

امکانسنجی ایجاد خط ممتد گردش به چپ (TWLTL) به منظور مدیریت موثر ترافیک و بهبود ایمنی در معابر شهری

پویا یارمحمدی^۱، داوود جمور^۲، محمد جواد تهرانی مقدم^۳، صداقت قره‌داغی^۴

۱- کارشناس ارشد مهندسی عمران - برنامه‌ریزی حمل و نقل، مهندسین مشاور رهیافت اندیشه فردا

۲- کارشناس ارشد ترافیک، اداره مهندسی و کنترل ترافیک شهرداری ملایر

چکیده

در سال‌های اخیر سیاست باریک‌سازی سواره‌رو با استفاده از خط گردش به چپ دوطرفه میانی (TWLTL) در شهرهای مختلف دنیا تجربه شده است. این خط در معابر شریانی کارآیی داشته و متداول‌ترین روش استفاده آن در تبدیل معابر دوطرفه چهارخطه به سه‌خطه بوده که مزایایی چون ایمنی، سکونت‌پذیری و بهبود ترافیک را به همراه دارد. در مطالعات قبلی، بیشترین تمرکز روی بهبود قابلیت سکونت‌پذیری و افزایش ایمنی ناشی از اجرای طرح‌های باریک‌سازی سواره‌رو با استفاده از خط ممتد گردش به چپ بوده است و تحقیقات بسیار کمی بر روی اثرات ترافیکی طرح‌های باریک‌سازی سواره‌رو متداول (با خط ممتد گردش به چپ) انجام شده است. لذا در این مقاله به اثرات ترافیکی این طرح‌ها (روانی ترافیک، سرعت متوسط شریانی‌ها و تأخیر در تقاطع‌ها) پرداخته می‌شود. نتایج شبیه‌سازی با نرم‌افزار CORSIM نشان می‌دهد که با شرایط مشخصی تبدیل معابر دوطرفه چهارخطه به سه‌خطه با استفاده از خط ممتد گردش به چپ، منجر به کاهش قابل توجهی در سرعت متوسط معابر و همچنین افزایش قابل ملاحظه‌ای در تأخیر تقاطع‌ها نمی‌گردد. بنابراین استفاده از این خطوط، بدون ایجاد اثرات قابل توجه ترافیکی، ایمنی و بهبود کیفیت زندگی را در ابعاد اجتماعی و زیست‌محیطی برای شهروندان فراهم خواهد کرد.

کلیدواژه: خط ممتد گردش به چپ (TWLTL)، باریک‌سازی سواره‌رو، شبیه‌سازی، CORSIM



۱ کارشناس ارشد ترافیک- مهندسین مشاور رهیافت اندیشه فردا، ۰۹۱۲۴۷۸۵۲۸۶، pouya_yar@yahoo.com

۲ کارشناس ارشد ترافیک، اداره مهندسی و کنترل ترافیک شهرداری ملایر، d_jamour_۶۳@yahoo.com

۳ مدیر اداره نظارت و اجرا معاونت حمل‌ونقل و ترافیک منطقه ۲۰ شهرداری تهران، j.tehranimoghadam@yahoo.com

۴ کارشناس امور مناطق معاونت حمل‌ونقل و ترافیک شهرداری تهران

۱- مقدمه

باریک‌سازی سواره‌رو^۱ اقدامی است که به موجب آن تعداد خطوط یا عرض موثر یک معبر برای خودروهای شخصی جهت ارائه فضا برای دیگر مدهای حمل‌ونقل کاسته می‌شود [۱ و ۲]. این تبدیل‌ها اجازه می‌دهد تا فضا با سایر ویژگی‌ها، نظیر پارک حاشیه‌ای، خط ویژه اتوبوس یا خط اتوبوس‌های پر سرعت^۲، خطوط ویژه دوچرخه، خطوط اولویت‌دهی به وسایل نقلیه چندسرنشین^۳، ایجاد خط میانی (خط گردش به چپ دو طرفه^۴، عابر، امدادی و دور زدن)، محوطه‌سازی و ساخت جزیره میانی، پیاده‌روهای عریض‌تر و دیگر عناصر فضای خیابانی جایگزین شود. از خط گردش به چپ دو طرفه، در آیین نامه راه‌های شهری ایران به عنوان خط ممتد گردش به چپ نام برده و این چنین تعریف شده است :

"در راه‌های شریانی درجه ۲ و در مواردی که راه دارای دسترسی‌های متعدد است، برای افزایش ظرفیت و تنظیم ترافیک می‌توان خطی را در فاصله بین ترافیک دو طرف قرار داد تا گردش به چپ‌های دو طرف از آن خط انجام شود. به چنین خطی، خط ممتد گردش به چپ می‌گویند."

از دیگر راهکارهای طرح‌های باریک‌سازی سواره‌رو می‌توان به تبدیل خیابان‌های یک‌طرفه به دو طرفه، خیابان‌های شش‌خطه به پنج‌خطه، چهارخطه به دوخطه و سه‌خطه به دوخطه اشاره کرد. البته باریک‌سازی سواره‌رو متداول^۵ و مورد بحث این مطالعه، تبدیل معابر دو طرفه چهارخطه جدانشده، به معابر سه‌خطه با یک خط در هر جهت و یک خط ممتد گردش به چپ (TWLTL) و خطوط ویژه دوچرخه در دو طرف راه می‌باشد. چنین تبدیل‌هایی، در بسیاری از معابر در شهرهای مختلف دنیا تجربه شده است [۳ و ۴]. مهندسين ترافیک بر این باورند که این اقدام برای افزایش ایمنی، بهبود سکونت‌پذیری^۶، و بهبود ترافیک مفید بوده و اثرات منفی کمتری نسبت به گزینه‌های تعریض خیابان دارد.

مزایای حاصل از پروژه‌های باریک‌سازی سواره‌رو را می‌توان به سه دسته مزایای رانندگان، عابرین پیاده و اجتماع تقسیم‌بندی نمود. بطور کلی مزایای حاصل برای رانندگان را می‌توان افزایش و بهبود ایمنی و کاهش انواع تصادفات در طول مسیر و تقاطع‌ها دانست که می‌تواند ناشی از افزایش میدان دید رانندگان، کاهش نقاط برخورد و آرام سازی ترافیک باشد. اما در واقع چون باریک‌سازی سواره‌رو یکی از راهکارهای آرامسازی

۱ Road Diet

۲ Bus Rapid Transit (BRT)

۳ High-Occupancy-Vehicle (HOV)

۴ Two-Way Left-Turn Lane (TWLTL)

۵ Typical Road Diet

۶ Livability

ترافیک می‌باشد، معایبی نیز برای رانندگان به همراه خواهد داشت که شامل کاهش سرعت خودروها در طول کریدور و تاخیر در تقاطع‌ها می‌باشد.

