

اثرات تعامل وسائل نقلیه و عابرین پیاده و محدودیت سرعت بر عملکرد و

ایمنی تقاطع‌ها

(مورد مطالعه: تقاطع بهبودی - آزادی - آذربایجان)

امیر ایزدی، دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد الکترونیک، تهران، ایران
*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: amir_ag84@yahoo.com

دریافت: ۹۷/۰۶/۱۵ - پذیرش: ۹۷/۱۱/۰۵

صفحه ۱۸۹-۱۹۶

چکیده

معابر پیاده از جمله مهمترین فضاهای عمومی و شهری هستند و این اهمیت، هم ناشی از عملکرد آنها به عنوان جزئی از سیستم حمل و نقل درون شهری و هم ناشی از عملکرد آنها به عنوان یک فضای شهری است. وجود اشتراک بین سیستم پیاده روی در ترابری شهری و شهرسازی ایجاب می کند که یک کار مشترک برای مراحل مختلف برنامه ریزی و طراحی و مدیریت انجام شود. هدف اصلی این تحقیق تعیین زمان بندی بهینه چراغ های راهنمایی با بررسی رفتار عابران پیاده در تقاطع ها و تعامل آن با وسایل نقلیه در یکی از مهمترین تقاطع های شهر تهران است. اهداف جزئی شامل محاسبه پارامترهای ترافیکی مرتبط با هر نوع از تسهیلات ترافیکی، شبیه سازی رفتار عابران پیاده توسط نرم افزار و برنامه نویسی به منظور تعیین زمان بندی بهینه چراغ های راهنمایی می باشد.

واژه های کلیدی: عابر پیاده، شبیه سازی، زمان بندی چراغ راهنمایی، چگالی، زمان تاخیر

۱- مقدمه

منطقه ای بر عملکرد زیرساخت های حمل و نقل ارزیابی می کنند. سازمان برنامه ریزی منطقه ای با استفاده از این مدل برای ارزیابی منطقه، مانند کیفیت هوا برای کمک به توسعه استفاده از زمین و یا سیاست هایی که منجر به افزایش توریسم پایدار شود استفاده می کند. از سوی دیگر، مدل سازی از عملیات سیستم حمل و نقل و تمرکز طراحی در مقیاس کوچکتر می تواند در طراحی یک راه و بزرگراه متمرکز باشد. همچنین جهت بررسی بهبود و بهره وری سیستم محلی، طراحی انواع خط، زمان بندی سیگنال و پاسخ به دیگر سوالات ترافیک از مدل های شبیه سازی استفاده می گردد.

معابر پیاده از جمله مهمترین فضاهای عمومی و شهری هستند و این اهمیت، هم ناشی از عملکرد آنها به عنوان جزئی از سیستم حمل و نقل درون شهری و هم ناشی از عملکرد آنها به عنوان یک فضای شهری است. وجود اشتراک بین سیستم پیاده روی در ترابری شهری و شهرسازی ایجاب می کند که یک کار مشترک برای مراحل مختلف برنامه ریزی و طراحی و مدیریت انجام شود. مدل های شبیه سازی ترافیک از یک دیدگاه میکروسکوپی، ماکروسکوپی و گاهی اوقات مزوسکوپی مفید هستند. در برنامه ریزی حمل و نقل مدل های شبیه سازی را با اثرات الگوهای توسعه شهری

۲- پیشینه تحقیق

وجود پل عابر به چه میزان می‌تواند بر کاهش آلاینده‌های هوا و مصرف سوخت تأثیرگذار باشد. (سید حسینی و همکاران، ۱۳۹۲). در سال ۲۰۱۳، لامبریان‌دو و همکاران به بررسی و امکان‌سنجی ثانیه شمارهای برای زمان عبور عابرین پیاده از تقاطع به صورت ایمن و پایدار پرداختند که تحلیل آماری برای داده‌های برداشت شده یک تقاطع در یونان انجام گرفت (لامبریان‌دو و همکاران، ۲۰۱۳). در سال ۲۰۱۵، آقای لی و همکاران به بررسی تغییر باند وسایل نقلیه برای اجتناب عابرین پیاده به عبور و مرور پرداختند که نتیجه آن است که تعامل وسایل نقلیه و عابرین پیاده کاهش می‌یابد. ایمنی می‌تواند ارتقا یابد و عابرین پیاده می‌توانند سریعتر مسیر را بپیمایند. با تغییر باند، عابرین پیاده زمان زیادتری را به دلیل حرکت بین باندها توسط وسایل نقلیه، خواهند داشت (لی و همکاران، ۲۰۱۵).

