



## بهبود جریان ترافیک با استفاده از نرم افزار شبیه سازی Corsim (مطالعه موردی میدان صنعت)

منصور حاجی حسینلو<sup>۱</sup>، میثم شریفیان<sup>۲</sup>، امیر حسین فرهادیان<sup>۳</sup>

۱- استادیار دانشکده مهندسی عمران دانشگاه صنعتی خواجه نصیر طوسی

mansour@kntu.ac.ir

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد راه و ترابری دانشگاه صنعتی خواجه نصیر طوسی

Meisam59\_sh@yahoo.com

۳- مربی دانشگاه آزاد اسلامی، گروه معماری و شهرسازی، تهران شمال

Farhadian3@hotmail.com

### خلاصه

نرم افزار CORSIM یک نرم افزار شبیه ساز ریزنگر در علم مهندسی ترافیک است که قدرت بالایی در تحلیل و بررسی شبکه های درونشهری دارد. در دنیای امروزه استفاده از این نوع نرم افزار ها یکی از راه حل های اساسی در تحلیل معضلات ترافیکی به حساب می آید استفاده از نرم افزار در عین حال که کم هزینه است و نتایج در آن به سرعت بدست می آید، از آشفتگی ترافیکی که اغلب در آزمایشات محلی به وجود می آید، جلوگیری می کند. در این تحقیق، تحلیل ظرفیت و بهینه سازی جریان ترافیک در میدان صنعت تهران بر اساس شبیه سازی، مورد بررسی قرار می گیرد. در شبیه سازی شبکه های درونشهری، قبل از هر چیز نیاز به اطلاعات فیزیکی و ترافیکی منطقه است که در این تحقیق بخشی از این اطلاعات از فایل GIS سازمان حمل و نقل و ترافیک و بخش دیگر به صورت میدانی برداشت گردید که بعد از آن اقدام به شبیه سازی شبکه در حالت کنونی و سپس در حالت های تغییر یافته پیشنهادی گردید. اولین گزینه پیشنهادی بستن ضلع شمالی میدان و ایجاد دور برگردان در فاصله ۶۰۰ متری از شمال میدان (خیابان پاکتژاد) است. حذف میدان و تبدیل آن به تقاطع چراغدار با فازبندی های مختلف، گزینه های پیشنهادی دوم الی پنجم را تشکیل می دهد. میدان فوق در حالت های پیشنهادی در جهت روان سازی جریان ترافیک و کاهش تاخیر مورد شبیه سازی و مطالعه قرار گرفت و با توجه به خروجی های نرم افزار بهترین گزینه جهت راهکار پیشنهادی برای حل معضل ترافیکی منطقه ارائه گردید. برای مثال با اعمال راهکار پیشنهادی در جهت بهبود جریان ترافیک، زمان سفر به میزان ۱۸٪ و تاخیر برای هر وسیله نقلیه ۴۷٪ کاهش می یابد.

کلمات کلیدی: شبیه سازی، CORSIM، زمان سفر

### مقدمه

در سیستم های پیشرفته مدیریت ترافیک، هدف تنها حرکت وسایل نقلیه نیست بلکه بهینه سازی جریان با حداقل تاخیر و زمان سفر می باشد. با توجه به اهمیت موضوع و پیچیده تر شدن روز به روز مساله حمل و نقل و جریان ترافیک در جوامع، به واقع ابزار تحلیل مهندسی ترافیک که در گذشته مورد استفاده قرار می گرفت شاید امروزه جوابگوی تحلیل ظرفیت شبکه های درونشهری نباشد. استفاده از شبیه سازی کامپیوتری یکی از مهمترین ابزار کنونی تحلیل مهندسی ترافیک است به شرط آنکه نرم افزار قبلا با شرایط محیطی کالیبره شده باشد. [۴ و ۳] شبیه سازی کامپیوتری به دلایلی مهم و ضروری به نظر می رسد. از جمله آنکه، کم هزینه تر است، نتایج به سرعت به دست می آیند، اطلاعات تولید شده به وسیله شبیه سازی شامل چندین معیار تاثیر پذیری می باشد که نمی توان آنها را به راحتی از مطالعات محلی به دست آورد، از آشفتگی ترافیکی که اغلب با یک آزمایش محلی همراه می شود کاملاً جلوگیری می شود، بسیاری از طرح ها نیاز به اقدام به تغییرات فیزیکی قابل ملاحظه ای در تسهیلات دارند که برای اهداف تجربی قابل پذیرش نمی باشند. در این رساله به تحلیل ظرفیت و بررسی وضعیت ترافیکی میدان صنعت با استفاده از نرم افزار شبیه ساز CORSIM، که یکی از نرم افزارهای ریزنگر میباشد، پرداخته شده است. [۵ و ۶]

### نرم افزار شبیه ساز Corsim

CORSIM شامل یک مجموعه مجتمع از دو مدل شبیه سازی ریزنگر است که بیان کننده و نشان دهنده کل محیط ترافیکی می باشد. NETSIM نشان دهنده ترافیک بر روی خیابان های شهری و FRESIM مشخص کننده ترافیک بر روی آزادراه ها می باشد.



