. این یافته نشان‌دهنده اهمیت شبکه‌های دانشی و همکاری میان بخش‌های مختلف در فرآیند سیاست‌گذاری است. مطالعات پیشین نیز بر نقش هم‌آفرینی و مشارکت ذی‌نفعان در توسعه سیاست‌های پایدار تأکید کرده‌اند (Weir et al., 2022).

همچنین، استفاده از تجربیات بین‌المللی و انتقال دانش می‌تواند به تسریع فرآیند یادگیری و بهبود سیاست‌ها کمک کند (Izdebski et al., 2024).

در خصوص «نوع داده‌های ضروری»، نتایج نشان داد که علاوه بر دقت و اعتبار داده‌ها، نحوه ارائه و دسترسی به آن‌ها نیز از اهمیت بالایی برخوردار است. این یافته بیانگر آن است که داده‌ها باید به‌گونه‌ای تولید و منتشر شوند که برای سیاست‌گذاران قابل استفاده و کاربردی باشند. این نتیجه با مطالعاتی که بر اهمیت شفافیت اطلاعات و دسترسی به داده‌ها در فرآیند تصمیم‌گیری تأکید دارند همخوانی دارد (Barisa et al., 2022).

از سوی دیگر، نتایج نشان داد که «نحوه اثبات توانایی علمی خط‌مشی‌گذاران» و «نحوه فراهم نمودن داده‌ها» اگرچه از اهمیت بالایی برخوردارند، اما نسبت به سایر مؤلفه‌ها از میانگین پایین‌تری برخوردارند. این موضوع می‌تواند نشان‌دهنده وجود چالش‌هایی در زمینه ارزیابی توانمندی‌های علمی و همچنین ضعف در نظام‌های تولید و توزیع داده باشد. این یافته با مطالعاتی که به موانع نهادی و ساختاری در سیاست‌گذاری حمل‌ونقل اشاره دارند همسو است (Dyrhauge & Rayner, 2023).

در مجموع، نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که موفقیت خط‌مشی‌گذاری برای تغییر مدهای حمل‌ونقل به ترکیبی از عوامل ساختاری، انسانی و اطلاعاتی وابسته است. این نتیجه با مطالعاتی که بر ضرورت استفاده از ترکیب سیاست‌ها و ابزارهای مختلف برای تحقق اهداف پایداری تأکید دارند همخوانی دارد (Griffiths et al., 2021; Salihou et al., 2022). همچنین، یافته‌ها نشان می‌دهد که تغییر رفتار کاربران و کاهش وابستگی به خودروهای شخصی نیازمند سیاست‌های چندبعدی و بلندمدت است که بتوانند نقاط عطف رفتاری ایجاد کنند (Hidaka et al., 2025).

در سطح کلان، نتایج این پژوهش بر اهمیت طراحی الگوهای جامع و بومی‌شده خط‌مشی‌گذاری تأکید دارد. چنین الگوهایی باید بتوانند تعاملات پیچیده میان عوامل مختلف را در نظر گرفته و راهکارهای عملی برای غلبه بر موانع اجرایی ارائه دهند. این موضوع با مطالعاتی که بر ضرورت توسعه چارچوب‌های یکپارچه برای حمل‌ونقل پایدار تأکید دارند همسو است (Borchers et al., 2024; Filippi, 2024). همچنین، توجه به زمینه‌های محلی و ویژگی‌های خاص هر کشور می‌تواند به افزایش اثربخشی سیاست‌ها کمک کند (Nwachukwu et al., 2023).

از منظر کاربردی، یافته‌های این پژوهش می‌تواند به سیاست‌گذاران در طراحی و اجرای سیاست‌های مؤثرتر کمک کند. به‌ویژه، تأکید بر داده‌محوری، تقویت ظرفیت‌های نهادی و استفاده از رویکردهای سیستمی می‌تواند به بهبود عملکرد سیستم حمل‌ونقل و کاهش اثرات زیست‌محیطی آن منجر شود. این نتیجه با مطالعاتی که بر نقش نوآوری و فناوری در تحول سیستم‌های حمل‌ونقل تأکید دارند همخوانی دارد (Szaruga et al., 2024).

