فصلنامه مهندسی حمل و نقل، دوره ۱۳، شماره ٤، تابستان ۱٤۰۱، ص. ۲۰۷۹-۲۰٦٥
مقاله پژوهشی

ارزیابی چالش‌های حمل‌ونقلی توسعه زیرساخت‌های انسان‌محور در شهرها همراه با مطالعه موردی

علیرضا ماهپور (مسئول مکاتبات)، استادیار، دانشکده مهندسی عمران، آب و محیط زیست، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
E-mail: a_mahpour@sbu.ac.ir
مهدی محمدی، استادیار، گروه مهندسی عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران

دریافت: ۱۳۹۹/۰٦/۰۳ پذیرش: ۱٤۰۰/۰٦/۳۱

چکیده

در گذشته برای طراحی زیرساخت شبکه حمل‌ونقل شهری تنها خودروها به عنوان معیار طراحی قرار گرفته‌اند و تمام پارامترهای طراحی شبکه معابر شهری صرفا با توجه به مشخصات وسایل نقلیه استخراج شده است. با معرفی و توسعه پیاده‌راه به عنوان یک زیرساخت انسان‌محور در مجموعه شبکه معابر شهری، طراحی و حتی تبدیل معابری که قبلا صرفا برای وسایل نقلیه طراحی شده بودند به این نوع از زیرساخت‌ها توسعه یافت. این در حالی است که تبدیل بخش‌هایی از شبکه معابر شهری به معابری برای استفاده اختصاصی عابرین پیاده یا به عبارت ساده‌تر پیاده‌راه‌سازی با توجه به ایجاد برخی محدودیت‌ها در سطح شبکه و به خصوص در معابر اطراف پروژه همواره باعث بروز مشکلات مختلف شده است. با این وجود استفاده از روش‌های علمی حمل‌ونقل می‌تواند مانع از بروز مشکلات این‌چنینی در پروژه‌های مذکور شود. هدف عمده این تحقیق ارزیابی تاثیرات ایجاد زیرساخت انسان‌محور در سطوح شبکه و پروژه و کاهش تاثیرات منفی احتمالی آن در راستای افزایش شانس موفقیت این نوع پروژه‌ها است. در همین راستا با انجام مدلسازی در دو سطح کلان‌نگر و خردنگر تبدیل معابر سواره‌رو به زیرساخت پیاده‌روی هم در سطح شبکه و هم در سطح پروژه مورد بررسی قرار گرفت. مطابق نتایج تحقیق ایجاد زیرساخت پیاده‌روی در سطح شبکه با تبدیل معبر سواره‌رو به پیاده‌راه موجب افزایش ۲ درصدی در میزان سفر و نیز افزایش ۱,۵ درصدی مجموع آلاینده‌های تولید شده در سطح شبکه شده و از طرفی باعث کاهش حدود ۱ درصدی در میزان تأخیر کل شبکه می‌شود. علاوه بر این باعث کاهش سرعت و افزایش تأخیر در سطح پروژه می‌شود که با برخی اقدامات اصلاحی پیشنهادی می‌توان مقادیر کاهش سرعت و افزایش تأخیر را در راستای موفقیت این نوع پروژه‌ها متعادل کرد.

واژه‌های کلیدی: زیرساخت انسان‌محور، توسعه، شبکه شهری، مدلسازی، پیاده‌راه‌سازی

۱. مقدمه

رشد و توسعه شهرنشینی، افزایش جمعیت و به تبع آن افزایش تعداد وسایل نقلیه عبوری از معابر شهر را به دنبال دارد [Soni & Soni, 2016]. در کشورهای در حال توسعه، به دلیل فقدان زیرساخت‌های مناسب حمل‌ونقلی، تراکم جمعیتی و شغلی در مراکز شهرها وجود دارد که نتیجه آن بالا رفتن ارتفاع ساختمان‌ها در مراکز تجاری شهرها، حجم بالای سفرهای روزانه، ترافیک بالای خودروها، اتلاف وقت و انرژی شهروندان، اتلاف منابع ملی، آلودگی هوا و بسیاری مشکلات دیگر است که راه رسیدن به توسعه پایدار را دشوار ساخته است [Siafzadeh & Pouladvand, 2018].

از آنجایی که زیرساخت‌های شبکه حمل‌ونقل شهری در گذشته عموما برای وسایل نقلیه محدود طراحی شده‌است، تراکم ترافیک به یکی از معضلات اساسی شهرهای بزرگ و در حال رشد و توسعه تبدیل شده است. از طرفی نیازهای سایر شهروندان و کاربران سیستم حمل‌ونقل شهری نظیر عابرین پیاده و دوچرخه‌سواران چندان مورد توجه قرار نگرفته و بخش عمده کاربری‌های عمومی شهرها به خودروها اختصاص یافته است که این امر علاوه بر ایجاد مشکلاتی نظیر آلودگی هوا، تراکم ترافیک و کاهش ایمنی موجبات نارضایتی شهروندان را نیز فراهم آورده است.

با افزایش مخالفین سلطه وسایل نقلیه موتوری به معابر شهری، توسعه زیرساخت‌های حمل‌ونقل انسان‌محور بیش از پیش مورد توجه محققین و مسئولین شهری قرار گرفت و طرح‌های مختلفی برای کاهش سلطه ماشین‌ها بر معابر شهری مورد بحث و بررسی قرار گرفت. شهرهای سراسر جهان در حال معرفی استراتژی‌هایی هستند که خیابان‌ها را برای اولویت دادن به عابران پیاده و فضاهای عمومی بازطراحی کنند [Kelly, 2019]. یکی از این طرح‌ها تبدیل خیابان‌ها به معابری برای استفاده اختصاصی عابرین پیاده بوده که بسیار مورد توجه محققین، مسئولین و شهروندان قرار گرفته است [Feriel, 2020]. بهبود کیفیت زندگی شهری از طریق ایجاد زیرساخت‌های حمل‌ونقل انسان‌مدار یکی از دغدغه‌های جدید مسئولین شهری است. این در حالی است که تبدیل خیابان‌ها به معابری برای استفاده اختصاصی عابرین پیاده یا به عبارت ساده‌تر پیاده‌راه‌سازی با توجه به ایجاد برخی محدودیت‌ها در سطح شبکه معابر شهری و به خصوص در معابر اطراف پروژه همواره موجب بروز مشکلات مختلف نظیر نارضایتی ساکنین اطراف محل پروژه، نارضایتی کاربران قبلی ناشی از انسداد معبر و احتمالا افزایش زمان سفر آنان و نیز ایجاد تغییرات در شبکه معابر شهری و انتقال ترافیک عبوری از معبر به معابر و تقاطعات اطراف می‌شود.

تبدیل خیابان‌ها به معابری برای استفاده اختصاصی عابرین پیاده به دلیل تاثیرات متنوعی که در زندگی و فعالیت‌های اجتماعی و اقتصادی ساکنین، کاربران و شهروندان دارد همواره با چالش‌های بسیاری مواجه بوده است که در برخی از موارد حتی منجر به شکست این پروژه‌ها و تبدیل مجدد این معابر به خیابان شده است. در کنار مباحث و مقاومت‌های اجتماعی موجود در ایجاد این معابر مباحث ترافیکی یکی از عمده‌ترین دلایل شکست این پروژه‌ها می‌تواند باشد. از طرفی با توجه به اینکه ماهیت این پروژه‌ها بیشتر تحت تأثیر مباحث شهرسازی می‌باشد، لذا در مواردی مباحث حمل‌ونقلی و ترافیکی در برخی از این پروژه‌ها مغفول واقع شده و به یکی از مشکلات عمده در مسیر موفقیت این پروژه‌ها تبدیل می‌شود. هدف عمده این تحقیق ارزیابی تأثیرات ایجاد زیرساخت انسان‌محور در سطوح خرد و کلان در شبکه شهری و کاهش تأثیرات منفی احتمالی آن در راستای افزایش شانس موفقیت این نوع پروژه ها است.