CORSIM برای تشریح عملکرد ترافیک، شبیه سازی با گام های زمانی را به کار می برد. یک گام زمانی برابر با یک ثانیه می باشد. هر وسیله نقلیه یک شیء جداگانه است که هر ثانیه حرکت می کند. تکیه کردن بر معیار کارایی تولید شده به وسیله یک اجرا از CORSIM می تواند همراه کننده باشد. برای حصول فهم بهتر از کارایی شبکه، شبکه باید چندین بار با استفاده از مجموعه های مختلف اعداد تصادفی شبیه سازی شود. در این صورت توزیع معیارهای تاثیر پذیری نتیجه شده، نمایش دهنده دقیقی از کارایی شبکه خواهد بود.

CORSIM قادر به مدل کردن اکثر این عناصر از جمله گلوگاه ها، خطوط عبور مخصوص وسایل نقلیه عمومی HOV، مسدود شدن خطوط عبور، حوادث عملکرد اتوبوس ها، شیب، ترکیب ترافیک، مناطق همگذری در آزادراهها و ... می باشد. بسیاری از ساختارهای دیگر می توانند با استفاده از عناصر اساسی CORSIM و با استفاده از خلاقیت و قضاوت مهندسی تقریب زده شوند. [۷]

### وضعیت ترافیکی میدان صنعت در سالهای اخیر

شبکه ای که در این مقاله مورد بررسی و شبیه سازی قرار گرفته میدان صنعت (میدان شهرک غرب) می باشد. تا سال ۱۳۷۷ این تقاطع همسطح به صورت یک چهار راه چراغدار دو زمانه بوده است. از این سال به بعد یک فاز اضافه گردید تا از برخورد وسایل نقلیه چپگرد جلوگیری شود. با افزایش تقاضای ترافیکی و با گسترش مراکز تفریحی و گردشگری و مراکز تجاری در این منطقه، شبکه موجود جوابگوی حجم سنگین ترافیک منطقه را نداشته و مسوولان ترافیکی منطقه اقدام به اجرای میدانی به شعاع ۱۲/۵ متر کرده و مانند نمونه های بسیار دیگر در سطح شهر تهران، این تقاطع نیز به میدان تغییر وضعیت داد. تا شاید بتواند مشکل ترافیکی را حل نماید. شاید در ابتدا ترافیک روان تری مشاهده می شد ولی بعد از گذشت چند سال و با توجه به افزایش حجم ترافیک منطقه، آشفتنگی فراوانی در سطح این منطقه مشاهده گردید. در ادامه برای کم کردن تعداد برخورد ها میان وسایل نقلیه در سطح میدان مسوولان اجرایی در سال ۱۳۸۱ ناچاراً ضلع جنوبی میدان را بسته و بدین طریق وسایل نقلیه ای که قصد سفر به سمت شرق میدان که همان خیابان خوردین است باید مسیر اضافی ۷۶۰ متری را بپیمایند. بدین طریق وسایل نقلیه ابتدا وارد آزادراه شیخ فضل ... شده و از خروجی همت شرق وارد آزادراه همت گردند، سپس از اولین لوپ مجدداً وارد آزادراه شیخ فضل ... شوند و سپس به میدان صنعت برسند. [۱]

نظر به اینکه با وارد شدن به خیابان خوردین امکان دسترسی به منطقه وسیع سعادت آباد، فازهای ۲ و ۱ و ۷ شهرک غرب، آزادراه نیایش، پل مدیریت، اوین و ولنجک می باشد، بدیهی است حجم وسایل نقلیه ای که می بایست این مسیر اضافی را طی نمایند زیاد است.

جالب این است که بستن ضلع جنوبی میدان به تنهایی نتوانست مشکل ترافیکی را حل کند و هم اکنون یک چراغ راهنمایی نیز در میدان نصب شده است که این چراغ برای جلوگیری از برخورد ایجاد شده برای وسایل نقلیه ای است که از سمت خیابان خوردین به میدان وارد می شوند و نیز وسایل نقلیه ای که از سمت جنوب وارد منطقه شهرک غرب شده و قصد سفر به سمت شهرک مخابرات یا بلوار فرحزادی را دارند.

