



سنجش از دور

GIS ایران



سنجش از دور و GIS ایران
Iranian Remote Sensing & GIS

۱۱۷-۱۳۲

مقاله پژوهشی

سال سیزدهم، شماره اول، بهار ۱۴۰۰
Vol.13, No. 1, Spring 2021

بررسی عدالت مکانی در دسترسی به شبکه حمل و نقل ریلی درون شهری با استفاده از ضریب جینی و منحنی لورنز تا افق ۱۴۱۰ (منطقه مورد مطالعه: شهر اصفهان)

علی اکبر متکان^۱، علیرضا وفائی نژاد^۲، ایمان بهارلو^{۳*}، احمد خادم الحسینی^۴
۱. استاد مرکز مطالعات سنجش از دور و GIS، دانشگاه شهید بهشتی
۲. استادیار دانشکده مهندسی عمران، آب و محیط زیست، دانشگاه شهید بهشتی
۳. دانشجوی دکتری دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران
۴. دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نجف آباد، اصفهان

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۱۰/۰۲

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۰۳/۰۶

چکیده

یکی از مهم ترین مدهای حمل و نقل عمومی شبکه حمل و نقل مترو است که تأثیر بسزایی در کاهش ترافیک و آلودگی هوا دارد. از دیگر سو، با توجه به هزینه های سرسام آور راه اندازی شبکه مترو، توسعه مرحله به مرحله با بهره برداری از یک خط و اجرای خطوط دیگر به دست مدیران شهری مورد توجه است. بنابراین، هدف از این تحقیق بررسی میزان دسترسی به شبکه متروی اصفهان در افق ۱۴۱۰، با رویکرد عدالت مکانی، از دو جنبه افقی و عمودی در پنج طبقه اجتماعی، با استفاده از شاخص های ضریب جینی، منحنی لورنز، شاخص سطح سرویس (عرضه) حمل و نقل همگانی و دسترسی است. آنچه این تحقیق را از دیگر پژوهش های مشابه متمایز می نماید بررسی وضعیت دسترسی به شبکه هر یک از خطوط مترو و در نهایت، تمامی خطوط و برآورد رشد جمعیت تا افق ۱۴۱۰ است که نقش مؤثری در تصمیم گیری برنامه ریزان شهری، به منظور توسعه دیگر مدهای حمل و نقل شهری ایفا می کند. نتایج این تحقیق نشان داده که ضرایب جینی، در دسترسی به شبکه مترو در شهر اصفهان، در بررسی عدالت افقی از عدالت عمودی بیشتر است که این نکته از بی عدالتی بسیار در توزیع دسترسی گروه های حساس و نیازمند اجتماعی به شبکه مترو خبر می دهد؛ به طوری که ضریب جینی در دسترسی شهروندان به تمامی خطوط، در عدالت افقی، برابر با ۰.۴۲ و در عدالت عمودی، در پنج طبقه شامل افراد بیشتر از شصت سال، کمتر از پانزده سال، فاقد ماشین شخصی، مهاجران، خانوارهای با مساحت سکونت کمتر از پنجاه مترمربع به ترتیب برابر با ۰.۴۵، ۰.۴۹، ۰.۵، ۰.۵۴ و ۰.۶ است.

کلیدواژه ها: عدالت مکانی، مترو، ضریب جینی، منحنی لورنز، دسترسی.

* نویسنده مکاتبه کننده: گروه سنجش از دور و GIS دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران. تلفن: +989132690114

۱- مقدمه

چند دهه گذشته شاهد الگوی آهسته اما پیوسته تغییر در برنامه ریزی حمل و نقل همگانی بوده که به عدالت و محرومیت اجتماعی، به منزله بخشی جدایی ناپذیر از فرایند برنامه ریزی حمل و نقل عمومی، نیز نظر داشته است. از سویی، سیاست های حمل و نقل همگانی شهری آثار گسترده ای در کیفیت زندگی گروه های متفاوت جامعه دارد و این سیاست بدون توجه به قاعده خاصی اجرا می شود؛ به صورتی که توزیع ناعادلانه زیرساخت های حمل و نقل همگانی را در پی خواهد داشت. در واقع، قوانین باید به گونه ای باشند که سازمان های دولتی، در عرضه خدمات، رفتاری منصفانه در مقابل گروه های جامعه داشته باشند. از طرفی، مشکل مهم مدیران و سیاست گذاران حمل و نقل همگانی اندازه گیری و ارزیابی تأثیرات عدالت در عرضه خدمات حمل و نقل همگانی است. این در حالی است که کمی سازی عدالت در این عرصه دشوار و پیچیده و سلیقه ای است. هدف اصلی این تحقیق مدل سازی و ارزیابی شاخص های حمل و نقل همگانی، با تأکید بر خطوط مترو، است. شاخص های مطرح این پژوهش شاخص میزان دسترسی به ایستگاه های مترو، به منزله عرضه، و شاخص های جمعیت، افراد حساس شامل افراد کمتر از پانزده سال، افراد بیشتر از شصت سال، افراد فاقد خودرو شخصی، مهاجران و گروه های دارای خانه های کمتر از پنجاه مترمربع، به منزله شاخص نیاز (تقاضا)، در نظر گرفته شده است.

از آنجاکه حمل و نقل ریلی تأثیر بسزایی در کاهش ترافیک و آلودگی هوا دارد، کلان شهرها سعی در ایجاد این زیرساخت حمل و نقل عمومی و بهره برداری از آن دارند. اما آنچه باعث کندی و یا اجرایی نشدن آن می شود هزینه های سرسام آور اجرا و توسعه آن است که برخی شهرها از تأمین آن ناتوان اند. بنابراین، در بیشتر کلان شهرها برای اجرای این زیرساخت حمل و نقل، اجرای خط به خط آن را مدنظر قرار می دهند تا، با بهره برداری یک خط، بخشی از هزینه های توسعه یا

راه اندازی خطوط دیگر حاصل شود. از این رو، ترتیب و اولویت بندی خطوط برای اجرا، با تأکید بر خطوطی با بیشترین استفاده شهروندان، بسیار اهمیت دارد.

هدف از این تحقیق بررسی وضعیت دسترسی به ایستگاه مترو در شهر اصفهان، با رویکرد عدالت مکانی و از دو منظر عدالت افقی و عمودی، با استفاده از شاخص های دسترسی^۱، منحنی لورنز^۲، ضریب جینی^۳ و شاخص سطح سرویس (عرضه) حمل و نقل همگانی^۴ برای ۱۷۷ محدوده ترافیکی این شهر است. آنچه این تحقیق را از دیگر پژوهش های مشابه متمایز می کند بررسی دسترسی به خطوط شبکه مترو، در دو حالت وضع موجود و خطوط پیشنهادی، تا افق ۱۴۱۰ است. در تحقیق حاضر، ابتدا عدالت افقی و عمودی، جداگانه در مورد تک تک خطوط، محاسبه شد تا برای اجرا بررسی و اولویت بندی شوند. این خطوط شامل خط ۱ (خط در حال بهره برداری)، خط ۲ (در حال اجرا) و خط ۳ (در چشم انداز ده ساله) می شوند. سپس، در چشم انداز ۱۴۱۰، میزان دسترسی به تمامی خطوط با توجه به ضریب رشد جمعیت تا سال مذکور، از دو منظر عدالت افقی و عدالت عمودی در پنج گروه بررسی شد که عبارت اند از: افراد بیش از شصت سال (سالخوردگان)، کمتر از پانزده سال (کودکان)، فاقد ماشین شخصی، مهاجران، خانوارهای با مساحت سکونت کمتر از پنجاه مترمربع. در واقع، آنچه در تحقیقات مشابه در عدالت مکانی ارزیابی نشده استفاده از شاخص های عدالت، در بررسی وضعیت دسترسی به شبکه حمل و نقل، در افق های میان مدت و بلندمدت است که در این تحقیق، به صورت جامع در نظر گرفته شده است.

1. Accessibility
2. Lorenz curve
3. Gini Index
4. Public Transport Index

۲- منطقه مورد مطالعه

شهر اصفهان در قلب ایران قرار گرفته است که به دلیل برخورداری از ویژگی‌های منحصربه‌فرد، در میان شهرهای ایران و جهان شهرتی بسیار دارد. این شهر در طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۳۹ دقیقه و ۴۰ ثانیه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۳۸ دقیقه و ۳۰ ثانیه شمالی قرار گرفته است. شکل ۱ نقشه موقعیت مناطق پانزده گانه شهر را نشان می‌دهد.