۳- روش تحقیق

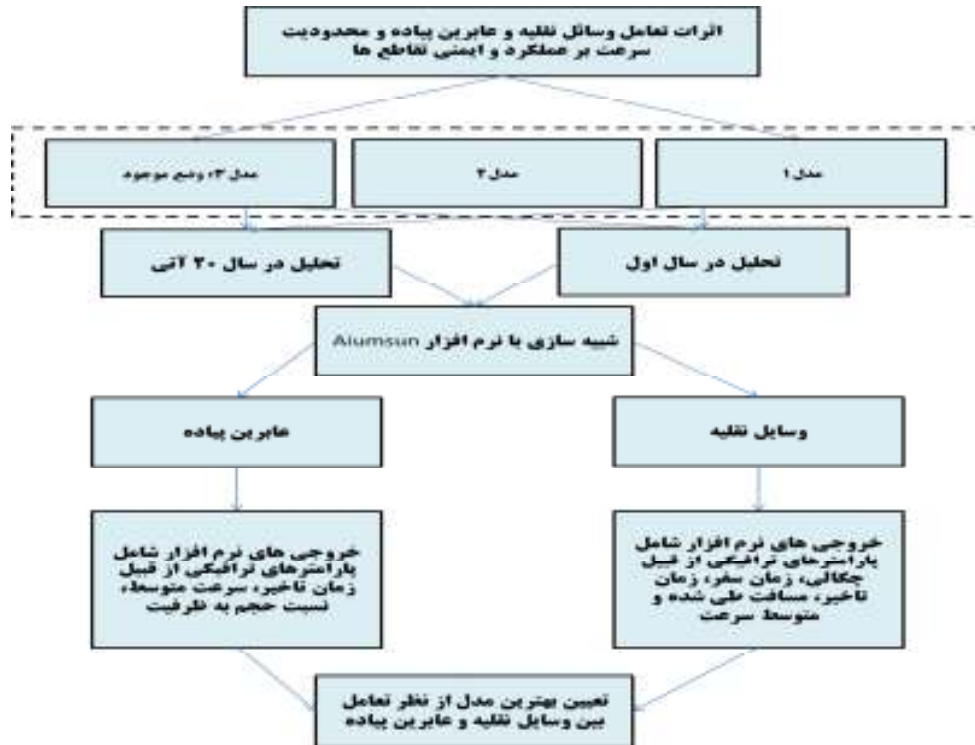
متغیرهای این تحقیق شامل پارامترهای مهم ترافیکی شامل حجم تردد عابرین پیاده و وسایل نقلیه، چگالی، زمان تاخیر و محدودیت سرعت، زمان بندی چراغ خواهد بود. تردد عابرین پیاده و وسایل نقلیه با برداشت میدانی تعیین می‌گردد. دیگر متغیرها با شبیه سازی ترافیکی حاصل می‌شود. روش این تحقیق میدانی - کتابخانه ای است و با استفاده از مشاهده میدانی و برداشت حجم تردد وسایل نقلیه و عابرین پیاده داده های محلی حاصل می‌گردد. جامعه آماری شامل عابرین پیاده و وسایل نقلیه عبوری از تقاطع مورد مطالعه هستند و نمونه‌گیری از تمامی افراد و وسایل نقلیه حاصل شده و حجم آن برابر تعداد آن‌ها خواهد بود. روش تجزیه و تحلیل داده‌ها شبیه سازی خرد نگر ترافیکی است و ابزار آن نرم افزار شبیه سازی Aimsun است. پارامترهای ترافیکی شامل زمان تاخیر، چگالی، طول صف، متوسط مسافت پیموده شده، سرعت متوسط و کل زمان سفر مورد بررسی در این تحقیق قرار می‌گیرند. در این تحقیق، ابتدا به برداشت میدانی ترافیک عبوری در محدوده تقاطع پرداخته می‌شود پس از آن با استفاده از نرم افزارهای شبیه سازی به بررسی وضعیت تقاطع از نظر پارامترهای مهم ترافیکی به ویژه چگالی پرداخته می‌شود و نتایج با تحلیل دستی کنترل می‌گردد که در قالب پارامترهای آماری می‌توان این مقایسه و