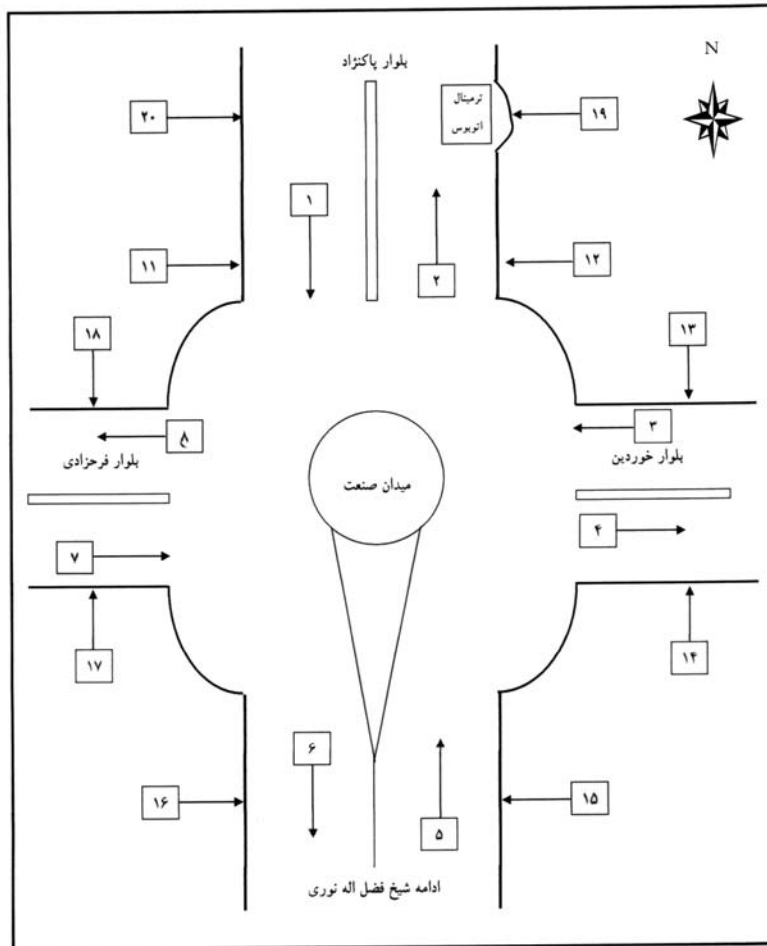
با توجه به اینکه تغییرات متعدد در این منطقه از هر لحاظ ایجاد گردید، همچنان در ساعات اوج، ترافیک سنگینی در این منطقه دیده می شود که باعث تشکیل صفهای طولانی در خیابان خوردین شمال به جنوب و شیخ فضل ... شمال به جنوب می شود. این صف ناشی از توقف وسایل نقلیه در پشت چراغ راهنمایی است که با توجه به نتایج بدست آمده از مدل سازی در نرم افزار شبیه ساز CORSIM، نبودن این چراغ راهنمایی تاخیرها را به شدت افزایش میدهد. با توجه به حجم بسیار زیاد عابرین پیاده در سطح شبکه مورد نظر برای مدلسازی دقیق تر توسط نرم افزار شبیه سازی اقدام به جمع آوری اطلاعات مربوط به حجم تردد عابرین پیاده به صورت میدانی نیز شد. حال با توجه به اطلاعات ترافیکی جمع آوری شده اقدام به تحلیل ظرفیت منطقه و ارائه راهکارهای پیشنهادی و بررسی این راهکارها با استفاده از نرم افزار شبیه ساز ریزنگر CORSIM شده است.

همانطور که گفته شد بهترین و دقیق ترین روش مدلسازی شبکه با نرم افزار شبیه سازی است به شرط آنکه قبلاً با شرایط منطقه کالیبره شده باشد. بنابر این با اطلاعات ترافیکی جمع آوری شده از منطقه که اکثراً به صورت میدانی برداشت گردیده و نیز مشاهده وضعیت ترافیکی از روی فیلم گرفته شده، چند راهکار پیشنهادی در جهت بهبود وضعیت و روان شدن ترافیک منطقه ارائه گردید و در ادامه، با نرم افزار شبیه سازی گردید و نتایجی نیز حاصل شد.