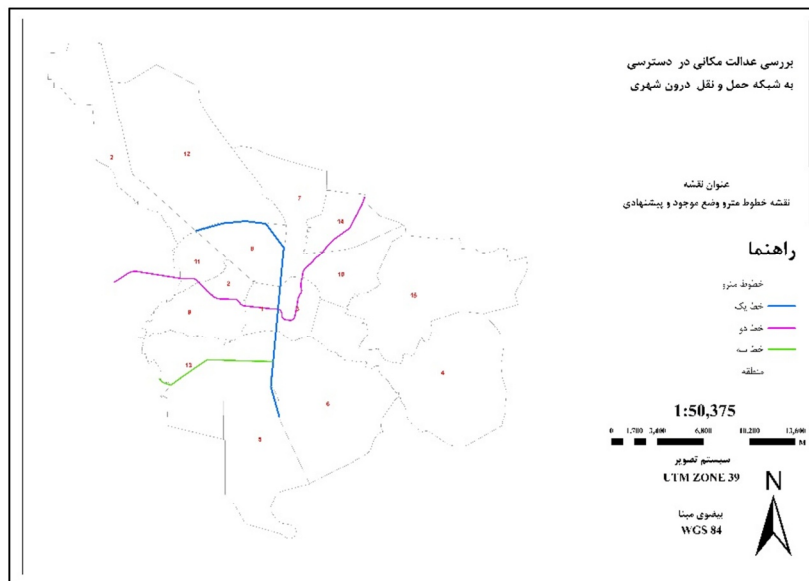
کلان شهر اصفهان پانزده منطقه شهری و ۱۹۹ محله و ۱۷۷ محدوده ترافیکی دارد و مطابق با سرشماری نفوس و مسکن سال ۱۳۹۵، جمعیت آن ۱۹۶۱۲۶۰ نفر است. طبق برآوردها، تا سال ۱۴۱۰، جمعیت این شهر به ۲۱۶۰۰۰۰ خواهد رسید. شناخت دقیق شبکه حمل و نقل شهر اصفهان، به منظور برنامه‌ریزی، اهمیت ویژه‌ای دارد. جدول ۱ ویژگی‌های معمول شبکه حمل و نقل مترو و شکل ۲ نقشه مسیر تمامی خطوط مترو را شامل وضع موجود و پیشنهادی، نشان می‌دهد.



شکل ۱. نقشه موقعیت مناطق پانزده گانه شهر اصفهان

جدول ۱. مشخصات شبکه متروی شهر اصفهان

وضعیت	طول (کیلومتر)	تعداد ایستگاه	خط مترو
در حال استفاده	۲۰.۲	۲۰	خط ۱
در حال اجرا	۲۵.۶	۲۳	خط ۲
چشم‌انداز ۱۴۱۰	۹	۶	خط ۳
	۵۴.۸	۴۹	کل خطوط



شکل ۲. نقشه خطوط مترو؛ وضع موجود و پیشنهادی

۳- پیشینه تحقیق

دسترسی به حمل و نقل عمومی، به دلیل نقش مهمش در کاهش ترافیک و تأثیر آن در محیط شهری، امروزه اهمیت بسیاری یافته است (Lee et al., 2013)؛ به طوری که جامعه روزبه روز از سیاست‌های حمل و نقل عمومی در جهت اهداف توسعه پایدار شهری بیشتر حمایت می‌کند. یکی از نتایج محسوس این تلاش اجتماعی استفاده افراد از حمل و نقل عمومی است. در این زمینه، دو نوع سیاست همگانی به منظور افزایش استفاده‌کنندگان از آن در نظر گرفته شده است. سیاست نخست توسعه مبتنی بر حمل و نقل عمومی (TOD) و سیاست دوم افزایش زیرساخت‌های حمل و نقل عمومی را دربر می‌گیرد. اگرچه این دو نوع سیاست خیلی به هم نزدیک‌اند؛ به صورت کلی، برای اجرایشان، زیرساخت‌های متفاوتی لازم است. مورد نخست مبتنی بر سیاست‌های کاربری اراضی است و اساس مورد دوم سیاست‌های گسترش حمل و نقل عمومی افزایش استفاده حداکثری شهروندان از آنهاست. از آن‌جا که هدف این تحقیق بررسی سیاست دوم است، تمرکز بررسی این تحقیق بر این سیاست قرار دارد.

سیاست توسعه زیرساخت‌های حمل و نقل عمومی نگرشی به سمت ایجاد خدمت عمومی است. بنابراین، این خدمات عمومی باید برای هر شهروند، علاوه بر سهولت در دسترسی، امنیت لازم در استفاده را نیز داشته باشد. از آن‌جا که بیشتر زیرساخت‌های حمل و نقل عمومی در بخش‌های مرکزی شهرها مستقرند و مردمی که بیشترین استفاده از آن را می‌کنند اغلب در حاشیه شهر ساکن‌اند؛ بنابراین، در استفاده از آن، به‌ویژه در شهرهای بزرگ، نابرابری دیده می‌شود (Jang et al., 2016). تا کنون مطالعات بسیاری برای بررسی این نابرابری انجام شده است.

یائو^۱ و همکاران (۲۰۰۷)، به صورت خلاصه، چهار موضوع را به‌منزله محور مطالعات حمل و نقل عمومی مطرح کردند. موضوع نخست در زمینه مطالعات فاکتورهای محیطی، مکانی، اقتصادی و محیطی تأثیرگذار در استفاده‌کنندگان از حمل و نقل عمومی است. موضوع دوم به پوشش سیستم حمل و نقل عمومی می‌پردازد که منظور آن میزان دسترسی افراد به این سیستم است. مورد سوم پژوهشی برای آنالیزهای شبکه

1. Yao

تندرو (BRT) مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که علاوه بر وجود نابرابری در بین این سه گروه در دسترسی به منابع مورد نظر، در داخل هر گروه نیز سطح دسترسی نابرابری وجود دارد.

جانگ^۵ و همکاران (۲۰۱۶)، با استفاده از شاخص جینی براساس سطح دسترسی، عدالت فضایی را در حمل‌ونقل عمومی ارزیابی کردند. بدین‌منظور، وضعیت حمل‌ونقل عمومی شامل استفاده از اتوبوس و مترو، قبل و بعد از اجرا بررسی شد. نتایج تحقیق نشان داد که شبکه مترو نابرابری بیشتری را در حمل‌ونقل عمومی، در مقایسه با شبکه خطوط اتوبوس، ایجاد کرده است.

ریکیاردی^۶ و همکارانش (۲۰۱۵) عدالت عمودی را از لحاظ دسترسی به حمل‌ونقل عمومی، در سه گروه متفاوت افراد سالخورده، افراد کم‌درآمد و افراد بدون ماشین شخصی، با استفاده از ضریب جینی، مطالعه کردند. طبق نتایج تحقیق آنها، کمترین دسترسی به حمل‌ونقل عمومی مربوط به گروه افراد سالخورده بود. در مجموع، ضریب جینی برای تمامی گروه‌های مورد بررسی در حدود ۰.۵۲٪ محاسبه شد که نشان از نابرابری فضایی نسبی در دسترسی به حمل‌ونقل عمومی دارد.

مونزن^۷ و همکاران (۲۰۱۳) توسعه خطوط راه‌آهن شهرهای اسپانیا را از دو جنبه اثربخشی و عدالت فضایی، بررسی کردند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که دو عامل موقعیت اولیه و مکان جغرافیایی شهرها تأثیر چشمگیری در دسترسی به خطوط راه‌آهن دارد اما خطوط راه‌آهن موجود هیچ‌گونه برابری‌ای را برای استفاده‌کنندگان از آن شامل نمی‌شود؛ به‌طوری‌که شهرهای پرجمعیت، مانند مادرید و والنسیا، سطح دسترسی اندکی به این خطوط دارند.

و طراحی مکانی برای شبکه حمل‌ونقل خاص است. مطالعات چهارم به نقش دولت‌ها در سیاست‌های مرتبط با این گونه خدمات می‌پردازد؛ مانند سیاست‌ها و برنامه‌ها و برابری اجتماعی برای تدارک سرویس‌های حمل‌ونقل عمومی.

