پرندآور ع. و همکاران
اردیبهشت ۱۴۰۶
اقتصاد و برنامه ریزی شهری
دوره ۸، شماره ۲

شناسایی و اولویت‌بندی شاخص‌های عملکردی حمل‌ونقل جاده‌ای مرتبط با اشتغال‌زایی منطقه‌ای با استفاده از روش سوارای فازی شهودی دایره‌ای

عاطفه پرندآور[۱]؛ خلیل حاجی‌پور[۲*]؛ حسن ایزدی[۲]

۱. کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی منطقه‌ای، دانشکدهٔ هنر و معماری، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران
۲. دانشیار، دانشکدهٔ هنر و معماری، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۰۴/۱۲
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۵/۰۷/۰۲
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۷/۱۱

چکیده

توسعهٔ اشتغال منطقه‌ای از اولویت‌های اصلی سیاست‌گذاری اقتصادی است، اما نقش شاخص‌های عملکردی حمل‌ونقل جاده‌ای در این فرایند کمتر مورد توجه قرار گرفته است. این پژوهش با هدف شناسایی و اولویت‌بندی شاخص‌های عملکردی حمل‌ونقل جاده‌ای بر اساس اهمیت ادراک‌شدهٔ آن‌ها برای اشتغال‌زایی منطقه‌ای از دیدگاه خبرگان انجام شد. این پژوهش اثر علّی شاخص‌ها بر اشتغال را برآورد نمی‌کند. مطالعهٔ حاضر از نظر هدف، کاربردی و از نظر رویکرد، توصیفی ـ تحلیلی است. ۱۰ شاخص از ادبیات پژوهش استخراج شد و ۱۴ خبرهٔ حمل‌ونقل و توسعهٔ منطقه‌ای، که به صورت هدفمند انتخاب شده و بر اساس تخصص، سابقه و محل فعالیت وزن‌دهی شده بودند، آن‌ها را ارزیابی کردند. هر خبره اهمیت هر شاخص را به طور مستقل با طیف کلامی ۹سطحی سنجید و ارزیابی‌ها به اعداد فازی شهودی تبدیل شد. ارزیابی‌ها با عملگر میانگین وزنی فازی شهودی تجمیع شد و شعاع عدد فازی شهودی دایره‌ای برای نشان دادن پراکندگی نظرات خبرگان محاسبه شد. سپس، شاخص‌ها با روش سوارا امتیازدهی، رتبه‌بندی و وزن‌دهی شدند. تحلیل حساسیت نشان داد رتبهٔ دو شاخص بالاترین و دو شاخص پایین‌ترین اولویت با تغییر پارامتر امتیاز تغییر نمی‌کند. خبرگان بیشترین اولویت را به دسترسی به مراکز مهم اقتصادی، حجم بار و مسافر جابه‌جاشده و هزینه‌های حمل‌ونقل دادند و دسترسی به بازارهای اصلی و مراکز لجستیک و وجود راه‌های جایگزین و فرعی کمترین اولویت را داشتند. یافته‌ها چارچوبی مبتنی بر ادراک خبرگان برای سیاست‌گذاری زیرساختی و برنامه‌ریزی توسعهٔ منطقه‌ای ارائه می‌کند.

کلمات کلیدی

اشتغال‌زایی منطقه‌ای
تصمیم‌گیری چندمعیارهٔ فازی
حمل‌ونقل جاده‌ای
سوارای فازی شهودی دایره‌ای
شاخص‌های عملکرد حمل‌ونقل جاده‌ای

* نویسندهٔ مسئول: hajipoor@shirazu.ac.ir

COPYRIGHTS
©2027 The author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, as long as the original authors and source are cited. No permission is required from the authors or the publishers.

HOW TO CITE THIS ARTICLE

Parandavar A. Hajipour Kh. Izady H. Identifying and prioritizing road transport performance indicators related to regional employment using the circular intuitionistic fuzzy SWARA method. *Urban Economics and Planning* 8(2):160-175.

DOI: 10.22034/uep.2026.589848.1944

۱. مقدمه

تحولات ساختاری اقتصاد جهانی از انقلاب صنعتی تا عصر جهانی شدن نشان داده‌اند زیرساخت‌های حمل‌ونقل، به‌ویژه در کشورهای درحال‌توسعه، یکی از ابزارهای مؤثر کاهش نابرابری‌های فضایی و تسریع توسعهٔ منطقه‌ای به شمار می‌روند (Rodrigue et al., 2020). در ایران، حمل‌ونقل جاده‌ای ستون فقرات شبکهٔ ملی حمل‌ونقل است و سهم غالب جابه‌جایی بار و مسافر کشور را به خود اختصاص می‌دهد. با این‌حال، این زیرساخت با چالش‌های ساختاری متعددی روبه‌روست. پراکندگی جغرافیایی شبکهٔ راه‌ها، نابرابری در توزیع امکانات میان استان‌ها و هزینه‌های بالای لجستیکی، کارایی اقتصادی این زیرساخت را محدود کرده‌اند. این چالش‌ها، به‌ویژه در ارتباط با اشتغال‌زایی منطقه‌ای، نیازمند تحلیل دقیق‌تری هستند.

با وجود سرمایه‌گذاری‌های گسترده در شبکهٔ راه‌های کشور، همچنان دانش کافی دربارهٔ اولویت‌های سرمایه‌گذاری در شاخص‌های عملکردی حمل‌ونقل جاده‌ای به منظور بیشینه‌سازی اشتغال‌زایی منطقه‌ای وجود ندارد. سؤال اصلی پژوهش حاضر آن است که کدام‌یک از شاخص‌های عملکردی حمل‌ونقل جاده‌ای، از دیدگاه خبرگان، بالاترین اولویت را در ارتباط با اشتغال‌زایی در سطح استان‌ها دارند و اولویت‌بندی این شاخص‌ها بر اساس نظر خبرگان چگونه است؟

پژوهش‌های پیشین عمدتاً به اثرات کلی زیرساخت حمل‌ونقل بر رشد اقتصادی پرداخته‌اند، بدون آنکه شاخص‌های عملکردی مشخص (در برابر صرف کمیت زیرساخت) را هدف تحلیل قرار دهند. به عنوان نمونه، مطالعه‌ای مبتنی بر داده‌های ساخت بزرگراه‌های ملی چین نشان داد توسعهٔ زیرساخت حمل‌ونقل می‌تواند نوسانات اشتغال در سطح بنگاه را از طریق کانال‌های عرضه و تقاضای نیروی کار تعدیل کند (Yuan et al., 2024). همچنین، گزارش پارلمان اروپا دربارهٔ ارتباط سیاست انسجام اتحادیهٔ اروپا با زیرساخت حمل‌ونقل، بر پیوند مستقیم سرمایه‌گذاری‌های زیرساختی با سطح اشتغال منطقه‌ای تأکید کرده است (Medeiros, 2024). در حوزهٔ روش‌شناسی تصمیم‌گیری چندمعیاره، بورایما و همکاران (۲۰۲۳) با به‌کارگیری ترکیب فازی کروی ـ سوارا برای اولویت‌بندی راهبردهای زیرساخت حمل‌ونقل منطقه‌ای پایدار، نشان دادند این رویکرد قادر است قضاوت‌های ذهنی خبرگان را در شرایط عدم قطعیت به طور نظام‌مند مدل‌سازی کند. با این‌حال، کمتر مطالعه‌ای به طور خاص شاخص‌های عملکردی حمل‌ونقل جاده‌ای را با رویکرد تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی در پیوند مستقیم با اشتغال‌زایی منطقه‌ای بررسی کرده است. در ایران نیز مطالعات موجود یا کلان‌نگر بوده‌اند یا به یک منطقهٔ خاص محدود شده‌اند؛ بنابراین یک چارچوب تحلیلی قابل تعمیم به سطح ملی برای اولویت‌بندی این شاخص‌ها وجود ندارد.

بر این‌اساس، پژوهش حاضر سه هدف اصلی را دنبال می‌کند: نخست، شناسایی شاخص‌های کلیدی عملکرد حمل‌ونقل جاده‌ای مرتبط با اشتغال‌زایی منطقه‌ای؛ دوم، وزن‌دهی و اولویت‌بندی این شاخص‌ها با استفاده از روش سوارای فازی شهودی دایره‌ای؛ و سوم، تدوین چارچوبی تحلیلی برای سیاست‌گذاری حمل‌ونقل با هدف ارتقای اشتغال منطقه‌ای در سطح ملی.

ادامهٔ این مقاله ابتدا مبانی نظری و پیشینهٔ پژوهش را مرور می‌کند، سپس روش‌شناسی سوارای فازی شهودی دایره‌ای را تشریح می‌کند و در نهایت یافته‌ها، بحث، و نتیجه‌گیری پژوهش را ارائه می‌دهد.

۲. مبانی نظری

۱.۲. حمل‌ونقل جاده‌ای و توسعهٔ منطقه‌ای

حمل‌ونقل جاده‌ای، از منظر عملیاتی، به مجموعه زیرساخت‌ها و خدماتی گفته می‌شود که جابه‌جایی کالا و مسافر را روی شبکهٔ راه‌های زمینی ممکن می‌سازند و با کاهش هزینه‌های مبادله، نقش واسطه‌ای در اتصال بازارها ایفا می‌کنند (Rodrigue et al., 2020). این نقش واسطه‌ای در ادبیات نظری توسعهٔ منطقه‌ای از سه چارچوب اصلی قابل تبیین است. نظریهٔ مکان مرکزی (Christaller, 1933)، که توسط مطالعات بعدی در علم منطقه‌ای بازخوانی و تکمیل شده (Mulligan et al., 2012)، دسترسی را عامل اصلی شکل‌گیری سلسله‌مراتب مراکز اقتصادی می‌داند؛ هرچه دسترسی جاده‌ای یک نقطه به مراکز بالادست بهتر باشد، احتمال تمرکز فعالیت‌های اقتصادی در آن نقطه بیشتر است.

فرضیهٔ رشد مبتنی بر زیرساخت (Infrastructure-led Growth Hypothesis) با تأکید بر سرریزهای بهره‌وری ناشی از سرمایه‌گذاری زیرساختی، نشان می‌دهد بهبود شبکهٔ جاده‌ای می‌تواند هزینه‌های تولید را کاهش داده و ظرفیت جذب سرمایه‌گذاری بخش خصوصی را افزایش دهد (Calderón & Servén, 2014). نظریهٔ عدالت فضایی نیز حمل‌ونقل را ابزاری برای کاهش نابرابری دسترسی میان مناطق برخوردار و کمتر برخوردار معرفی می‌کند؛ از این منظر، توزیع نامتوازن زیرساخت جاده‌ای می‌تواند نابرابری‌های اقتصادی منطقه‌ای را تشدید کند (Rodríguez-Pose, 2018). جمع‌بندی این سه چارچوب نشان می‌دهد حمل‌ونقل جاده‌ای نه‌تنها یک عامل تسهیل‌کنندهٔ مبادلات، بلکه متغیری ساختاری در شکل‌گیری الگوهای فضایی فعالیت اقتصادی است؛ موضوعی که در بخش بعد، در قالب شاخص‌های عملکردی قابل سنجش، بازتعریف می‌شود.

پیوند میان این ۳ چارچوب نظری و ۴ مؤلفهٔ مفهومی شاخص‌های پژوهش جدول ۱ را می‌توان به‌صراحت بیشتری بیان کرد. نظریهٔ مکان مرکزی، که بر سلسله‌مراتب دسترسی به مراکز اقتصادی تأکید دارد، مبنای نظری اصلی مؤلفهٔ «دسترسی و اتصال» (شاخص‌های C2، C3 و C7) است. این پیوند با یافته‌های تجربی روکیکی و همکاران (۲۰۲۱) نیز هم‌راستاست که با مدل تعادل عمومی، نقش دسترسی حمل‌ونقلی و سرمایه‌گذاری جاده‌ای را در تولید و اشتغال مناطق لهستان بررسی کردند. فرضیهٔ رشد مبتنی بر زیرساخت، که بر کاهش هزینهٔ تولید از طریق گسترش کمّی و کیفی شبکهٔ راه تمرکز دارد، مبنای نظری مؤلفهٔ «فنی و زیرساختی» (شاخص‌های C1، C5 و C8) است. این مکانیسم در سطح کشوری نیز توسط لابوردا و سوتلسک (۲۰۱۹) با استفاده از داده‌های تابلویی چندکشوری تأیید شده، هرچند آن‌ها رابطه‌ای غیرخطی منحنی کوزنتس میان تراکم راه و اشتغال گزارش کرده‌اند که به احتیاط در تفسیر خطی این رابطه اشاره دارد. نظریهٔ عدالت فضایی، که بر توزیع متوازن دسترسی میان مناطق تأکید دارد، پیوند نزدیک‌تری با مؤلفه‌های «عملیاتی و ترافیکی» و «پشتیبانی» (شاخص‌های C4، C6، C9 و C10) دارد، چرا که این شاخص‌ها کیفیت واقعی بهره‌مندی از زیرساخت نه صرف وجود آن را در مناطق مختلف می‌سنجند؛ این رویکرد با چارچوب پیشنهادی فقیهی‌نژاد و همکاران (۲۰۲۲) برای ارزیابی پیوند دسترسی حمل‌ونقل و پیامدهای اقتصادی در بستر ایران و نیز با شواهد بانرجی، دوفلو و چیان (۲۰۲۰) دربارهٔ اثرات نامتقارن دسترسی جاده‌ای بر رشد اقتصادی مناطق چین سازگار است.