اکثر مزایای طرح‌های پروژه‌های باریک‌سازی در راستای حمل و نقل انسان محور، متوجه عابرین پیاده و اجتماع می‌باشد. کاهش فاصله عبور عابرین از عرض خیابان، افزایش ایمنی عابرین پیاده، افزایش و بهبود فضای پیاده‌روها و ایجاد حائل میان پیاده‌روها و خطوط حرکت خودروها از جمله مزایای عابرین پیاده می‌باشد. همچنین مزایای متعددی از جمله کاهش آلودگی هوا و بهبود محیط زیست ناشی از تخصیص خطوط به مدهای عمومی و دوچرخه، بهبود سلامتی جامعه با بالارفتن سهم دوچرخه سواری و پیاده‌روی سفرها و فراهم کردن ترافیک ایمن‌تر متوجه اجتماع می‌گردد. مضافاً اینکه اجرای طرح‌های باریک‌سازی در مقایسه با دیگر گزینه‌ها بسیار مقرون به صرفه و کم‌هزینه بوده و در برخی موارد تنها با یک خط‌کشی مجدد امکان پذیر می‌گردد.

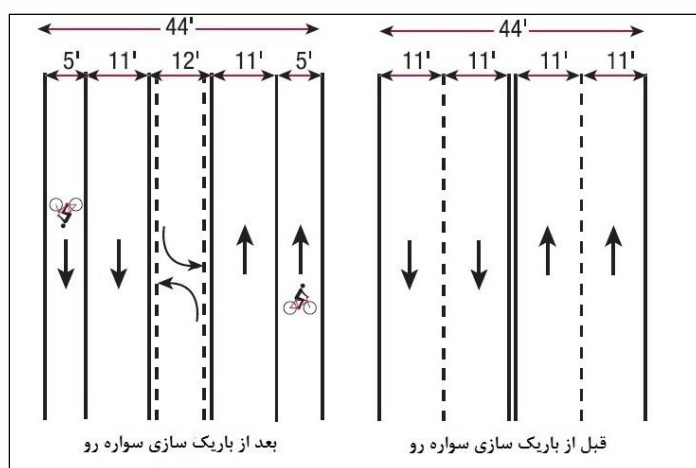
در مطالعات قبلی، برخی از محققان بر روی افزایش و بهبود قابلیت سکونت‌پذیری ناشی از اجرای طرح‌های باریک‌سازی سواره‌رو با استفاده از خط ممتد گردش به چپ تمرکز کرده، در حالی که برخی دیگر روی افزایش ایمنی بعد از تجزیه و تحلیل کمی و کیفی تاکید نمودند، ولی تحقیقات کمی بر روی اثرات ترافیکی پروژه‌های باریک‌سازی سواره‌رو متداول (با خط ممتد گردش به چپ) انجام شده است.

هدف از این تحقیق تعیین خصوصیات خیابانی است که اثرات سرعت سفر متوسط شریانی و تاخیر تقاطع‌ها را در طرح‌های باریک‌سازی سواره‌رو متداول یعنی تبدیل معابر دوطرفه چهارخطه جدا نشده به سه‌خطه با استفاده از خط ممتد گردش به چپ، به حداقل برساند. همچنین این مقایسه سرعت متوسط شریانی‌ها، تاخیر تقاطع‌ها و سطح سرویس مربوطه را با استفاده از نرم افزار شبیه سازی CORSIM در یک معبر مجازی، متشکل از خیابان‌هایی با این تبدیل مورد بحث و بررسی قرار می‌دهد.

۲- ادبیات تحقیق

مفهوم باریک‌سازی سواره‌رو اصطلاح نسبتاً جدیدی می‌باشد. اکثر تحقیقات اولیه بر روی بهسازی سطح مقطع عرضی راه، جهت افزایش ایمنی و بهره‌وری ترافیکی با اضافه کردن جزایر میانی یا خطوط ممتد گردش به چپ تمرکز کرده‌اند. آیووا^۱ یکی از اولین ایالت‌های آمریکا برای اجرای گسترده و ارزیابی تبدیل معابر دوطرفه چهارخطه جدا نشده به دو خطه با خط ممتد گردش به چپ (همانند شکل ۱) و تدوین دستورالعمل‌هایی برای استفاده‌ی بهتر آن‌ها بود. مزایای متعددی از خیابان‌های دو خطه با خط ممتد گردش به چپ نسبت به معابر دوطرفه چهارخطه جدا نشده از جمله، افزایش ایمنی به عنوان یک نتیجه از کاهش تعداد نقاط برخورد، افزایش ایمنی عابرین پیاده، بهبود فاصله دید در تقاطع‌ها و آرام‌سازی ترافیک در آن ذکر

شده است. عمده ایراد خیابان‌های دو خطه با خط ممتد گردش به چپ در مقایسه با خیابان‌های چهارخطه، افزایش تاخیر در کریدور بیان شد که اگر سطح سرویس قابل قبول حفظ شود، مشکل ساز نخواهد بود [۵]. بردن و لاگروی در سال ۱۹۹۹ روی بلوار واشنگتن لیک در کرکلند واشنگتن، تبدیل خیابان دوطرفه چهارخطه جدا نشده به دو خطه با خط ممتد گردش به چپ، با حجم ۲۰۰۰۰ تا ۲۵۰۰۰ وسیله نقلیه در روز، تحقیق کردند [۶]. این تبدیل به کاهش مشکل ترافیک در ساعات اوج کمک کرده و دسترسی ورودی‌های خصوصی^۱ را به خیابان تسهیل نمود. علاوه بر این، نویسندگان، قبل و بعد از نه تبدیل چهارخطه به دوخطه با خط ممتد گردش به چپ را در سیاتل واشنگتن بررسی کردند، که به طور قابل توجهی تصادفات در شش مورد از نه مکان کاهش یافت.