براساس طبقه‌بندی دیگر، لیتمن^۱ (۲۰۰۵) به مفهوم عدالت را در برنامه‌ریزی حمل‌ونقل عمومی واکاوی کرد. وی بیان کرد، به‌صورت کلی، مفهوم عدالت در حمل‌ونقل عمومی شامل دو نوع عدالت افقی^۲ و عدالت عمودی^۳ می‌شود. عدالت افقی مترادف با انصاف و برابری است. براساس نظریه، این نوع از عدالت برتری‌نداشتن فرد یا گروه بر دیگران است. بیشتر مطالعات منطبق بر این جنبه از عدالت به‌معنی توزیع متناسب منابع و زیرساخت‌های حمل‌ونقل عمومی است؛ درحالی‌که عدالت عمودی مترادف با عدالت اجتماعی و یا عدالت محیطی است و معنی آن توزیع منابع بیشتر در میان افراد و یا گروه‌های آسیب‌پذیرتر است (Forester & Krumholz, 1990). این دو گونه عدالت در حمل‌ونقل عمومی دو نوع چشم‌انداز را در برنامه‌ریزی این سامانه ایجاد می‌کند. عدالت افقی تمرکز بر بازدهی بالا برای استفاده حداکثر افراد، به‌ویژه در دستیابی به مراکز تجاری مهم و کاهش ترافیک خیابان‌هاست (Hay, 1993). نوع دیگر عدالت، یا عدالت عمودی، تمرکز بر دسترسی به حمل‌ونقل عمومی با حداکثر نیاز دارد. گروه‌های نیازمند شامل افراد کم‌درآمد، گروه‌های حساس و طبقات اجتماعی با توان مالی پایین می‌شود.

گزن^۴ و همکاران (۲۰۱۷) سطحی از عدالت فضایی را در دسترسی به مراکز کار و مراکز تحصیلی در شهر بوگوتا، کشور کلمبیا، بررسی کردند. آنها سطح دسترسی در سرتاسر شهر بانکو را با تلفیق مدل کاربری اراضی و حمل‌ونقل و استفاده از اطلاعات ثانویه پیمایش حمل‌ونقل عمومی، مطالعه کردند. بدین‌منظور، دسترسی گروه‌های اجتماعی شامل افراد با درآمد مالی کم، متوسط و زیاد (عدالت عمودی) را به حمل‌ونقل با ماشین شخصی و یا تاکسی، اتوبوس‌های معمولی و اتوبوس‌های

1. Litman
2. Horizontal Equity
3. Vertical Equity
4. Guzman
5. Jang
6. Ricciardi
7. Monzón

۳-۱-۱- عدالت افقی

این سطح از عدالت (در اصطلاح، به مکتب عدالت یکسان بشر نیز مشهور است) بیان می‌کند که توزیع عوارض پدیده یا اقدامی بشری روی تمامی اشخاص و گروه‌ها باید یکسان باشد. با توجه به این تعریف، در این مکتب، تمامی گروه‌ها و اشخاص باید برای برخورداری از امکانات حمل‌ونقلی، فارغ از نیازها و توانایی‌هایشان، به یک اندازه بهایی پرداخت کنند و همگی، به‌میزان برابر، از محاسن و مزایای آن امکانات بهره‌مند شوند. این بدان معنی است که سیاست‌های اجتماعی نباید هیچ گروهی را بر گروه دیگر برتری دهند و عوارض و مالیات‌های دریافتی باید بین تمامی گروه‌های اجتماعی به‌میزان مساوی توزیع شوند مگر آنکه دولت به‌دلیلی، برای افرادی خاص، و یا دستیابی به هدفی معین، یارانه‌ای اختصاص دهد که اجرای این سیاست در سایر سطوح عدالت مورد قبول باشد.

۳-۱-۲- عدالت عمودی

الف) عدالت عمودی با توجه به سطح درآمد و طبقه اجتماعی افراد

عدالت عمودی (که، در اصطلاح، عدالت اجتماعی نیز گفته می‌شود) بیان می‌کند توزیع عوارض پدیده و یا اقدامی بشری روی تمامی اشخاص و گروه‌ها نباید یکسان باشد و افراد و گروه‌های اجتماعی باید متناسب با ویژگی‌هایی، مانند میزان درآمد و یا سطح و کلاس اجتماعی، از امکانات و زیرساخت‌های حمل‌ونقلی بهره‌مند شوند. براساس این تعریف، طرح‌های حمل‌ونقلی فقط وقتی عادلانه است که، در تعیین سیاست‌ها و اتخاذ تصمیم‌ها، افرادی با سطح درآمد و طبقه اجتماعی پایین‌تر در اولویت قرار گیرند، حمایت از مدهای حمل‌ونقلی ارزان و کاراً اعطای تخفیف و اختصاص سرویس‌های ویژه برای طبقات کم‌درآمد

دل‌بوسک^۱ و همکاران (۲۰۱۱)، با استفاده از منحنی لورنز، عدالت حمل و نقل عمومی را از دو دیدگاه حمل‌ونقل افقی و عمودی، در شهر ملبورن ارزیابی کردند. نتایج تحقیق نشان داد ۷۰٪ جمعیت این شهر تقریباً به ۱۹٪ از منابع دسترسی دارند.

کوری^۲ (۲۰۱۰) میزان نیاز و دسترسی به حمل‌ونقل عمومی را براساس نیازهای اجتماعی، در شهر ملبورن استرالیا بررسی کرد. وی، به‌منظور سنجش نیاز جامعه، از شاخص‌هایی همچون IRASD و Transport Need Index استفاده و با هدف محاسبه میزان خدمات‌دهی، از شاخص حمایتی حمل‌ونقل عمومی بهره برد. نتایج تحقیق او نشان داد فاصله معنی‌داری بین نیاز به دسترسی به خدمات حمل‌ونقل عمومی و میزان واقعی خدمات عرضه‌شده وجود دارد.

کوری، در پژوهش دیگری نیز (۲۰۰۴)، نیاز گروه‌های آسیب‌پذیر به حمل‌ونقل عمومی را در شهر هوبارت^۳، در جزایر جنوبی استرالیا، بررسی کرد. هدف او تعیین اختلاف بین میزان نیاز به این سامانه و میزان دسترسی به منابع حمل‌ونقل بود. نتایج این تحقیق نشان داد بیشتر افراد نیازمند در مکان‌هایی با دسترسی کمتر به حمل‌ونقل عمومی زندگی می‌کنند.

۳-۱-۳- بررسی عدالت با تأکید بر حمل‌ونقل عمومی

لیتمن، بنابر تحقیقاتی که در سال‌های ۲۰۰۲، ۲۰۰۵، ۲۰۱۴ و ۲۰۱۷ انجام داده است، عدالت را با توجه به مسائل حمل‌ونقلی بررسی کرده است. وی عدالت را از دیدگاه برنامه‌ریزی حمل‌ونقل، به سه سطح کلی تقسیم‌بندی می‌کند:

- عدالت افقی؛
 - عدالت عمودی، توجه به درآمد و سطح اجتماعی افراد؛
 - عدالت عمودی با توانایی و نیازهای حرکتی افراد.
- شایان ذکر است که این طبقه‌بندی را می‌توان در دو سطح کلی افقی و عمودی نیز در نظر گرفت و سطح عمودی را به دو بخش جداگانه درآمد و نیازهای حرکتی، تفکیک کرد.

1. Delbosc
2. Currie
3. Hobart

زیرا بدون شاخص، عدالت را نمی‌توان سنجید و ارزیابی کرد. شاخص‌های مطرح در این پژوهش شامل شاخص‌های عرضه حمل و نقل همگانی، همچون دسترسی و شاخص اقتصادی و اجتماعی، به‌منزله تقاضای حمل و نقل همگانی، و نیز رویکرد منحنی لورنز و شاخص ضریب جینی است.