در نهایت، نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که اگرچه تغییر مدهای حمل‌ونقل به‌عنوان یک راهبرد کلیدی برای دستیابی به پایداری محیط‌زیست مطرح است، اما تحقق آن نیازمند رویکردی جامع، هماهنگ و مبتنی بر شواهد است که بتواند موانع اجرایی را شناسایی و برطرف نماید. این موضوع با مطالعاتی که بر نقش ارزیابی سیاست‌ها و بهبود مستمر آن‌ها تأکید دارند همسو است (Witte et al., 2022).

از محدودیت‌های این پژوهش می‌توان به محدود بودن جامعه آماری به مدیران و خبرگان داخلی کشور، احتمال سوگیری در پاسخ‌دهی به پرسشنامه‌ها، و محدودیت دسترسی به برخی داده‌های طبقه‌بندی‌شده اشاره کرد. همچنین، استفاده از روش خوداظهاری در جمع‌آوری داده‌ها ممکن است بر دقت نتایج تأثیر گذاشته باشد.

برای پژوهش‌های آینده، پیشنهاد می‌شود که مطالعات مشابه در سطح بین‌المللی و با مقایسه کشورهای مختلف انجام شود تا امکان تعمیم‌پذیری یافته‌ها افزایش یابد. همچنین، استفاده از روش‌های پیشرفته مدل‌سازی و شبیه‌سازی می‌تواند به درک بهتر پویایی‌های سیستم حمل‌ونقل کمک کند. بررسی نقش فناوری‌های نوین و هوش مصنوعی در بهبود سیاست‌گذاری نیز می‌تواند از دیگر محورهای مهم پژوهشی باشد.

از نظر کاربردی، پیشنهاد می‌شود که سیاست‌گذاران با تقویت زیرساخت‌های داده‌ای، ایجاد هماهنگی میان نهادهای مختلف، و توسعه برنامه‌های آموزشی برای ارتقای توانمندی‌های خط‌مشی‌گذاران، زمینه لازم برای اجرای موفق سیاست‌های تغییر مدهای حمل‌ونقل را فراهم آورند. همچنین، استفاده از رویکردهای مشارکتی و جلب حمایت عمومی می‌تواند به افزایش پذیرش اجتماعی و اثربخشی این سیاست‌ها کمک کند.

مشارکت نویسندگان

در نگارش این مقاله تمامی نویسندگان نقش یکسانی ایفا کردند.

تعارض منافع

در انجام مطالعه حاضر، هیچ‌گونه تضاد منافعی وجود ندارد.

موازین اخلاقی

در انجام این پژوهش تمامی موازین و اصول اخلاقی رعایت گردیده است.

شفافیت داده‌ها

داده‌ها و مآخذ پژوهش حاضر در صورت درخواست از نویسنده مسئول و ضمن رعایت اصول کپی رایت ارسال خواهد شد.

حامی مالی

این پژوهش حامی مالی نداشته است.

Extended Abstract

Introduction

The increasing urgency of environmental sustainability has placed the transport sector at the center of global policy debates, given its substantial contribution to greenhouse gas emissions, energy consumption, and urban air pollution. The dominance of private car use, rapid urbanization, and growing travel demand have intensified environmental pressures, making the transformation of transport systems a critical priority for policymakers worldwide (Jelti et al., 2023; Nethengwe, 2021). Among various strategies, modal shift toward low-carbon and sustainable transport options—such as public transit, rail, and maritime transport—has emerged as a fundamental pathway to achieving environmental goals and reducing carbon footprints (Izdebski et al., 2024; Paolla Karolliny de Jesus Freitas & Santos, 2024). However, the process of shifting transport modes is inherently complex, involving not only infrastructure development but also behavioral change, institutional coordination, and policy integration across multiple sectors (Prajapati et al., 2023; Rasmussen et al., 2023). Recent research highlights that effective modal shift policies require systemic approaches that integrate environmental, economic, and social dimensions while accounting for local contexts and governance structures (Colombo & Dijk, 2023). Furthermore, the persistence of car dependency in many regions underscores the need for transformative policy interventions capable of triggering behavioral tipping points and restructuring mobility patterns (Hidaka et al., 2025). The integration of advanced technologies, digitalization, and data-driven decision-making has also become increasingly important in designing adaptive and efficient transport

systems (Gbako et al., 2023; Wang et al., 2023). Despite these advancements, significant challenges remain, including institutional fragmentation, limited coordination among stakeholders, and resistance to behavioral change (Camilleri et al., 2022; Dyrhauge & Rayner, 2023).