۲.۲. شاخص‌های عملکردی حمل‌ونقل جاده‌ای

در ادبیات ارزیابی حمل‌ونقل، تمایز میان «شاخص عملکرد» (Performance Indicator) و «شاخص خروجی» (Output Indicator) اهمیت روش‌شناختی دارد. شاخص خروجی فقط کمیت زیرساخت (مانند طول راه) را اندازه می‌گیرد، در حالی که شاخص عملکرد کیفیت کارکرد آن زیرساخت در تحقق اهداف اقتصادی، نظیر کاهش زمان سفر یا افزایش ایمنی را منعکس می‌کند (ITF-OECD, 2001).

بر این‌اساس، شاخص‌های عملکردی حمل‌ونقل جاده‌ای در این پژوهش در چهار مؤلفه دسته‌بندی می‌شوند: مؤلفهٔ فنی و زیرساختی، مؤلفهٔ دسترسی و اتصال، مؤلفهٔ عملیاتی و ترافیکی و مؤلفهٔ پشتیبانی. جدول ۱ این دسته‌بندی را به همراه مؤلفه و منبع هر شاخص نشان می‌دهد.

جدول ۱. دسته‌بندی شاخص‌های عملکردی حمل‌ونقل جاده‌ای بر اساس مؤلفه‌های مفهومی

ردیف	کد	شاخص	مؤلفه	منبع
۱	C1	تراکم راه‌ها	فنی و زیرساختی	Bouraima & Qiu, 2017
۲	C2	دسترسی به بازارهای اصلی و مراکز لجستیک	دسترسی و اتصال	Wan et al., 2024; Polyzos & Tsiotas, 2020; Rokicki et al., 2021; Duranton & Turner, 2011
۳	C3	دسترسی به بزرگراه‌ها و کریدورهای ترانزیتی	دسترسی و اتصال	Wan et al., 2024; Polyzos & Tsiotas, 2020; صالحیان و همکاران، ۱۳۹۶
۴	C4	تعداد پایانه‌های حمل‌ونقل جاده‌ای	پشتیبانی	صالحیان و همکاران، ۱۳۹۶
۵	C5	وجود راه‌های جایگزین و فرعی	فنی و زیرساختی	Zhang & Cheng, 2023; Asher & Novosad, 2020
۶	C6	حجم بار و مسافر جابه‌جاشده	عملیاتی و ترافیکی	Rodrigue et al., 2020; Petrović et al., 2023; Yang et al., 2022; صالحیان و همکاران، ۱۳۹۶
۷	C7	دسترسی به مراکز مهم اقتصادی	دسترسی و اتصال	Wan et al., 2024; Rosik & Wójcik, 2023; Yang et al., 2022
۸	C8	کیفیت و ایمنی راه‌ها	فنی و زیرساختی	Rosik & Wójcik, 2023; Asher & Novosad, 2020
۹	C9	زمان سفر	عملیاتی و ترافیکی	Wan et al., 2024
۱۰	C10	هزینه‌های حمل‌ونقل	عملیاتی و ترافیکی	Baranidharan & Mahapatra, 2024; Montoya et al., 2021

۳.۲. اشتغال‌زایی منطقه‌ای و پیوند آن با حمل‌ونقل

اشتغال‌زایی منطقه‌ای، به خلاف اشتغال در سطح ملی، بر توزیع فضایی فرصت‌های شغلی و کاهش مهاجرت ناشی از عدم تعادل اقتصادی میان مناطق تأکید دارد و یکی از شاخص‌های کلیدی عدالت فضایی در ادبیات توسعهٔ منطقه‌ای محسوب می‌شود (Rodríguez-Pose, 2018). حمل‌ونقل جاده‌ای از دو کانال بر اشتغال‌زایی منطقه‌ای اثر می‌گذارد. کانال مستقیم به اشتغال در فعالیت‌های ساخت، نگهداری و بهره‌برداری از راه‌ها مربوط است. کانال غیرمستقیم، که در ادبیات پژوهشی اهمیت بیشتری دارد، شامل افزایش دسترسی به بازارهای مصرف و مواد اولیه، کاهش هزینه‌های لجستیکی، جذب سرمایه‌گذاری بخش خصوصی، شکل‌گیری خوشه‌های صنعتی و خدماتی و افزایش بهره‌وری نیروی کار است (Ghani et al., 2016).

شواهد تجربی این پیوند را در بافت‌های مختلف تأیید می‌کنند. مطالعه‌ای مبتنی بر داده‌های ساخت بزرگراه‌های ملی چین نشان داد توسعهٔ زیرساخت حمل‌ونقل می‌تواند نوسان‌های اشتغال در سطح بنگاه را از طریق کانال‌های عرضه و تقاضای نیروی کار تعدیل کند (Yuan et al., 2024). در مقیاس کلان‌تر، گزارش پارلمان اروپا ارتباط سرمایه‌گذاری زیرساخت حمل‌ونقل با سطح اشتغال منطقه‌ای را در کشورهای عضو اتحادیهٔ اروپا تأیید کرده است (Medeiros, 2024). در زمینهٔ راه‌های روستایی، مطالعه‌ای با ترکیب سیستم استنتاج عصبی ـ فازی تطبیقی و تکنیک دلفی فازی نشان داد احداث راه‌های روستایی موجب افزایش درآمد و بهبود دسترسی به خدمات شده است (Makrand & Singh, 2019).

۴.۲. مرور پژوهش‌های پیشین و شکاف نظری

جدول ۲ مروری بر ۱۰ مطالعهٔ کلیدی اعم از مطالعات داخلی و خارجی در این زمینه دارد و نتایج آن‌ها را ارائه می‌دهد.

جدول ۲. مرور پژوهش‌های پیشین مرتبط با حمل‌ونقل جاده‌ای و اشتغال‌زایی منطقه‌ای

نویسندگان (سال)	روش	شاخص‌های بررسی‌شده	نتیجهٔ کلیدی
صالحیان و همکاران (۱۳۹۶)	دیمتل فازی + ANP	عملکرد حمل‌ونقل جاده‌ای استانی	رتبه‌بندی استان‌ها؛ عملکرد اکثر استان‌ها ضعیف ارزیابی شد
شهرکی‌مقدم و همکاران (۱۳۹۹)	تحلیل کمی ـ کیفی	ترانزیت جاده‌ای منطقهٔ سیستان	ترانزیت جاده‌ای موجب رشد اقتصاد روستایی منطقه شد
بورایما و همکاران (۲۰۲۳)	فازی کروی ـ سوارا	راهبردهای زیرساخت حمل‌ونقل منطقه‌ای پایدار	پژوهش و توسعه، چارچوب نهادی به عنوان اولویت شناسایی شدند
یوآن و همکاران (۲۰۲۴)	تفاضل-در-تفاضل چندنقطه‌ای	ساخت بزرگراه و نوسانات اشتغال بنگاه	ساخت بزرگراه نوسانات اشتغال بنگاه را حدود ۰/۹ درصد کاهش داد
ماکراند و سینگ (۲۰۱۹)	ANFIS + دلفی فازی	اثرات راه‌های روستایی	احداث راه روستایی موجب افزایش درآمد و دسترسی به خدمات شد
روکیکی و همکاران (۲۰۲۱)	مدل تعادل عمومی قابل محاسبهٔ پویای منطقه‌ای (CGE)	دسترسی حمل‌ونقلی و سرمایه‌گذاری در شبکهٔ راه‌های پرسرعت مناطق لهستان	در مناطقی که بخش خصوصی سهم بزرگی در سرمایه‌گذاری جاده‌ای داشت، حذف سرمایه‌گذاری کاهش قابل توجه تولید ناخالص و اشتغال را به همراه داشت؛ در مناطق با تأمین مالی فقط دولتی اثر تقریباً ناچیز بود
لابوردا و سوتلسک (۲۰۱۹)	رگرسیون تابلویی پویا (GMM)	تراکم راه و درصد راه‌های آسفالته در سطح کشوری	رابطه‌ای غیرخطی (منحنی کوزنتس) میان تراکم راه و بیکاری در کشورهای با درآمد پایین و متوسط یافت شد
فقیهی‌نژاد و همکاران (۲۰۲۲)	چارچوب تحلیل همبستگی	دسترسی به شبکهٔ حمل‌ونقل و شاخص‌های اقتصادی در ایران	دسترسی بهتر به شبکهٔ حمل‌ونقل با رشد اقتصادی و کاهش نرخ بیکاری در سطح شهرهای ایران همبسته بود
بانرجی، دوفلو و چیان (۲۰۲۰)	تفاضل ـ در ـ تفاضل با داده‌های تابلویی	دسترسی به شبکهٔ بزرگراهی و راه‌آهن در چین	دسترسی به شبکهٔ حمل‌ونقل، رشد اقتصادی نامتقارنی میان مناطق ایجاد کرد؛ مناطق نزدیک به مراکز اقتصادی سود بیشتری بردند

جمع‌بندی پژوهش‌های پیشین نشان می‌دهد بیشتر مطالعات به تأثیر کلی زیرساخت حمل‌ونقل بر رشد اقتصادی پرداخته‌اند، بدون آنکه شاخص‌های عملکردی مشخص را موضوع تحلیل قرار دهند. به طور مشخص‌تر، مطالعات بین‌المللی جدول ۲ (از جمله روکیکی و همکاران، ۲۰۲۱؛ لابوردا و سوتلسک، ۲۰۱۹؛ بانرجی، دوفلو و چیان، ۲۰۲۰) عمدتاً یا بر شاخص‌های کلی زیرساخت (مانند تراکم یا سرمایه‌گذاری کل) متمرکز شده‌اند و یا رابطه با اشتغال را غیرخطی، وابسته به بستر یا نامتقارن میان مناطق گزارش کرده‌اند، نه رابطه‌ای خطی و قطعی. این ناهمگونی یافته‌ها، ضرورت رویکردی چندمعیاره و مبتنی بر شاخص‌های تفکیک‌شده به جای یک شاخص کلی زیرساخت را تقویت می‌کند. در بستر ایران نیز مطالعهٔ فقیهی‌نژاد و همکاران (۲۰۲۲) رابطهٔ دسترسی حمل‌ونقلی و اقتصاد شهری را در سطح کلان بررسی کرده، اما تا کنون مطالعه‌ای که شاخص‌های عملکردی متعدد حمل‌ونقل جاده‌ای را به طور هم‌زمان و با روش تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی اولویت‌بندی کرده باشد، یافت نشد. در ایران نیز روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی برای وزن‌دهی شاخص‌های حمل‌ونقل جاده‌ای کمتر به کار گرفته شده‌اند. پژوهش حاضر با استفاده از روش سوارای فازی شهودی دایره‌ای، که قابلیت بالایی در مدیریت عدم قطعیت و قضاوت‌های ذهنی خبرگان دارد، این شکاف را پر می‌کند و چارچوبی قابل تعمیم برای سیاست‌گذاری ملی در حوزهٔ حمل‌ونقل و اشتغال ارائه می‌دهد.

۳. روش‌شناسی

پژوهش حاضر از نوع کاربردی است و با رویکرد توصیفی ـ تحلیلی انجام شده است. رویکرد کلی پژوهش بر پایهٔ تصمیم‌گیری چندمعیاره (Multi-Criteria Decision-Making) با بهره‌گیری از منطق فازی شهودی دایره‌ای استوار است. این رویکرد امکان مدل‌سازی هم‌زمان دو نوع عدم قطعیت، یعنی تردید در قضاوت خبرگان و دامنهٔ نوسان این قضاوت‌ها، را فراهم می‌سازد.

جامعهٔ آماری پژوهش شامل خبرگان حوزه‌های حمل‌ونقل جاده‌ای، برنامه‌ریزی منطقه‌ای، اقتصاد شهری و توسعهٔ زیرساخت در سطوح و سازمان‌های مختلف بوده است. روش نمونه‌گیری از نوع هدفمند (قضاوتی) بوده و بر اساس معیارهای مشخصی صورت گرفته است: حداقل ده سال سابقهٔ فعالیت حرفه‌ای یا پژوهشی در حوزهٔ مرتبط، آشنایی کافی با شاخص‌های عملکردی حمل‌ونقل جاده‌ای و تمایل به مشارکت در فرایند وزن‌دهی فازی.