از نقطه نظر تاریخی شبیه‌سازی کامپیوتری تاریخچه ای کوتاه ولی اثر گذار است. در سال ۱۳۹۴، ملکان و همکاران به ارزیابی تأثیرات غیر همسطح سازی تردد عابرین پیاده در تقاطع انقلاب اسلامی-ولیعصر(عج) بر بهبود جریان ترافیک پرداختند. تداخلات زیاد عابرین پیاده با وسایل نقلیه در این تقاطع، سبب شد تا طرح غیرهمسطح سازی تردد عابرین پیاده در تقاطع مذکور اجرایی شود. نتایج این مطالعه نشان داد شاخص های ترافیکی زمان تأخیر و زمان سفر وسایل نقلیه پس از اجرای طرح، به ترتیب در حدود ۱۷ و ۱۵ درصد بهبود یافته است (ملکان و همکاران، ۱۳۹۴). در سال ۱۳۹۴، یزدی و همکاران به بررسی اثرات عابران پیاده بر روی شاخصهای ترافیکی در معبر پرداختند. هدف از انتخاب این پروژه بررسی اثراتی که عابرین پیاده با عبور خود از عرض خیابانها بر روی حرکت وسایل نقلیه می‌گذارند است. لازم به ذکر است که در این پروژه فقط شاخص‌هایی مورد بررسی قرار گرفته که توسط نرم افزار Aimsun قابل بررسی هست. در نهایت معادلاتی بدست آمده که از آنها میتوان در موارد مشابه به معبر مدل، استفاده کرد (یزدی و همکاران، ۱۳۹۴). در سال ۱۳۹۳، آقای میربهاء و همکاران به بررسی تأثیر ترافیکی احداث گشتگاه های عابر پیاده در شبکه ی معابر شهری با استفاده از شبیه سازی مطالعه موردی شهر قزوین پرداختند در این تحقیق شبکه معابر مجاور پیاده راه خیام، قبل و بعد از اجرای پیاده راه، مورد مطالعه قرار گرفته شده است. شبکه معابر تحت نفوذ این پیاده راه با استفاده از نرم افزار شبیه ساز خردنگر AIMSUN مدل سازی شده و نتایج آن در دو حالت قبل و بعد از احداث مورد مطالعه قرار گرفته است. جمع بندی نتایج نشان می‌دهد که احداث پیاده راه در شبکه باعث افزایش مصرف سوخت، تاخیر و آلودگی شده است (میربهاء و همکاران، ۱۳۹۳). در سال ۱۳۹۲، سید حسینی و همکاران به ارزیابی فنی و اقتصادی تسهیلات عابرین پیاده به کمک شبیه سازی‌های کامپیوتری پرداختند در این تحقیق پس از شبیه‌سازی‌های کامپیوتری تردد عابرین پیاده در حالات مختلف به بررسی و ارزیابی پل‌های عابر پیاده به عنوان یکی از مهمترین ارکان تسهیلات عابرین پیاده پرداخته می‌شود. علاوه بر تردد عرضی عابرین پیاده تردد وسایل نقلیه نیز شبیه سازی شده است، نامعلوم گردد که

در این تحقیق تقاطع بهبودی- آزادی- آذربایجان مورد مطالعه قرار می‌گیرد. قرارگیری تقاطع بهبودی- آزادی- آذربایجان در ناحیه‌ای با تولید و جذب سفر بالا قرار گرفته و نداشتن ظرفیتی برای تخلیه خودروها از آن منجر به ایجاد تأخیرات ترافیکی و صف‌های طولانی حتی تا معابر مهم و بزرگراهی اطراف آن می‌شود.

کنترل‌ها را بیان نمود. همچنین با توجه به ضریب رشد ترافیک براساس استعلام از معاونت حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران، در شهر تهران ضریب رشد ۷,۱ درصد بوده و بر این اساس به تعیین ترافیک آتی به صورت زیر نشان داده شده است.

$$T_n = T_0(1+r)^n = T_0 * 3,94$$



این تقاطع، تقاطعی چراغدار ۳ فازه و به شرح پیوست می‌باشد:

فاز اول

- خیابان آزادی (شرق) به خیابان آزادی (غرب)
- خیابان آزادی (غرب) به خیابان آزادی (شرق)
- خیابان آزادی (شرق) به خیابان بهبودی