شکل ۱: نمونه ای از پروژه باریک‌سازی متداول (تبدیل معبر چهار خطه به دو خطه با خط ممتد گردش به چپ)

تحقیقات تکمیلی روی این موضوع در اوایل سال ۲۰۰۰، شامل بحث در مورد تحقیقات گذشته، نمونه‌هایی از موارد مطالعاتی و شرایط مربوط به تبدیل خیابان‌های چهارخطه جدا نشده به مقاطع سه خطه انجام شده است [۷ و ۸]. این شرایط در بخش پنجم این مقاله مورد بررسی قرار گرفته است. بر اساس تجزیه و تحلیل موارد مطالعاتی، نتیجه‌گیری شد که تبدیل خیابان‌های چهارخطه جدا نشده به مقاطع سه خطه می‌تواند بدون کاهش قابل توجهی در سطح سرویس، ایمنی خیابان را بهبود بخشد.

افزایش تعداد پروژه‌های باریک‌سازی در اواخر دهه ۹۰، دپارتمان حمل و نقل آیوو را برای تدوین دستورالعمل‌هایی کاربردی که در سال ۲۰۰۱ ایجاد گردید، واداشت [۸]. نتایج حاصل از تحلیل‌های مورد مطالعه، کاهش در سرعت ۸۵ درصدی و سرعت متوسط، کاهش ۶۰ تا ۷۰ درصدی تخلفات عبور از سرعت مجاز و کاهش ۱۷ الی ۶۲ درصدی در کل تصادفات را نشان داد.



نپ برای بررسی ترافیکی طرح‌های باریک‌سازی متداول، به مقایسه خیابان‌های چهارخطه جدا نشده و خیابان‌های سه‌خطه با خط ممتد گردش به چپ، با استفاده از یک نرم افزار شبیه‌سازی پرداخت. شبیه‌سازی‌ها نشان داد که سطح سرویس شریانی کاهش نیافته و در هنگام تبدیل از چهارخطه به دوخطه با خط ممتد گردش به چپ تا زمانی که ترافیک به ۱۷۵۰ وسیله نقلیه در ساعت یا تقریباً ۱۷۵۰۰ وسیله نقلیه در روز می‌رسد، سطح سرویس شریانی کاهش نمی‌یابد [۹ و ۱۰].

هامر و لوئیس در سال ۲۰۰۰، ایمنی خیابان‌های دو خطه جدا نشده، دو خطه با خط ممتد گردش به چپ و چهارخطه جدا نشده را مقایسه کردند [۱۱]. نتایج نشان داد که برای حجم‌هایی بین ۵۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰ وسیله نقلیه در روز خیابان‌های دو خطه با خط ممتد گردش به چپ نرخ تصادف کمتری نسبت به خیابان‌های چهارخطه جدا نشده دارند.

سورویید دو نمونه از تبدیل معابر چهارخطه جدا نشده به دوخطه با خط ممتد گردش به چپ در مینه‌سوتا و ویسکانسین را به تفضیل بررسی کرد [۱۲]. هر تبدیل منجر به کاهش تصادفات نسبت به سال‌های گذشته و کاهش سرعت رانندگان در هر سایت گردید.

راسل و منداویلی از تکنیک‌های تجزیه و تحلیل آماری برای تجزیه و تحلیل و مقایسه خروجی‌های به دست آمده از نرم افزار SIDRA برای خیابان دوخطه با خط ممتد گردش به چپ و خیابان‌های چهارخطه استفاده کردند [۱۳]. کاهش آماری قابل توجهی در طول صف ایجاد شده در رویکرد اصلی در وضعیت سه‌خطه به وجود آمد که به تفکیک وسایل نقلیه خواهان گردش به چپ از وسایل نقلیه مستقیم و گردش به راست نسبت داده شد. با این حال، افزایش در میانگین تاخیر تقاطع‌ها و درجه اشباع در وضعیت سه‌خطه به وجود آمد، اما این افزایش ناچیز، اثبات این است که وضعیت سه‌خطه، ترافیک را به خوبی وضعیت چهارخطه اداره می‌کند.

مطالعه اخیر در آیووا برای ارزیابی اثرات ایمنی تبدیل خیابان‌های چهارخطه جدا نشده به سه‌خطه با استفاده از روش‌های مطالعه قبل و بعد کامل شد [۱۴]. این مطالعه تغییرات در تعداد تصادفات، ماهیت تصادفات، انواع صدمات، شدت تصادفات، علل عمده تصادفات و مهمترین گروه‌های سنی را ارزیابی کرد.

یکی دیگر از مطالعات در آیووا به منظور بررسی کاهش تصادفات بعد از تبدیل معابر دوطرفه چهارخطه جدا نشده به خیابان‌های سه‌خطه با استفاده از تجزیه و تحلیل بیزی^۱ داده‌ها انجام شد [۱۵]. مطالعه نشان داد که، پس از تبدیل، ۲۵٫۲ درصد کاهش در فراوانی تصادفات و ۱۸٫۸ درصد کاهش در نرخ تصادفات وجود دارد.

برای درک بهتر دیگر اثرات بالقوه تبدیل معابر چهارخطه به دوخطه با خط ممتد گردش به چپ، نظرسنجی عمومی در پنج سایت باریک‌سازی سواره‌رو در واشنگتن، آیووا، جورجیا، کانادا و نیوزیلند انجام شد [۱۶].

نظرسنجی‌ها سکونت‌پذیری پروژه‌های باریک‌سازی، پرداختن به مسائل مربوط به دیگر شیوه‌های حمل‌ونقل از جمله دوچرخه‌سواری، حمل‌ونقل عمومی و عابرین پیاده، افزایش محوطه‌سازی و فرصت‌های زیباسازی شهری، بهبود کیفیت زندگی و واکنش عمومی را ارزیابی کردند. مزایای ایمنی قابل توجهی از بابت پیاده‌سازی پروژه‌های باریک‌سازی ایجاد شد. کاهش ۳۰ تا ۶۵ درصدی در فراوانی تصادفات حاصل شد. همچنین سرعت ترافیک کاهش یافت و افزایش فعالیت عابرین پیاده و دوچرخه نیز مشاهده گردید. محققان نتیجه گرفتند که باریک‌سازی سواره‌رو منجر به مزایای زیست‌پذیری فراوانی می‌شود [۱۳و ۱۴].