تعداد نمونه برابر با ۱۴ نفر تعیین شد. کفایت حجم نمونه در این پژوهش، به خلاف پژوهش‌های کیفی که معمولاً بر قاعدهٔ اشباع نظری متکی‌اند، بر اساس ادبیات مربوط به اندازهٔ پانل خبرگی در روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره ارزیابی شده است. مرور مطالعات کاربردی روش سوارا و روش‌های مشابه چندمعیاره نشان می‌دهد دامنهٔ رایج تعداد خبرگان در این نوع مطالعات از ۳ تا حدود ۲۰ نفر متغیر است و نگرانی اصلی، تناسب تخصص خبرگان با موضوع پژوهش است، نه فقط بزرگی حجم نمونه. مطالعات مربوط به

گـردآوری قضـاوت خبرگی نیز نشـان می‌دهنـد در حوزه‌هـای تخصصی و نسـبتاً همگـن، پانل‌هـای ۱۰ تا ۱۵ نفره کفایـت لازم را دارند، در حالی کـه پانل‌هـای بزرگ‌تـر عمدتـاً بـرای موضوعـات میان‌رشـته‌ای بـا تنـوع دیـدگاه بیشـتر توصیـه می‌شـوند. بـا توجـه به تخصـص نسـبتاً همگن و مرتبـط اعضـای پانـل ایـن پژوهـش (حمل‌ونقـل جـاده‌ای، برنامه‌ریـزی منطقـه‌ای، اقتصـاد شـهری)، تعـداد ۱۴ خبـره در محـدودهٔ کفایـت این ادبیـات قـرار می‌گیـرد. جدول ۳ مشـخصات ۱۴ خبرهٔ مشـارکت‌کننده و امتیازهـای آن‌ها بر اسـاس معیارهـای P1 (حوزهٔ تخصصی)، P2 (سـابقهٔ فعالیـت)، P3 (محـل فعالیـت)، جمـع امتیازهـا (Pt) و وزن نهایـی نرمال‌شده (We) را نشان می‌دهد.

جدول ۳. مشخصات خبرگان مشارکت‌کننده در پژوهش (۱۴ خبره)

کد خبره	P1 (تخصص)	P2 (سابقه)	P3 (محل)	Pt	We
E1	۱۰	۲۰	۱۰	۴۰	۰.۰۶۵
E2	۱۰	۱۰	۱۵	۳۵	۰.۰۵۷
E3	۲۰	۸	۱۸	۴۶	۰.۰۷۴
E4	۲۰	۱۱	۲۰	۵۱	۰.۰۸۳
E5	۱۰	۲۰	۲۰	۵۰	۰.۰۸۱
E6	۱۵	۵	۵	۲۵	۰.۰۴۰
E7	۲۰	۱۵	۲۰	۵۵	۰.۰۸۹
E8	۲۰	۱۴	۱۵	۴۹	۰.۰۷۹
E9	۱۰	۱۳	۱۵	۳۸	۰.۰۶۱
E10	۱۰	۸	۱۰	۲۸	۰.۰۴۵
E11	۱۵	۱۲	۲۰	۴۷	۰.۰۷۶
E12	۲۰	۱۸	۲۰	۵۸	۰.۰۹۴
E13	۱۵	۱۶	۱۵	۴۶	۰.۰۷۴
E14	۱۰	۲۰	۲۰	۵۰	۰.۰۸۱
جمع	۱.۰۰۰				

بـر اسـاس مرور ادبیـات نظری ارائه‌شـده در بخش پیشـین، ده شـاخص عملکـردی حمل‌ونقـل جـاده‌ای بـه عنـوان معیارهـای تصمیم‌گیری این پژوهـش انتخـاب شـدند. این شـاخص‌ها در چهـار مؤلفـهٔ مفهومی (فنی و زیرسـاختی، دسترسـی و اتصـال، عملیاتـی و ترافیکـی، و پشـتیبانی) دسـته‌بندی می‌شـوند. جـدول ۴ تعریـف عملیاتـی هـر شـاخص را به‌همراه مؤلفه و منبع آن ارائه می‌دهد.

جدول ۴. شاخص‌های جامع پژوهش با تعریف عملیاتی

کد	نام شاخص	تعریف عملیاتی	مؤلفه	منبع
C1	تراکم راه‌ها	نسبت طول شبکهٔ راه‌های جاده‌ای به مساحت یا جمعیت منطقه	فنی و زیرساختی	Bouraima & Qiu, 2017
C2	دسترسی به بازارهای اصلی و مراکز لجستیک	میزان سهولت و زمان دسترسی به مراکز عمدهٔ تجاری و انبارش	دسترسی و اتصال	Wan et al., 2024; Polyzos & Tsiotas, 2020; Rokicki et al., 2021; Duranton & Turner, 2011
C3	دسترسی به بزرگراه‌ها و کریدورهای ترانزیتی	فاصله و زمان دسترسی به محورهای اصلی ترانزیتی کشور	دسترسی و اتصال	Wan et al., 2024; Polyzos & Tsiotas, 2020; صالحیان و همکاران، ۱۳۹۶
C4	تعداد پایانه‌های حمل‌ونقل جاده‌ای	تعداد پایانه‌های بار و مسافر فعال در منطقه	پشتیبانی	صالحیان و همکاران، ۱۳۹۶
C5	وجود راه‌های جایگزین و فرعی	تعداد و کیفیت مسیرهای جایگزین در صورت اختلال در مسیر اصلی	فنی و زیرساختی	Zhang & Cheng, 2023; Asher & Novosad, 2020

کد	نام شاخص	تعریف عملیاتی	مؤلفه	منبع
C6	حجم بار و مسافر جابه‌جاشده	میزان تناژ بار و تعداد مسافر جابه‌جاشده در بازه زمانی مشخص	عملیاتی و ترافیکی	Rodrigue et al., 2020; Petrović et al., 2023; Yang et al., 2022; صالحیان و همکاران، ۱۳۹۶
C7	دسترسی به مراکز مهم اقتصادی	سهولت دسترسی به مراکز صنعتی، معدنی، کشاورزی و گردشگری	دسترسی و اتصال	Wan et al., 2024; Rosik & Wójcik, 2023; Yang et al., 2022
C8	کیفیت و ایمنی راه‌ها	وضعیت روسازی، علائم، و نرخ تصادفات جاده‌ای	فنی و زیرساختی	Rosik & Wójcik, 2023; Asher & Novosad, 2020
C9	زمان سفر	میانگین زمان لازم برای طی مسیرهای کلیدی منطقه	عملیاتی و ترافیکی	Wan et al., 2024
C10	هزینه‌های حمل‌ونقل	هزینه متوسط جابه‌جایی بار و مسافر در منطقه	عملیاتی و ترافیکی	Baranidharan & Mahapatra, 2024; Montoya et al., 2021

با توجه به شباهت ظاهری برخی شاخص‌های جدول ۴، باید مرز مفهومی آن‌ها به‌صراحت مشخص شود. دسترسی به بازارهای اصلی و مراکز لجستیک (C2) فقط به فاصله و زمان دسترسی به مراکز تجاری و انبارهای عمده‌فروشی اشاره دارد؛ دسترسی به بزرگراه‌ها و کریدورهای ترانزیتی (C3) به اتصال منطقه به شبکهٔ ملی و بین‌منطقه‌ای حمل‌ونقل (نه به مراکز اقتصادی مشخص) مربوط است؛ و دسترسی به مراکز مهم اقتصادی (C7) دسترسی به کانون‌های تولید (صنعتی، معدنی، کشاورزی و گردشگری) را در بر می‌گیرد. به بیان دیگر، C2 بر مقصد تجاری، C3 بر زیرساخت اتصال بین‌منطقه‌ای و C7 بر مقصد تولیدی تمرکز دارد؛ این سه شاخص از پیشینهٔ پژوهشی متفاوتی استخراج شده‌اند (جدول ۱) و در طراحی پرسشنامه نیز به صورت مجزا برای خبرگان تعریف شدند.

ابزار اصلی گردآوری داده‌ها، پرسشنامهٔ ارزیابی مستقل شاخص‌ها مبتنی بر طیف کلامی فازی بود. در این پرسشنامه، از خبرگان خواسته شد میزان اهمیت یا شدت تأثیر هر شاخص بر اشتغال‌زایی منطقه‌ای را با استفاده از عبارت‌های کلامی ۹سطحی شامل «کاملاً زیاد»، «خیلی زیاد»، «زیاد»، «نسبتاً زیاد»، «متوسط»، «نسبتاً کم»، «کم»، «خیلی کم» و «کاملاً کم» (جدول ۵) بیان کنند.

طراحی پرسشنامه بر اساس ماتریس تصمیم‌گیری چندمعیارهٔ فازی شهودی صورت گرفت که نخستین‌بار توسط آتاناسوف (۱۹۸۶) معرفی و سپس، توسط چاکر و تاش (۲۰۲۳) در قالب نسخهٔ دایره‌ای آن بسط داده شد. در این چارچوب، هر عبارت کلامی به یک عدد فازی شهودی دایره‌ای با ساختار سه‌مؤلفه‌ای تبدیل می‌شود که در آن مؤلفهٔ نخست درجهٔ عضویت، مؤلفهٔ دوم درجهٔ عدم‌عضویت و مؤلفهٔ سوم میزان تردید یا عدم قطعیت در قضاوت خبره را نشان می‌دهد. مجموع دو مؤلفهٔ نخست هرگز از یک بیشتر نمی‌شود؛ بخش باقی‌مانده همان مؤلفهٔ تردید است. مزیت اصلی نسخهٔ دایره‌ای نسبت به فرم استاندارد شهودی فازی، افزودن یک شعاع اطراف هر عدد فازی است که میزان قطعیت یا یکنواختی قضاوت خبرگان را به طور صریح اندازه‌گیری می‌کند.

روش اصلی تحلیل داده‌ها، سوارای فازی شهودی دایره‌ای (Circular Intuitionistic Fuzzy SWARA) است. این روش فرایندی شش‌مرحله‌ای دارد که در ادامه به‌ترتیب تشریح می‌شود.

گام اول: در نخستین گام از فرایند تحلیل با روش تصمیم‌گیری چندمعیاره سوارای فازی شهودی دایره‌ای، ابتدا باید مجموعه‌ای از معیارهای مرتبط با مسئلهٔ پژوهش شناسایی شود و ماتریس تصمیم‌گیری اولیه شکل گیرد. در این پژوهش، با توجه به هدف اصلی یعنی شناسایی و اولویت‌بندی شاخص‌های عملکردی حمل‌ونقل جاده‌ای مرتبط با اشتغال‌زایی منطقه‌ای، مجموعه‌ای از ۱۰ شاخص کلیدی در حوزهٔ حمل‌ونقل جاده‌ای بر اساس مرور نظام‌مند ادبیات نظری و پیشینهٔ پژوهشی معتبر به شرح جدول ۴ به عنوان معیارهای تصمیم‌گیری تعیین شدند (C = {C1, C2, ..., C10}). در ادامه، برای ارزیابی اهمیت این معیارها، از نظرات ۱۴ نفر از خبرگان شامل اساتید دانشگاه، متخصصان حوزهٔ حمل‌ونقل، برنامه‌ریزان منطقه‌ای و کارشناسان اقتصادی استفاده شد که با روش نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شدند (E = {E1, E2, ..., E14}). به منظور لحاظ کردن تأثیر سطوح مختلف تخصص و تجربه در فرایند تجمیع نظرات، به هر خبره بر اساس سه معیار تخصص، سابقهٔ فعالیت و محل فعالیت، یک وزن اختصاص داده شد. مجموع امتیازهای تمامی خبرگان برابر با ۶۱۸ بود که از طریق نرمال‌سازی، وزن نهایی هر خبره محاسبه شد. به این‌ترتیب، ماتریس تصمیم‌گیری اولیه با ابعاد ۱۰×۱۴ (۱۰ شاخص و ۱۴ خبره) تشکیل شد که در آن هر سلول بیانگر ارزیابی زبانی یک خبره از اهمیت هر شاخص بر اساس طیف ۹تایی است. این ساختار، بستر مناسبی برای گام بعدی (جمع‌آوری داده‌ها و تبدیل به طیف فازی شهودی) فراهم می‌آورد.

گام دوم: امتیازدهی به خبرگان و تعیین وزن آن‌ها. در این مرحله از پژوهش، پس از شناسایی معیارها و تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری و امتیازدهی توسط خبرگان، برای وزن‌دهی به خبرگان مشارکت‌کننده در فرایند تصمیم‌گیری چندمعیاره با روش سوارای فازی شهودی دایره‌ای، سه معیار اصلی در نظر گرفته شده است. معیار اول (P1) مربوط به حوزهٔ تخصصی خبرگان است که بر اساس تناسب رشته و زمینهٔ فعالیت آن‌ها با موضوع پژوهش (مانند حمل‌ونقل و راهداری، اقتصاد و توسعهٔ منطقه‌ای، برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای و سایر حوزه‌های مرتبط) امتیازی بین ۱۰ تا ۲۰ دریافت می‌کند. معیار دوم (P2) به سابقهٔ فعالیت مرتبط اختصاص دارد که بر اساس تعداد سال‌های تجربهٔ عملی یا پژوهشی در حوزه‌های مرتبط، امتیازی بین ۵ تا ۲۰ تعلق می‌گیرد. معیار سوم (P3) مربوط به محل فعالیت (شهر/سازمان) فرد پاسخ‌دهنده است که امتیازی بین ۵ تا ۲۰ به آن اختصاص می‌یابد. مجموع این سه امتیاز برای هر خبره به عنوان امتیاز کل (Pt) محاسبه می‌شود. سپس، از طریق نرمال‌سازی این امتیازها نسبت به مجموع کل امتیاز تمامی خبرگان، وزن نهایی (We) برای هر خبره به دست می‌آید؛ این وزن‌ها به

گونه‌ای تعیین می‌شوند که مجموع آن‌ها دقیقاً برابر با یک باشد و در مراحل بعدی تحلیل، برای ترکیب قضاوت‌ها به صورت وزنی مورد استفاده قرار می‌گیرند. این رویکرد باعث می‌شود سهم هر خبره در تحلیل نهایی، متناسب با سطح تخصص، تجربه و آشنایی او با موضوع پژوهش در نظر گرفته شود. جدول ۳ مقادیر کامل را نشان می‌دهد.