In developing countries, these challenges are often compounded by resource constraints, governance inefficiencies, and insufficient policy frameworks tailored to local conditions. Consequently, there is a pressing need to design comprehensive, context-sensitive policy models that can guide the transition toward sustainable transport systems while addressing implementation barriers. This study responds to this need by developing a comprehensive policy-making model for transport modal shift with an environmental sustainability approach and by analyzing the barriers to its implementation in Iran (Borchers et al., 2024; Pham-Truffert et al., 2025).

Methods and Materials

This study employed a mixed-methods research design with an exploratory–sequential approach. In the qualitative phase, semi-structured interviews were conducted with 20 experts in transport policy, environmental management, and public administration, selected through purposive and snowball sampling until theoretical saturation was achieved. The qualitative data were analyzed using inductive content analysis to identify key dimensions, components, and indicators of policy-making for modal shift. Based on these findings, an initial conceptual model was developed.

In the quantitative phase, a structured questionnaire derived from the qualitative results was distributed among a sample of 214 managers and decision-makers in the transport and environmental sectors across Iran, selected through cluster random sampling. A total of 192 valid responses were collected and analyzed. The questionnaire included demographic items and 54 specialized questions measured on a five-point Likert scale. Data analysis was conducted using SPSS (version 28), including descriptive statistics, normality testing, and one-sample t-tests to evaluate the significance and prioritization of the identified components.

Findings

The results of the Kolmogorov–Smirnov test indicated that all variables followed a normal distribution, allowing for the application of parametric statistical tests. Descriptive analysis revealed that all identified components had mean values above the theoretical average (3), indicating a generally positive evaluation of the proposed policy dimensions. Among the components, “provision of essential data” had the highest mean score (4.54), followed by “policy-makers’ capabilities” (4.38) and “mastery of environmental conditions” (4.23). In contrast, “type of required policy data” (3.32) and “methods of demonstrating scientific capability” (3.45) had relatively lower mean scores, although still above the average threshold.

The results of the one-sample t-test further confirmed that all components were statistically significant at the 0.05 level, with t-values indicating that their mean scores were significantly higher than the benchmark value. This finding suggests that all identified dimensions play a meaningful role in shaping effective policy-making for transport modal shift. Additionally, the low standard deviations across variables indicate a relatively high level of consensus among respondents. Overall, the findings highlight the importance of integrating data-driven approaches, institutional capacity, and dynamic policy mechanisms in developing sustainable transport strategies.

Discussion and Conclusion

The findings of this study demonstrate that effective policy-making for transport modal shift requires a multidimensional approach that integrates data availability, institutional competence, and systemic thinking. The prominence of data provision as the most significant component underscores the critical role of accurate, accessible, and policy-relevant information in decision-making processes. Without reliable data, policymakers are unable to design targeted interventions or evaluate policy outcomes effectively.

Furthermore, the importance of policy-makers’ capabilities and environmental awareness highlights the need for skilled and knowledgeable actors who can navigate complex socio-political and economic contexts. Policy-

making in the transport sector is not merely a technical exercise but a dynamic process that requires strategic thinking, adaptability, and an understanding of contextual factors.

The study also emphasizes the value of systemic and participatory approaches in enhancing policy effectiveness. The interaction between policymakers, experts, and data providers contributes to the development of more responsive and adaptive policies. This finding suggests that fostering collaboration and knowledge exchange among stakeholders is essential for achieving sustainable transport outcomes.

Despite the overall positive evaluation of the identified components, the relatively lower scores for certain dimensions indicate areas that require further attention. In particular, improving mechanisms for evaluating scientific competence and enhancing the usability of data can strengthen the overall policy framework.

In conclusion, this study provides a comprehensive model for policy-making aimed at facilitating transport modal shift in the context of environmental sustainability. The proposed model highlights the interdependence of data, human capabilities, and systemic coordination in achieving sustainable mobility. By addressing both structural and behavioral barriers, the model offers practical insights for policymakers seeking to promote low-carbon transport systems. The findings contribute to the existing body of knowledge by providing an integrated framework tailored to the specific challenges of developing countries, while also offering broader implications for global efforts toward sustainable transport transformation.