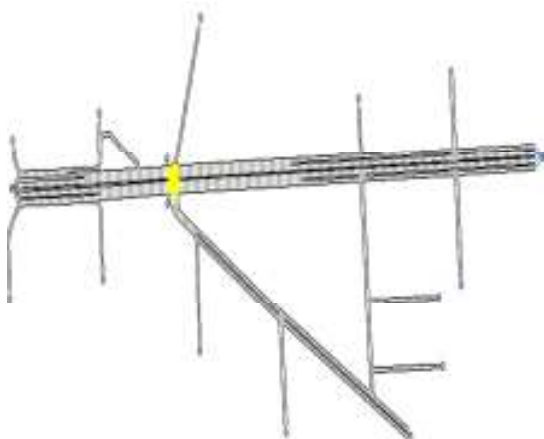
فاز دوم

- خیابان آزادی (غرب) به خیابان بهبودی
- خیابان آزادی (غرب) به خیابان آزادی (غرب) به صورت دوربرگردان (U Turn)

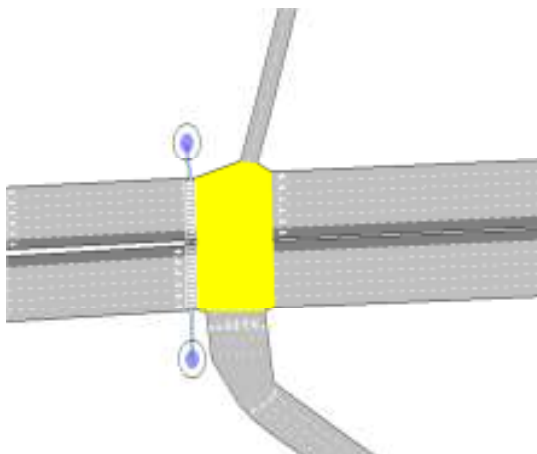


شکل ۱. نمایشی از نقشه محل تقاطع

زمانبندی بهینه چراغ راهنمایی ارائه شده است.



شکل ۳. نمایی از شبکه مدل شده در نرم افزار



شکل ۴. نمایی از مدل تقاطع در نرم افزار

مدل ۲: وضعیت موجود با زمان بندی حاصل از HCM
این مدل در واقع مشابه همان مدل ۱ بوده با این تفاوت که با استفاده از زمانبندی حاصل از روش HCM حاصل شده است.

مدل ۳: وضعیت موجود

این مدل در واقع مشابه همان وضع موجود بوده و هیچ زمانبندی و فازی برای عابرین پیاده لحاظ نشده است.

• خیابان آزادی (غرب) به خیابان آزادی (شرق)

فاز سوم

• خیابان آذربایجان به خیابان آزادی (شرق)

• خیابان آذربایجان به خیابان بهبودی

• خیابان آذربایجان به خیابان آزادی (غرب)

لازم به ذکر است که حرکت BRTها تنها در فاز اول انجام می پذیرد.



شکل ۲. حرکات ترافیکی به همراه زمان بندی چراغ راهنمایی

۴- مدلسازی شبکه

در این بخش به شبیه سازی هر یک از دو وضع موجود و گزینه اصلاح چراغ راهنمایی برای سال حاضر و ترافیک ۲۰ سال آتی پرداخته می شود. بر این اساس هر یک از مدل های ساخته شده به تفکیک و به شرح زیر ارائه می گردد. شبیه سازی برای تقاطع بهبودی- آزادی- آذربایجان انجام شده و ترافیک عبوری براساس داده های برداشت شده برای مدلسازی استفاده گردید. لازم به ذکر است که کل شبکه شامل خیابان آزادی و ورودی و خروجی های آن از غرب حدفاصل یادگار امام تا شرق (خیابان رودکی) است. تمامی داده های مورد نیاز و حتی BRTها نیز در مدل در نظر گرفته شده تا شرایط کاملا واقعی ارائه شود.