گام سوم: پس از جمع‌آوری پرسشنامه‌های تکمیل‌شده توسط ۱۴ خبره، داده‌های به‌دست‌آمده به منظور استفاده در فرایند تحلیل چندمعیاره، وارد ماتریس تصمیم شدند. در این مرحله، قضاوت‌های کیفی و زبانی خبرگان که بر اساس طیف نه‌تایی به صورت نظام‌مند به مقادیر فازی شهودی دایره‌ای تبدیل شد. استفاده از طیف ۹تایی به جای طیف ۵تایی، دقت تمایز قضاوت‌های خبرگان را افزایش می‌دهد و امکان تفکیک ظریف‌تری بین سطوح مختلف اهمیت شاخص‌ها فراهم می‌سازد (Çakır & Taş, 2023).

در منطق فازی شهودی، به خلاف منطق فازی کلاسیک، هر مقدار فازی تنها با یک درجهٔ عضویت (μ) توصیف نمی‌شود، بلکه شامل ۳ مؤلفه است:

درجهٔ عضویت (μ): نشان‌دهندهٔ میزان پذیرش یا تعلق یک عنصر به یک مفهوم است؛

درجهٔ عدم عضویت (ν): نشان‌دهندهٔ میزان رد یا عدم تعلق آن عنصر است.

درجهٔ تردید (π): که از رابطهٔ $\pi=1-\mu-\nu$ به دست می‌آید، بیانگر میزان ابهام، نادانسته یا بی‌اطمینانی در قضاوت است.

در این پژوهش، پس از جمع‌آوری نظرات خبرگان در قالب طیف‌های کلامی (زبانی)، برای استفاده در مدل تصمیم‌گیری فازی شهودی، ضروری است این ارزیابی‌های زبانی به مقادیر عددی فازی شهودی تبدیل شوند. برای تبدیل قضاوت‌های زبانی خبرگان به اعداد فازی شهودی، از جدول ۵ تبدیل استاندارد زیر استفاده شده که بر اساس رویکرد چاکر و تاش (۲۰۲۳) تدوین شده است:

جدول ۵. تبدیل طیف کلامی به طیف فازی (Çakır & Taş, 2023)

Code	Definition	μ	ν	π
۹	Absolutely High (AH)	۰.۹۰	۰.۱۰	۰.۰۰
۸	Very High (VH)	۰.۸۰	۰.۱۵	۰.۰۵
۷	High (H)	۰.۷۰	۰.۲۵	۰.۰۵
۶	Medium High (MH)	۰.۶۰	۰.۳۵	۰.۰۵
۵	Fair (F)	۰.۵۰	۰.۴۵	۰.۰۵
۴	Medium Low (ML)	۰.۴۰	۰.۵۵	۰.۰۵
۳	Low (L)	۰.۳۰	۰.۶۵	۰.۰۵
۲	Very Low (VL)	۰.۲۰	۰.۷۵	۰.۰۵
۱	Absolutely Low (AL)	۰.۱۰	۰.۹۰	۰.۰۰

در ادامه با استفاده از جدول طیف کلامی فازی، داده‌های کیفی به اعداد فازی شهودی متناظر تبدیل شدند. این تبدیل بر مبنای یک نگاشت از مقیاس زبانی به سه‌تایی‌های (μ, ν) انجام شد. به عنوان نمونه:

اگر خبرهای اهمیت شاخصی را «زیاد» ارزیابی کرده باشد، مقدار فازی شهودی معادل آن برابر با: ($\mu = 0.70, \nu = 0.25$) خواهد بود. به این‌ترتیب، برای هر خبره و هر شاخص، مقدار زبانی به مقدار فازی شهودی تبدیل و ماتریس جدیدی ایجاد شد که مقادیر آن عددی بوده و برای ادامهٔ مراحل محاسبه در روش CIF-SWARA قابل استفاده است.

پس از تبدیل داده‌های زبانی خبرگان به مقادیر فازی شهودی، برای تحلیل تصمیم‌گیری چندمعیاره، داده‌ها در قالب یک ماتریس تصمیم فازی شهودی سازماندهی می‌شوند. در این ماتریس، هر سلول بیانگر ارزیابی یک خبره از یک شاخص است و به‌صورت یک زوج مرتب از مقادیر فازی شهودی نمایش داده می‌شود. به‌طور خاص، هر سلول شامل دو مقدار است:

m: درجهٔ عضویت (Membership Degree)، که میزان تمایل یا پذیرش نسبت به اهمیت شاخص را بیان می‌کند؛

n: درجهٔ عدم عضویت (Non-membership Degree)، که بیانگر میزان رد یا مخالفت با اهمیت آن شاخص است.

این مقادیر که در نرم‌افزار اکسل وارد می‌شوند، حاصل نگاشت مستقیم طیف‌های کلامی خبرگان به مقادیر شهودی هستند. بنابراین، هر سلول در ماتریس تصمیم فازی شهودی شامل یک مقدار m و یک مقدار n است، به‌طوری که شرط اصلی شهودی بودن برقرار باشد، یعنی: $1 \geq m+n \geq 0$

مقدار باقیمانده $\pi = 1 - m - n$ به‌عنوان درجهٔ تردید (hesitation) یا عدم قطعیت شناخته می‌شود. از این طریق، ماتریس تصمیم نهایی شامل ارزیابی‌های فازی شهودی تمامی شاخص‌ها از منظر خبرگان تشکیل شده و پایه‌ای برای مراحل بعدی تحلیل، از جمله تجمیع نظرات و محاسبهٔ وزن شاخص‌ها با روش SWARA فازی، فراهم می‌شود.

گام چهارم: تجمیع نظرات خبرگان با عملگر میانگین وزنی فازی شهودی (Intuitionistic Fuzzy Weighted Averaging؛ با نام اختصاری IFWA). این عملگر طبق رابطهٔ ۱ نظرات همهٔ خبرگان را

در قالب یک ارزیابی گروهی واحد برای هر شاخص ترکیب میکند.

$$C_i = \mathrm{IFWA}_{W_i}\left(\langle m_{i,1},n_{i,1}\rangle,\dots,\langle m_{i,n},n_{i,n}\rangle\right) = \left\langle 1-\prod_{j=1}^{n}\left(1-m_{i,j}\right)^{w_{i,j}}, \prod_{j=1}^{n} {n_{i,j}}^{w_{i,j}} \right\rangle \quad (۱)$$

$$W_i = \{w_{i,1},\dots,w_{i,n}\},\ w_{i,j}\in[0,1],\ \sum_{j=1}^{n} w_{i,j} = 1$$

در این رابطه، Wi مجموعه وزن‌های خبرگان برای شاخص ام است (wi,j همان وزن نهایی خبره jام، یعنی We در جدول ۳)، به‌گونه‌ای که هر وزن عددی بین صفر و یک بوده و مجموع تمامی وزن‌ها برابر با یک است (برگرفته از Çakır & Taş, 2023؛ Xu, 2007).

گام پنجم: پس از تجمیع ارزیابی‌های خبرگان با عملگر IFWA، هر شاخص به‌صورت یک عدد فازی شهودی دایره‌ای نمایش داده می‌شود که ساختار آن به‌صورت سه‌تایی $A_j = (m_j, n_j, r_j)$ تعریف می‌شود. در این سه‌تایی، m_j درجهٔ عضویت تجمیعی، n_j درجهٔ عدم عضویت تجمیعی و r_j شعاع دایرهٔ فازی شهودی شاخص jام است. برای مقایسه و اولویت‌بندی شاخص‌ها، ابتدا از تابع امتیاز فازی شهودی کلاسیک (Score Function) استفاده می‌شود که به‌صورت SIF(m, n) = m − n تعریف می‌شود. این مقدار نشان‌دهندهٔ گرایش خالص نسبت به شاخص مورد نظر است؛ به این معنا که اگر مقدار آن مثبت باشد، ارزیابی به نفع اهمیت بالای شاخص است و اگر منفی باشد، نشان‌دهندهٔ تمایل به کم‌اهمیت بودن آن شاخص است. هرچه این مقدار به ۱ نزدیک‌تر باشد، ترجیح قطعی‌تر و مثبت‌تری وجود دارد.

در کنار آن، برای تحلیل دقیق‌تر میزان قطعیت یا اطمینان در ارزیابی خبرگان، از شعاع (Radius) در منطق فازی شهودی دایره‌ای استفاده می‌شود که بر اساس فاصلهٔ ارزیابی‌های خبرگان از نقطهٔ تجمیعی محاسبه می‌شود. شعاع با استفاده از رابطهٔ ۲ به‌دست می‌آید (Çakır & Taş, 2023; Wang, 2025):

$$R_i = \max_{1\le j\le k_i}\sqrt{\left(u_C(C_i)-m_{i,j}\right)^2+\left(v_C(C_i)-n_{i,j}\right)^2} \quad (۲)$$

که در آن:

- $u_C(C_i)$: مقدار درجهٔ عضویت تجمیعی شاخص C_i (مثلاً از روش میانگین حسابی یا وزنی)؛
- $v_C(C_i)$: مقدار درجهٔ عدمعضویت تجمیعی شاخص C_i؛
- $m_{i,j}$: مقدار عضویت خبرهٔ jام برای شاخص C_i؛
- $n_{i,j}$: مقدار عدمعضویت خبرهٔ jام برای همان شاخص؛
- k_i: تعداد کل خبرگان (در این پژوهش ۱۴ نفر).

اگر مقدار r_j بزرگ باشد، نشان‌دهندهٔ قاطعیت بیشتر در ارزیابی شاخص است (چه در جهت تأیید و چه در جهت رد اهمیت آن شاخص)؛ در حالی که اگر r_j به صفر نزدیک باشد، به معنای وجود تردید یا نوسان شدید در نظرات خبرگان تلقی می‌شود. این ویژگی شعاع، به‌ویژه در محیط‌های تصمیم‌گیری که سطح عدم‌قطعیت بالاست، اهمیت بیشتری پیدا می‌کند.

برای دیفازی‌سازی و محاسبهٔ امتیاز نهایی (Score) از رابطهٔ ۳ استفاده شده است (Çakır & Taş, 2023; Wang, 2025):

$$S_{\mathrm{CIF}}(C_i) = \lambda S_{\mathrm{IF}}\left(u_C+\frac{r}{\sqrt{2}},v_C-\frac{r}{\sqrt{2}}\right)+(1-\lambda)S_{\mathrm{IF}}\left(u_C-\frac{r}{\sqrt{2}},v_C+\frac{r}{\sqrt{2}}\right) \quad (۳)$$

$$= (u_C-v_C)+\sqrt{2}r(2\lambda-1)$$

مقدار دیفازی‌شده در بازه [۱ـ و ۱] قرار دارد. این فرمول نسبت به روش‌های کلاسیک، انعطاف‌پذیری بیشتری دارد و به‌طور همزمان میزان ابهام را نیز در نظر می‌گیرد؛ ویژگی‌ای که آن را برای تحلیل‌های تصمیم‌گیری در شرایط عدم‌قطعیت بسیار مناسب می‌سازد.

در این رابطه، پارامتر λ برابر با ۰/۵ در نظر گرفته شده است تا تعادل میان تأثیر عضویت و عدم‌عضویت حفظ شود و وزن‌دهی به اجزای فازی به‌طور متعادل صورت پذیرد. این انتخاب از λ مطابق با رویه‌های متداول در ادبیات تحقیق در زمینهٔ منطق فازی شهودی دایره‌ای بوده و از لحاظ مفهومی به معنای کاهش اثر عدم‌عضویت به میزان متناسب با ریسک‌پذیری سیستم تصمیم‌گیری است.

به‌منظور بررسی پایداری نتایج نسبت به انتخاب λ، امتیاز نهایی شاخص‌ها با استفاده از مقادیر تجمیعی μ و ν گزارش‌شده در جدول ۶ و مقادیر شعاع گزارش‌شده در جدول ۷، برای مقادیر جایگزین λ برابر با ۰/۳، ۰/۴، ۰/۶ و ۰/۷ (در کنار مقدار مبنای ۰/۵) بازمحاسبه شد. نتایج نشان می‌دهد رتبهٔ دو شاخص برتر C7 و C6 و دو شاخص کم‌اهمیت‌تر C2 و C5 در تمامی مقادیر λ بدون تغییر باقی میمانند. تنها جابه‌جایی مشاهده‌شده به رتبه‌های میانی محدود است: در λ کمتر از ۰/۵ شاخص C3 اندکی بر C10 پیشی می‌گیرد و در λ بزرگتر از ۰/۵ این ترتیب معکوس می‌شود؛ الگوی مشابهی میان C1 و C4 نیز مشاهده می‌شود. این یافته نشان می‌دهد نتیجهٔ اصلی پژوهش (برتری C7 و C6، و کم‌اهمیتی C2 و C5) نسبت به انتخاب λ پایدار است، هرچند ترتیب دقیق شاخص‌های میانی تا حدی به این پارامتر حساس است. این تحلیل حساسیت با بازسازی تابع امتیازدهی از داده‌های منتشرشده در جدول‌های ۶ و ۷ همین پژوهش انجام شده و نیازمند داده یا محاسبهٔ اضافی نبوده است.