### توصیف داده های میدانی

با توجه به شکل کلیه تردد مربوط به عبور عابر پیاده و وسایل نقلیه به صورت کدگذاری مشخص شده است. از کد شماره ۱۱ الی کد شماره ۲۰ مربوط به تردد عابرین پیاده و از کد ۱ الی ۱۱ مربوط به حجم تردد وسایل نقلیه است. حجم عبوری وسایل نقلیه و نیز عابر پیاده از میانگین آمار جمع آوری شده از سه روز وسط هفته بدست آمده است. بدیهی است شکل ۱ بدون مقیاس است و صرفاً جهت معرفی خیابانهای منتهی به میدان و نیز معرفی کدهای مربوط به حجم عابرین پیاده و وسایل نقلیه رسم شده است.

جهت مدل سازی در نرم افزار ریزنگر CORSIM نیاز به اطلاعات دقیق ترافیکی و فیزیکی شبکه می باشد. اطلاعات فیزیکی شامل شیب خیابانهای منتهی به میدان و طول شیب و نیز عرض دقیق خطوط از فایل GIS موجود در سازمان حمل و نقل و ترافیک گرفته شده است که همگی در جداول ۱ الی ۳ آمده است.



شکل ۱- نمایش شماتیک از میدان صنعت

جدول ۱: حجم تردد وسایل نقلیه در میدان صنعت (صبح) [۱]

| جدول میدا مقصد میدان صنعت |                          |         |         |         |           |
|---------------------------|--------------------------|---------|---------|---------|-----------|
| به / از                   | ساعت آمار گیری ۷:۰۰-۸:۰۰ |         |         |         |           |
|                           | کل وسائط نقلیه           |         |         |         |           |
|                           | خروجی ۲                  | خروجی ۴ | خروجی ۶ | خروجی ۸ | جمع ورودی |
| ورودی ۱                   | ۲۳۰                      | ۹۱      | ۱۷۱۰    | ۳۷۶     | ۲۰۸۶      |
| ورودی ۳                   | ۴۴۱                      | ۴۲۴     | ۱۲۵۴    | ۳۲۵     | ۲۰۲۰      |
| ورودی ۵                   | ۶۶۹                      | ۱۲۵۲    | ۹۱۳     | ۴۴۰     | ۳۲۷۴      |
| ورودی ۷                   | ۵۸                       | ۱۳۳     | ۲۸۶۴    | ۲۱۹     | ۲۸۶۴      |
| جمع خروجی                 | ۱۳۹۸                     | ۱۹۰۰    | ۶۷۴۱    | ۱۳۶۰    |           |



جدول ۲: حجم تردد وسایل نقلیه در میدان صنعت (عصر) [۱]

| جدول میدا مقصد میدان صنعت |                              |         |         |         |         |
|---------------------------|------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| به / از                   | ساعت آمار گیری ۱۶:۰۰ - ۱۷:۰۰ |         |         |         |         |
|                           | کل وسائط نقلیه               |         |         |         |         |
|                           | جمع ورودی                    | خروجی ۸ | خروجی ۶ | خروجی ۴ | خروجی ۲ |
| ورودی ۱                   | ۲۲۴۴                         | ۳۶۹     | ۱۸۷۵    | ۲۲۱     | ۲۱۸     |
| ورودی ۳                   | ۲۰۱۸                         | ۲۲۵     | ۱۶۰۰    | ۳۸۶     | ۱۹۳     |
| ورودی ۵                   | ۴۵۲۱                         | ۸۲۳     | ۱۰۸۱    | ۱۹۰۲    | ۷۱۵     |
| ورودی ۷                   | ۲۴۳۱                         | ۴۲۵     | ۲۴۳۱    | ۷۴      | ۷۹      |
| جمع خروجی                 |                              | ۱۳۶۰    | ۶۷۴۱    | ۲۵۸۳    | ۱۲۰۵    |