۳-۲-۱- شاخص دسترسی

دسترسی به معنی نزدیک شدن و مجاورت نسبی یک مکان به مکانی دیگر است. در تعریفی گسترده‌تر، دسترسی به مفهوم کاهش فاصله مکانی میان محل زندگی و خدمات است؛ یعنی شهروندان، در کوتاه‌ترین فاصله مکانی-زمانی (فضایی)، به تسهیلات عمومی دسترسی داشته باشند. توجه به این نکته، به‌طور طبیعی، عدالت فضایی را در سطح مناطق متفاوت برقرار می‌کند. یافتن مفهومی برای میزان دسترسی اغلب مشکل و پیچیده است؛ از این رو، در برنامه‌ریزی‌ها، از برآوردهایی استفاده می‌کنند که بتوان میزان دسترسی آنها را به راحتی محاسبه و تفسیر کرد.

کوان^۱ (۱۹۹۸) برای اندازه‌گیری دسترسی، از رویکرد جاذبه و فرصت تجمعی پیروی می‌کند که فرم کلی ریاضی شاخص دسترسی ناحیه i طبق رابطه (۱) حاصل می‌شود.

$$A_i = \sum_N f(w_j, d_{ij}) \quad \text{رابطه (۱)}$$

$f(w_j, d_{ij})$: تابع بازدارنده؛

w_j : شاخص وزنی جاذبه برای ناحیه j ؛

d_{ij} : معیار مکانی (فاصله یا زمان سفر) از ناحیه i به

ناحیه j است.

۳-۲-۲- منحنی لورنز و ضریب جینی

منحنی لورنز را ماکس اتو لورنز، اقتصاددان آمریکایی، در سال ۱۹۰۵ برای بیان میزان نابرابری‌ها در درآمد

اجتماع صورت گیرد و نیز تدابیری اتخاذ شود تا گروه‌های مذکور مطمئناً، تا حد امکان، در معرض هزینه‌های خارجی سیستم‌های حمل و نقلی قرار نگیرند.

ب) عدالت عمودی با توجه به توانایی‌ها و نیازهای حرکتی افراد

این گونه از عدالت بیان می‌کند توزیع عوارض پدیده یا اقدامی بشری روی تمامی اشخاص و گروه‌ها نباید یکسان باشد و افراد و گروه‌های اجتماعی باید، متناسب با خصوصیات مانند توانایی‌ها و نیازهای حرکتی، از امکانات و زیرساخت‌های حمل و نقلی بهره‌مند شوند. بنابر تعریف این عدالت، سیستم‌های حمل و نقلی باید به نحوی طراحی شوند که توانایی و امکان پاسخگویی به افرادی با نیازها و توانایی‌های حرکتی خاص را داشته باشند. متدهای طراحی فراگیر، که مبنای نگارش استانداردهای بین‌المللی سیستم‌های حمل و نقلی‌اند، این نوع عدالت را مدنظر قرار می‌دهند. در بسیاری از موارد، مرزهای این سه سطح عدالت به یکدیگر بسیار نزدیک است و یا با هم تداخل‌هایی پیدا می‌کنند؛ برای نمونه، در مبحث عدالت افقی، تمامی کاربران باید هزینه‌های خدمات حمل و نقلی را پرداخت کنند اما عدالت عمودی اختصاص یارانه به افراد ناتوان و کم‌توان را پیشنهاد می‌کند. به‌هرحال، انتخاب یکی از انواع سطوح یادشده در زمینه عدالت و طراحی و اجرای سیستم‌های حمل و نقلی بر آن مبنای مهم‌ترین چالش‌هایی است که مدیران و سیاست‌گذاران شهری همواره با آن مواجه‌اند.

۳-۲-۳- شاخص‌های عدالت در حمل و نقل همگانی

برنامه‌ریزان حمل و نقل همواره درگیر این موضوع‌اند که تناسب بین سیستم حمل و نقل شهری و عدالت ممکن است چه تأثیری در سایر طرح‌های شهری داشته باشد. برای نمونه، بهبود کیفیت سیستم حمل و نقل همگانی نیازمند افزایش عوارض عمومی است؛ بنابراین، باید برای ارزیابی افزایش کیفیت شاخص تعریف کرد

1. Kwan

بگیریم، ضریب جینی به صورت رابطه (۲) ارائه می شود.

$$j = \frac{A}{A+B} \quad (۲) \quad \text{رابطه}$$

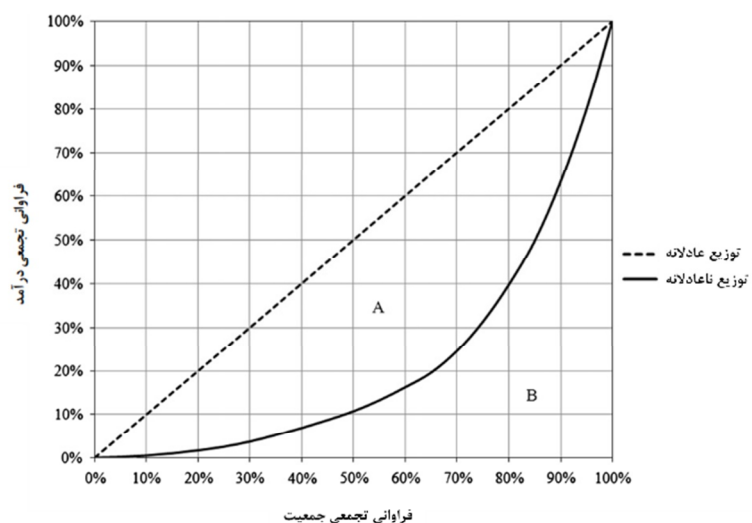
گرچه مقیاس مذکور، در ابتدای امر، برای سنجش توزیع درآمدها به کار رفته است، در بررسی آمارهای هر نوع الگوی توزیعی هم می توان از آن استفاده کرد. ارزش ضریب جینی بین صفر و یک است. صفر حالتی است که عدالت کامل وجود دارد و همه اعضا سهم یکسانی از منابع دارند و عدد یک بیانگر ناعدالتی کامل است. هرچه شاخص یادشده کوچک تر باشد و به صفر نزدیک تر، توزیع عادلانه تر و هرچه به یک نزدیک تر باشد، توزیع نامتعادل تر است. زمانی که ضریب جینی کمتر از ۰.۲ باشد، برابری کامل در توزیع وجود دارد. اگر این ضریب بین ۰.۲-۰.۳ باشد، برابری در توزیع تا حد زیادی رعایت شده است. اما ضریب ۰.۴-۰.۳ بیانگر نابرابری در توزیع و ۰.۶-۰.۴ نشان دهنده نابرابری زیاد و در نهایت، ضریب بیش از ۰.۶ حاکی از نابرابری کامل در توزیع است. برای محاسبه ریاضی ضریب جینی، از رابطه (۳) استفاده می شود.

$$G = \frac{(\sum_{i=1}^n x_i y_{i+1}) - (\sum_{i=1}^n x_{i+1} y_i)}{(\sum_{i=1}^n x_i y_{i+1})} \quad (۳) \quad \text{رابطه}$$

در این معادله، x درصد تجمعی جمعیت و y درصد تجمعی خدمات شهرداری، به تفکیک نوع کاربری، است.

توسعه داد. این منحنی توزیع متغیری خاص را با توزیع یکسان همان متغیر مقایسه می کند. در نمایش گرافیکی منحنی لورنز، محور x درصد تجمعی جمعیت و محور y درصد تجمعی متغیر مورد مطالعه را نشان می دهد. از آن جاکه صفر درصد جمعیت، صفر درصد منابع و صد درصد جمعیت صد درصد منابع را در اختیار دارند؛ بنابراین، نقاط ابتدایی و انتهایی این منحنی، به ترتیب، صفر و یک است. خطی که این دو نقطه را به هم وصل می کند «خط عدالت» نام دارد و در حالت عدالت کامل در توزیع، منحنی لورنز کاملاً منطبق بر خط ۴۵ درجه می شود. هرچه فاصله منحنی لورنز از خط ۴۵ درجه بیشتر باشد، نابرابری بیشتر می شود و در شرایط کاملاً ناعادلانه یا نابرابر، این خط بر محور x ها انطباق می یابد. شکل ۳ نمودار گرافیک نمودار منحنی لورنز را نشان می دهد.