گام ششم: رتبه‌بندی و وزن‌دهی نهایی شاخص‌ها. در این گام، شاخص‌ها بر اساس مقدار امتیاز نهایی به‌صورت نزولی مرتب می‌شوند و در صورت برابری نسبی امتیازها، شعاع به‌عنوان معیار تفکیک ثانویه به‌کار می‌رود. سپس برای هر شاخص، میزان تفاوت اهمیت نسبت به شاخص پیشین (S_j، برابر با تفاوت امتیاز نهایی دو شاخص متوالی؛ $S_1 = 0$)، ضریب تعدیل‌شده اهمیت (K_j) و وزن اولیه

(Q_j) طبق رابطهٔ ۴ محاسبه می‌شود و در نهایت وزن نهایی هر شاخص (w_j) از رابطهٔ ۵ به‌دست می‌آید (Stević et al., 2022).

$$K_j = S_j + 1, \quad Q_j = \frac{Q_{j-1}}{K_j}, \quad K_1 = Q_1 = 1 \qquad (۴)$$

$$w_j = \frac{Q_j}{\sum Q_j} \qquad (۵)$$

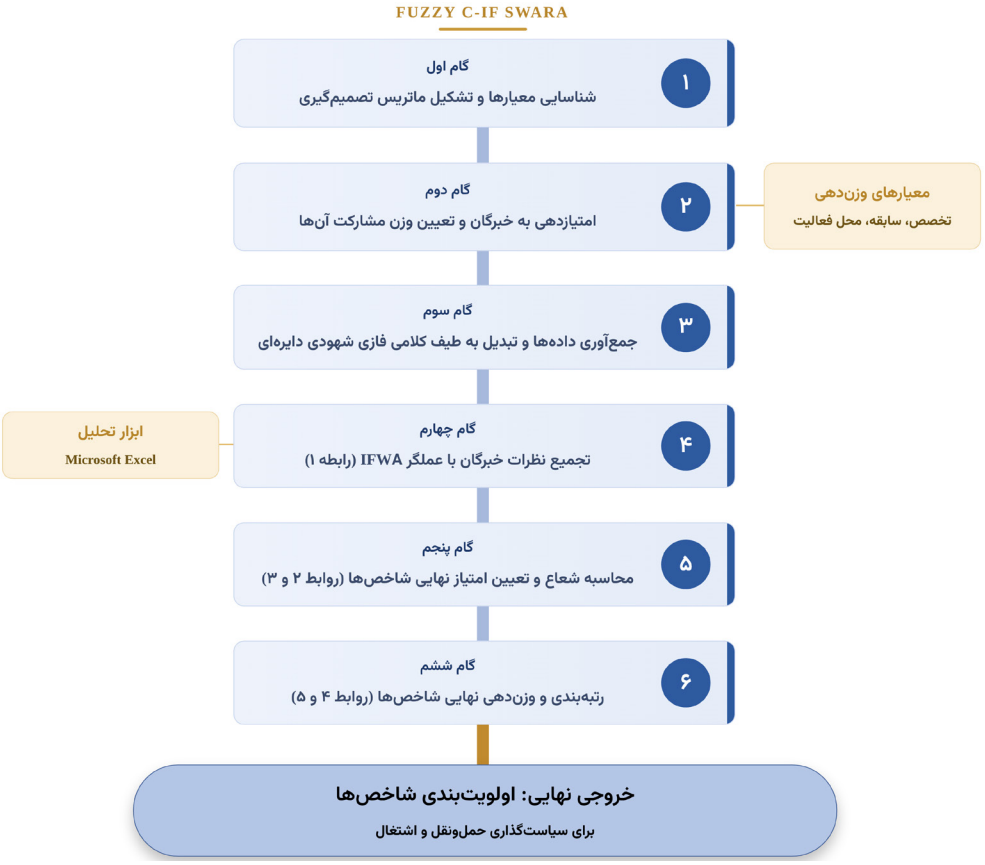
تحلیل داده‌ها در تمامی مراحل فوق با استفاده از نرم‌افزار Microsoft Excel انجام شده است.

اعتبار محتوایی پژوهش از دو طریق تأمین شده است: نخست، استخراج شاخص‌های پژوهش از پیشینهٔ نظری غنی و معتبر در حوزهٔ حمل‌ونقل و اقتصاد منطقه‌ای؛ دوم، تأیید نهایی فهرست شاخص‌ها توسط خبرگان مشارکت‌کننده پیش از آغاز فرایند وزن‌دهی.

پایایی پژوهش از طریق قابلیت تکرارپذیری کامل روش تأمین می‌شود؛ تمامی روابط ریاضی و گام‌های محاسباتی به‌صورت شفاف ارائه شده‌اند. دربارهٔ همگرایی نسبی وزن‌های نهایی (۰/۰۷ تا ۰/۱۴)، سه توضیح روش‌شناختی ارائه می‌شود: نخست، مکانیزم تقسیم تدریجی در الگوریتم SWARA (K_j = S_j + 1 و Q_j = Qj−1/K_j) ذاتاً وزن‌ها را به هم نزدیک می‌کند؛ دوم، با ۱۰ شاخص و مجموع وزن یک، میانگین ذاتی هر شاخص ۰.۱۰ است و فاصله از این میانگین شاخص تمایز است نه مقادیر مطلق؛ سوم، همهٔ شاخص‌ها به موضوع یکپارچه‌ای (اشتغال منطقه‌ای) مرتبط‌اند و همگرایی از لحاظ معرفت‌شناختی قابل دفاع است (Stević et al., 2022).

۱.۳. فرایند روششناسی

شکل ۱ خلاصه‌ای تصویری از شش گام روش سوارای فازی شهودی دایره‌ای، از شناسایی معیارها تا اولویت‌بندی نهایی شاخص‌ها، ارائه می‌دهد.



شکل ۱. فرایند روش پژوهش: سوارای فازی شهودی دایره‌ای

۴. یافته‌ها

این بخش یافته‌های پژوهش را در چهار گام متوالی ارائه می‌دهد: نخست، تجمیع نظرات خبرگان با عملگر IFWA؛ دوم، محاسبه شعاع، عدم قطعیت و امتیاز نهایی هر شاخص؛ سوم، رتبه‌بندی شاخص‌ها؛ و چهارم، وزن‌دهی نهایی و تحلیل اهمیت نسبی شاخص‌ها.

۱.۴. تجمیع نظرات خبرگان با عملگر IFWA

جدول ۶ مقادیر تجمیعی فازی شهودی شاخص‌های حمل‌ونقل جاده‌ای مرتبط با اشتغال‌زایی منطقه‌ای را، که با استفاده از عملگر IFWA طبق رابطهٔ ۱ محاسبه شده‌اند، نشان می‌دهد. در این جدول، μ درجهٔ عضویت (میزان موافقت خبرگان با اهمیت شاخص) و ν درجهٔ عدم عضویت (میزان مخالفت) را نمایش می‌دهد.

جدول ۶. مقادیر تجمیعی فازی شهودی شاخص‌های حمل‌ونقل جاده‌ای مرتبط با اشتغال‌زایی منطقه‌ای

شاخص	μ	ν
C1	۰.۵۶	۰.۳۹
C2	۰.۴۸	۰.۴۷
C3	۰.۶۶	۰.۲۹
C4	۰.۵۶	۰.۳۹
C5	۰.۴۵	۰.۵۰
C6	۰.۷۶	۰.۲۰
C7	۰.۸۴	۰.۱۴
C8	۰.۶۵	۰.۳۰
C9	۰.۵۵	۰.۴۰
C10	۰.۶۶	۰.۲۹

نتایج نشان می‌دهد بالاترین درجهٔ عضویت به شاخص دسترسی به مراکز مهم اقتصادی (C7) با مقدار ۰/۸۴ تعلق دارد، که هم‌زمان کمترین درجهٔ عدم عضویت (۰/۱۴) را نیز در میان شاخص‌ها دارد. این ترکیب بیانگر آن است که خبرگان با بالاترین درجهٔ توافق این شاخص را با بالاترین اولویت در ارتباط با اشتغال‌زایی منطقه‌ای ارزیابی کرده‌اند. در مقابل، شاخص وجود راه‌های جایگزین و فرعی (C5) با درجهٔ عضویت ۰/۴۵ و درجهٔ عدم عضویت ۰/۵۰، پایین‌ترین سطح توافق خبرگان را به خود اختصاص داده است. این الگو با مبانی نظری ارائه‌شده در بخش پیشین همخوانی دارد: شاخص‌هایی که به طور مستقیم دسترسی به فعالیت اقتصادی را تسهیل می‌کنند (مانند C7)، نسبت به شاخص‌های صرفاً پشتیبان شبکه (مانند C5)، از دیدگاه خبرگان، اولویت بالاتری در ارتباط با اشتغال‌زایی دارند (Mulligan et al., 2012). این یافته به طور مستقیم به پاسخ سؤال اصلی پژوهش کمک می‌کند، چرا که نشان می‌دهد اولویت خبرگان نه با کمیت زیرساخت، بلکه با کیفیت دسترسی اقتصادی شکل می‌گیرد.

۲.۴. محاسبهٔ شعاع، عدم قطعیت و امتیاز نهایی

جدول ۷ مقادیر شعاع (R)، پارامتر عدم قطعیت (π) و امتیاز نهایی (Score) هر شاخص را، که طبق روابط ۲ و ۳ محاسبه شده‌اند، نشان می‌دهد. شعاع فاصلهٔ هر شاخص از نقطهٔ ایده‌آل را اندازه می‌گیرد و امتیاز نهایی، تفاضل درجهٔ عضویت و عدم عضویت، درجهٔ اهمیت نسبی هر شاخص را مشخص می‌سازد.

جدول ۷. مقادیر شعاع، عدم قطعیت و امتیاز نهایی شاخص‌های حمل‌ونقل جاده‌ای مرتبط با اشتغال‌زایی

شاخص	R	π	Score
C1	۰.۳۶	۰.۰۵	+۰.۱۶
C2	۰.۲۶	۰.۰۵	+۰.۰۱
C3	۰.۲۲	۰.۰۵	+۰.۳۷
C4	۰.۲۲	۰.۰۵	+۰.۱۶
C5	۰.۲۱	۰.۰۵	−۰.۰۶
C6	۰.۲۲	۰.۰۴	+۰.۵۷
C7	۰.۱۸	۰.۰۲	+۰.۷۰
C8	۰.۲۱	۰.۰۵	+۰.۳۵
C9	۰.۲۱	۰.۰۵	+۰.۱۵
C10	۰.۲۳	۰.۰۵	+۰.۳۷

یافته‌ها نشـان می‌دهد مقدار شـعاع بین ۰/۱۸ برای شـاخص دسترسـی بـه مراکـز مهم اقتصـادی (C7) تا ۰/۳۶ برای شـاخص تراکـم راه‌ها (C1) در نوسـان اسـت. بر اسـاس تعریف ارائه‌شـده در رابطهٔ ۲، شـعاع بزرگ‌تر بیانگـر قاطعیـت بیشـتر در قضـاوت خبرگان اسـت (چه در جهـت تأیید و چـه در جهـت رد اهمیـت شـاخص)، در حالـی کـه شـعاع کوچک‌تـر نشـان‌دهندهٔ تردیـد یـا نوسـان بیشـتر در نظـرات آنـان اسـت. بـر همین‌مبنـا، شـعاع نسـبتاً کوچـک C7 (۰/۱۸) بیانگـر آن اسـت کـه قضـاوت خبـرگان دربارهٔ این شـاخص، در مقایسـه با شـاخص‌هایی مانند C1 (۰/۳۶)، از قاطعیـت کمتـری برخـوردار بـوده؛ بـا این‌حـال، چـون امتیـاز نهایـی C7 (۰/۷۰+) به‌وضـوح بالاتـر از سـایر شاخص‌هاسـت، این تفـاوت در قاطعیـت قضـاوت، رتبـهٔ اول آن را تحـت تأثیر قـرار نمی‌دهد. شـعاع تنهـا در مـواردی کـه امتیـاز نهایی دو شـاخص برابر اسـت (مانند C10 و C3، یـا C1 و C4؛ جـدول ۸) بـه عنـوان معیـار تفکیـک ثانویـه به کار رفتـه و در ایـن مـوارد، مطابق با تعریف رابطهٔ ۲، شـاخصی که شـعاع بزرگ‌تـر (یعنـی قاطعیـت بیشـتر) داشـته، رتبـهٔ بالاتـر را کسـب کـرده اسـت. ایـن نتایـج همسـو بـا شـواهدی اسـت کـه نشـان می‌دهنـد دسترسـی بـه مراکـز اقتصادی، نسـبت به افزونگی شـبکه راه‌هـا، ارتباط مسـتقیم‌تری بـا جذب سـرمایه‌گذاری و تقاضای نیـروی کار دارد (Yuan et al., 2024).