در ادامه تحقیق مروری بر تحقیقات انجام‌یافته در گذشته ارائه شده و در بخش سوم روش‌شناسی تحقیق شامل معرفی معبر مورد مطالعه، روش جمع‌آوری اطلاعات و روش مدلسازی و شبیه‌سازی مورد استفاده در این تحقیق بیان شده است. در بخش چهارم نتایج حاصل از تحقیق در دو سطح شبکه و پروژه به تفکیک و تفصیل ارائه شده است. در بخش انتهایی نیز بحث و نتیجه‌گیری پیرامون نتایج به‌دست آمده در روند تحقیق ارائه شده است.

۲. مروری بر ادبیات تحقیق

منشأ ایده استفاده از پیاده‌راه به عنوان زیرساخت شهری را می‌توان در اوج جنبش مدرنیته در طول جنگ جهانی دوم در اروپا و آمریکای شمالی جستجو کرد [Hess et al., 2019; Kelly, 2019]. مفهوم پیاده‌راه از حدود سال ۱۹۵۰ میلادی برای کاهش بار ترافیک خیابان‌های قدیمی و مرکزی شهرها برای رقابت با حومه‌های شهری مطرح شد و با توجه به ساختار جدید شهرهای آمریکا در این کشور چندان مورد توجه قرار نگرفت؛ اما در مراکز شهری کشورهای اروپایی که از بافت متراکم جمعیتی و ترافیکی رنج می‌بردند مورد استقبال قرار گرفت [Habibi & Haghi, 2018].

پیاده‌راه‌سازی در ابتدا به عنوان یک طرح مهندسی منفک از سیستم شهری مطرح شده بود [Uhlig, 1979; Iranmanesh, 2008]. این در حالی است که پیاده‌راه به عنوان بخشی از زیرساخت شبکه معابر شهری، به شدت با نحوه عملکرد یک شهر مرتبط است. لذا این مدل در تجربه‌های ثانویه با تغییر دیدگاه کارکردگرا[1] به جامعه پست مدرن با رفاه نسبی شهروندان[2] دچار تغییرات بنیادین شد. در نتیجه شخصیت جدیدی برای معابر و پیاده‌راه‌ها در مجموعه شهری تعریف شد [Gruen & Baldauf, 2017]. از طرفی دیگر در ابتدا پیاده‌راه‌سازی عموما محدود به معابری بود که بیشترین تمرکز مراکز تجاری و در نتیجه حجم عابرین پیاده را به خود اختصاص می‌دادند [Chiquetto, 1997]. به عبارت دیگر پیاده‌راه به عنوان مرکز خریدی برای حومه‌نشینان شهر طراحی می‌شد [Altunbas, 2006]. در چنین شرایطی افزایش طول معابر پیاده‌راهی به عنوان یک نکته منفی در امر پیاده‌راه‌سازی مطرح بود و چنین استدلال می‌شد که مسافت‌ها برای شهروندان طولانی است و عابرین نمی‌توانند در این مسافت‌ها بدون استفاده از وسایل نقلیه موتوری پیاده‌روی کنند. اما در ادامه مقبولیت و گسترش محبوبیت معابر پیاده‌راهی سیاست‌گذاران و مسئولین شهری را بر آن داشت تا گام به گام پیاده‌راه‌ها را توسعه دهند[Hodkinson & Arup, 2016].

مدل جدیدی که یک محوطه تاریخی یا تفریحی در مرکز شهر را به عنوان اتاق نشیمن شهری برای شهروندان تبدیل می‌کرد برای اولین بار در جریان بازی‌های المپیک شهر مونیخ آلمان در سال ۱۹۷۲ ارائه شد و با استقبال بسیار خوب شهروندان و گردشگران مواجه شد [H.Yassin, 2019]. این مدل بر اساس ایجاد سبک زندگی شهری مبتنی بر اوقات فراغت و تفریح که در طرح "آینده‌ای برای گذشته ما"[3] در سال ۱۹۷۵ در اروپا ارائه شد، گسترش بیشتری یافت.

در ادامه بسیاری از شهرهای جهان با اجرای طرح‌ها و اقدامات مختلف، بسته به هدف خود، حرکت خود را از خودرومحوری به دسترسی مناسب برای عابران پیاده و ایجاد زیرساخت پیاده‌روی تغییر دادند [Ewing & Handy, 2009]. مزایای بسیار زیاد توسعه زیرساخت پیاده‌روی به خصوص در مراکز متراکم شهری در سال‌های اخیر توجه مسئولین شهری را به خود جلب کرده است و پروژه‌های متنوعی در شهرهای مختلف جهان اجرا شده است. با شروع اجرای این پروژه‌ها چالش‌های متنوعی

نیز به وجود آمده است که حتی در برخی از موارد موجب شکست این پروژه‌ها شده است. در کنار تمام مزایایی که تبدیل خیابان‌ها به معابر پیاده‌راهی دارد، برخی از شهرها با موانع متعددی در مسیر پیاده‌راه‌سازی مواجه بوده‌اند که عمدتا شامل موانع سیاسی [Feriel, 2020]، امنیتی [Ashour & Braker, 2020]، اجتماعی [Uzunoğlu & Uzunoğlu, 2020; Tobon et al., 2018]، فنی [Sánchez et al., 2021; Islam, 2019]، یا اقتصادی [ElFouly & Ghaly, 2017; Parajuli & Pojani, 2018] می‌شود.

یکی از عمده‌ترین چالش‌های تبدیل خیابان‌ها به پیاده‌راه تأثیر این تبدیل در شبکه شهری و نیز تاثیرات ترافیکی به خصوص در معابر و تقاطعات اطراف پروژه است [Iliopoulou, 2020]. از طرفی با توجه به ماهیت چندگانه حمل‌ونقل و ترافیک [Mintsis et al., 2016] بروز هرگونه مشکل حمل‌ونقلی و یا ترافیکی در اثر تبدیل خیابان به پیاده‌راه، خود می تواند تبعات اجتماعی، اقتصادی و حتی امنیتی در شهرها ایجاد کند [Paulina & Wong, 2020].

عمدتا پروژه‌های پیاده‌راه‌سازی توسط مهندسین و متخصصان شهرساز طراحی و اجرا می‌شود و عدم توجه به ملاحظات حمل‌ونقل و ترافیک می‌تواند باعث بروز مشکلات گسترده و تحمیل هزینه‌های کلان مادی و معنوی نظیر آنچه که در پاراگراف‌های قبل بیان شد، شود. به همین جهت توجه به تاثیرات حمل‌ونقلی و ترافیکی پروژه‌های پیاده‌راه‌سازی می‌تواند با کاهش چالش‌ها و هزینه‌های آتی، موجب بهبود این پروژه‌ها شده و شانس موفقیت این پروژه‌ها را افزایش دهد. لذا در این تحقیق تلاش شده است با بررسی جنبه‌های حمل‌ونقلی و ترافیکی یک پروژه احداث پیاده‌راه مشکلات حمل‌ونقلی احتمالی ناشی از این تغییر شناسایی شده و با ارائه راهکارهای علمی احتمال موفقیت این پروژه‌ها در راستای توسعه حمل‌ونقل انسان‌محور را بالا رود.