سان بر روی ایجاد یک مدل، برای طراحی بهینه طرح‌های باریک‌سازی در شبکه حمل و نقل متمرکز شد [۱۷]. او با استفاده از مسئله طراحی شبکه^۱ که معمولاً برای یافتن بهترین گزینه برای ارائه ظرفیت اضافی راه استفاده می‌شود، به استنتاج بهترین راه‌حل برای محدود کردن ظرفیت راه با هدف حداکثرسازی منافع دوچرخه‌سواران و به حداقل رساندن اثرات منفی برای وسایل نقلیه موتوری، برای پیاده‌سازی طرح‌های باریک‌سازی سواره‌رو پرداخت. برای حل مسئله از الگوریتم ژنتیک چند هدفی^۲ استفاده شد و امکان اینکه روش پیشنهادی در طراحی پروژه‌های باریک‌سازی در یک شبکه واقعی حمل‌ونقل اتخاذ شود، تایید شده است.

۳- روش تحقیق

برای به حداقل رساندن مزایای عابرین پیاده و اجتماع و به حداقل رساندن اثرات منفی برای خودروهای سواری باید در انتخاب کاندیدهای تبدیل طرح‌های باریک‌سازی سواره‌رو دقت لازم مبذول گردد. در تحقیقات انجام شده توسط نپ برای بررسی امکان‌پذیری پروژه‌های باریک‌سازی، عوامل متعددی شناسایی شدند که شامل عملکرد راه و محیط، حجم ترافیک کلی و سطح سرویس، حجم گردش به چپ‌ها، میزان وسایل نقلیه با حرکت کند و متوقف شونده (نظیر اتوبوس‌ها، وسایل نقلیه کشاورزی)، سرعت حرکت و طول صف، انواع و الگوی تصادفات، فعالیت عابرین پیاده و دوچرخه سواران و حضور مسیرهای موازی می‌باشند [۷]. با توجه به عوامل ذکر شده می‌توان کاندیدهای ایده‌آل برای اجرای طرح‌های باریک‌سازی را به شرح ذیل دانست:

اولین نکته در انتخاب کاندیدهای اجرای طرح‌های باریک‌سازی، حجم کل وسایل نقلیه ورودی به خیابان است. بر اساس تحقیقات انجام شده مناسب‌ترین حجم‌ها بین ۸۰۰۰ تا ۱۸۰۰۰ وسیله نقلیه در روز می‌باشد و در حجم‌های بالاتر، احتمال اینکه سرعت وسایل نقلیه به طور قابل توجهی کاهش و یا طول صف‌ها و تاخیر تقاطع‌ها افزایش یابد، رشد می‌کند. با توجه به عملکرد راه و محیط اطراف می‌توان گفت بهترین خیابان‌ها برای اجرای طرح‌ها، خیابان‌های چهارخطه جدا نشده می‌باشد که تبدیل این نوع خیابان‌ها به دو خطه با خط

^۱ Network Design Problem (NDP)

^۲ multi-objective genetic algorithm (MOGA)

ممتد گردش به چپ بسیار متداول بوده و در بسیاری از شهرها پیاده‌سازی شده و نتایج رضایت بخشی را به همراه داشته است. همچنین به این دلیل که ایمنی یکی از مهم‌ترین اهداف و مزایای پروژه‌های باریک‌سازی معابر است، خیابان‌های با معضلات و مسائل ایمنی دارای اولویت برای اجرای طرح‌ها می‌باشد. در شهرهایی که به دنبال احداث شبکه دوچرخه‌سواری می‌باشند، این شبکه می‌تواند با این نگرش طراحی شده و خیابان‌هایی که مسیر دوچرخه در آنها ضروری است، یک کاندید ایده‌آل می‌باشد. از دیگر شرایط مناسب برای پیاده‌سازی طرح‌های باریک‌سازی می‌توان به خیابان‌هایی در جوار مناطق سرمایه‌گذاری، خیابان‌های تاریخی، راه‌های خوش منظره و زیبا و معابر اصلی اشاره کرد.

همان‌گونه که گفته شد، هدف اصلی بسیاری از تبدیل‌های معابر چهارخطه جدا نشده به دو خطه با خط ممتد گردش به چپ، بهبود ایمنی است. با این حال فرض معمول این است که افزایش ایمنی باید با کاهش قابل توجهی در حرکت وسایل نقلیه عبوری همراه باشد. اما این کاهش چشمگیر تصادفات معمولاً تنها با کاهش نسبتاً کمی در سرعت وسایل نقلیه و یا افزایش تاخیر در تقاطع‌ها همراه است. تبدیل خیابان‌های چهارخطه جدا نشده به سه‌خطه هنگامی امکان‌پذیر است که تغییرات سطح سرویس شریانی و تقاطع‌ها، قابل قبول باشد. هدف از تحلیل حساسیت در این مطالعه، تعیین خصوصیات خیابانی است که اثرات سرعت سفر متوسط شریانی در تبدیل مقاطع چهارخطه جدا نشده به دوخطه با خط ممتد گردش به چپ را به حداقل برساند، همچنین این مقایسه سرعت متوسط در یک شبکه مجازی متشکل از خیابان‌هایی با این تبدیل را مورد بحث و بررسی قرار می‌دهد.

مزایای ایمنی و زیست‌پذیری پروژه‌های باریک‌سازی سواره‌رو در تحقیقات قبلی تقریباً به اثبات رسیده است. ولی تحقیقات کمی روی اثرات ترافیکی تبدیل خیابان‌های چهارخطه جدا نشده به سه‌خطه انجام شده است. این عدم انجام تحقیقات به علل مختلفی همچون رایج نبودن این نوع تبدیل، فقدان کلی آنالیز خطوط ممتد گردش به چپ و ابزارهای ارزیابی در دسترس می‌باشد. اخیراً علاقه به این نوع تبدیل در کشورهای مختلف افزایش یافته و خط ممتد گردش به چپ نیز در نسخ جدید بسیاری از نرم‌افزارهای شبیه‌سازی ترافیک گنجانیده شده است. روش کار در این مطالعه استفاده از نرم‌افزار شبیه‌ساز ترافیکی CORSIM و تحلیل حساسیت آن به منظور تعیین خصوصیات معابری می‌باشد که سازگاری بیشتری برای تبدیل چهارخطه به سه‌خطه را دارند.