۳.۴. رتبه‌بندی شاخص‌ها

جـدول ۸ رتبه‌بنـدی نهایـی شـاخص‌ها را بر اسـاس مقادیر امتیاز نشـان می‌دهـد. شـاخص‌ها به‌ترتیـب نزولـی امتیـاز مرتب شـده‌اند و در صورت برابـری نسـبی امتیازهـا، شـعاع بـه عنـوان معیار تفکیـک ثانویـه به کار رفته است.

جدول ۸. تحلیل اولویت‌بندی شاخص‌های حمل‌ونقل جاده‌ای مرتبط با اشتغال‌زایی منطقه‌ای

شاخص (Sort)	Rank	S_j	K_j	Q_j
C7	۱	۰.۰۰	۱.۰۰	۱.۰۰
C6	۲	۰.۱۳	۱.۱۳	۰.۸۸
C10	۳	۰.۱۹	۱.۱۹	۰.۷۴
C3	۴	۰.۰۱	۱.۰۱	۰.۷۴
C8	۵	۰.۰۲	۱.۰۲	۰.۷۲
C1	۶	۰.۱۸	۱.۱۸	۰.۶۱
C4	۷	۰.۰۰	۱.۰۰	۰.۶۱
C9	۸	۰.۰۲	۱.۰۲	۰.۶۰
C2	۹	۰.۱۳	۱.۱۳	۰.۵۳
C5	۱۰	۰.۰۷	۱.۰۷	۰.۵۰

نتایـج رتبه‌بنـدی نشـان می‌دهـد شـاخص دسترسـی بـه مراکـز مهـم اقتصـادی (C7) بـا رتبـهٔ ۱، شـاخص حجـم بـار و مسـافر جابه‌جاشـده (C6) بـا رتبـهٔ ۲ و شـاخص هزینه‌هـای حمل‌ونقـل (C10) بـا رتبـهٔ ۳، بالاتریـن جایـگاه را در اولویت‌بنـدی نهایـی کسـب کرده‌انـد. در مقابـل، شـاخص وجـود راه‌هـای جایگزین و فرعـی (C5) با رتبـهٔ ۱۰، پایین‌ترین جایـگاه را دارد. ایـن الگـوی رتبه‌بنـدی به‌روشـنی پاسـخ سـؤال اصلـی پژوهش را مشـخص می‌سـازد: شـاخص‌هایی کـه بر دسترسـی اقتصادی و جابه‌جایـی واقعـی بـار و مسـافر متمرکزنـد، نسـبت بـه شـاخص‌های صرفاً ساختاری، در اولویت‌بندی خبرگان جایگاه بالاتری دارند.

۴.۴. وزن‌دهی نهایی و تحلیل اهمیت شاخص‌ها

جـدول ۹ وزن نهایـی هـر شـاخص را، که از رابطهٔ ۵ محاسـبه شـده، در دو قالـب ارائـه می‌دهـد: نخسـت بـر اسـاس ترتیـب اهمیت (نزولـی)، و دوم بـر اسـاس ترتیـب کـد شـاخص؛ ایـن دو قالـب از نظـر مقـدار وزن یکسان بوده و تنها در نحوهٔ چینش متفاوت‌اند.

جدول ۹. وزن‌دهی نهایی شاخص‌های حمل‌ونقل جاده‌ای مرتبط با اشتغال‌زایی منطقه‌ای

شاخص (ترتیب اهمیت)	W_j	شاخص (ترتیب کد)	W_j
C7	۰.۱۴	C1	۰.۰۹
C6	۰.۱۳	C2	۰.۰۸
C10	۰.۱۱	C3	۰.۱۱
C3	۰.۱۱	C4	۰.۰۹
C8	۰.۱۰	C5	۰.۰۷

شاخص (ترتیب اهمیت)	W_j	شاخص (ترتیب کد)	W_j
C1	۰.۰۹	C6	۰.۱۳
C4	۰.۰۹	C7	۰.۱۴
C9	۰.۰۹	C8	۰.۱۰
C2	۰.۰۸	C9	۰.۰۹
C5	۰.۰۷	C10	۰.۱۱
مجموع	۱.۰۰	مجموع	۱.۰۰

یافته‌ها نشان می‌دهد شاخص دسترسی به مراکز مهم اقتصادی (وزن ۰/۱۴)، شاخص حجم بار و مسافر جابه‌جاشده (وزن ۰/۱۳)، و شاخص کیفیت و ایمنی راه‌ها (وزن ۰/۱۰)، از دیدگاه خبرگان، به دلیل ارتباط مستقیم با اشتغال و تجارت، بالاترین اولویت را در مدل دارند، در حالی که شاخص وجود راه‌های جایگزین و فرعی (وزن ۰/۰۷) و شاخص دسترسی به بازارهای اصلی و مراکز لجستیک (وزن ۰/۰۸)، به دلیل نقش مکمل و وابستگی بیشتر به شرایط خاص هر منطقه، وزن نسبتاً کمتری کسب کرده‌اند. این الگوی وزن‌دهی، با تمرکز بر شاخص‌های دارای ظرفیت‌های اقتصادی متنوع، می‌تواند مبنایی برای سیاست‌گذاری هدفمند در سطح ملی فراهم سازد.

۵.۴. تحلیل شاخص‌های اولویت‌دار

بر اساس جدول ۹، پنج شاخص نخست از نظر وزن نهایی عبارت‌اند از: دسترسی به مراکز مهم اقتصادی (C7)، حجم بار و مسافر جابه‌جاشده (C6)، هزینه‌های حمل‌ونقل (C10)، دسترسی به بزرگراه‌ها و کریدورهای ترانزیتی (C3) و کیفیت و ایمنی راه‌ها (C8). در ادامه، نقش هر یک از این شاخص‌ها در اشتغال‌زایی منطقه‌ای تشریح می‌شود.

دسترسی به مراکز مهم اقتصادی (C7): این شاخص بالاترین وزن را در مدل کسب کرده است. مکانیسم اثرگذاری آن از طریق کاهش هزینه و زمان دسترسی بنگاه‌ها به مراکز صنعتی، معدنی، کشاورزی و گردشگری عمل می‌کند؛ دسترسی بهتر، جذب سرمایه‌گذاری بخش خصوصی را تسهیل می‌کند و تقاضای نیروی کار را در فعالیت‌های تولیدی و خدماتی افزایش می‌دهد. در استان‌های دارای ظرفیت‌های صنعتی، کشاورزی، گردشگری یا ترانزیتی، این شاخص از اهمیت بالاتری برخوردار است، چرا که بنگاه‌های اقتصادی در این مناطق وابستگی بیشتری به دسترسی پایدار به بازارها و مواد اولیه دارند (Ghani et al., 2016).

حجم بار و مسافر جابه‌جاشده (C6): این شاخص نشان‌دهندهٔ میزان واقعی استفاده از زیرساخت جاده‌ای است، نه فقط ظرفیت بالقوهٔ آن. حجم بالای جابه‌جایی بار، نشانه‌ای از پویایی اقتصادی منطقه است. با این‌حال، لازم است از استنباط علّی یک‌سویه دربارهٔ این شاخص پرهیز شود: حجم جابه‌جایی بار و مسافر، علاوه بر آنکه می‌تواند با اشتغال در بخش‌های حمل‌ونقل، انبارداری و توزیع مرتبط باشد، خود نیز می‌تواند پیامد پویایی اقتصادی منطقه باشد. بر همین‌اساس، این رابطه در پژوهش حاضر در چارچوب اهمیت ادراک‌شده این شاخص از دیدگاه خبرگان و ارتباط آن با اشتغال‌زایی منطقه‌ای تفسیر می‌شود، نه یک رابطهٔ علّی قطعی. شواهد تجربی نشان می‌دهند توسعهٔ زیرساخت متناسب با حجم واقعی تردد، نوسانات اشتغال در سطح بنگاه را تعدیل می‌کند (Yuan et al., 2024).

هزینه‌های حمل‌ونقل (C10): این شاخص هزینهٔ نهایی تمام‌شده جابه‌جایی کالا و نیروی کار را اندازه می‌گیرد و به طور مستقیم بر رقابت‌پذیری بنگاه‌های منطقه‌ای اثر می‌گذارد. کاهش این هزینه، حاشیهٔ سود بنگاه‌ها را افزایش می‌دهد و ظرفیت آن‌ها برای گسترش فعالیت و ایجاد اشتغال جدید را تقویت می‌کند. در مناطق با پتانسیل صنعتی یا کشاورزی، که بخش بزرگی از هزینهٔ نهایی محصول به حمل‌ونقل اختصاص دارد، این شاخص اهمیت ویژه‌ای می‌یابد.

کیفیت و ایمنی راه‌ها (C8): این شاخص از طریق دو کانال بر اشتغال اثر می‌گذارد: نخست، کاهش هزینه‌های ناشی از تصادف‌ها و آسیب‌های جانی که بار مالی قابل توجهی بر اقتصاد منطقه تحمیل می‌کنند؛ و دوم، افزایش اطمینان بنگاه‌ها برای سرمایه‌گذاری بلندمدت در مناطقی با زیرساخت ایمن‌تر. بر اساس برآوردهای بانک جهانی، هزینهٔ اقتصادی تصادف‌های جاده‌ای در کشورهای با درآمد پایین و متوسط معادل ۲ تا ۶ درصد تولید ناخالص داخلی است که نشان‌دهندهٔ اهمیت این شاخص فراتر از حوزهٔ ایمنی صرف است (World Bank, 2024).

دسترسی به بزرگراه‌ها و کریدورهای ترانزیتی (C3): این شاخص بنگاه‌های منطقه‌ای را به شبکهٔ ملی و بین منطقه‌ای حمل‌ونقل متصل می‌کند و امکان مشارکت در زنجیره‌های تأمین گسترده‌تر را فراهم می‌سازد. مکانیسم اثرگذاری آن از طریق کاهش زمان سفر کالا به بازارهای دوردست و افزایش جذابیت منطقه برای استقرار صنایع وابسته به ترانزیت عمل می‌کند (Bouraima et al., 2023).

۶.۴. تحلیل شاخص‌های کم‌اولویت

در مقابل پنج شاخص برتر، دو شاخص دسترسی به بازارهای اصلی و مراکز لجستیک (C2) و وجود راه‌های جایگزین و فرعی (C5) کمترین وزن را در مدل کسب کرده‌اند. اهمیت نسبتاً پایین‌تر این دو شاخص از دیدگاه خبرگان را می‌توان به دو دلیل اصلی نسبت داد: نخست، اثرگذاری آن‌ها بر اشتغال‌زایی عمدتاً غیرمستقیم و وابسته به شرایط خاص هر منطقه است، نه یک اثر عمومی و یکنواخت در سطح ملی؛ دوم، نقش این شاخص‌ها بیشتر مکمل شاخص‌های اصلی (مانند دسترسی به مراکز اقتصادی) است تا یک محرک مستقل اشتغال. با این‌حال، در شرایط خاص، نظیر مناطقی با شبکهٔ راه‌های فرعی گسترده یا مناطقی که بخش عمدهٔ فعالیت اقتصادی آن‌ها بر مراکز لجستیکی متمرکز است، این دو شاخص می‌توانند اهمیت بیشتری بیابند. این یافته به سیاست‌گذاری هوشمندانه‌تر

کمک می‌کند: تخصیص منابع محدود زیرساختی باید در مرحلهٔ نخست بر شاخص‌های با اثر مستقیم و گسترده‌تر (مانند C7، C6 و C8) متمرکز شود و سرمایه‌گذاری در شاخص‌های مکمل مانند C2 و C5 می‌تواند به صورت هدفمند و متناسب با ویژگی‌های اقتصادی هر منطقه برنامه‌ریزی شود.

یافته‌های این بخش را می‌توان در سه جمله خلاصه کرد: نخست، شاخص دسترسی به مراکز مهم اقتصادی (C7) با وزن ۰/۱۴، حجم بار و مسافر جابه‌جاشده (C6) با وزن ۰/۱۳، و هزینه‌های حمل‌ونقل (C10) و دسترسی به بزرگراه‌ها (C3) با وزن ۰/۱۱، از دیدگاه خبرگان، بالاترین اولویت را در ارتباط با اشتغال‌زایی منطقه‌ای دارند. دوم، نتایج به‌روشنی نشان می‌دهد شاخص‌های دسترسی و جابه‌جایی واقعی، در مقایسه با شاخص‌های زیرساختی صرف مانند تعداد پایانه‌ها و وجود راه‌های جایگزین، از اولویت بالاتری در نظر خبرگان برخوردارند. سوم، این الگوی اولویت‌بندی می‌تواند یکی از ورودی‌های تصمیم‌گیری برای تخصیص منابع زیرساختی در سطح ملی و منطقه‌ای باشد، به گونه‌ای که سرمایه‌گذاری‌های آتی، در کنار وضعیت موجود، شکاف عملکردی و هزینهٔ بهبود هر شاخص، بر شاخص‌های با بالاترین اولویت ادراک‌شده در ارتباط با اشتغال‌زایی منطقه‌ای متمرکز شوند.