جدول ۳: حجم تردد وسایل نقلیه، میدان صنعت

| اوج بعد از ظهر ۱۹:۰۰ - ۱۸:۰۰ |      |       |         | اوج صبح ۸:۰۰ - ۷:۰۰ |      |       |         |
|------------------------------|------|-------|---------|---------------------|------|-------|---------|
| کد حرکت                      | سیک  | سنگین | جمع pcu | کد حرکت             | سیک  | سنگین | جمع pcu |
| ۱                            | ۱۴۵۸ | ۷۰    | ۱۶۳۳    | ۱                   | ۱۸۳۲ | ۱۶۱   | ۲۲۳۵    |
| ۲                            | ۷۰۳  | ۳۰    | ۷۷۸     | ۲                   | ۱۳۵۹ | ۱۵۹   | ۱۷۵۷    |
| ۳                            | ۱۹۵۱ | ۴۳    | ۲۰۵۲    | ۳                   | ۱۴۸۴ | ۶۹    | ۱۶۵۷    |
| ۴                            | ۸۸۰  | ۵۰    | ۱۰۰۵    | ۴                   | ۱۱۳  | ۱۹    | ۱۶۱     |
| ۵                            | ۲۳۴  | ۳۲۳   | ۳۱۴     | ۵                   | ۴    | ۲۷    | ۷۲      |
| ۶                            | ۱۰۹۱ | ۳۳    | ۱۱۷۴    | ۶                   | ۲۱۲۰ | ۱۸۳   | ۲۵۷۸    |
| ۷                            | ۱۲۴۲ | ۶۰    | ۱۳۹۲    | ۷                   | ۱۲۳۶ | ۴۹    | ۱۳۵۹    |
| ۸                            | ۱۱۹۹ | ۲۲    | ۱۲۵۴    | ۸                   | ۵    | ۱۷    | ۴۸      |

### تحلیل و شبیه سازی شبکه

با توجه به موقعیت منطقه و حجم ترافیک گذرنده از آن، ۵ راهکار پیشنهادی جهت بهبود روند جریان ترافیک ارائه گردید و با استفاده از نرم افزار شبیه سازی corsim که قبلا با تغییر فاکتورهای مربوط به رفتار رانندگان کالیبره شده، اقدام به شبیه سازی نموده و نتایج قابل توجهی نیز حاصل گردید. جهت مدل سازی در نرم افزار ریزنگر corsim نیاز به اطلاعات دقیق ترافیکی و فیزیکی شبکه می باشد. اطلاعات فیزیکی شامل شیب خیابانهای منتهی به میدان و طول شیب و نیز عرض دقیق خطوط از فایل GIS موجود در سازمان حمل و نقل و ترافیک گرفته شده است. اولین راهکار پیشنهادی این است که، این بار اقدام به بستن ضلع شمالی میدان کرده تا از تداخل وسایل نقلیه ای که از خیابان خوردین وارد میدان می شوند و قصد سفر به سمت بلوار فرحزادی و یا خروج از میدان به سمت جنوب و وارد شدن به آزادراه شیخ فضل الله شوند، جلوگیری شود. جایگزین این بسته شدن، اجرای یک u-turn در فاصله ۶۰۰ متری از شمال میدان صنعت واقع در خیابان پاکنژاد می باشد. فاصله این u-turn تا میدان بر اساس ۲ معیار بوده است.

۱- در نظر گرفتن ایستگاههای اتوبوس در دو طرف خیابان پاکنژاد

۲- مدلسازی در نرم افزار corsim به صورت ۵ فاصله مختلف مکانی تا بدست آوردن حداقل تاخیر.

ضمنا شبیه سازی برای شبکه مورد نظر یک فاصله زمانی ۳۰ دقیقه ای در نظر گرفته شد.

پس از مدلسازی و اعمال کلیه مسایل ترافیکی و فیزیکی منطقه مشاهده شد که تاخیر در کل شبکه به میزان حدودی ۲۰ ساعت افزایش یافت. (در فاصله زمانی ۳۰ دقیقه شبیه سازی، برای کل وسایل نقلیه موجود در شبکه) و یا به عبارتی تاخیر برای هر وسیله نقلیه حدود ۷۰ ثانیه افزایش پیدا کرد.

تصور می رفت با حذف چراغ راهنمایی و ایجاد u-turn در شمال میدان، تاخیرات ناشی از توقف کاهش یابد ولی اینچنین نشد و تاخیر ناشی از توقف برای هر وسیله نقلیه افزایش یافت. با توجه به ایجاد یک مسیر طولانی برای یکسری از وسایل نقلیه ای که قصد دور زدن در میدان را دارند و طی یک مسیر ۱۲۰۰