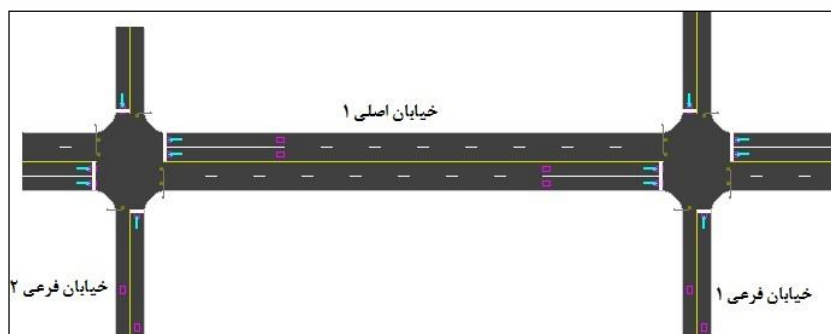
۴- مطالعه موردی ارزیابی اثرات باریک‌سازی سواره‌رو با خط ممتد گردش به چپ

معابری که برای مطالعه موردی در این پژوهش انتخاب شده‌اند دارای ویژگی‌های زیر می‌باشند:

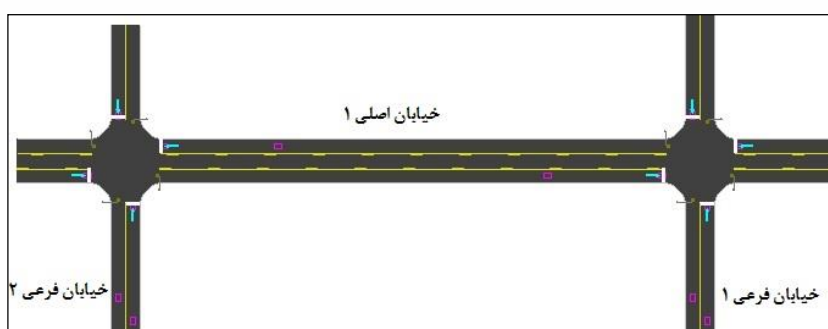
- یک معبر شریانی اصلی و دو معبر فرعی و تقاطع چراغدار (مطابق شکل ۲ و ۳).
- طول خیابان‌های اصلی (شرقی- غربی) ۲۰۰۰ متر می‌باشد.



- تقاطع‌هایی با چراغ راهنمایی دو فازه در دو انتهای خیابان‌های اصلی قرار دارد، که زمان‌بندی آنها با استفاده از نرم افزار Synchro بهینه‌سازی شده و در شبیه‌ساز CORSIM وارد می‌گردد.
- هیچ خط گردش به راست یا چپی در طول خیابان‌های چهارخطه جدا نشده وجود ندارد.
- هیچ خط گردش به راستی در طول خیابان‌های سه خطه وجود ندارد.
- حجم گردش به راست و چپ در تقاطع‌های چراغدار معادل ۱۰ درصد حجم مستقیم در نظر گرفته شده است.
- حجم‌های خیابان‌های فرعی برابر ۴۰٪ از جریان ترافیک اصلی فرض شده است.
- سرعت سفر ۵۰ کیلومتر در ساعت برای هر دو مقطع در نظر گرفته شده است.



شکل ۲: معبر شبیه سازی شده با خیابان دوطرفه چهار خطه جدا نشده



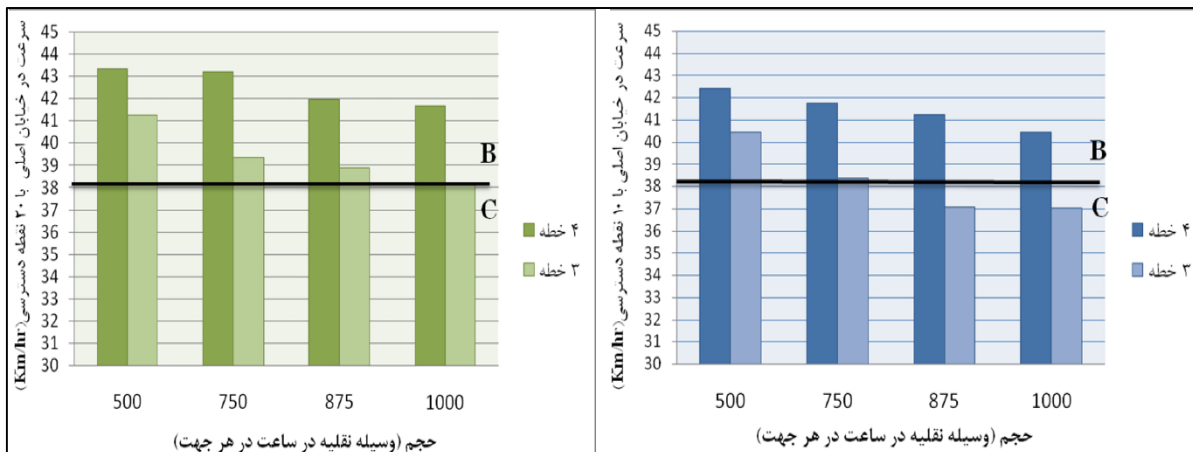
شکل ۳: معبر شبیه سازی شده با خیابان دوطرفه دو خطه و خط ممتد گردش به چپ

هر یک از متغیرهای ذکر شده فوق برای معبر با خیابان‌های چهارخطه جدا نشده و خیابان‌های سه‌خطه تا پایان شبیه‌سازی CORSIM ثابت می‌باشد. شبکه یک بار با خیابان اصلی چهار خطه جدانشده (هر خط به عرض ۳,۷ متر) و دو خیابان فرعی دوخطه و بار دیگر با خیابان اصلی سه‌خطه (دو خط مستقیم به عرض ۲,۵ متر و یک خط ممتد گردش به چپ به عرض ۴,۵ متر) و همان دو خیابان فرعی دوخطه شبیه‌سازی

شد. جریان ترافیک و عوامل هندسی که به عنوان بخشی از تحلیل حساسیت تنظیم شده‌اند، در بخش بعدی شرح داده شده است.