مدل ۱: وضعیت موجود با اصلاح زمان چراغ راهنمایی

این مدل در واقع همان وضع موجود تقاطع خواهد بود. با این تفاوت که چراغ راهنمایی با در نظرگیری زمان عبور عابرین پیاده از عرض مسیر خیابان آزادی است. این مدل با استفاده از زمانبندی حاصل از کد نویسی در نرم افزار برای

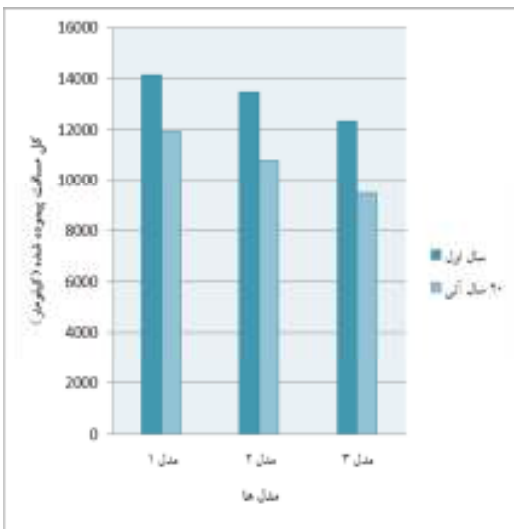
۵- تحلیل و مقایسه مدل‌ها

جدول ۱. مقایسه مدل‌ها براساس ترافیک موجود

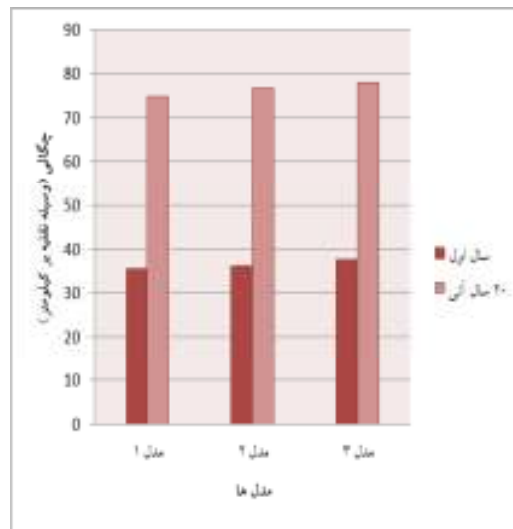
مدل پارامتر	مدل ۱	مدل ۲	مدل ۳
زمان تاخیر (ثانیه بر کیلومتر)	۱۳۸,۰۰	۱۴۹,۰۰	۱۷۱,۰۰
چگالی (وسیله نقلیه بر کیلومتر)	۳۵,۴۶	۳۶,۱۲	۳۷,۶۱
سرعت (کیلومتر بر ساعت)	۲۷,۱۹	۲۶,۰۳	۲۳,۸۴
کل زمان سفر (ساعت)	۷۸۷,۸۸	۷۸۸,۶۸	۸۰۷,۶۷
کل مسافت پیموده شده (کیلومتر)	۱۴۱۴۰,۶۴	۱۳۴۸۷,۷۸	۱۲۳۴۹,۲۰
زمان تاخیر عابرین پیاده (ثانیه بر کیلومتر)	۱,۰۰	۳,۰۰	۴,۰۰
سرعت عابرین پیاده (متر بر ثانیه)	۱,۶۶	۱,۴۸	۱,۳۰
نسبت حجم به ظرفیت	۰,۱۸	۰,۲۱	۰,۳۱

جدول ۲. مقایسه گزینه‌ها براساس ترافیک آتی

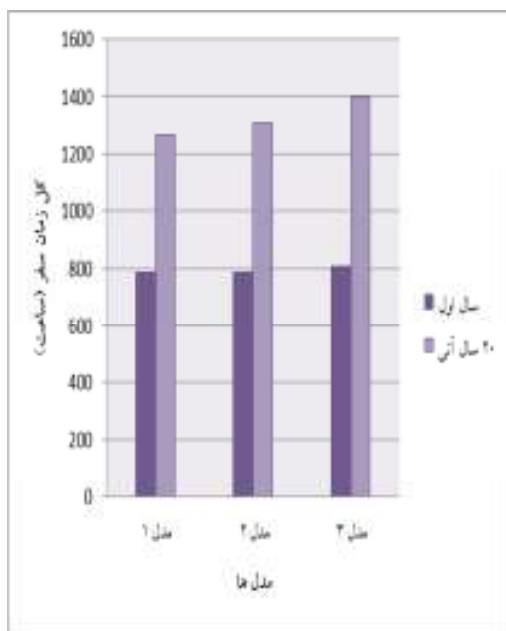
مدل پارامتر	مدل ۱	مدل ۲	مدل ۳
زمان تاخیر (ثانیه بر کیلومتر)	۳۳۵,۰۰	۳۸۹,۰۰	۴۵۶,۰۰
چگالی (وسیله نقلیه بر کیلومتر)	۷۴,۷۷	۷۶,۷۳	۷۷,۹۰
سرعت (کیلومتر بر ساعت)	۱۴,۷۳	۱۳,۸۶	۱۱,۹۱
کل زمان سفر (ساعت)	۱۲۶۷,۱۹	۱۳۰۸,۵۶	۱۳۹۶,۰۸
کل مسافت پیموده شده (کیلومتر)	۱۱۹۲۰,۲۲	۱۰۷۹۶,۲۱	۹۴۶۸,۸۱
زمان تاخیر عابرین پیاده (ثانیه بر کیلومتر)	۳,۰۰	۱۳,۰۰	۱۵,۰۰
سرعت عابرین پیاده (متر بر ثانیه)	۱,۵۳	۱,۲۳	۱,۲۰
نسبت حجم به ظرفیت	۰,۱۹	۰,۴۴	۰,۶۵