References

Alaei, S., Mommens, K., Durán-Micco, J., & Macharis, C. (2024). Evaluating Logistics Companies' Readiness Towards Adopting Synchromodality in the Flanders Region. *Sustainability*, *16*(11), 4834. https://doi.org/10.3390/su16114834

Andrzej, A. (2024). EU Transport Modal Shift Versus the Regulatory Requirements for Transport Sector's Green Transformation Towards Climate Neutrality. *European Research Studies Journal*, *XXVII*(Issue 3), 324-340. https://doi.org/10.35808/ersj/3437

Attia, M., Alade, T., & Attia, S. (2023). The Influence of Passenger Car Banning Policies on Modal Shifts: Rotterdam's Case Study. *Sustainability*, *15*(9), 7443. https://doi.org/10.3390/su15097443

Barisa, A., Kirsanovs, V., & Safronova, A. (2022). Renewable Transport Challenge: A Comprehensive Policy Assessment Model. https://doi.org/10.46855/energy-proceedings-9315

Borchers, T., Wittowsky, D., & Fernandes, R. A. S. (2024). A Comprehensive Survey and Future Directions on Optimising Sustainable Urban Mobility. *IEEE Access*, *12*, 63023-63048. https://doi.org/10.1109/access.2024.3393470

Camilleri, R., Attard, M., & Hickman, R. (2022). Understanding Barriers to Modal Shift in Malta: A Practice-Theoretical Perspective of Everyday Mobility. *Journal of Transport Geography*, *104*, 103446. https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2022.103446

Colombo, C., & Dijk, M. (2023). Understanding the Policy Integration Challenges of Sustainable Urban Mobility in the Context of Rapid Decarbonisation. *European Journal of Risk Regulation*, *14*(3), 583-606. https://doi.org/10.1017/err.2023.62

Corr, C., Murphy, N., & Lambe, B. (2023). Harnessing Systems Science and Co-Creation Techniques to Develop a Theory of Change Towards Sustainable Transport. *Sustainability*, *15*(19), 14633. https://doi.org/10.3390/su151914633

Duri, B. (2024). The Perceived Effectiveness of Planned Measures of Modal Shift in Tshwane, South Africa. *Transactions on Transport Sciences*, *15*(1), 49-55. https://doi.org/10.5507/tots.2023.022

Dyrhauge, H., & Rayner, T. (2023). Transport: Evolving EU Policy Towards a 'Hard-to-Abate' Sector. 305-320. https://doi.org/10.4337/9781789906981.00035

Faiyetole, A. A. (2023). COVID-19 Stimulated Travel Behavior Policy Framework With Evidence From Travel Change in Southwestern Nigeria. *Transactions on Transport Sciences*, *13*(3), 24-36. https://doi.org/10.5507/tots.2022.018

Filippi, F. (2024). Visions and Paradigms of Transport and Cities. https://doi.org/10.20944/preprints202403.1527.v1

Gbako, S., Paraskevadakis, D., Ren, J., & Wang, J. (2023). Digitalisation and Decarbonisation Challenges of Inland Waterways Freight Logistics Transport and Their Integration Into Regional Supply Chains – A Case Study. *Logistics Supply Chain Sustainability and Global Challenges*, *14*(1), 1-23. https://doi.org/10.2478/jlst-2023-0008

Ghisolfi, V., Tavasszy, L., Gonçalo Homem de Almeida, C., Gisele de Lorena Diniz, C., & Ribeiro, G. M. (2022). Freight Transport Decarbonization: A Systematic Literature Review of System Dynamics Models. *Sustainability*, *14*(6), 3625. https://doi.org/10.3390/su14063625

Griffiths, S., Dylan, D. F. D. R., & Sovacool, B. K. (2021). Policy Mixes to Achieve Sustainable Mobility After the COVID-19 Crisis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *143*, 110919. https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.110919

Hidaka, K., Imai, J., & Shiga, T. (2025). Tipping Points in Car Dependency: Insights From Japanese Municipalities. *Environmental Research Communications*, *7*(9), 091006. https://doi.org/10.1088/2515-7620/adf1e0

Izdebski, M. J., Kalahasthi, L. K., Regal-Ludowieg, A., & Holguín-Veras, J. (2024). Short Sea Shipping as a Sustainable Modal Alternative: Qualitative and Quantitative Perspectives. *Sustainability*, *16*(11), 4515. https://doi.org/10.3390/su16114515

Jelti, F., Allouhi, A., & Aoul, K. A. T. (2023). Transition Paths Towards a Sustainable Transportation System: A Literature Review. *Sustainability*, *15*(21), 15457. https://doi.org/10.3390/su152115457