۴-۱- عوامل تحلیل حساسیت

حجم‌های ورودی کل و تراکم نقاط دسترسی از عوامل تحلیل حساسیت می‌باشند. تحلیل حساسیت با حجم‌های روزانه ۱۰۰۰۰، ۱۵۰۰۰، ۱۷۵۰۰ و ۲۰۰۰۰ وسیله نقلیه در روز و تراکم ۱۰ و ۲۰ نقطه دسترسی در طول کل خیابان‌های اصلی انجام شده است. فرض شده است که ۱۰٪ حجم روزانه در ساعات اوج اتفاق می‌افتد، که بدین ترتیب حجم‌های ساعتی در هر جهت به ترتیب ۵۰۰، ۷۵۰، ۸۷۵ و ۱۰۰۰ وسیله نقلیه در ساعت در هر جهت خواهد بود. حجم ساعت اوج خیابان‌های فرعی نیز ۴۰٪ حجم خیابان‌های اصلی یعنی به ترتیب ۲۰۰، ۳۰۰، ۳۵۰ و ۴۰۰ وسیله نقلیه در ساعت در هر جهت در نظر گرفته شده است. هر کدام از معابر با ترکیبات مختلف حجم و تراکم نقاط دسترسی شبیه‌سازی شده که نتایج آن در جداول (۱) و (۲) و شکل (۴) آورده شده است. در قسمت بعد، نتایج حاصل از این تحلیل حساسیت بحث و بررسی شده است.



شکل ۴: نمودار سرعت متوسط خیابان اصلی با ۱۰ و ۲۰ نقطه دسترسی قبل و بعد از باریک سازی سواره رو با خط ممتد گردش به چپ و حجم‌های مختلف

جدول ۱: مشخصات دو نوع معبر با ۱۰ و ۲۰ نقطه دسترسی با حجم‌های مختلف

حجم (vphpd)	نوع شبکه	خیابان‌های چهار خطه جدا نشده با ۱۰ نقطه دسترسی	خیابان‌های سه خطه با ۱۰ نقطه دسترسی	تفاوت	خیابان‌های چهار خطه جدا نشده با ۲۰ نقطه دسترسی	خیابان‌های سه خطه با ۲۰ نقطه دسترسی	تفاوت
۵۰۰	نرخ زمان حرکت به زمان کل (MOVE/TOTAL)	۰,۸۳	۰,۸	۰,۰۳	۰,۸۳	۰,۸	۰,۰۳
	سرعت متوسط شبکه (Km/hr)	۴۰,۲۱	۳۸,۸۱	۱,۴۰	۴۰,۲	۳۸,۶۲	۱,۶۱
۷۵۰	نرخ زمان حرکت به زمان کل	۰,۸۲	۰,۷۷	۰,۰۵	۰,۸۲	۰,۷۷	۰,۰۵
	سرعت متوسط شبکه (Km/hr)	۳۹,۶۸	۳۷,۳۶	۲,۳۲	۳۹,۸	۳۷,۱۵	۲,۶۲
۸۷۵	نرخ زمان حرکت به زمان کل	۰,۸	۰,۷۴	۰,۰۶	۰,۷۸	۰,۷۵	۰,۰۳
	سرعت متوسط شبکه (Km/hr)	۳۸,۴۷	۳۵,۶۷	۲,۸	۳۷,۸	۳۶,۰۷	۱,۷۲
۱۰۰۰	نرخ زمان حرکت به زمان کل	۰,۷۷	۰,۷۳	۰,۰۴	۰,۷۷	۰,۷۲	۰,۰۵
	سرعت متوسط شبکه (Km/hr)	۳۷,۲۵	۳۵,۰۹	۲,۱۶	۳۷,۱	۳۴,۷۴	۲,۳۸

جدول ۲: سطح سرویس تقاطع‌ها در دو نوع شبکه با ۱۰ و ۲۰ نقطه دسترسی با حجم‌های مختلف

نوع خیابانهای اصلی شبکه		خیابان‌های چهار خطه جدا نشده با ۱۰ نقطه دسترسی		خیابان‌های سه خطه با ۱۰ نقطه دسترسی		خیابان‌های چهار خطه جدا نشده با ۲۰ نقطه دسترسی		خیابان‌های سه خطه با ۲۰ نقطه دسترسی	
حجم (vphpd)	شماره تقاطع	تاخیر توقف بر وسیله (ثانیه)	سطح سرویس	تاخیر توقف بر وسیله (ثانیه)	سطح سرویس	تاخیر توقف بر وسیله (ثانیه)	سطح سرویس	تاخیر توقف بر وسیله (ثانیه)	سطح سرویس
۵۰۰	تقاطع ۱	۲۱,۸	C	۲۳,۳	C	۲۱,۲	C	۲۱,۵	C
	تقاطع ۲	۱۹,۶	C	۲۱,۲	C	۲۰,۷	C	۲۲,۷	C
۷۵۰	تقاطع ۱	۲۱,۸	C	۲۲,۱	C	۲۰,۳	C	۱۹,۵	C
	تقاطع ۲	۱۸,۵	C	۱۹	C	۱۷,۴	C	۲۰,۶	C
۸۷۵	تقاطع ۱	۲۹,۲	D	۳۱,۱	D	۲۳,۷	C	۲۵,۶	D
	تقاطع ۲	۲۱,۹	C	۲۸,۹	D	۲۵,۷	D	۲۶,۱	D
۱۰۰۰	تقاطع ۱	۴۱,۳	E	۳۴,۳	D	۳۲,۸	D	۳۵,۲	D
	تقاطع ۲	۲۹,۴	D	۲۷,۵	D	۲۴,۵	C	۲۵,۶	D