۳. روش تحقیق

در اغلب موارد طرح‌های پیاده‌راه‌سازی در قالب مطالعات شهرسازی موردنظر مسئولین شهری قرار می‌گیرد و صرفا پارامترهای مرتبط با شهرسازی در روند مطالعات در نظر گرفته می‌شود. همین امر موجب بروز برخی مشکلات نظیر مشکلات حمل‌ونقلی و ترافیکی در زمان بهره‌برداری از این معابر می‌شود که حتی در برخی موارد موجب شکست این پروژه‌ها نیز شده است. مطلبی که در این تحقیق بر آن تاکید شده است لزوم استفاده از راهکارهای علمی حمل‌ونقلی و ترافیکی در مطالعات این دست پروژه‌ها به منظور افزایش شانس موفقیت آنها است.

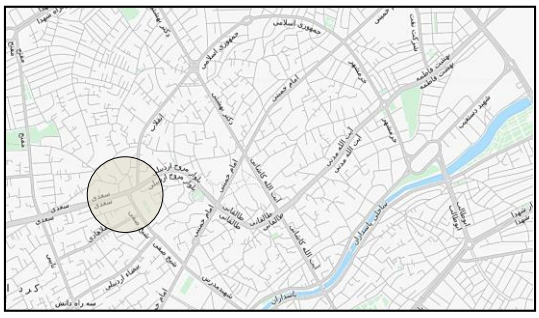
در این تحقیق به منظور بررسی چالش های حمل‌ونقلی ایجاد زیرساخت پیاده‌راهی از روش مطالعه میدانی و مدلسازی رایانه‌ای استفاده شده است. در همین راستا برای ارزیابی تاثیر تبدیل خیابان‌ها به زیرساخت پیاده‌راهی یکی از آخرین معابر پیاده‌راهی احداث شده در ایران مورد بررسی قرار گرفته است.

برای انجام این تحقیق نیاز بود تا معبری انتخاب شود که امکان برداشت میدانی داده‌های مورد نیاز قبل و بعد از اجرای طرح فراهم باشد. همچنین دسترسی به مدل شبکه معابر و اطلاع نویسندگان از طرح قبل از اجرای آن از دلایل دیگر انتخاب این معبر در شهر اردبیل برای روند تحقیق بود.

۳-۱ معبر موردمطالعه

پیاده‌راه اسفریس در بهار ۱۳۹۸ در بافت تاریخی شهر اردبیل و در جوار بقعه شیخ صفی الدین اردبیلی با تغییر کاربری قطعه‌ای از خیابان شیخ‌صفی حد فاصل خیابان بیضای اردبیلی و تقاطع عالی‌قاپو ایجاد شد. این معبر در محدوده مرکزی شهر اردبیل واقع شده است. در شکل ۱ موقعیت این پیاده‌راه در شبکه معابر شهر

اردبیل و در شکل ۲ تصویری از این پیاده‌راه در قبل و بعد از احداث نشان داده شده است. ایجاد فضایی سرزنده و پویا با بالاترین حد تعاملات اجتماعی و فرهنگی، افزایش عمق دید محوطه سنتی و تاریخی عالی‌قاپو، امکان ایجاد فضاهای عمومی برای برگزاری مراسم در مناسبت‌های خاص مانند ایام محرّم و ایجاد تنوع در مبلمان شهری و محیط اطراف پیاده‌راه‌ها و حذف علایم و موانع ترافیکی را می‌توان از جمله نکات مثبت احداث این پیاده‌راه بیان کرد.



شکل ۱ موقعیت پیاده راه اسفریس در شبکه معابر شهری اردبیل

الف) قبل از احداث

ب) بعد از احداث

شکل ۲ تصاویر تبدیل معبر سواره‌رو به زیرساخت پیاده‌روی

۳-۲ داده‌ها

در این تحقیق با برداشت میدانی داده‌های ترافیکی قبل و بعد از احداث این معبر و در چهارچوب مدل ترافیکی شبکه شهر اردبیل که در قالب مطالعات جامع حمل‌ونقل و ترافیک شهر اردبیل به‌دست آمده بود، تاثیر تبدیل این معبر به زیرساخت پیاده‌روی از جنبه پارامترهای حمل‌ونقلی و ترافیکی مورد بررسی قرار گرفته و راهکارهای ترافیکی برای افزایش رضایتمندی کاربران و شهروندان محدوده حوزه نفوذ این پیاده‌راه ارائه شده است. به منظور آشنایی بیشتر با وضعیت ترافیکی معبر مورد مطالعه و معابر حوزه نفوذ آن، داده‌های مورد نیاز در دو حالت قبل و بعد از احداث پیاده‌راه از طریق آماربرداری برداشت شد. برای این منظور داده‌ها و اطلاعات قبل از احداث معبر در آبان ۱۳۹۷ به صورت میدانی برداشت شد. همچنین با توجه به اینکه کاربری این معبر در اواسط بهار ۱۳۹۸ از سواره‌رو به پیاده‌راه تبدیل شد، مطالعات و برداشت میدانی ٦ ماه بعد از احداث پیاده‌راه و در آبان ۱۳۹۸ انجام گرفت. برداشت اطلاعات در ساعت اوج ترافیک انجام شد. در این تحقیق با توجه به بازدیدهای میدانی، شناخت ترافیکی شهر و نیز مصاحبه با کارشناسان بومی ترافیکی، ساعت ۱۹ تا ۲۰ به عنوان ساعت اوج عصر مبنای برداشت اطلاعات قرار گرفت. اطلاعات تردد وسایل نقلیه در ساعت اوج ترافیک قبل و بعد از احداث پیاده‌راه شامل حجم تردد، سرعت تردد، سرفاصله عبور، مشخصات تقاطعات چراغدار حوزه نفوذ معبر مورد مطالعه، فازبندی چراغ راهنمایی حوزه نفوذ معبر مورد مطالعه و طول صف در تقاطعات چراغدار حوزه نفوذ معبر مورد مطالعه برداشت و در مراحل مدلسازی و شبیه‌سازی مورد استفاده قرار گرفت. همچنین اطلاعات هندسی معبر اصلی و معابر حوزه نفوذ، محل ایستگاه‌های حمل‌ونقل همگانی، خطوط حل‌ونقل همگانی، اطلاعات پارکینگ‌های حاشیه‌ای و متمرکز حوزه نفوذ، اطلاعات

دسترسی‌های مورد نیاز کاربری‌ها و نیز اطلاعات کلی الگوی کاربری‌ها در حوزه نفوذ به منظور استفاده در روند مطالعه و شبیه‌سازی برداشت شد.