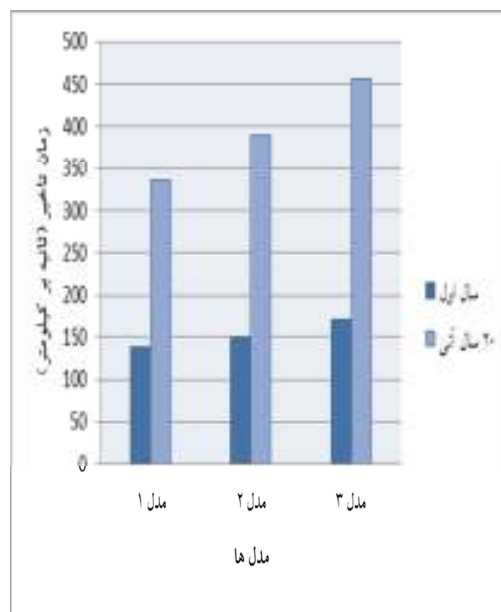
نمودار ۳. مقایسه‌ی بین کل مسافت پیموده شده با ترافیک



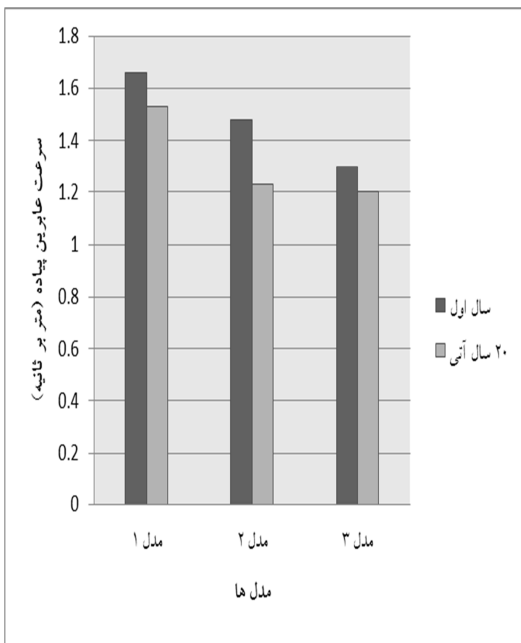
نمودار ۱. مقایسه‌ی بین چگالی با ترافیک



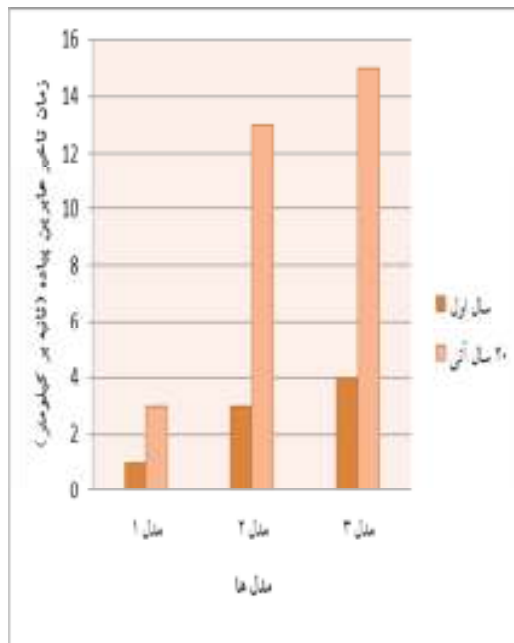
نمودار ۳. مقایسه‌ی بین کل زمان سفر با ترافیک