۴-۲- نتایج تحلیل حساسیت شبیه سازی شبکه

همانطور که در شکل (۴) ملاحظه شد، تغییر مقطع خیابان از چهارخطه به سه خطه در خیابان‌های اصلی موجب کاهش ناچیز سرعت متوسط شریانی گردیده است، بطوریکه در حجم‌های پایین ۵۰۰ و ۷۵۰ وسیله نقلیه در ساعت در هر جهت موجب کاهش سطح سرویس شریانی از B به C تنزل پیدا کرده است. ۸۷۵ و ۱۰۰۰ وسیله نقلیه در ساعت در هر جهت، سطح سرویس شریانی از B به C تنزل پیدا کرده است. به همین علت باید در انتخاب کاندیدای اجرای پروژه‌های باریک‌سازی به این نکته توجه داشت و در انتخاب حجم‌های بالاتر از ۷۵۰ وسیله نقلیه در ساعت در هر جهت در انتخاب کاندیدها، دقت بیشتری به عمل آید. همچنین نتایج شبیه‌سازی نشان داد که سرعت متوسط در معابر با خیابان اصلی با مقطع چهارخطه جدانشده، بیشتر از سرعت متوسط در شبکه با خیابان اصلی با مقطع سه خطه است. هم‌چنان‌که در جدول (۱) نشان داده شده است، حداکثر تفاوت سرعت متوسط در شبکه با خیابان چهارخطه و سه خطه با تراکم ۱۰ نقطه دسترسی ۲٫۸ کیلومتر در ساعت و با تراکم ۲۰ نقطه دسترسی ۲٫۶۲ کیلومتر در ساعت می‌باشد که بسیار ناچیز است. همچنین می‌توان نتیجه‌گیری نمود که اجرای طرح‌های باریک‌سازی در خیابان‌های با تعداد نقاط دسترسی بالا موفقیت آمیزتر می‌باشد ولی در این زمینه تحقیقات بیشتری لازم می‌باشد.

در مورد سطح سرویس تقاطع‌ها، همانطور که در جدول (۲) آورده شده است، متوسط تأخیر تقاطع‌ها در شبکه با خیابان چهارخطه جدا نشده، کمتر از تأخیر تقاطع‌ها در شبکه با خیابان سه خطه می‌باشد ولی این تفاوت در اکثر موارد منجر به نزول سطح سرویس تقاطع‌ها نگردیده است. لذا همانطور که بحث شد، با انتخاب حجم‌های مناسب برای پروژه‌های باریک‌سازی سواره‌رو، از افزایش تأخیر در تقاطع‌ها و شبکه می‌توان پیشگیری نمود.

۵- نتیجه گیری

خطوط ممتد گردش به چپ که یکی از استراتژی‌های طرح‌های باریک‌سازی سواره‌رو می‌باشد، با حذف دو خط میانی از مقطع عرضی و تبدیل آنها به تک خط ممتد گردش به چپ ایجاد شده و دارای مزایای مختلفی شامل بهبود ایمنی، سکونت‌پذیری و عملیات ترافیکی می‌باشد. مزایای ایمنی و زیست‌پذیری پروژه‌های باریک‌سازی سواره‌رو در تحقیقات قبلی تقریباً به اثبات رسیده است ولی تحقیقات کمی روی اثرات ترافیکی تبدیل خیابان‌های چهارخطه جدا نشده به سه خطه انجام شده است. این عدم انجام تحقیقات به علل مختلفی همچون رایج نبودن این نوع تبدیل، فقدان کلی آنالیز خطوط ممتد گردش به چپ و ابزارهای ارزیابی در دسترس می‌باشد. لذا در این مقاله به اثرات ترافیکی این طرح‌ها (روانی ترافیک، سرعت متوسط شریانی‌ها و تأخیر در تقاطع‌ها) پرداخته شده است. نتایج این مطالعه بیانگر آن است که:



۱) در تمامی این طرح‌ها، مزایای ایمنی قابل توجهی از تبدیل طرح‌های باریک‌سازی سواره‌رو با خط ممتد گردش به چپ حاصل می‌شود. افزایش ایمنی به عنوان یک نتیجه از کاهش تعداد نقاط برخورد، بهبود فاصله دید در تقاطع‌ها و آرام سازی ترافیک ذکر گردید، بطوریکه کاهش ۱۰ تا ۶۵ درصدی در تعداد کل تصادفات، کاهش در نرخ و شدت تصادفات، افزایش ایمنی عابرین پیاده و کاهش تصادفات عابرین پیاده با وسایل نقلیه حاصل از تبدیل مشاهده شد.

۲) مزایای سکونت‌پذیری فراوانی از تبدیل‌های باریک‌سازی سواره‌رو از جمله افزایش فعالیت عابرین پیاده و دوچرخه‌سواران، راحتی عبور از خیابان، بهبود و رشد اقتصادی کسب‌وکار در مجاورت اجرای طرح‌ها، بهبود فضای خیابان و محیط زیست به وجود خواهد آمد.

۳) با توجه به نتایج تحلیل حساسیت انجام شده در این مطالعه، باریک‌سازی سواره‌رو متداول، باعث کاهش قابل توجهی در روانی ترافیکی نمی‌گردد. کاهش نسبتاً کم سرعت متوسط در کل شبکه، کاهش سرعت متوسط شریانی‌ها و همچنین افزایش ناچیز در تاخیر تقاطع‌ها به طوریکه در اکثر موارد باعث کاهش سطح سرویس معبر نگردید، از تحلیل حساسیت صورت گرفته نتیجه‌گیری شد.

۴) باریک‌سازی سواره‌رو متداول در حجم‌های بالا منجر به کاهش سطح سرویس شریانی‌ها می‌گردد ولی در تمامی موارد سطح سرویس خطوط دوچرخه بهبود می‌یابد. همچنین همانطور که ذکر شد باید در انتخاب معابر مناسب جهت باریک‌سازی با حجم‌های بالاتر از ۷۵۰ وسیله نقلیه در ساعت در هر جهت دقت بیشتری به عمل آید تا حداکثر منافع برای دوچرخه‌سواران و عابرین پیاده و حداقل اثرات منفی برای وسایل نقلیه موتورسیکلت حاصل گردد.

۵) در نهایت ذکر این نکته حائز اهمیت است که هر طرح باریک‌سازی سواره‌رو با خط ممتد گردش به چپ منحصر به فرد بوده و باید با توجه به خصوصیات معبر و محیط اطراف و هدف مورد نظر، طراحی و پیاده سازی گردد. امروزه با اضافه شدن ابزار خطوط ممتد گردش به چپ در برنامه‌های شبیه‌ساز ترافیکی، می‌توان قبل از اجرای طرح‌ها با شبیه‌سازی پروژه‌ها در شبکه، تا حدود زیادی تغییرات در عملیات ترافیکی از جمله، سرعت متوسط شبکه، میزان تاخیر در تقاطع‌ها، سرعت در شریانی‌ها و ... را بعد از اجرای طرح‌های باریک‌سازی سواره‌رو ملاحظه نمود، تا بتوان با دقت بیشتری در مورد قبول یا رد پروژه‌ها تصمیم‌گیری نمود.