۳-۳ مدلسازی و شبیه‌سازی

برای بررسی تاثیرات حمل‌ونقلی و ترافیکی پروژه‌های شهری دو دیدگاه کلان‌نگر و خردنگر مطرح است [Qing, 2017]. در دیدگاه کلان‌نگر بررسی تاثیر پروژه در شبکه معابر شهری مورد بحث است ولی در دیدگاه خردنگر تاثیر پروژه به صورت خاص‌تر در معابر و تقاطعات حوزه نفوذ اجرای پروژه مورد بررسی قرار می‌گیرد [Derek & Tony, 2011]. مدل‌ها و روش‌های متنوعی برای کمّی و فرموله‌کردن جریان ترافیک در معابر شهری توسط محققین مختلف ارائه و مورد ارزیابی قرار گرفته است [Dakic et al., 2020; Gurram et al. 2019; Pelorosso, 2020; Feng & Tong, 2020; Strulak-Wójcikiewicz & Lemke, 2019]. در بین تمام روش‌های موجود، روش مدلسازی و شبیه‌سازی رایانه‌ای به دلیل وجود فضای کاربری مناسب و نیز خروجی‌های گرافیکی متنوع به عنوان روش بسیار مناسبی در کارهای تحقیقاتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این بین روش‌ها و نرم‌افزارهای مختلفی نیز برای شبیه‌سازی جریان ترافیک شهری توسعه یافته است که این نرم‌افزارها نیز بر اساس اینکه در سطوح کلان‌نگر یا خردنگر کاربرد داشته باشند متفاوت هستند. با توجه به هدف این تحقیق که بررسی تاثیر ایجاد زیرساخت پیاده‌روی در سطح شبکه و سطح پروژه است، لازم است تا مدلسازی و شبیه‌سازی جریان هم توسط روش‌ها و نرم‌افزارهای کلان‌نگر و هم توسط روش‌ها و نرم‌افزارهای خردنگر انجام گردد. همچنین با توجه به ماهیت متفاوت دو روش، متغیرهای مورد استفاده برای سطح شبکه و نیز متغیرهای مورد استفاده برای سطح پروژه می‌بایست شناسایی و بسته به کاربرد انتخاب شوند. در همین راستا با استفاده از مطالعه میدانی قبل و بعد، و مدلسازی و شبیه‌سازی رایانه‌ای تاثیر تبدیل این معبر به زیرساخت پیاده‌روی از دو جنبه کلان‌نگر و خردنگر مورد ارزیابی قرار گرفت.

از میان نرم‌افزارهای موجود برای مدلسازی حمل‌ونقل در شبکه معابر شهری نرم‌افزار VISUM به عنوان پرکاربردترین نرم‌افزار در سطح دنیا شناخته شده است و توسط کابران کشورهای مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد. این نرم‌افزار سریع‌ترین نرم‌افزار برنامه ریزی حمل و نقل در جهان با بررسی خطاهای داخلی است. شرکت PTV ادعا می‌کند این نرم‌افزار پس از ٤٠ سال تحقیق و توسعه و دارا بودن بیش از ده هزار کاربر قانونی، نرم افزار برنامه‌ریزی حمل‌ونقل پیشرو در جهان است. مطابق با اقبال جهانی به استفاده از این نرم‌افزار برای مدلسازی شبکه‌حمل‌ونقلی شهرها، در ایران نیز عموما این نرم‌افزار در روند انجام مطالعات جامع حمل‌ونقل و ترافیک شهرها استفاده می‌شود. به همین ترتیب ساخت مدل شبکه معابر شهر اردبیل در قالب مطالعات جامع حمل‌ونقل و ترافیک نیز در بستر این نرم‌افزار انجام شده بود. لذا در این تحقیق نیز برای ارزیابی تاثیرات ایجاد زیرساخت انسان‌محور در سطح شبکه نرم‌افزارکلان‌نگر VISUM مورد استفاده قرار گرفت.

علاوه بر این با توجه به حساسیت‌های موجود میان ساکنین و کاربران محدوده مورد مطالعه برای تبدیل به زیرساخت پیاده‌روی، حوزه نفوذ عمده طرح تعریف شده و در قالب نرم‌افزار خردنگر VISSIM که کاملا هماهنگ با نرم‌افزار کلان‌نگر VISUM است، تاثیرات دقیق‌تر این اقدام مورد بررسی قرار گرفت.

٤. نتایج

با آمار برداری قبل و بعد از اجرای پروژه مدل شبکه شهر اردبیل به روزرسانی شد. ابتدا کل شبکه شهری اردبیل در نرم‌افزار

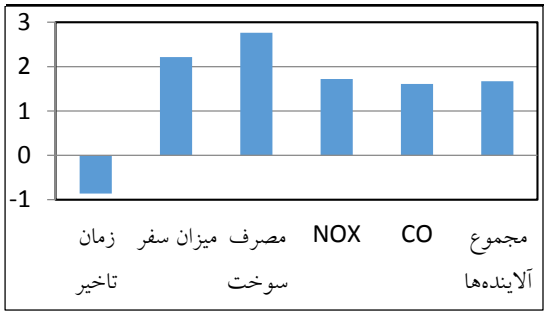
VISUM اجرا شد و تاثیر ایجاد پیاده‌راه اسفریس در شبکه شهری اردبیل مورد بررسی قرار گرفت. سپس با تعریف حوزه نفوذ ۵۰۰ متری برای معابر اطراف معبر مورد نظر در نرم‌افزار VISSIM مدل شبکه حوزه نفوذ اجرا و نتایج حاصل از تبدیل معبر به پیاده‌راه استخراج شد.

٤-١ ارزیابی تاثیر کلان‌نگر احداث زیرساخت پیاده‌روی

مدلسازی شبکه معابر شهری اردبیل در قالب مدل مطالعات جامع حمل‌ونقل و ترافیک شهر اردبیل که در سال ۱۳۹۵ توسط مهندسین مشاور توسعه راه‌آهن ایران (مترا) به اتمام رسیده است، انجام گرفت. در نتایج مطالعات جامع ترافیک و حمل‌ونقل شهر اردبیل، برخی تغییرات در سطح شبکه معابر این شهر برای افق‌های کوتاه و بلندمدت پیش‌بینی شده بود. با توجه به اینکه برخی از این طرح‌ها تا قبل از احداث پیاده‌راه اجرایی شده بود، به منظور به‌روزرسانی مدل مطالعات جامع تغییرات شبکه شامل ایجاد معابر و تقاطعات جدید، اصلاح هندسی معابر و تقاطعات شبکه، تغییرات در سیستم حمل‌ونقل عمومی شهر و تغییرات در مدیریت ترافیک معابر شهر ایجاد شد و مدل به دست آمده یک بار برای حالت قبل و یک بار برای حالت بعد از احداث زیرساخت پیاده‌روی اسفریس اجرا گردید. پارامترهای زمان تاخیر در کل شبکه، میزان سفر در کل شبکه، میزان آلاینده NOX تولید شده توسط وسایل نقلیه در کل شبکه، میزان آلاینده CO تولید شده توسط وسایل نقلیه در کل شبکه و مجموع آلاینده‌های تولید شده توسط وسایل نقلیه در کل شبکه از خروجی‌های مدل در دو حالت قبل و بعد از اجرای زیرساخت پیاده‌روی در جدول ۱ ارائه شده است. میزان تاثیر احداث زیرساخت پیاده‌روی در پارامترهای فوق‌الذکر در سطح شبکه شهری اردبیل در نمودار شکل ۳ ارائه شده است.