متری (رفت و برگشت) و عبور از u-turn ایجاد شده در خیابان پاکنژاد خروجی نرم افزار، طول کل سفر را بیشتر نشان می دهد که این ناشی از آن است که وسایل نقلیه کمتری فرصت پیدا کرده تا وارد شبکه شوند، چون آنچه مسلم است طول سفر برای وسایل نقلیه ای که در آن شبکه هستند افزایش یافته است. زمان سفر برای وسایل نقلیه در شبکه در یک فاصله زمانی ۳۰ دقیقه ای به میزان ۲۴۵ ساعت نشان داده می شود که بر اساس شرایط موجود ۲۲۶ ساعت می باشد، که افزایش ۲۰ ساعتی نشان داده شده، نشان از ناموفق بودن پیشنهاد اول می باشد. کاهش ۳ km/h سرعت متوسط شبکه هم این مساله را تایید می نماید. با توجه به آنکه در ورودی نرم افزار جهت محاسبه میزان آلودگی تولید شده توسط وسایل نقلیه مقدار پیش فرض تمامی اتومبیل ها پزو ۴۰۵ براساس میزان مصرف و تولید آلودگی در نظر گرفته شده، افزایش میزان آلاینده ها در خروجی نرم افزار نشان دهنده این مساله است که میزان تولید آلاینده ها نیز افزایش داشته است.

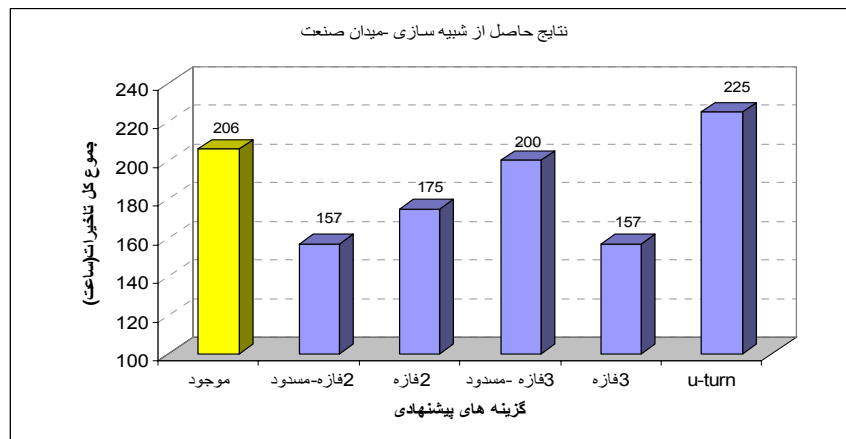
دومین راهکار، حذف میدان و تبدیل آن به یک تقاطع چراغدار دو فازه است ضمن آنکه مسیر حرکت غرب به شرق ممنوع اعلام گردد.

سومین راهکار، شبیه راهکار دوم است با این تفاوت که مسیر حرکت غرب به شرق باز باشد.

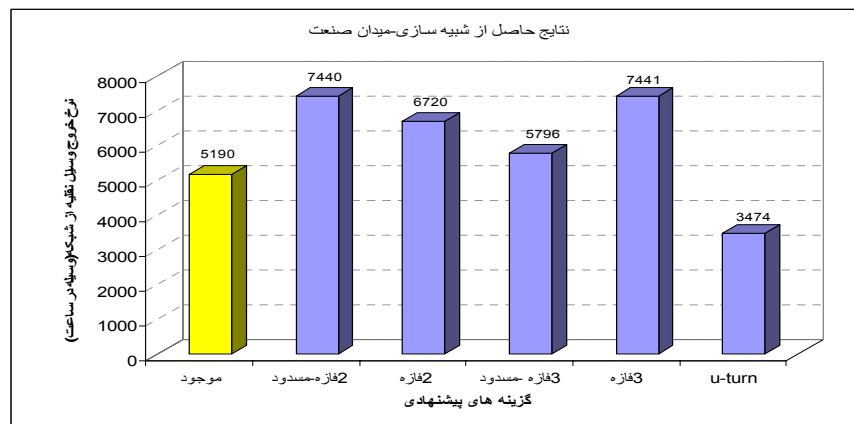
چهارمین راهکار، حذف میدان و تبدیل آن به یک تقاطع چراغدار سه فازه است ضمن آنکه حرکت غرب به شرق ممنوع اعلام گردد.

پنجمین راهکار پیشنهادی در جهت بهبود جریان ترافیک، حذف میدان و تبدیل آن به یک تقاطع سه فازه که در آن حرکت از شرق یعنی خیابان فرحزادی به غرب (خیابان خوردین) باز است و هیچ محدودیتی وجود ندارد.