برای بیان میزان این ناعدالتی، از ضریب جینی استفاده می شود که گرادو جینی، آماردان ایتالیایی، در سال ۱۹۱۰ آن را ابداع کرد. ضریب جینی عبارت است از نسبت ناحیه بین منحنی لورنز و خط ۴۵ درجه به کل ناحیه زیر خط ۴۵ درجه. در واقع، اگر مساحت ناحیه بین منحنی لورنز و خط ۴۵ درجه را A فرض کنیم و مساحت کل ناحیه زیر خط برابری را نیز B در نظر



شکل ۳. نمودار منحنی لورنز

۳-۲-۵- طبقه‌بندی شهروندان

طبقه‌بندی شهروندان براساس ویژگی‌های جمعیتی و جغرافیایی یکی از مهم‌ترین ابزارهای تبیین عدالت در حمل و نقل شهری است زیرا، به این ترتیب، شهروندان ناتوان و کمتر برخوردار شناسایی می‌شوند و در صورت لزوم، برای اعمال سیاست‌های حمایتی، در اولویت قرار می‌گیرند. جدول ۲ گروه‌های اجتماعی حساس مورد بررسی در عدالت عمودی را در پنج طبقه مورد مطالعه در این تحقیق، نشان می‌دهد.

ردیف	طبقه‌بندی گروه‌های اجتماعی نیازمند حمایت
۱	افراد بیشتر از شصت سال
۲	افراد کمتر از پانزده سال
۳	مهاجران
۴	افراد فاقد خودروی شخصی
۵	گروه‌های با خانه‌های کوچک‌تر از پنجاه مترمربع

۴- روش کار

هدف پژوهش حاضر کاربردی و ماهیت آن توصیفی-موردی و تحلیلی است. در این تحقیق، برای اندازه‌گیری عدالت مکانی در دو سطح افقی و عمودی، از شاخص‌های ضرایب جینی و منحنی لورنز در دسترسی به شبکه مترو، شامل خط ۱ مترو (خط در حال بهره‌برداری) و خطوط پیشنهادی در افق ده‌ساله (خطوط ۲ و ۳) استفاده شد. برای محاسبه میزان دسترسی به شبکه مترو، از تحلیل شبکه و برای محاسبه جمعیت، از شاخص سطح سرویس (عرضه) حمل و نقل همگانی استفاده شد و میزان عدالت مکانی در دو سطح افقی و عمودی، در مورد ۱۷۷ محدوده ترافیکی شهر اصفهان، به دست آمد. در نهایت، نقشه‌های گرافیکی به تفکیک نواحی شهر اصفهان ترسیم شد. شکل ۴ فلوجارت مراحل انجام این تحقیق را نشان می‌دهد.

۳-۲-۳- شاخص سطح سرویس (عرضه) حمل و نقل همگانی

شاخص دسترسی حمل و نقل همگانی میزان فاصله طی شده، به صورت پیاده، تا رسیدن به اولین مد حمل و نقل عمومی را در ناحیه‌ای جمعیتی، با استفاده از رابطه (۴) محاسبه می‌کند.

$$SI_{CCD} = \sum_N \left(\frac{Area_{bn}}{Area_{ccd}} * SL_{bn} \right) \quad (4)$$

شاخص SI_{CCD} شاخص سطح دسترسی به منزله یکی از شاخص‌های عرضه حمل و نقل همگانی برای منطقه جمع‌آوری سرشماری است؛ CCD منطقه جمع‌آوری سرشماری است که واحد تحلیل در نظر گرفته می‌شود؛ N تعداد بافر دسترسی پیاده به هر ایستگاه در هر CCD محسوب می‌شود؛ B_n بافر n برای هر ایستگاه در هر یک از CCDها (سطح سرویس، برای ایستگاه مترو، ۸۰۰ لحاظ شده است)؛ $Area_{CCD}$ مساحت ناحیه فضایی CCD با واحد کیلومتر مربع و SL سطح سرویس تخصیص یافته (تعداد سفر ناوگان قطار در روز) است.

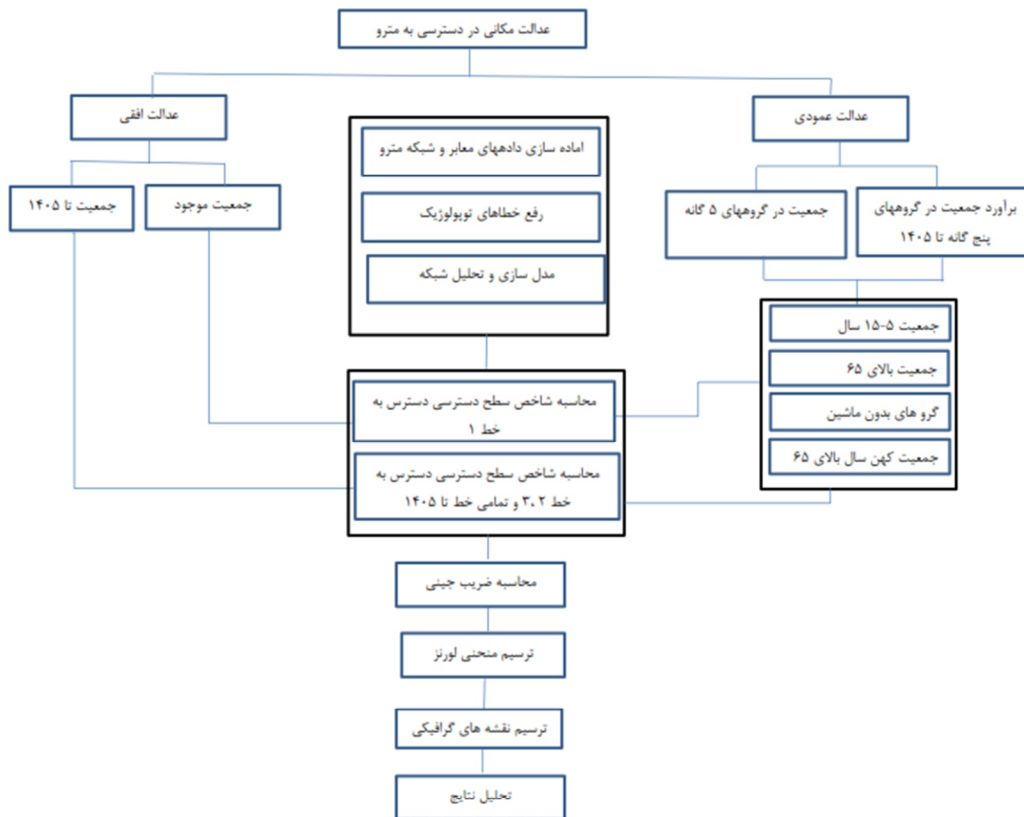
۳-۲-۴- رشد جمعیت

میزان افزایش مطلق جمعیت را «میزان رشد جمعیت» می‌نامند. برای محاسبه رشد جمعیت، معمولاً دو عامل طبیعی مولید و مرگ در نظر گرفته می‌شود. در محاسبات جمعیتی، به جای ارقام مطلق افزایش جمعیت، از نرخ افزایش استفاده می‌شود. نرخ رشد مقدار افزایش جمعیت یک منطقه را در یک سال، به نسبت هزار یا صد نفر از جمعیت نشان می‌دهد. نرخ رشد جمعیت در این مطالعه با استفاده از رابطه (۵) محاسبه شد.

$$P_t = P_0 (1+r)^n \quad (5)$$

P_t جمعیت سال مقصد (سال بعد)، P_0 جمعیت سال مبدأ (سال پیش) و t فاصله زمانی دو سال مزبور را نشان می‌دهد. برای محاسبه r می‌توان از رابطه (۶) استفاده کرد.

$$r = \frac{\log n P_t - \log n P_0 * n}{100} \quad (6)$$



شکل ۴. فلوچارت مراحل انجام کار

۵- نتایج

و در محاسبات در نظر گرفته شده است. همان طور که طبق ضریب جینی مشخص شد، اگر تمامی خطوط به صورت کامل راه اندازی شوند؛ مقدار این ضریب برابر با ۰.۴۲٪ خواهد بود که نشان از نابرابری در دسترسی به شبکه مترو دارد. از دیگر سو، با توجه به منحنی لورنز، مشخص شد ۶۰٪ جمعیت فقط به ۲۲٪ از شبکه حمل و نقل همگانی مترو دسترسی دارد. همچنین، با توجه به ضرایب جینی، مشخص شد که بهتر بود خط ۲ مترو، با اولویت اجرایی، به جای خط ۱ ایجاد شود زیرا ضریب جینی خط ۲ نسبت به خط ۱ مقدار کمتری می باشد. در هر صورت، با توجه به منحنی لورنز در خطوط ۱، ۲، ۳ و تمامی خطوط، ۶۰ درصد از شهروندان مناطق ۱۵ گانه به ترتیب ۱۲، ۱۸، ۱۰ و ۲۲٪ دسترسی مطلوب به شبکه مترو دارند. در واقع، با راه اندازی کامل خطوط مترو، ۶۰٪ جامعه