جدول ۱ نتایج مدلسازی شبکه شهری قبل و بعد از احداث زیرساخت پیاده‌روی اسفریس

معیار	واحد	قبل	بعد
زمان تاخیر	خودرو – ساعت	۷۱۳/۰۹	۷۰٦/۹۵
میزان سفر	خودرو – کیلومتر	۱۸۹۲٦٦,۵	۱۹۳٤۵۹/۹
میزان مصرف سوخت	لیتر	۱۸۰۷۹/۰۱	۱۸۵۷۸/۵۳
میزان NOX تولید شده	گرم	۱٦٦۰۲۸	۱٦۸۸۸٦
میزان CO تولید شده	گرم	۹۳٤٤۷۱۸	۹٤۹۵۲۰۰
مجموع آلاینده‌ها	تن	۱۱/۱۹	۱۱/۳۷



شکل ۳ تاثیر احداث زیرساخت پیاده‌روی اسفریس در سطح شبکه

مطابق با جدول ۱ و شکل ۳ زمان تاخیر در کل شبکه با تبدیل معبر سواره‌رو به زیرساخت پیاده‌روی کاهش یافته است. دلیل این امر میتواند ناشی از کاهش میل شهروندان به ورود به محدوده مرکزی شهر و افزایش استفاده آنها از معابر بزرگراهی و کمربندی شهر در سفرهای خود باشد. علاوه بر این میزان سفر در کل شبکه شهر با احداث پیاده‌راه افزایش داشته است. این امر نیز می‌تواند ناشی از افزایش طول سفر شهروندان به دلیل تغییر الگوی سفر در استفاده از معابر بزرگراهی به جای خیابان‌های محدوده معبر مورد مطالعه و نیز جذب سفر پیاده‌راه ایجاد شده باشد. همچنین میزان آلاینده‌های تولید شده توسط وسایل نقلیه در کل شبکه با تبدیل معبر سواره‌رو به زیرساخت پیاده‌روی افزایش داشته است که می‌تواند ناشی از افزایش طول سفرهای

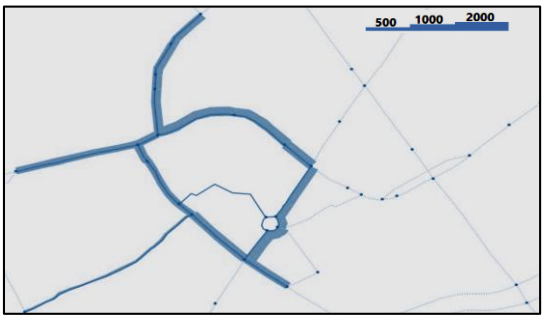
شهری و در نتیجه افزایش میزان مصرف سوخت در محدوده شهر مورد مطالعه باشد.

٤- ٢ ارزیابی تاثیر خردنگر احداث زیرساخت پیاده‌روی

انسداد یک مسیر سواره‌رو در قلب شبکه یک شهر که سال‌ها محل عبور شهروندان در سفرهای خود بوده است مسلما می‌تواند باعث کاهش کیفیت سرویس‌دهی سایر معابر شبکه شود. با این وجود همانطور که نتایج مدلسازی در سطح کل شبکه در بررسی قبل و بعد در بخش قبل نشان داد، تاثیر چشم‌گیری در سطح شبکه شهری ایجاد نشد. با این وجود برای بررسی دقیق‌تر تاثیر احداث این پیاده‌راه در معابر اطراف به خصوص برای بررسی کیفیت سرویس‌دهی معابر این بخش از شبکه جدا از سایر بخش‌ها، در ادامه تحقیق با استفاده از شبیه‌سازی معابر اطراف در ابعاد کوچکتر مورد نظر قرار گرفت. برای ارزیابی شبکه در ابعاد کوچک، معابر محدوده ۵۰۰ متری معبر مورد مطالعه به عنوان حوزه نفوذ انتخاب شد و مدل شبکه در نرم‌افزار VISSIM ساخته شد. در شبیه‌سازی خردنگر جزئیات بیشتر مانند سیکل‌های چراغ‌های راهنمایی و رفتارهای رانندگی به مدل کل شبکه در حوزه نفود تعریف‌شده افزوده و تلاش شد تا نتایجی مشابه با واقعیت به دست آید. شرایط قبل و بعد از احداث زیرساخت پیاده‌روی بعد از مدل شدن در نرم‌افزار VISSIM، با استفاده از داده‌های سرعت و طول صف برداشت شده از مطالعات میدانی قبل و بعد، با توجه به شرایط موجود در هر قسمت از حوزه نفوذ مطالعات، با دقت ۹۵٪ کالیبره شد. به عنوان نمونه میانگین طول صف در برداشت‌های مختلف مرحله آماربرداری ٤,٦٧ خودرو در پشت چراغ قرمز ضلع غربی معبر مورد مطالعه (با فرض طول ۵,۵ متر برای هر خودرو، طول صف ۲۵,٦۸۵ متر) به دست آمده بود که این مقدار در نرم افزار ۲۵ متر به‌دست آمد که در این مورد نشان از دقت ۹۷,۳۳ درصدی شبیه‌سازی است. در تمام معابر و صف های موجود در حوزه نفوذ به طریق مشابه نتایج آماربرداری و خروجی نرم افزار باهم مقایسه شد که دقت ۹۵ درصد کالیبراسیون مدل ها تایید شد.

شبکه معابر حوزه نفوذ معبر مورد مطالعه در شکل ٤ نشان داده شده است. با شبیه‌سازی جریان ترافیک در این معابر حجم ترافیک قبل و بعد از احداث زیرساخت پیاده‌روی به منظور اعتبارسنجی داده‌های برداشت‌شده میدانی استخراج شد که در شکل ۵ نشان داده شده است.سرعت حرکت در شبکه یک پارامتر مهم در بررسی کیفیت سرویس‌دهی معابر تلقی می‌شود. لذا مدل شبکه در سطح پروژه، یک‌بار برای حالت قبل از احداث و یک بار برای حالت بعد از احداث با انجام تغییرات لازم در شبکه شبیه‌سازی و اجرا شد. نمودار سرعت در سطح پروژه در دو حالت قبل و بعد از احداث مطابق با خروجی شبیه‌سازی در نرم‌افزار VISSIM در شکل ٦ نشان داده شده است. همانطور که در شکل ٦ مشخص است، احداث پیاده‌راه موجب کاهش سرعت حرکت در بیشتر مقاطع معابر شمالی و شرقی معبر مورد مطالعه شده است که این امر می‌تواند موجب کاهش کیفیت سرویس‌دهی و بروز نارضایتی کاربران معابر محدوده حوزه نفوذ معبر مورد مطالعه شود.