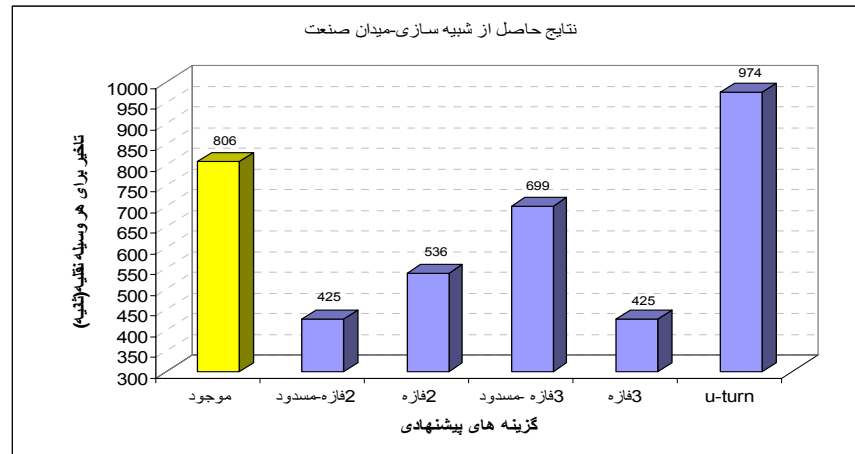
ابتدا وضعیت کنونی را در نرم افزار مدل کردیم و سپس راهکارهای پیشنهادی را اعمال نموده و مجدداً شبیه سازی را انجام دادیم. شکل ۲ الی ۵ مقایسه ای است بین حالت‌های مختلف که همگی از خروجی های نرم افزار می باشد.



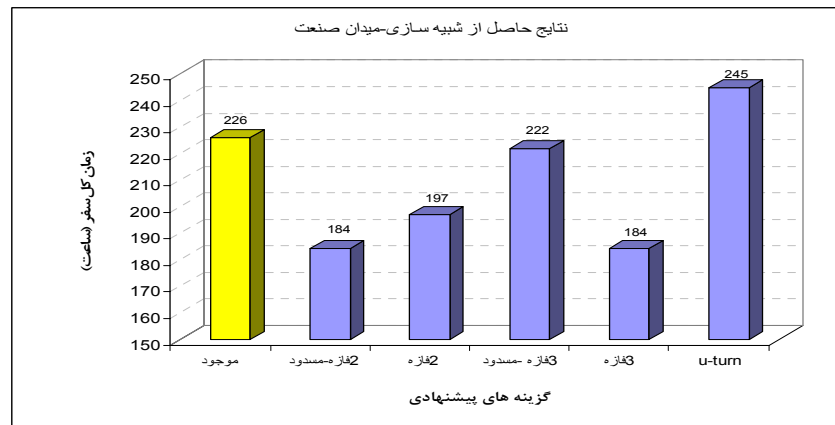
شکل ۲-مقایسه حالت‌های مختلف، مجموع کل تاخیرات



شکل ۳-مقایسه حالت‌های مختلف، نرخ خروج وسیله نقلیه از شبکه



شکل ۴- مقایسه حالت‌های مختلف، تاخیر برای هر وسیله نقلیه



شکل ۵- مقایسه حالت‌های مختلف، زمان سفر

با توجه به اشکال که مهمترین آمار خروجی نرم افزار بوده و نیز سایر نتایج حاصل شده از نرم افزار، که به علت خلاصه سازی در این مقاله آورده نشد، نتیجه گیری می کنیم که اجرای u-turn در شمال میدان نتیجه عکس خواهد داد و تاخیر و زمان سفر را به شدت افزایش می دهد. در سایر گزینه های پیشنهادی بدین گونه است که حذف میدان و تغییر وضعیت آن به یک تقاطع چراغدار نتیجه مطلوبی در روند ترافیک خواهد داشت و در همه موارد ذکر شده زمان سفر کاهش می یابد.

با مقایسه این چهار گزینه، بهترین حالت اجرای تقاطع چراغدار با زمانبندی هوشمند ۳ فازه که در آن حرکت از مسیر غرب به شرق نیز باز است، جدول ۴ نشانگر مهمترین خروجی های نرم افزار مربوط به حالت کنونی و وضعیت تغییر یافته بعد از اعمال گزینه پیشنهادی اول است. در جدول ۵ مقایسه ای بین حالت کنونی و بهترین راهکار (گزینه پیشنهادی پنجم) صورت گرفته است.