Kowalska, S., & Bonk, D. (2021). Evaluation of Modal Shift in Freight Transport: Case Study of Poland. *European Research Studies Journal*, *XXIV*(Issue 3B), 851-862. https://doi.org/10.35808/ersj/2543

Martín-Cejas, R. R., Suárez-Vega, R., & Sanchez, P. P. (2021). GIS Approach Applied to Tourist Bus Route Design on Lanzarote Island. *Sustainability*, *13*(19), 10671. https://doi.org/10.3390/su131910671

Nethengwe, N. S. (2021). Transport Modes and the Green Economy. 21-36. https://doi.org/10.1007/978-3-030-86178-0_3

Nwachukwu, M. U., Obinna, C. O., Jiburum, U., & Okeke, D. (2023). Analysis of Modal Split of Intra-Urban Trips in a Centenary City: A Case Study of Enugu, Nigeria. *Sage Open*, *13*(1). https://doi.org/10.1177/21582440231154420

Paolla Karolliny de Jesus Freitas, S., & Santos, T. A. (2024). Short Sea Shipping in the Age of Sustainability, Autonomous Navigation and Digitalization. *Journal of Marine Science and Engineering*, *12*(2), 252. https://doi.org/10.3390/jmse12020252

Pham-Truffert, M., Angst, M., Breu, T., & Santos, M. J. (2025). Citizens Ditching Cars: How Do Assessments of SDG Interactions Predict a Modal Shift Towards Low-Carbon Urban Transport Choices? *Environmental Research Letters*, *20*(8), 084029. https://doi.org/10.1088/1748-9326/ade817

Prajapati, A., Bhattarai, N., & Bajracharya, T. R. (2023). Passenger Transport Modal Mix by Incorporating Travel Behaviour: A Case Study of Kathmandu Valley, Nepal. *Strategic Planning for Energy and the Environment*, 231-254. https://doi.org/10.13052/spee1048-4236.4032

Rasmussen, L. R., Agerholm, N., Lahrmann, H., & Olesen, A. V. (2023). Exploring Attitudinal Factors Influencing Modal Shift: A Latent Class Analysis of Danish Commuters. *Frontiers in Future Transportation*, *4*. https://doi.org/10.3389/ffutr.2023.1140572

Rauf, H., & Umer, M. (2023). Development of AI-Augmented Optimization Technique for Analysis &Amp; Prediction of Modal Mix in Road Transportation. *PLoS One*, *18*(11), e0288493. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0288493

Salihou, F., Boënnec, R. L., Bulteau, J., & Costa, P. d. (2022). Incentives for Modal Shift Towards Sustainable Mobility Solutions: A Review. *Revue D Économie Industrielle*, *178-179*, 199-246. https://doi.org/10.4000/rei.11705

Szaruga, E., Załoga, E., Drewnowski, A., Kowalska, S., & Dąbrosz-Drewnowska, P. (2024). The Role of EU Transport Market Liberalization in Shaping Directions of Rail Energy Consumption Rationalization in Relation to the Export of Goods: The Case of Poland. *Energies*, *17*(13), 3118. https://doi.org/10.3390/en17133118

Wang, S., Utomo, D. S., & Greening, P. (2023). Integrating a Mode Choice Model Into Agent-Based Simulation for Freight Transport Planning and Decarbonization Analysis. https://doi.org/10.1109/wsc60868.2023.10407631

Weir, H., Murtagh, B., Argyriou, I., Cleland, C., Meehan, C. J., Barry, J., Longo, A., McKeown, G., Kee, F., Hunter, R. F., & Garcia, L. M. T. (2022). Group Model Building for Developing Systems-Oriented Solutions to Reduce Car Dependency in Belfast, United Kingdom. *SSRN Electronic Journal*. https://doi.org/10.2139/ssrn.4310754

Wilde, L. D., Keserü, I., Macharis, C., & Vanhaverbeke, L. (2023). Finding Alternatives for the Traditional Diesel-Powered Company Car: A Conjoint Analysis Approach. *Frontiers in Sustainability*, *4*. https://doi.org/10.3389/frsus.2023.1114437

Witte, P., Wiegmans, B., Jong, T. d., & Oort, F. v. (2022). Shifting Towards Sustainability Questioning the Effectiveness of Policymaking for Intermodal Freight Transport. *World Review of Intermodal Transportation Research*, *11*(2), 133. https://doi.org/10.1504/writr.2022.127223