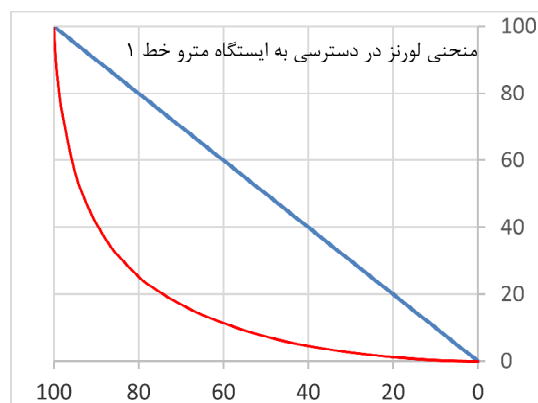
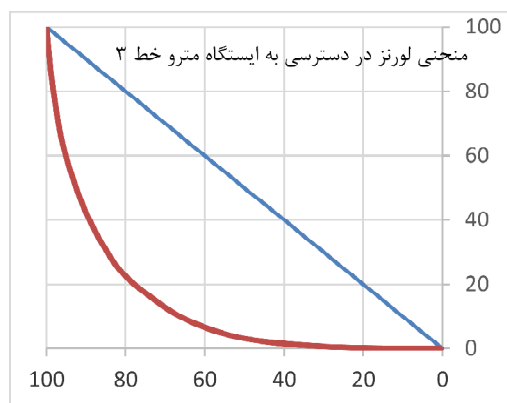
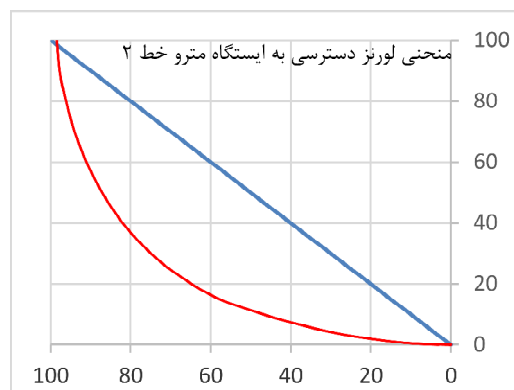
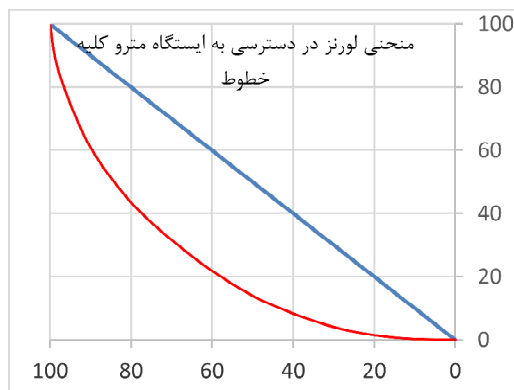
در این تحقیق، عرضه و تقاضای حمل و نقل همگانی، با تأکید بر شبکه مترو، به طور مشترک برای شناسایی نبود تعادل در عرضه خدمات حمل و نقل همگانی تحلیل شد. بدین منظور، برای تشخیص سطح بی عدالتی در دسترسی به ایستگاه های مترو در بین تقاضا (شاخص های جمعیتی)، از منحنی لورنز و ضریب جینی استفاده شد. بنابراین، برای بررسی عدالت، هر دو جنبه آن شامل عدالت افقی و عمودی مورد ارزیابی قرار گرفت.

همان طور که قبلاً اشاره کردیم، هدف از عدالت افقی دسترسی یکسان تمامی افراد یک شهر به خدمات، بدون توجه به ویژگی های جمعیتی، است. بدین ترتیب، جدول ۱ و نمودار ۱ میزان دسترسی به شبکه مترو، به تفکیک خطوط مترو، و دسترسی به کل خطوط پس از اجرا را نشان می دهد. شایان ذکر است، در محاسبه خطوط پیشنهادی، جمعیت نیز، تا سال ۱۴۱۰، برآورد

به ۲۲٪ خدمات حمل و نقل دسترسی مطلوب دارند که این نشان از بی عدالتی بسیار زیاد در خطوط مترو دارد. جدول ۳ مقدار ضریب جینی را در دسترسی به خطوط مترو، و شکل ۵ نمودار منحنی لورنز را در بررسی عدالت افقی به شبکه مترو، به تفکیک خطوط، نشان می دهد.

جدول ۳. محاسبه ضریب جینی در عدالت افقی، برای دسترسی به خطوط مترو

ضریب جینی	جمعیت	عدالت	شبکه مترو
۰.۵۸	تا سال ۱۳۹۵	خط ۱ مترو (وضع موجود)	عدالت افقی
۰.۵۴	تا سال ۱۴۰۵	خط ۲ مترو (در حال اجرا)	
۰.۷۴	تا سال ۱۴۱۰	خط ۳ مترو (وضع پیشنهادی)	
۰.۴۲	تا سال ۱۴۱۰	کل خطوط مترو	



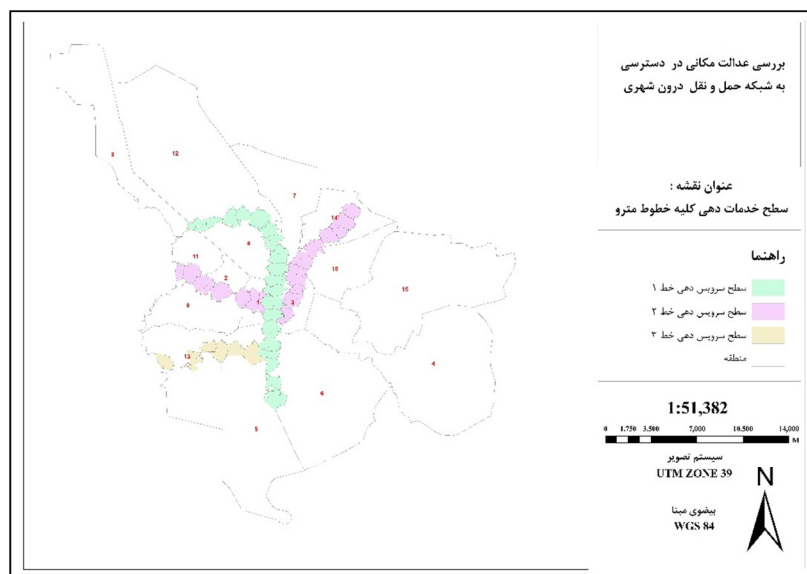
شکل ۵. نمودار منحنی لورنز در بررسی عدالت افقی به شبکه مترو، به تفکیک خطوط

پنج طبقه مورد بررسی، به تفکیک خطوط، نشان می‌دهد. با توجه به منحنی لورنز در نمودار ۲ می‌توان، به اختصار، این موارد را بیان کرد. در دسترسی افراد بیشتر از شصت سال به خطوط ۱ و ۲ و ۳ مترو و کل خطوط، در صورت راه‌اندازی کامل، ۸۰٪ افراد این طبقه به ترتیب به ۳۸، ۲۸، ۱۸ و ۴۲٪ از امکانات مرتبط دسترسی مطلوب دارند. این مقدار، در مورد طبقه مهاجر، به ترتیب، ۲۰ و ۱۸ و ۱۰ و ۳۸٪ است که نشان می‌دهد عدالت عمودی، حتی تا سال ۱۴۱۰ و با راه‌اندازی کامل خطوط مترو، رعایت نمی‌شود و سرعت حرکت آن به سمت دسترسی مطلوب گروه‌های آسیب‌پذیر افزایش نیافته است. شکل ۶ نقشه سطح خدمات و سرویس‌دهی تمامی خطوط مترو، وضع موجود و پیشنهادی، را نشان می‌دهد.