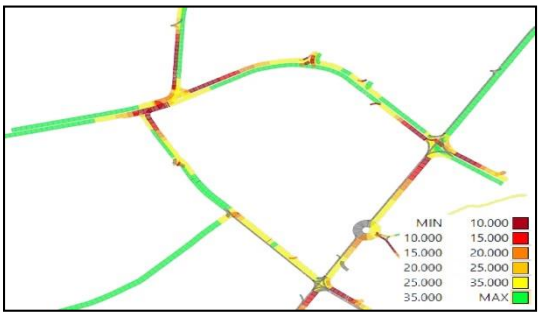
شکل ٤ معابر تعریف شده در سطح پروژه



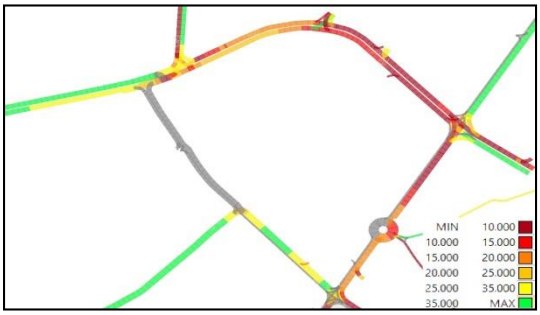
الف) قبل از اجرای طرح

ب) بعد از اجرای طرح

شکل ۵ حجم وسایل نقلیه شخصی در معابر سطح پروژه



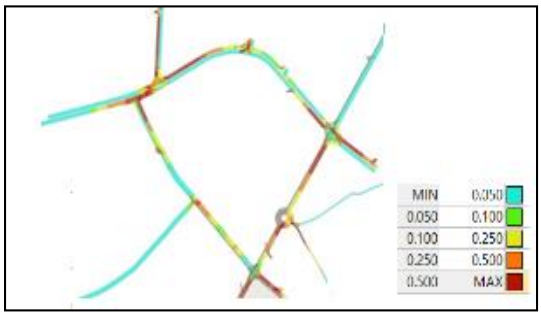
الف) قبل از احداث



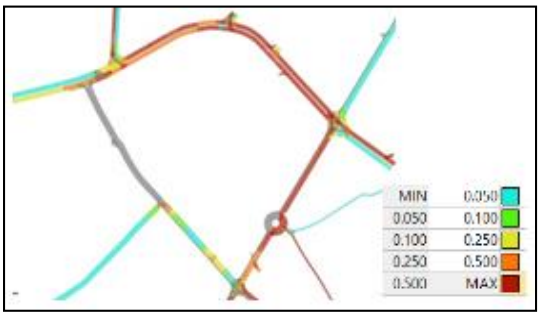
ب) بعد از احداث

شکل ٦ سرعت در سطح پروژه

تاخیر شبکه و زمان سفر در شبکه نیز از پارامترهای مهم در بررسی کیفیت سرویس‌دهی معابر تلقی می‌شود. لذا در این تحقیق پارامتر نسبت تاخیر به زمان سفر در سطح پروژه به عنوان پارامتر دیگری برای ارزیابی تاثیر ایجاد زیرساخت پیاده‌روی مورد بررسی قرار گفت. مشابه با پارامتر سرعت مدل شبکه در سطح پروژه، یک‌بار برای حالت قبل و یک بار برای حالت بعد از احداث با انجام تغییرات لازم در شبکه شبیه‌سازی و اجرا شد. نمودار تاخیر به زمان سفر در شبکه در دو حالت قبل و بعد از احداث مطابق با خروجی شبیه‌سازی در نرم‌افزار VISSIM در شکل ۷ نشان داده شده است. همانطور که در شکل ۷ مشخص است، احداث زیرساخت پیاده‌روی موجب افزایش نسبت پارامتر نسبت تاخیر به زمان سفر در شبکه در اغلب معابر سطح پروژه شده است که این امر نیز همانند پارامتر سرعت می‌تواند موجب کاهش کیفیت سرویس‌دهی و بروز نارضایتی کاربران معابر محدوده پروژه شود. افزایش نسبت پارامتر نسبت تاخیر به زمان سفر در شبکه بعد از احداث نسبت به حالت قبل از احداث در معبر شمالی معبر مورد مطالعه بیشتر مشهود است. این مسئله می‌تواند ناشی از وجود تقاطع چراغدار در دو سمت معبر شمالی معبر مورد مطالعه باشد که در اثر افزایش حجم خودروها، و در نتیجه افزایش طول صف پشت تقاطعات چراغدار باشد.



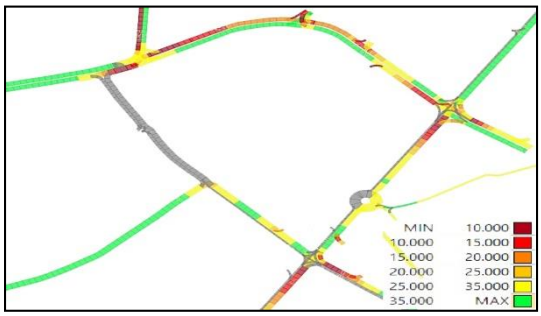
الف) قبل از احداث



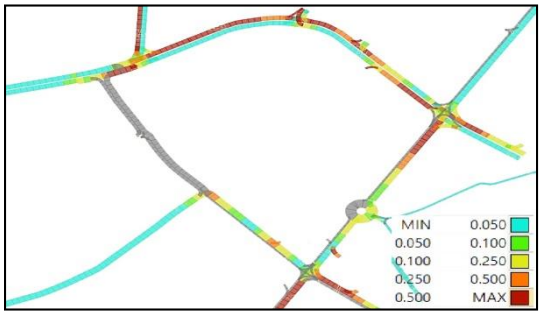
ب) بعد از احداث

شکل ۷ تاخیر به زمان سفر در سطح پروژه

از جمله تمهیداتی که برای کاهش تاثیرات منفی ناشی از تبدیل معبر سواره‌رو به زیرساخت پیاده‌روی می‌توان در نظر گرفت، بازطراحی چراغ‌های راهنمایی سطح پروژه با توجه به تغییرات ایجاد شده در حجم تقاضای معابر این محدوده می‌تواند باشد. در همین راستا در این تحقیق با برداشت‌های میدانی و بازطراحی چراغ‌های راهنمایی سه تقاطع چراغدار موجود در سطح پروژه، ملاحظه شد که پارامتر سرعت و نسبت تاخیر به زمان سفر در سطح پروژه هر دو نسبت به حالت بدون اصلاح چراغ‌های راهنمایی وضعیت به مراتب بهتری را تجربه می‌کنند. نتایج مربوط به پارامتر سرعت و نسبت تاخیر به زمان سفر در سطح پروژه پس از بازطراحی چراغ‌های راهنمایی تقاطعات محدوده مورد مطالعه در شکل ۸ نشان داده شده است. مقایسه این شکل با شکل‌های ٦ و ۷ میزان تاثیر بازطراحی چراغ‌های راهنمایی در بهبود عملکرد شبکه در سطح پروژه را به خوبی نشان می‌دهد که این امر می‌تواند در کاهش نارضایتی شهروندان و ساکنین محدوده مورد مطالعه به خصوص در ابتدای اجرای پروژه‌های ایجاد زیرساخت پیاده‌روی بسیار موثر واقع شود.



الف) سرعت حرکت



ب) نسبت تاخیر به زمان سفر

شکل ۸ سرعت و نسبت تاخیر به زمان سفر در سطح پروژه پس از بازطراحی چراغ‌های راهنمایی

۵. بحث و جمع‌بندی

در این تحقیق به منظور ارزیابی چالش‌های حمل‌ونقلی توسعه زیرساخت‌های انسان‌محور در سطوح شبکه و پروژه و کاهش تاثیرات منفی احتمالی آن، پیاده‌راه اسفریس در شهر اردبیل مورد بررسی قرار گرفت. با استفاده از مدل شبکه شهر اردبیل که در مطالعات جامع حمل‌ونقل و ترافیک این شهر ساخته شده بود، و با ایجاد تغییرات ایجاد شده در شبکه و نیز با مطالعات میدانی گسترده قبل و بعد از احداث مدل شبکه به روزرسانی شد و نتایج مربوط به دو حالت قبل و بعد از احداث در سطح شبکه استخراج شد. همچنین برای بررسی جزئی‌تر به خصوص برای بررسی کیفیت سرویس‌دهی معابر اطراف معبر مورد مطالعه محدوده

۵۰۰ متری معبر مورد مطالعه به عنوان حوزه نفوذ انتخاب شد و مدل شبکه در نرم‌افزار VISSIM ساخته شد. شرایط قبل و بعد از احداث بعد از مدل شدن در نرم‌افزار VISSIM، با استفاده از داده‌های سرعت و طول صف برداشت شده از مطالعات میدانی قبل و بعد احداث، با توجه به شرایط موجود در هر قسمت از حوزه نفوذ مطالعات، با دقت ۹۵٪ کالیبره شد.