۵. نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد در میان شاخص‌های عملکردی حمل‌ونقل جاده‌ای، شاخص‌هایی که به طور مستقیم با دسترسی اقتصادی و جابه‌جایی واقعی کالا و نیروی کار مرتبط‌اند، نسبت به شاخص‌های صرفاً ساختاری، اهمیت به‌مراتب بیشتری در اشتغال‌زایی منطقه‌ای دارند. دسترسی به مراکز مهم اقتصادی، حجم بار و مسافر جابه‌جاشده، هزینه‌های حمل‌ونقل، دسترسی به بزرگراه‌ها و کریدورهای ترانزیتی و کیفیت و ایمنی راه‌ها، در کنار یکدیگر، تصویری روشن از اولویت‌های ادراک‌شده خبرگان دربارهٔ ارتباط حمل‌ونقل جاده‌ای و اشتغال‌زایی منطقه‌ای ترسیم می‌کنند: از دیدگاه خبرگان مشارکت‌کننده، کاهش هزینه و زمان دسترسی به فعالیت اقتصادی، نه صرف وجود زیرساخت، مهم‌ترین اولویت برای اشتغال‌زایی تلقی می‌شود.

مکانیسم اقتصادی این اولویت‌ها، یعنی کاهش هزینهٔ مبادله، پویایی واقعی اقتصاد منطقه و اطمینان بنگاه‌ها برای سرمایه‌گذاری بلندمدت، در بخش یافته‌ها به‌تفصیل تحلیل شد.

دستاورد اصلی و سهم علمی پژوهش: دستاورد اصلی این پژوهش، فراتر از رتبه‌بندی عددی شاخص‌ها، در دو سطح قابل شناسایی است. نخست، از نظر روش‌شناختی، این پژوهش برای نخستین بار روش سوارای فازی شهودی دایره‌ای را که با افزودن مؤلفه شعاع امکان اندازه‌گیری صریح عدم قطعیت قضاوت خبرگان را فراهم می‌کند در حوزهٔ ارزیابی شاخص‌های حمل‌ونقل و اشتغال منطقه‌ای در ایران به کار گرفته است؛ این رویکرد، به خلاف روش‌های رتبه‌بندی کلی پیشین (نظیر دیمتل فازی یا ANP)، امکان کشف ناهمگنی اولویت‌ها میان شاخص‌های مجزا را فراهم کرد. دوم، از نظر محتوایی، سهم اصلی پژوهش تفکیک صریح میان دو دسته شاخص است که در ادبیات داخلی معمولاً یک‌کاسه دیده می‌شوند: شاخص‌های «دسترسی و جابه‌جایی واقعی» در برابر شاخص‌های «صرفاً زیرساختی»؛ این تفکیک، که در بخش یافته‌ها و بحث با شواهد تجربی و مقایسه با ادبیات بین‌المللی پشتیبانی شد، چارچوبی مفهومی برای پژوهش‌های آتی در سایر مناطق ایران فراهم می‌آورد.

محدودیت‌های استنباط: در کنار این دستاوردها، باید به‌صراحت یادآوری کرد که آنچه این پژوهش اندازه می‌گیرد، اولویت ادراک‌شده خبرگان است، نه اثر علّی اندازه‌گیری‌شده بر داده‌های واقعی اشتغال؛ بنابراین نتایج باید به عنوان ورودی برای تصمیم‌گیری سیاستی در کنار شواهد کمّی تکمیلی به کار روند، نه جایگزین آن‌ها. جزئیات محدودیت‌های روش‌شناختی و دامنهٔ تعمیم‌پذیری نتایج در بخش «محدودیت‌های پژوهش» ارائه شده است.

به طور کلی، تمایز میان شاخص‌های دسترسی و جابه‌جایی از یک سو، و شاخص‌های صرفاً زیرساختی از سوی دیگر، مهم‌ترین پیام تحلیلی این پژوهش است. این تمایز پیامد مستقیمی برای اولویت‌بندی سرمایه‌گذاری‌های آتی دارد: گسترش کمی شبکهٔ راه‌ها، به‌تنهایی، تضمین‌کنندهٔ رشد اشتغال نیست؛ آنچه از دیدگاه خبرگان اشتغال‌زایی را بیشتر تقویت می‌کند، بهبود کیفیت دسترسی به فرصت‌های اقتصادی موجود است.

سؤال اصلی این پژوهش آن بود که کدام‌یک از شاخص‌های عملکردی حمل‌ونقل جاده‌ای، از دیدگاه خبرگان، بالاترین اولویت را در ارتباط با اشتغال‌زایی در سطح استان‌ها دارند و اولویت‌بندی این شاخص‌ها بر اساس نظر خبرگان چگونه است. یافته‌های پژوهش به این پرسش پاسخ روشنی می‌دهند: شاخص دسترسی به مراکز مهم اقتصادی (C7) با وزن ۰/۱۴، شاخص حجم بار و مسافر جابه‌جاشده (C6) با وزن ۰/۱۳ و شاخص‌های هزینه‌های حمل‌ونقل (C10) و دسترسی به بزرگراه‌ها (C3) با وزن ۰/۱۱ به‌ترتیب بالاترین اولویت را از دیدگاه خبرگان در ارتباط با اشتغال‌زایی منطقه‌ای دارند، در حالی که شاخص‌های صرفاً زیرساختی نظیر وجود راه‌های جایگزین (C5) با وزن ۰/۰۷، در اولویت پایین‌تری قرار می‌گیرند.

فرضیهٔ پژوهش، مبنی بر اینکه ادراکات ذهنی خبرگان و ساختارهای ترجیحی آن‌ها، از طریق روش سوارای فازی شهودی دایره‌ای، قابلیت اولویت‌بندی دقیق و قابل‌اتکای شاخص‌های عملکردی حمل‌ونقل جاده‌ای را دارند، توسط یافته‌های پژوهش تأیید می‌شود. روش به‌کاررفته توانست، با وجود عدم قطعیت ذاتی قضاوت‌های انسانی، اولویت‌بندی منسجم و قابل‌تفسیری از شاخص‌ها ارائه دهد که با مبانی نظری پژوهش هم‌خوانی دارد.

یافته‌های این پژوهش از جهاتی با مطالعات پیشین هم‌راستا و از جهاتی متمایز است. هم‌راستایی اصلی با مطالعاتی دیده می‌شود که نقش دسترسی به مراکز اقتصادی را، فراتر از کمیت صرف زیرساخت، عامل تعیین‌کنندهٔ توسعهٔ منطقه‌ای می‌دانند؛ به عنوان نمونه، یافته‌های وان و همکاران (۲۰۲۴) و مرور ادبیات روسیک و وویچیک (۲۰۲۳) هر دو تأکید می‌کنند که اثرات اقتصادی گسترده‌تر حمل‌ونقل، نظیر جذب سرمایه‌گذاری و شکل‌گیری خوشه‌های اقتصادی، به کیفیت دسترسی وابسته است، نه فقط به وجود زیرساخت. این هم‌راستایی، اعتبار بیرونی یافته‌های پژوهش حاضر را تقویت می‌کند.

در مقابل، پژوهش حاضر از مطالعاتی که عمدتاً به ارزیابی کلی عملکرد زیرساخت حمل‌ونقل بدون تفکیک شاخص‌های عملکردی پرداخته‌اند، نظیر مطالعهٔ صالحیان و همکاران (۲۰۱۵) که با روش دیمتل فازی و فرایند تحلیل شبکه‌ای به رتبه‌بندی کلی عملکرد حمل‌ونقل استان‌ها پرداخته بدون تحلیل مستقیم پیامد اشتغال‌زایی، متمایز است. این تمایز نشان می‌دهد پژوهش حاضر

گامی فراتر از ارزیابی عمومی زیرساخت برداشته و ارتباط مستقیم میان شاخص‌های مشخص و اشتغال‌زایی منطقه‌ای را هدف قرار داده است.

از منظر روش‌شناختی نیز استفاده از سوارای فازی شهودی دایره‌ای نسبت به روش‌های سنتی‌تر مانند فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی یا دیمتل فازی مزیت مشخصی دارد: این روش، با افزودن مؤلفهٔ شعاع به ساختار فازی شهودی استاندارد، امکان اندازه‌گیری صریح میزان قطعیت یا پراکندگی قضاوت خبرگان را فراهم می‌سازد؛ ویژگی‌ای که در روش‌های مرسوم وزن‌دهی، نظیر آنچه در مطالعات داخلی پیشین به کار رفته، معمولاً پوشش داده نمی‌شود.

فراتر از ثبت این هم‌راستایی و تمایز، پرسش مهم‌تر آن است که چرا این الگوها رخ می‌دهند. هم‌راستایی با وان و همکاران (۲۰۲۴) و روسیک و وویچیک (۲۰۲۳) را می‌توان به این واقعیت نسبت داد که مکانیسم اقتصادی زیربنایی این یافته ـ کاهش هزینه مبادله از طریق دسترسی، نه صرف وجود فیزیکی راه ـ مکانیسمی عام و مستقل از بستر نهادی خاص است؛ به همین‌دلیل در اقتصادهای بسیار متفاوت (اروپای شرقی، چین، ایران) به طور مشابه ظاهر می‌شود. با این‌حال، جهت این هم‌راستایی یکسان نیست: یافته پژوهش حاضر یک اولویت ادراک‌شده قوی و صریح از سوی خبرگان است، در حالی که روکیکی و همکاران (۲۰۲۱) در لهستان، با مدل تعادل عمومی و داده‌های واقعی سرمایه‌گذاری، نشان دادند اثر سرمایه‌گذاری جاده‌ای بر تولید و اشتغال منطقه‌ای به بستر تأمین مالی وابسته است و در مناطق با تأمین مالی صرفاً دولتی تقریباً ناچیز بود. این شکاف میان «آنچه خبرگان مهم می‌دانند» و «آنچه داده‌های کلان نشان می‌دهند» می‌تواند از چند منبع سرچشمه بگیرد: نخست، ادراک خبرگان معمولاً کانال‌های کیفی و نهادی (نظیر اطمینان سرمایه‌گذار یا سهولت تصمیم مکان‌یابی بنگاه) را نیز در بر می‌گیرد که در مدل‌های اقتصادسنجی مبتنی‌بر داده‌های رسمی به‌سختی قابل سنجش‌اند؛ دوم، بافت نهادی ایران با محدودیت‌های سرمایه‌گذاری عمومی و توزیع نامتوازن زیرساخت میان استان‌ها می‌تواند اهمیت نسبی دسترسی را نسبت به بافت اتحادیهٔ اروپا (با سرمایه‌گذاری همگرایی هدفمند) برجسته‌تر کند. تمایز پژوهش حاضر از مطالعهٔ صالحیان و همکاران (۲۰۱۵) نیز تنها روشی نیست، بلکه ریشه در سطح تحلیل دارد: رویکردهای رتبه‌بندی کلی مانند دیمتل فازی و ANP عملکرد را در یک شاخص ترکیبی خلاصه می‌کنند و ناگزیر اثرات ناهمگن شاخص‌های مجزا را در میانگین‌گیری محو می‌سازند؛ در مقابل، تجزیهٔ عملکرد به ۱۰ شاخص مجزا و اتصال هر یک به یک پیامد واحد (اشتغال‌زایی) امکان کشف این ناهمگنی که در پژوهش‌های ترکیبی پنهان می‌ماند را فراهم کرده است. به همین‌ترتیب، رابطهٔ غیرخطی (منحنی کوزنتس) که لابوردا و سوتلسک (۲۰۱۹) میان تراکم راه و بیکاری در سطح بین‌کشوری یافتند، با یافته پژوهش حاضر مبنی‌بر اهمیت نسبتاً پایین شاخص‌های صرفاً زیرساختی (C1، C5) ناسازگار نیست، بلکه آن را از زاویه‌ای مکمل تأیید می‌کند: اگر ایران در بخش نزولی این منحنی (پس از عبور از آستانهٔ حداقلی زیرساخت) قرار داشته باشد، انتظار می‌رود گسترش صرف کمّی راه، بازده نزولی داشته باشد و این دقیقاً همان چیزی است که خبرگان در قالب اولویت پایین‌تر شاخص‌های زیرساختی صرف بیان کرده‌اند.

۱.۵. محدودیت‌های پژوهش

این پژوهش با محدودیت‌هایی همراه بوده که شفاف‌سازی آن‌ها به تفسیر صحیح نتایج کمک می‌کند. نخست، حجم نمونهٔ خبرگان، که برابر با چهارده نفر بود، در محدودهٔ استاندارد مطالعات مشابه قرار دارد؛ با این‌حال، وابستگی نتایج به قضاوت‌های ذهنی همچنان وجود دارد که روش سوارای فازی شهودی دایره‌ای، با مدل‌سازی صریح عدم قطعیت، تا حد زیادی آن را مدیریت کرده است.

دوم، اگرچه رویکرد پژوهش به گونه‌ای طراحی شده که در سطح ملی قابل استفاده باشد، تعمیم‌پذیری مطلق نتایج به تمامی استان‌های کشور با احتیاط باید صورت گیرد؛ تنوع اقتصادی و زیرساختی استان‌های مختلف می‌تواند وزن نسبی برخی شاخص‌ها را در شرایط محلی خاص تغییر دهد. سوم، دسترس‌پذیری محدود به داده‌های کمی ثانویه (نظیر آمار رسمی اشتغال بخشی یا حجم بار واقعی جابه‌جاشده) امکان اعتبارسنجی کامل‌تر یافته‌های فازی را محدود کرده است؛ استفاده از چنین داده‌هایی در پژوهش‌های آینده پیشنهاد می‌شود.