عدالت عمودی یا عدالت اجتماعی به توزیع عادلانه در زمینه حمل‌ونقل همگانی، با توجه به نیاز گروه‌های خاص جمعیت، اشاره دارد. جدول ۴ میزان شاخص ضریب جینی در عدالت عمودی را در دسترسی به شبکه مترو، برای پنج گروه مورد مطالعه، به تفکیک خطوط مترو و برای دسترسی به کل خطوط، پس از اجرا نشان می‌دهد. آنچه کاملاً مشخص است نابرابری در میزان دسترسی گروه‌های پنج‌گانه به هریک از خطوط ۱، ۲، ۳ است که، حتی در صورت راه‌اندازی کامل خطوط تا سال ۱۴۱۰، وجود دارد؛ به طوری که ضرایب جینی مرتبط با عدالت افقی (دسترسی برابر تمامی اشخاص)، در مقایسه با ضرایب جینی مرتبط با عدالت عمودی، تفاوت معنی‌داری را نشان می‌دهد. این بیان می‌کند که خطوط شبکه مترو، در زمینه دسترسی گروه‌های آسیب‌پذیر، دچار نابرابری معتنابهی است. نمودار ۲ برخی از منحنی‌های لورنز را راجع به عدالت عمودی و

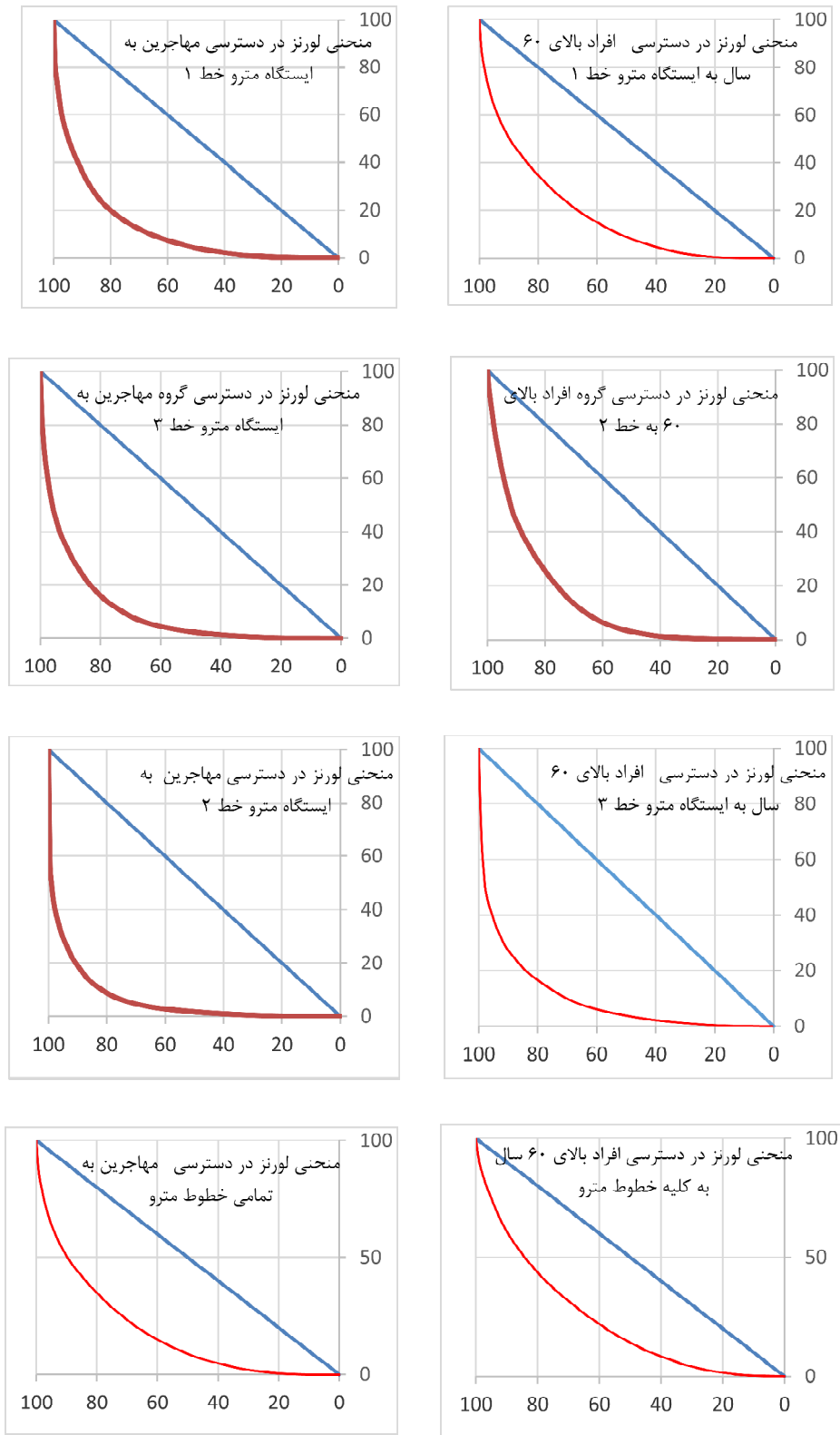
جدول ۴. محاسبه ضریب جینی در عدالت عمودی، در زمینه دسترسی به خطوط مترو

نوع عدالت	گروه سنی	ضریب جینی		
		خط ۱	خط ۲	خط ۳
عدالت عمودی	افراد بیشتر از شصت سال	۰.۶۴	۰.۷۰	۰.۸۰۱
	افراد کمتر از پانزده سال	۰.۷۱	۰.۶۲	۰.۷۴
	افراد فاقد خودروی شخصی	۰.۷	۰.۶۳	۰.۷۶
افراد دارای خانه‌های کوچک‌تر از پنجاه مترمربع	افراد مهاجران	۰.۷۵	۰.۷۸	۰.۸۲
	تمامی خطوط مترو	۰.۶۹	۰.۶۶	۰.۷۲



شکل ۶. نقشه سطح خدمات و سرویس‌دهی تمامی خطوط مترو، به تفکیک وضع موجود و پیشنهادی

بررسی عدالت مکانی در دسترسی به شبکه حمل و نقل ریلی درون شهری ...



شکل ۷. نمودار منحنی لورنز برای بررسی عدالت عمودی دسترسی گروه‌های مورد مطالعه به شبکه مترو، به تفکیک خطوط

۶- نتیجه‌گیری و پیشنهادهای آتی

جوامع امروزی، به‌ویژه کلان‌شهرها، برای رفع مشکلاتی چون ترافیک، آلودگی هوا و آلودگی صوتی نیازمند ایجاد سیستم حمل‌ونقل پایدار و مؤثرند. یکی از مهم‌ترین و مؤثرترین سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی شبکه ریلی داخل‌شهری است که نقش پررنگی در ایجاد شهرهای زیست‌پذیر ایفا می‌کند. از دیگر سو، با توجه به افزایش سرسام‌آور هزینه‌های راه‌اندازی و ایجاد شبکه ریلی، این شبکه‌ها باید مرحله‌به‌مرحله ایجاد شوند تا، با بهره‌برداری از یک شبکه، بودجه لازم برای توسعه شبکه‌های دیگر فراهم شود. بنابراین، اولویت ایجاد و اجرا باید به خطوطی داده شود که در زمان بهره‌برداری، بیشترین بازدهی را داشته باشند. با توجه به اینکه بیشترین استفاده‌کنندگان شبکه مترو گروه‌های آسیب‌پذیرند، اولویت اجرای خطوط باید مطابق با حداکثر استفاده این اشخاص باشد. نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد که می‌توان با استفاده از مدل‌های عدالت مکانی، به‌ویژه ضرایب جینی و منحنی لورنز، اولویت‌بندی خطوط و مکان‌گزینی شبکه را برای استفاده حداکثری و بازدهی مناسب آن، انجام داد.