مطابق با نتایج تحقیق از بین پارامترهای بررسی شده در سطح شبکه در این تحقیق زمان تاخیر در کل شبکه با تبدیل معبر سواره‌رو به زیرساخت پیاده‌روی کاهش یافته است. دلیل این امر میتواند ناشی از کاهش میل شهروندان به ورود به محدوده مرکزی شهر و افزایش استفاده آنها از معابر بزرگراهی و کمربندی شهر در سفرهای خود باشد. علاوه بر این میزان سفر در کل شبکه شهر با تبدیل معبر سواره‌رو به زیرساخت پیاده‌روی افزایش داشته است. این امر نیز می‌تواند ناشی از افزایش طول سفر شهروندان به دلیل تغییر الگوی سفر در استفاده از معابر بزرگراهی به جای خیابان‌های محدوده معبر مورد مطالعه و نیز جذب سفر پیاده‌راه ایجاد شده باشد. همچنین میزان NOX تولید شده توسط وسایل نقلیه در کل شبکه، میزان CO تولید شده توسط وسایل نقلیه در کل شبکه و در نتیجه مجموع آلاینده‌های تولید شده توسط وسایل نقلیه در کل شبکه با تبدیل معبر سواره‌رو به زیرساخت پیاده‌روی افزایش داشته است. این امر نیز می‌تواند ناشی از افزایش طول سفرهای شهری و در نتیجه افزایش میزان مصرف سوخت در محدوده شهر مورد مطالعه باشد.

همچنین پارامترهای سرعت حرکت در سطح پروژه با تبدیل معبر سواره‌رو به زیرساخت پیاده‌روی کاهش یافته است. دلیل این امر می‌تواند انتقال ترافیک معبر مورد مطالعه به معابر حوزه نفوذ و در نتیجه افزایش تراکم در این محدوده باشد. علاوه بر این نسبت تاخیر به زمان سفر در سطح پروژه با تبدیل معبر سواره‌رو به زیرساخت پیاده‌روی افزایش یافته است. علت اصلی این امر نیز می‌تواند ناشی از افزایش طول صف پشت چراغ تقاطعات چراغدار در سطح پروژه در اثر افزایش حجم خودروها باشد.

نکته قابل توجه تفاوت نتایج مربوط به پارامتر تاخیر در سطح شبکه و پارامتر نسبت تأخیر به زمان سفر در سطح پروژه است؛ بطوریکه با تبدیل معبر سواره‌رو به زیرساخت پیاده‌روی مطابق با نتایج مدلسازی کلان‌نگر میزان تاخیر در کل شبکه کاهش یافته است اما مطابق با نتایج مدلسازی خردنگر میزان تاخیر در سطح پروژه افزایش یافته است. این تفاوت در نتایج مدلسازی کلان‌نگر و خردنگر صرفا به سطح مدلسازی مربوط می‌شود. به‌طوری‌که کاهش میل شهروندان به ورود به محدوده مرکزی شهر و افزایش استفاده آنها از معابر بزرگراهی و کمربندی شهر باعث کاهش تاخیر در سطح شبکه شده ولی افزایش حجم خودروها موجب افزایش طول صف پشت چراغ تقاطعات چراغدار در سطح پروژه شده و باعث افزایش تاخیر در سطح پروژه شده است.

مطابق نتایج تحقیق مشاهده شد که تبدیل معبر سواره‌رو به زیرساخت پیاده‌روی در سطح شبکه اختلال قابل توجهی ایجاد نمی‌کند اما در سطح پروژه اختلالات ترافیکی ایجاد می‌نماید که می‌تواند موجبات نارضایتی شهروندان و به خصوص ساکنین محدوده مورد مطالعه شود که در کنار برخی مسائل دیگر مانند مسائل اجتماعی و اقتصادی که در ابتدای احداث هر پیاده‌راهی به خصوص توسط ساکنین آن

محدوده ایجاد می‌شود، باعث شکست طرح‌های مشابه شود. لذا ضروری به نظر می‌رسد در چنین شرایطی با در نظر گرفتن تمهیدات خاص اغلب ترافیکی تا حد امکان برخی از عوامل که موجبات نارضایتی شهروندان و بالاخص ساکنین محدوده مورد مطالعه می‌شود را مرتفع ساخت. لذا از دیدگاه کاربردی تحقیق حاضر قابل چشم‌پوشی بودن تاثیرات منفی احتمالی ایجاد پروژه‌های انسان‌محور در شهرها در حوزه حمل‌ونقل و ترافیک و اثبات وجود برخی راهکارهای علمی برای خنثی‌سازی آنها در راستای توسعه حمل‌ونقل پیاده و زیرساخت‌های انسان‌محور در شهرها را تبیین می‌کند.

از جمله تمهیداتی که برای کاهش تاثیرات منفی ناشی از تبدیل معبر سواره‌رو به زیرساخت پیاده‌روی می‌توان در نظر گرفت، بازطراحی چراغ‌های راهنمایی سطح پروژه با توجه به تغییرات ایجاد شده در حجم تقاضای معابر این محدوده، اعمال ممنوعیت‌های لازم در پارک‌های حاشیه‌ای، در صورت لزوم احداث پارکینگ جایگزین پارک حاشیه‌ای و نهایتا اصلاح هندسی تقاطعات محدوده‌های مورد نظر باشد. به عنوان نمونه در این تحقیق با برداشت‌های میدانی و بازطراحی چراغ‌های راهنمایی سه تقاطع چراغدار موجود در سطح پروژه، ملاحظه شد که پارامتر سرعت و نسبت تاخیر به زمان سفر در سطح پروژه هر دو نسبت به حالت بدون اصلاح چراغ‌های راهنمایی وضعیت به مراتب بهتری را تجربه می کنند.

در ادامه تحقیق می‌توان روش‌هایی دیگر برای بهبود شرایط موجود و کاهش تاثیرات منفی ترافیکی ناشی از تبدیل معابر سواره‌رو به پیاده‌راه در راستای افزایش شانس موفقیت این دست پروژه‌ها و ارتقای زیرساختهای انشان‌محور در شهرها را مورد بررسی قرار داد.

٦. پی‌نوشت‌ها

1. Functionalistic approach
2. Post-modern welfare society
3. A future for our past

٧. منابع

-Altunbas, U. (2006). Effects of pedestrianization on functional changes in urban centers: Example of Istiklal Street. Istanbul: Master Dissertation, Istanbul Technical University.

-Chiquetto, S. (1997). The environmental impacts from the implementation of a pedestrianization scheme. Transportation Research Part D: Transport and Environment,, 2(2), 133-146.

-Christina, I., Maria, T., Konstantinos, K., & Stratos, P. (2020). Demonstrative Case of a Pedestrian Network Design Model Considering Effects on Motorized Traffic. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 2674(7), 373-384.