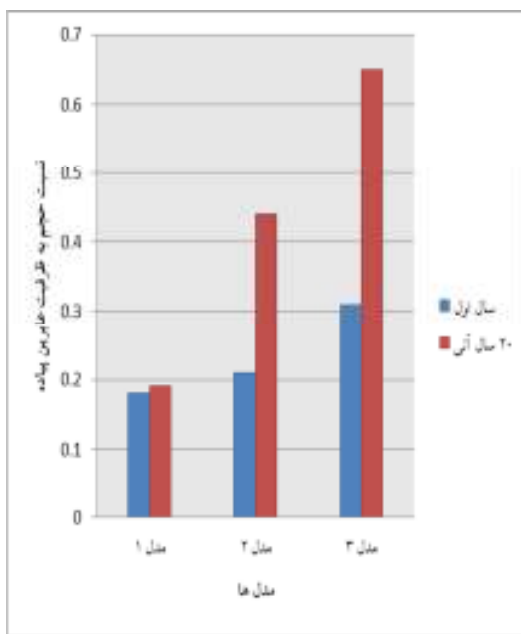
نمودار ۲. مقایسه‌ی بین زمان تاخیر با ترافیک



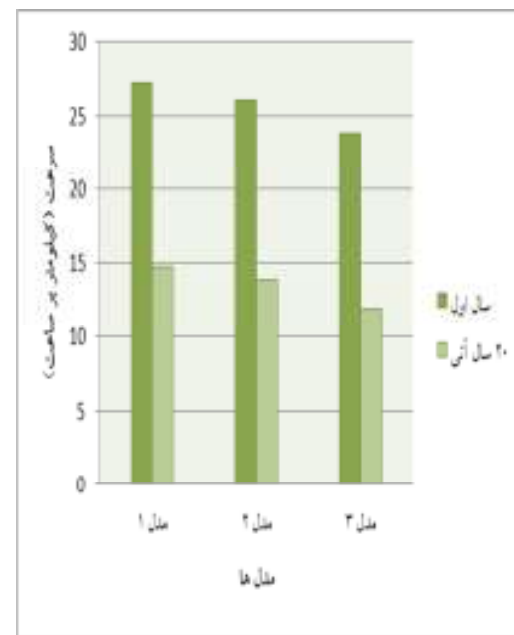
نمودار ۷. مقایسه‌ی بین سرعت عابرین پیاده با ترافیک



نمودار ۵. مقایسه‌ی بین زمان تاخیر عابرین پیاده با ترافیک



نمودار ۸. مقایسه‌ی نسبت حجم به ظرفیت عابرین پیاده با ترافیک



نمودار ۶. مقایسه‌ی بین مقادیر سرعت با ترافیک

می تواند به بهبود پارامترهای ترافیکی وسایل نقلیه و عابرین پیاده کمک نماید .

نمودارهای مقایسه ای در اشکال شماره (۱) الی (۸) نیز ارائه شدند. با توجه به نتایج مشاهده می گردد که مدل شماره ۱

۶- نتیجه گیری

مورد مطالعه است. موارد گفته شده هم برای ترافیک حال و هم برای ترافیک ۲۰ سال آتی وجود دارد. بنابراین می توان نتیجه گرفت مدل شماره ۱ براساس زمان بندی بهینه چراغ راهنمایی بهترین گزینه است و مدل ۲ که با زمانبندی چراغ راهنمایی براساس HCM انجام شده، پس از آن در رتبه دوم قرار دارد.

۷- مراجع

- افندی زاده، ش.، صفارزاده، م. و محمدی قرقی، ح.، (۱۳۹۴)، "الگوریتم تصمیم گیری در خصوص تبدیل میدان به تقاطع چراغدار و بالعکس" تهران، چهاردهمین کنفرانس بین المللی حمل و نقل.

- ملکان، خ.، اسدی، م.ر. بزرگمهرنیا، ر. و محمودزادگان، س.ع. (۱۳۹۴)، "ارزیابی تأثیرات غیر همسطح سازی تردد عابرین پیاده در تقاطع انقلاب اسلامی-ولیعصر(عج) بر بهبود جریان ترافیک"، چهاردهمین کنفرانس بین المللی مهندسی حمل و نقل و ترافیک، تهران، معاونت و سازمان حمل و نقل ترافیک.