۶- مراجع

- ۱- Swenson, T. Rivarola, M. ۲۰۱۰. Road Diets. Mid-America Regional Council.
- ۲- Litman T. Online TDM Encyclopedia. ۲۰۱۰. Available at: <http://www.vtpi.org/tm/tm12.htm>
- ۳- Rosales, J.A., ۲۰۰۷. Past presidents' award for merit in transportation engineering: road diet handbook. ITE Journal ۷۷ (۱۱), ۲۶-۳۲. ۳۷-۴۱.
- ۴- Ronkin, M., ۲۰۰۷. Road Diets – Designing Streets for Pedestrians and Bicyclists. New Partners for Smart Growth, Los Angeles.
- ۵- Welch, T.M. "The Conversion of Four-Lane Undivided Urban Roadways to Three-Lane Facilities," Presented at the Transportation Research Board/Institute of Transportation Engineers Urban Street Symposium, Dallas, TX (June ۲۸-۳۰, ۱۹۹۹).
- ۶- Burden, D., and P. Lagerwey. ۱۹۹۹, "Road Diets: Fixing the Big Roads," Walkable Communities, Inc., High Springs, FL.
- ۷- Knapp, K.K., T.M. Welch, and J.A. Witmer. "Converting Four-Lane Undivided Roadways to a Three-Lane Cross Section: Factors to consider,"
- ۸- Knapp, K.K., and K. Geise. "Guidelines for the Conversion of Urban Four-Lane Undivided Roadways to Three-Lane Two-Way Left-Turn Lane Facilities," Center for Transportation Research and Education, Iowa State University, Ames, IA (April ۲۰۰۱).
- ۹- Knapp, K.K., T.M. Welch, and K. Geise. "CORSIM Sensivity Analysis of Four to Three-Lane Cross Section Conversion Operational Impacts"
- ۱۰- Knapp, K.K., T. Welch, and K. Geise, "Comparison of Simulated Average Arterial Travel Speeds along Four-Lane Undivided and Three-Lane Roadways with Similar Traffic Flow and Access Density Characteristics,"
- ۱۱- Hummer, J.E., and C.F. Lewis. "Operational Capacity of Three-Lane Cross-Sections," Report Number FHWA/NC/۲۰۰۰-۰۰۳. Center for Transportation Engineering Studies, North Carolina State University, Raleigh, NC (۲۰۰۰).
- ۱۲- Sohrweide, T.A., B. Buck, and R. Wronski. "Arterial Street Traffic Calming With Three-Lane Roads," Presented at the Institute of Transportation Engineers Annual Meeting, Philadelphia, PA, (Aug. ۴-۷, ۲۰۰۲), Institute of Transportation Engineers, Washington, D.C.
- ۱۳- Russell, E.R., and S. Mandavilli. "Analysis of a Road Diet Conversion and Alternative Traffic Controls," (Cited June ۲۳, ۲۰۰۴)
- ۱۴- Stout, T.B. and R.R. Souleyrette. "Matched Pair Safety Analysis of Four-Lane to Three-Lane Roadway Conversions in Iowa," Submitted on July ۲۶, ۲۰۰۵ to Transportation Research Board, Draft Manuscript.
- ۱۵- Pawlovich, M.D., W. Li, A. Carriquiry, and T.M. Welch. "Iowa's Experience with "Road Diet" Measures: Impacts on Crash Frequencies and Crash Rates Assessed Following a Bayesian Approach," Paper No. ۰۶-۲۴۸۴.
- ۱۶- Rosales, J.A. and K.K. Knapp. "Livability Impacts of Geometric Design Cross-Section Changes from Road Diets," Submitted for publication on March ۱۵, ۲۰۰۵ to Transportation Research Board, Draft Manuscript.
- ۱۷- Sohn, Keemin, Multi-objective optimization of a road diet network design , Transportation Research Part A ۴۵ (۲۰۱۱) ۴۹۹-۵۱۱



معاونت حمل و نقل و ترافیک



سازمان حمل و نقل و ترافیک تهران

۱۸- CORSIM User Manual Version ۵.۵, ITT Industries, Inc., Systems Division ATMS R&D and Systems Engineering Program Team, ۲۰۰۱



تلفن: ۸۸۳۳۹۰۴۰ | www.ictte.ir | Info@ictte.ir

تهران، خیابان کریم خان زند، خیابان ایرانمهر شمالی، پلاک ۱۳۳ معاونت و سازمان حمل و نقل و ترافیک

Feasibility Study of Adopting Two-Way-Left-Turn Lane (TWLTL) for Effective Traffic Management and Improved Safety across Urban Paths

Pooya Yarmohammadi^۱, Davood Jamour^۲, Mohammadjavad Tehranimoghdam^۳,
Sedaghat Gharedaghi^۴

^۱-Traffic Engineer at Rahyaft Andishe Farda Consulting Engineering Co

^۲- Traffic Engineer at Malayer Municipality

Abstract

During recent years, the so-called road diet policy using two-way-left-turn lane (TWLTL) has been adopted in different cities around the world. This lane has been effective in main paths and has been most commonly used for converting two-way four-lane paths to three-lane ones, bringing about such advantages as safety, livability, and improved traffic. In previous studies, the focus has most frequently been on improved livability and enhanced efficiency resulted from the implementation of road diet plans using TWLTLs, and rare research works have been performed on traffic-related effects of conventional road diet plans (i.e. using TWLTL). As such, the present research is an attempt to address traffic-related effects of such plans (traffic flow, average velocity along paths, and delay at intersections). Results of simulations using CORSIM Software showed that, under particular conditions, conversion of two-way four-lane paths to three-lane ones using TWLTL ends up with neither with any significant decrease in average velocity along paths nor with a remarkable increase in delay at intersections. Therefore, adoption of these lanes can provide citizens with enhanced safety and improved quality of life (in social and environmental dimensions) without causing significant traffic-related effects.

Keywords: two-way-left-turn lane (TWLTL), road diet, simulation, CORSIM.



^۱Traffic engineer at Rahyaft Andishe Farda, ۰۹۱۲۴۷۸۵۲۸۶, pouya_yar@yahoo.com

^۲Traffic engineer at Malayer Municipality, d_jamour_۶۲@yahoo.com

^۳Traffic engineer at Deputy Traffic of the District ۲۰ of tehran

^۴Expert of Traffic Department Of Tehran Municipality