-Derek, Y., & Tony, Z. Q. (2011). Comparison of Macroscopic and Microscopic Simulation Models in Modern Roundabout Analysis. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 2265(1), 244-252.

-ElFouly, H. A., & Ghaly, A. (2017). The perceived impact of pedestrianization on local businesses in Al-Muizz Egypt: A case study. International Journal of Development and Sustainability, 6(7), 399-411.

-Evangelos, M., Michael, B., George, M., Socrates, B., & Magda, P.-L. (2016). The use of a transport simulation model (AIMSUN) to

London: UrbanDesign Companion: A Sequel. Oxon.

-Hodkinson, G., & Arup, G. (2016). Cities Alive towards a walking world. Arup.

-Igor, D., Lukas, A., Oliver, S., & Monica, M. (2020). On the modeling of passenger mobility for stochastic bi-modal urban corridors. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 113(4), 146-163.

-Iranmanesh, N. (2008). Pedestrianisation a great necessity in urban designing to create a sustainable city in developing countries. 44th ISOCARP Congress.

-P., P., & Wong, Y. (2020). A Microclimate Study of Traffic and Pedestrianization Scenarios in a Densely Populated Urban City. Advances in Meteorology, 2020.

-Parajuli, A., & Pojani, D. (2018). Barriers to the pedestrianization of city centres: perspectives from the Global North and the Global South. Journal of Urban Design, 23, 142-160.

-Qing, C. (2017). Integrating the macroscopic and microscopic traffic safety analysis using hierarchical models analysis using hierarchical models. Florida: Doctoral Dissertation, University of Central Florida Electronic Theses and Dissertations.

-Raffaele, P. (2020). Modeling and urban planning: A systematic review of performance-based approaches. Sustainable Cities and Society, 52(1).

-Roma, S.-W., & Justyna, L. (2019). Concept of a Simulation Model for Assessing the Sustainable Development of Urban Transport. Transportation Research Procedia, 39, 502-513.

determine the environmental effects of pedestrianization and traffic management in the center of Thessaloniki. European Journal of Environmental Sciences, 6(1), 25-29.

-Ewing, R., & Handy, S. (2009). Measuring the Unmeasurable: Urban Design Qualities Related to Walkability. Journal of Urban Design, 14(1), 65-84.

-Feriel, C. (2020). The Revolution That Never Was? Pedestrianization in a Transnational Perspective, Europe and North America (1960s–1980s). Journal of World History, 31, 761-783.

-Gregg, K. (2019). Conceptualizing the pedestrian mall in post-war North America and understanding its transatlantic transfer through the work and influence of Victor Gruen. Planning Perspectives, 34(4., 551-577), 551-577.

-Gregg, K. (2019). Pedestrianized Streets – From Shopping to Public Space: The History and Evolution of Pedestrianization In North America From Modernism to Contemporary. Toronto: Department of Geography and Planning, University of Toronto.

-Gruen, V., & Baldauf, A. (2017). Shopping town: designing the city in suburban America (A.Baldauf, Trans. A. Baldauf Ed.). Minneapolis: University of Minnesota Press.

-H.Yassin, H. (2019). Livable city: An approach to pedestrianization through tactical urbanism. Alexandria Engineering Journal, 58(1), 251-259.

-Hess, P., Gregg, K., & Whitney, R. (2019). Modernism, pedestrians, and public space: A century of North American street design In T. Banerjee & A. Loukaitou-Sideris (Eds.). In A. L.-S. Tridib Banerjee, The New Companion to Urban Design (Vol. UK: Taylor & Francis).

-S., A., & B., B. (2020). Private Initiatives versus State Interventions in Downtown Cairo: An On-Going Debate Questioning the Sustainability of Newly Pedestrianized Streets. The Cases of Kodak and Al-Alfi Passageways. Sustainable Development and Social Responsibility, 1, 131-147.

-Sánchez, J., Ortega, E., Eugenia, M., & Martín, M. (2021). Evaluation of emissions in traffic reduction and pedestrianization scenarios in Madrid. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 100.

-Sashikanth, G., Amy Lynette, S., & Abdul, R. P. (2019). Agent-based modeling to estimate exposures to urban air pollution from transportation: Exposure disparities and impacts of high-resolution data. Computers, Environment and Urban Systems, 75(5), 22-34.

-Sh., I., I., A., R., M., & Murayama, A. (2019). Pedestrianization Challenges around Future Transit Oriented Development Area in Dhaka, Bangladesh. Adelaide (SA): Liveable Cities Conference.

-Soni, N., & Soni, N. (2016). Benefits of pedestrianization and warrants to pedestrianize an area. Land Use Policy, 57(139-150. 10.1016/j.landusepol.2016.05.009.), 139-150.

-Tobon, M., Jaramillo, J., & Sarmiento, I. (2018). Pedestrianization and semi-pedestrianization: a model for recovery public space in the Medellín Downtown. Medellin, Colombia: MOVICI-MOYCOT 2018: Joint Conference for Urban Mobility in the Smart City.

-Uhlig, K. (1979). Pedestrian Areas; From Malls to Complete Networks. NewYork: Architecture Book Publishing Co.

-Uzunoğlu, K., & Uzunoğlu, S. (2020). The Importance of Pedestrianization in Cities-Assessment of Pedestrianized Streets in Nicosia Walled City. European Journal of Sustainable Development, 9(2).

-Yonggiu, F., & Xiaohua, t. (2020). A new cellular automata framework of urban growth modeling by incorporating statistical and heuristic methods. International Journal of Geographical Information Science, 34(1), 74-97.

-حبیبی‌وحقی؛. (۱۳۹۷). مقایسه تطبیقی کیفیت پیاده راه ها در ایران و خارج کشور با مدل ANP. مجله معماری و شهرسازی ایران, ۹(۱۵), شماره ۱۵.

-سیاف‌زاده‌وپولادوند؛. (۱۳۹۷). توسعه بزرگراه ها و نقش آنها در کاهش تراکم جمعیت در شهرهای مرکزی(مطالعه موردی اتوبان همت محور تهران-کرج). مجله معماری سبز, ٤(۱۳), شماره ۱۳.

علیرضا ماهپور، درجه کارشناسی مهندسی عمران را در سال ۱۳۸۸ از دانشگاه صنعتی امیر کبیر و درجه کارشناسی ارشد و دکتری در رشته مهندسی عمران- مهندسی و برنامه ریزی حمل و نقل را در سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۵ از دانشگاه تربیت مدرس اخذ نمود. زمینه های پژوهشی مورد علاقه ایشان برنامه ریزی حمل و نقل، تحلیل تقاضای حمل و نقل، تحلیل سیستمهای حمل و نقل و ارزیابی پروژه های حمل و نقل بوده و در حال حاضر عضو هیأت علمی دانشکده مهندسی عمران، آب و محیط زیست دانشگاه شهید بهشتی تهران می باشد.

مهدی محمدی، درجه کارشناسی در رشته مهندسی عمران و درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی عمران- راه و ترابری را در سال‌های ۱۳۸۸ و ۱۳۹۱ اخذ نمود. ایشان در سال ۱۳۹۷ موفق به کسب درجه دکتری در رشته مهندسی عمران- راه و ترابری از دانشگاه سمنان گردید. زمینه های پژوهشی مورد علاقه ایشان ایمنی حمل‌ونقل ، معابر انسان‌محور و مطالعات عابرین پیاده می‌باشد.