- صفارزاده، م.، ابریشمی، س. الف. س. و توکلی، م. ر.، (۱۳۹۳)، "ارزیابی ظرفیت میدان و تقاطع چراغدار"، تهران، سیزدهمین کنفرانس بین المللی حمل و نقل.

- صفارزاده، م. و ناصر علوی، س. ن.، (۱۳۹۴)، " میدان مدرن به عنوان گزینه جایگزین انواع تقاطعات متداول"، تهران، دانشگاه علم و صنعت.

-Akçelik R. A., (2003), "Round about Case Study Comparing Capacity Estimates from Alternative Analytical Models". 2nd Urban Street Symposium, Anaheim, California, USA, pp.28-30 July.

-Al-Madani H, Saad M., (2007), "Analysis of roundabout capacity under high demand flows, WIT Transactions on The Built Environment", Vol. 107.

-(2000), "Federal Highway Administration, Round about: An Information Guide, Report RD00067, June.

براساس نتایج تحقیق، مدل ۱ با ترافیک موجود کاهش می میزان ۱۹,۳۰ درصد در زمان تاخیر، ۵,۷۲ درصد در چگالی، ۲,۴۵ درصد در کل زمان سفر، ۷۵ درصد در زمان تاخیر عابرین پیاده و نسبت حجم به ظرفیت برای عابرین پیاده ۴۱,۹۴ درصد کاهش نسبت به مدل ۳ دارد. سرعت وسایل نقلیه نیز به میزان ۱۴,۰۵ درصد و سرعت عابرین پیاده ۲۷,۶۹ درصد افزایش یافته است. مدل ۲ با ترافیک موجود کاهش می میزان ۱۲,۸۷ درصد در زمان تاخیر، ۳,۹۶ درصد در چگالی، ۲,۳۵ درصد در کل زمان سفر، ۲۵ درصد در زمان تاخیر عابرین پیاده و نسبت حجم به ظرفیت برای عابرین پیاده ۳۲,۲۶ درصد کاهش نسبت به مدل ۳ دارد. سرعت وسایل نقلیه نیز به میزان ۹,۱۹ درصد و سرعت عابرین پیاده ۱۳,۸۵ درصد افزایش یافته است. همچنین، مدل ۱ با ترافیک آتی کاهش می میزان ۲۶,۵۴ درصد در زمان تاخیر، ۴,۰۲ درصد در چگالی، ۹,۲۳ درصد در کل زمان سفر، ۸۰ درصد در زمان تاخیر عابرین پیاده و نسبت حجم به ظرفیت برای عابرین پیاده ۷۰,۷۷ درصد کاهش نسبت به مدل ۳ دارد. سرعت وسایل نقلیه نیز به میزان ۲۳,۶۸ درصد و سرعت عابرین پیاده ۲۷,۵۰ درصد افزایش یافته است. مدل ۲ با ترافیک آتی کاهش می میزان ۱۴,۶۹ درصد در زمان تاخیر، ۱,۵۰ درصد در چگالی، ۶,۲۷ درصد در کل زمان سفر، ۱۳,۳۳ درصد در زمان تاخیر عابرین پیاده و نسبت حجم به ظرفیت برای عابرین پیاده ۳۲,۳۱ درصد کاهش نسبت به مدل ۳ دارد. سرعت وسایل نقلیه نیز به میزان ۱۶,۳۷ درصد و سرعت عابرین پیاده ۲,۵۰ درصد افزایش یافته است. همچنین می توان دریافت که مدل ۱ با ترافیک موجود کاهش قابل ملاحظه ای در پارامترهای مختلف ترافیکی مربوط به وسایل نقلیه و عابرین پیاده خواهد داشت. در حالی که در وضعیت کنونی (مدل ۳) تداخل بین عابرین پیاده و وسایل نقلیه آنقدری می شود که منجر به کاهش ایمنی عابرین پیاده شده و همچنین در بهترین شرایط منجر به افزایش صف و زمان تاخیر برای وسایل نقلیه و همچنین افزایش چگالی در تقاطع مورد مطالعه می گردد. در مدل ۲ نیز با تغییر وضعیت زمان بندی چراغ وضعیت نسبت به مدل ۳ (وضع موجود) بهتر می شود اما این میزان به اندازه مدل ۱ نخواهد بود چرا که زمان بندی بهینه حاصل نشده است و صرفاً تخصیص یک زمان بندی ثابت برای عابرین پیاده در چراغ راهنمایی تقاطع