در نهایت، ماهیت مقطعی این پژوهش امکان بررسی پویایی شاخص‌ها طی زمان را فراهم نمی‌سازد. ممکن است اهمیت نسبی شاخص‌ها با تغییر شرایط اقتصادی کلان یا سیاست‌های زیرساختی کشور طی زمان تغییر کند؛ بنابراین مطالعات آتی با طراحی طولی می‌توانند به فهم بهتر این پویایی کمک کنند.

۲.۵. جمع‌بندی نهایی و توصیهٔ سیاستی کلان

پژوهش حاضر نشان داد اولویت‌بندی شاخص‌های عملکردی حمل‌ونقل جاده‌ای، با استفاده از روش سوارای فازی شهودی دایره‌ای، می‌تواند ابزاری معتبر و قابل اتکا برای سیاست‌گذاری حمل‌ونقل و اشتغال در سطح ملی فراهم آورد. شاخص‌های مرتبط با دسترسی اقتصادی و جابه‌جایی واقعی، نه صرف گسترش کمی زیرساخت، از دیدگاه خبرگان مشارکت‌کننده، بالاترین اولویت را در میان شاخص‌های عملکردی حمل‌ونقل جاده‌ای مرتبط با اشتغال‌زایی منطقه‌ای کسب کرده‌اند. بر این‌اساس، توصیه کلان این پژوهش آن است که سیاست‌گذاران منابع محدود زیرساختی را، در گام نخست، به بهبود کیفیت دسترسی به مراکز اقتصادی موجود اختصاص دهند، و گسترش شبکهٔ راه‌ها را در مرحلهٔ بعدی و متناسب با ظرفیت‌های اقتصادی هر منطقه دنبال کنند.

۳.۵. چارچوب عملیاتی تفکیک استان‌ها بر اساس نوع فعالیت اقتصادی

وزن‌های نهایی جدول ۹ در سطح ملی محاسبه شده‌اند و به همین‌دلیل یک اولویت یکسان را به تمامی استان‌ها پیشنهاد می‌دهند، بدون توجه به تفاوت ساختار اقتصادی آن‌ها. برای تبدیل این اولویت‌بندی ملی به ابزاری قابل استفاده در سطح استانی، چارچوب زیر پیشنهاد می‌شود: استان‌ها بر اساس سهم غالب فعالیت اقتصادی‌شان (طبق آمار مرکز آمار ایران) در سه گروه دسته‌بندی می‌شوند: (الف) استان‌های با غلبهٔ فعالیت صنعتی و معدنی، که در آن‌ها انتظار می‌رود شاخص‌های دسترسی به مراکز مهم اقتصادی (C7)، حجم بار و مسافر جابه‌جاشده (C6) و هزینه‌های

حمل‌ونقل (C10) اهمیت نسبی بالاتری نسبت به میانگین ملی داشته باشند؛ (ب) استان‌های با غلبهٔ فعالیت کشاورزی، که در آن‌ها دسترسی به بازارهای اصلی و مراکز لجستیک (C2) و وجود راه‌های جایگزین و فرعی (C5) ـ شاخص‌هایی که در رتبه‌بندی ملی کمترین وزن را کسب کرده‌اند ـ به دلیل ماهیت پراکنده و فصلی تولید کشاورزی می‌توانند اهمیت نسبی بیشتری از میانگین کشوری بیابند؛ (ج) استان‌های با غلبه فعالیت خدمات گردشگری، که در آن‌ها کیفیت و ایمنی راه‌ها (C8) و زمان سفر (C9) در مقایسه با میانگین ملی اهمیت بیشتری پیدا می‌کنند. برای هر گروه، پیشنهاد می‌شود وزن‌های ملی جدول ۹ به عنوان نقطهٔ آغاز حفظ شوند و فقط از طریق یک ضریب تعدیل نسبی (مثلاً افزایش ۲۰ تا ۳۰ درصدی وزن شاخص‌های مرتبط با هر گروه و کاهش متناسب وزن سایر شاخص‌ها برای حفظ مجموع برابر با یک) با اولویت‌های اقتصادی هر استان تطبیق داده شوند. این چارچوب فقط جهت‌گیری مفهومی برای تبدیل نتایج ملی به ابزار سیاست‌گذاری استانی ارائه می‌دهد و ضرایب دقیق آن باید در پژوهش‌های آتی، با گردآوری داده‌های سطح استانی، برآورد و اعتبارسنجی شوند.

مشارکت نویسندگان

مشارکت نویسندگان: عاطفه پرندآور (نویسنده اول): ۴۰ درصد؛ خلیل حاجی‌پور (نویسندهٔ مسئول): ۳۵ درصد؛ حسن ایزدی (نویسندهٔ سوم): ۲۵ درصد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان بر خود لازم میدانند از همکاری ارزشمند اساتید، خبرگان و کارشناسان ادارهٔ کل راهداری و حملونقل جادهای استانهای فارس، تهران و کرمانشاه، اساتید دانشکدهٔ هنر و معماری دانشگاه شیراز، سازمان مدیریت و برنامهریزی و استانداری فارس که در مراحل مختلف این پژوهش مشارکت کردند، صمیمانه قدردانی کنند.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام میدارند که هیچگونه تعارض منافعی در انجام این پژوهش وجود نداشته است.

منابع

Asher, S., & Novosad, P. (2020). Rural roads and local economic development. *American Economic Review*, 110(3), 797–823. https://doi.org/10.1257/aer.20180268

Atanassov, K. T. (1986). Intuitionistic fuzzy sets. *Fuzzy Sets and Systems*, 20(1), 87–96. https://doi.org/10.1016/S0165-0114(86)80034-3

Banerjee, A., Duflo, E., & Qian, N. (2020). On the road: Access to transportation infrastructure and economic growth in China. *Journal of Development Economics*, 145, Article 102442. https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2020.102442

Baranidharan, B., & Mahapatra, G. S. (2024). A new solution technique for fuzzy transportation problem using novel ranking functions on heptagonal fuzzy numbers: A case study of regional shipment. *Journal of Computational and Cognitive Engineering*, 5(2), 371–386. https://doi.org/10.47852/bonviewJCCE42023253

Bouraima, M. B., & Qiu, Y. (2017). Transport infrastructure development in China. *Journal of Sustainable Development of Transport and Logistics*, 2(1), 29–39. https://doi.org/10.14254/jsdtl.2017.2-1.3

Bouraima, M. B., Qiu, Y., Ayyildiz, E., & Yildiz, A. (2023). Prioritization of strategies for a sustainable regional transportation infrastructure by hybrid spherical fuzzy group decision-making approach. *Neural Computing and Applications*, 35(24), 17967–17986. https://doi.org/10.1007/s00521-023-08660-4

Çakır, E., & Taş, M. A. (2023). Circular intuitionistic fuzzy decision making and its application. *Expert Systems with Applications*, 225, Article 120076. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.120076

Calderón, C., & Servén, L. (2014). *Infrastructure, growth, and inequality: An overview* (Policy Research Working Paper No. 7034). World Bank. https://doi.org/10.1596/1813-9450-7034

Christaller, W. (1933). *Die zentralen Orte in Süddeutschland* [Central places in southern Germany]. Gustav Fischer.

Duranton, G., & Turner, M. A. (2011). The fundamental law of road congestion: Evidence from US cities. *American Economic Review*, 101(6), 2616–2652. https://doi.org/10.1257/aer.101.6.2616

Faghihinejad, F., Mohammadi Fard, M., Roshanghalb, A., Beigi, P., & Lefevre, E. (2022). A framework to assess the correlation between transportation infrastructure access and economics: Evidence from Iran. *Mathematical Problems in Engineering*, 2022, Article 8781686. https://doi.org/10.1155/2022/8781686

Ghani, E., Grover Goswami, A., & Kerr, W. R. (2016). Highway to success: The impact of the Golden Quadrilateral project for the location and performance of Indian manufacturing. *The Economic Journal*, 126(591), 317–357. https://doi.org/10.1111/ecoj.12207

ITF-OECD. (2001). *Performance indicators for the road sector: Summary of the field tests*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/9789282103517-en

Laborda, L., & Sotelsek, D. (2019). Effects of road infrastructure on employment, productivity and growth: An empirical analysis at country level. *Journal of Infrastructure Development*, 11(1–2), 1–25. https://doi.org/10.1177/0974930619879573

Makrand, W., & Singh, A. P. (2019). The application of adaptive neuro-fuzzy inference system and fuzzy Delphi technique to assess socio-economic impacts of construction of rural roads. *Transport and Telecommunication Journal*, 20(4), 325–345. https://doi.org/10.2478/ttj-2019-0027

Medeiros, E. (2024). Transport infrastructure and EU cohesion policy: A critical assessment. *European Planning Studies*, 32(4), 789–808. https://doi.org/10.1080/09654313.2023.2283015

Montoya, J., Escobar, D., & Galindo, J. (2021). Analysis of road intervention based on geographical accessibility as a development tool in regional competitiveness. *Journal of Urban and Regional Analysis*, 13(2). https://doi.org/10.37043/JURA.2021.13.2.9

Mulligan, G. F., Partridge, M. D., & Carruthers, J. I. (2012). Central place theory and its reemergence in regional science. *The Annals of Regional Science*, 48(2), 405–431. https://doi.org/10.1007/s00168-011-0496-7

Petrović, N., Živojinović, T., & Mihajlović, J. (2023). Evaluating the annual operational efficiency of passenger and freight road transport in Serbia through entropy and TOPSIS methods. *Journal of Engineering Management and Systems Engineering*, 2(4), 204–211. https://doi.org/10.56578/jemse020402

Polyzos, S., & Tsiotas, D. (2020). The contribution of transport infrastructures to the economic and regional development: A review of the conceptual framework. *Theoretical and Empirical Researches in Urban Management*, 15(1), 5–23. https://ideas.repec.org/a/rom/terumm/v15y2020i1p5-23.html

Rodrigue, J.-P., Comtois, C., & Slack, B. (2020). *The geography of transport systems* (5th ed.). Routledge. https://doi.org/10.4324/9780429346323

Rodríguez-Pose, A. (2018). The revenge of the places that don't matter (and what to do about it). *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 11(1), 189–209. https://doi.org/10.1093/cjres/rsx024

Rokicki, B., Haddad, E. A., Horridge, J. M., & Stępniak, M. (2021). Accessibility in the regional CGE framework: The effects of major transport infrastructure investments in Poland. *Transportation*, 48(2), 747–772. https://doi.org/10.1007/s11116-019-10076-w

Rosik, P., & Wójcik, J. (2023). Transport infrastructure and regional development: A survey of literature on wider economic and spatial impacts. *Sustainability*, 15(1), Article 548. https://doi.org/10.3390/su15010548

Salehian, M., Razmi, J., & Jolaei, M. (2017). Designing a hybrid approach based on Analytic Network Process and Fuzzy DEMATEL for performance evaluation of provinces in road transportation in Iran [In Persian]. *Journal of Transportation Engineering*, 10(3), 513–530.

Shahraki Moghadam, H., Karimian Bostani, M., & Anvari, M. (2020). Road transit and its effects on the economic development of the Sistan rural region [In Persian]. *Space Economy and Rural Development*, 9(31), 113–130.

Stanujkic, D., Karabasevic, D., & Zavadskas, E. K. (2015). A framework for the selection of a packaging design based on the SWARA method. *Engineering Economics*, 26(2), 181–187. https://doi.org/10.5755/j01.ee.26.2.8820

Stević, Ž., Das, D. K., Tešić, R., Vidas, M., & Vojinović, D. (2022). Objective criticism and negative conclusions on using the fuzzy SWARA method in multi-criteria decision making. *Mathematics*, 10(4), Article 635. https://doi.org/10.3390/math10040635

Wan, S.-P., Gao, S.-Z., & Dong, J.-Y. (2024). Trapezoidal cloud based heterogeneous multi-criterion group decision-making for container multimodal transport path selection. *Applied Soft Computing*, 154, Article 111374. https://doi.org/10.1016/j.asoc.2024.111374

Wang, H. (2025). A novel bidirectional projection measures of circular intuitionistic fuzzy sets and its application to multiple attribute group decision-making problems. *AIMS Mathematics*, 10(5), 10283–10307. https://doi.org/10.3934/math.2025468

World Bank. (2024). *The Global Road Safety Facility: Annual report 2024*. World Bank Group.

Xu, Z. (2007). Intuitionistic fuzzy aggregation operators. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 15(6), 1179–1187. https://doi.org/10.1109/TFUZZ.2006.890678

Yang, L., Wu, D., Cao, S., Zhang, W., Zheng, Z., & Liu, L. (2022). Transportation interrelation embedded in regional development: The characteristics and drivers of road transportation interrelation in Guangdong Province, China. *Sustainability*, 14(10), Article 5925. https://doi.org/10.3390/su14105925

Yuan, D., Du, J., & Chang, J. (2024). Does transport infrastructure development inhibit firm-level employment fluctuations? Evidence from national expressway construction in China. *Economic Analysis and Policy*, 84, 610–627. https://doi.org/10.1016/j.eap.2024.09.011

Zhang, Y., & Cheng, L. (2023). The role of transport infrastructure in economic growth: Empirical evidence in the UK. *Transport Policy*, 133, 223–233. https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2023.01.017