از نکات دیگری که نتایج این تحقیق نشان می‌دهد آن است که ضرایب جینی دسترسی به شبکه مترو در شهر اصفهان، در بررسی عدالت افقی، بیشتر از عدالت عمودی بوده است که بی‌عدالتی بسیار زیاد را در توزیع تسهیلات حمل‌ونقل شبکه مترو برای افراد و گروه‌های حساس و نیازمند، بیان می‌کند. از این رو، می‌توان گفت در شهر اصفهان، از لحاظ دسترسی گروه‌های آسیب‌پذیر به شبکه مترو، بی‌عدالتی وجود دارد و این مسئله تأثیر مهمی در میزان استفاده از این شبکه و بهره‌وری آن دارد.

نتایج مقایسه ضرایب جینی در خطوط ۱ و ۲ نیز نشان می‌دهد اگر مجریان، پیش از اجرای خطوط، عدالت مکانی را در دسترسی گروه‌های حساس و یا تمامی گروه‌های جمعیتی در نظر می‌گرفتند؛ اجرای خط ۲ بر خط ۱ اولویت داده می‌شد و گروه‌های شهری دسترسی بیشتری به این خط داشتند؛ بنابراین، با

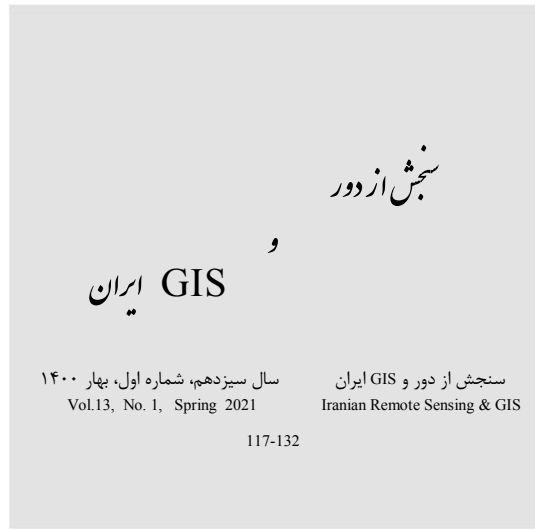
بهره‌برداری از این خط، تاحدودی هزینه‌های توسعه و راه‌اندازی سایر خطوط حاصل می‌شد.

براساس نتایج این پژوهش، پیشنهاد می‌شود که در تحقیقات آتی، سیستم حمل‌ونقل همگانی شهر اصفهان، یعنی شبکه اتوبوس‌رانی (شبکه BRT و اتوبوس معمولی داخل‌شهری) و شبکه مترو، به‌صورت جامع و از دو منظر افقی و عمودی، بررسی شود. همچنین، می‌توان با استفاده از تلفیق مدل‌های رگرسیونی، به‌ویژه روش‌های رگرسیون وزنی جغرافیایی (GWR)، و میزان مسافر جابه‌جاشده با ناوگان حمل‌ونقل عمومی، مهم‌ترین طبقات و گروه‌های استفاده‌کننده از شبکه مترو را شناسایی و با به‌کارگیری مدل‌های عدالت مکانی (عمودی)، میزان دسترسی این گروه‌ها را به این شبکه ارزیابی کرد.

۷- منابع

- Currie, G., 2004, **Gap Analysis of Public Transport Needs: Measuring Spatial Distribution of Public Transport Needs and Identifying Gaps in the Quality of Public Transport Provision**, Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 1895(1), PP. 137-146.
- Currie, G., 2010, **Quantifying Spatial Gaps in Public Transport Supply Based on Social Needs**, Journal of Transport Geography, 18(1), PP. 31-41.
- Currie, G. & Wallis, I., 1992, **Determining Priorities for Passenger Transport Funding: The Needs Assessment Approach**, Papers of the Australasian Transport Research Forum, October 1992, Canberra, Vol. 17, Part 1.
- Delbosc, A. & Currie, G., 2011, **Using Lorenz curves to assess public transport equity**, Journal of Transport Geography, 19(6), PP. 1252-1259.
- Forester, J. & Krumholz, N., 1990, **Making Equity Planning Work: Leadership in the Public Sector**, Temple University Press New York.

- Guzman, L.A., Oviedo, D. & Rivera, C., 2017, **Assessing Equity in Transport Accessibility to Work and Study: The Bogotá Region**, Journal of Transport Geography, 58, PP. 236-246.
- Hay, A., 1993, **Equity and Welfare in the Geography of Public Transport Provision**, Journal of Transport Geography, 1(2), PP. 95-101.
- Jang, S., An, Y., Yi, C. & Lee, S., 2016, **Assessing the Spatial Equity of Seoul's Public Transportation Using the Gini Coefficient Based on its Accessibility**, International Journal of Urban Sciences, 21(1), PP. 91-107.
- Kwan, M.P., 1998, **Space-Time and Integral Measures of Individual Accessibility: A Comparative Analysis Using a Point-Based Framework**, Geographical Analysis, 30(3): PP. 191-216.
- Lee, S., Yi, C. & Hong, S.P., 2013, **Urban Structural Hierarchy and the Relationship between the Ridership of the Seoul Metropolitan Subway and the Land-Use Pattern of the Station Areas**, Cities, 35, PP. 69-77.
- Litman, T., 2005, **Evaluating Transportation Equity-Methods for Incorporating Distributional Impacts into Transport Planning**, Victoria Transport Policy Institute.
- Litman, T., 2017, **Introduction to Multi-Modal Transportation Planning**, Victoria Transport Policy Institute Canada.
- Litman, T., 2002, **Evaluating Transportation Equity**, World Transport Policy and Practice, 8(2), PP. 50-65.
- Monzón, A., Ortega, E. & López, E., 2013, **Efficiency and Spatial Equity Impacts of High-Speed Rail Extensions in Urban Areas**, Cities, 30, PP. 18-30.
- Murray, A.T. & Davis, R., 2001, **Equity in Regional Service Provision**, Regional Science, 41(4), PP. 557-600.
- Ricciardi, A.M., Xia, J.C. & Currie, G., 2015, **Exploring public transport equity between separate disadvantaged cohorts: a case study in Perth, Australia**, Journal of Transport Geography, 43, PP. 111-122.
- Yao, X., 2007, **Where Are Public Transit Needed – Examining Potential Demand for Public Transit for Commuting Trips**, Computers, Environment and Urban Systems, 31(2), PP. 535-550.
- Wu, B.M. & Hine, J., 2003, **A PTAL Approach to Measuring Changes in Bus Service Accessibility**, Transport Policy, 10(4), PP. 307-320.



The Access to the City's Rail Transport Network Using the Gini Index and Curve Lorenz in Horizon 2031

Matkan A.A.¹, Vafaeinezhad A.R.², Baharloo I.^{3*}, Khademolhoseini A.⁴

1. Prof. of Faculty of Earth Science, GIS & RS Research, Shahid Beheshti University
2. Assistant Prof., Faculty of Civil, Water and Environmental Engineering, Shahid Beheshti University
3. Ph.D. Student of GIS, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran
4. Associate Prof., Faculty of Geography, Islamic Azad University, Najafabad Branch, Isfahan

Abstract

One of the most important modes of public transport is the metro transport network, which has a significant impact on reducing traffic and air pollution. On the other hand, due to the exorbitant costs of setting up the metro network, step-by-step development with the operation of one line and the implementation of other lines is of interest by urban managers. Therefore, the aim of this study is to investigate the extent of access to Isfahan metro network in the horizon of 1410 with the spatial equity approach from both horizontal and vertical aspects in 5 social classes using Gini coefficient indicators, Lorenz curve, service (supply) level index of public transportation and access. What distinguishes this research from the other similar studies is the investigation of access to the network of each metro line and finally all the lines and the estimation of population growth up to the horizon of 1410, which plays a significant role in the decisions of urban planners to develop other modes of urban transportation. The results of this study showed that Gini coefficients in access to the metro network in Isfahan in the study of horizontal equity are higher than the vertical equity, which shows a great injustice in the distribution of access of sensitive and needy groups to the metro network. So that the Gini coefficient in citizen's access to all lines in horizontal equity is 0.42 and in vertical equity in 5 classes including people over 60 years, under 15 years, without private cars, immigrants and households with an area of less than 50 square meters are 0.45, 0.49, 0.5, 0.54 and 0.6, respectively.

Keywords: Spatial equity, Metro, Gini coefficient, Lorenz curve, Access.

* Correspondence Address: Department of Remote Sensing and GIS Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran, Tell: +989132690114
Email: iman.baharloo@gmail.com