جدول ۴: مقایسه وضعیت موجود و راهکار پیشنهادی اول با توجه به خروجی های نرم افزار [۲]

| معیارهای سنجش نحوه عملکرد  | وضعیت پیشنهادی | وضعیت موجود | درصد تغییرات |
|--|----------------|-------------|--------------|
| مجموع تاخیرات (ساعت)   | ۲۲۵/۷          | ۲۰۶/۶       | ۹/۲۴         |
| تاخیر برای هر وسیله نقلیه(ثانیه)   | ۹۷۴/۳          | ۸۰۶/۷       | ۲۰/۷۸        |
| تاخیر ناشی از توقف(ساعت)   | ۲۲۰/۶          | ۲۰۰         | ۱۰/۳         |
| تاخیر ناشی از توقف هر وسیله نقلیه (ثانیه)  | ۹۵۲/۳          | ۷۸۱/۱       | ۲۱/۹۲        |
| مجموع توقف ها  | ۱۰۶۸           | ۱۳۷۵        | -۲۲/۳        |
| تعداد توقف برای هر وسیله نقلیه   | ۱/۳۸           | ۱/۴۹        | -۱۴/۰۹       |
| طول کل سفرها در شبکه(کیلومتر)  | ۷۵۹/۱          | ۸۲۶/۳       | -۸/۱۳        |
| زمان کل سفرها در شبکه(ساعت)  | ۲۴۵/۳          | ۲۲۶/۶       | ۸/۲۵         |
| سرعت متوسط در شبکه (km/h)  | ۵              | ۸           | -۳۷/۵        |
| مجموع سوخت مصرفی شبکه (لیتر)   | ۵۴۶/۶          | ۵۳۱/۶       | ۲/۸۲         |
| کارایی مصرف سوخت(km/lit)   | ۱/۴            | ۱/۶         | -۱۲/۵        |
| مجموع آلاینده HC (گرم)   | ۳۸۵            | ۳۷۳         | ۳/۲۲         |
| مجموع آلاینده CO (گرم)   | ۷۱۸۷           | ۷۱۵۱        | ۰/۵          |
| مجموع آلاینده NOx (گرم)  | ۶۵۷            | ۶۴۹         | ۱/۲۲         |
| نرخ ساعتی خروج وسیله نقلیه از شبکه(وسيله در ساعت)  | ۳۴۷۴           | ۵۱۹۰        | -۳۳/۰۶       |
| گزینه پیشنهادی: بستن ضلع شمالی میدان و ایجاد U-turn در فاصله ۶۰۰ متری در خیابان پاکبازاد |                |             |              |

جدول ۵: مقایسه وضعیت موجود و راهکار پیشنهادی پنجم با توجه به خروجی های نرم افزار [۲]

| معیارهای سنجش نحوه عملکرد   | وضعیت پیشنهادی | وضعیت موجود | درصد تغییرات |
|---|----------------|-------------|--------------|
| مجموع تاخیرات (ساعت)  | ۱۵۶/۹          | ۲۰۶/۶       | -۲۴/۰۶       |
| تاخیر برای هر وسیله نقلیه(ثانیه)  | ۴۲۵/۴          | ۸۰۶/۷       | -۴۷/۲۷       |
| تاخیر ناشی از توقف(ساعت)  | ۱۴۷/۷          | ۲۰۰         | -۲۶/۱۵       |
| تاخیر ناشی از توقف هر وسیله نقلیه (ثانیه)   | ۵۰۰/۵          | ۷۸۱/۱       | -۴۸/۷۳       |
| مجموع توقف ها   | ۲۴۵۰           | ۱۳۷۵        | ۷۸/۱۸        |
| تعداد توقف برای هر وسیله نقلیه  | ۱/۸۴           | ۱/۴۹        | ۲۳/۴۹        |
| طول کل سفرها در شبکه(کیلومتر)   | ۱۱۶۶/۵         | ۸۲۶/۳       | ۴۱/۱۷        |
| زمان کل سفرها در شبکه(ساعت)   | ۱۸۴/۷          | ۲۲۶/۶       | -۱۸/۴۹       |
| سرعت متوسط در شبکه (km/h)   | ۱۱             | ۸           | ۳۷/۵         |
| مجموع سوخت مصرفی شبکه (لیتر)  | ۴۹۰            | ۵۳۱/۶       | -۷/۷         |
| کارایی مصرف سوخت(km/lit)  | ۲/۳            | ۱/۶         | ۴۳/۷۵        |
| مجموع آلاینده HC (گرم)  | ۳۶۳            | ۳۷۳         | -۳/۷۵        |
| مجموع آلاینده CO (گرم)  | ۷۱۵۱           | ۸۸۶۱        | -۲۳/۹۱       |
| مجموع آلاینده NOx (گرم)   | ۶۵۷            | ۷۷۸         | -۱۸/۴۲       |
| نرخ ساعتی خروج وسیله نقلیه از شبکه(وسيله در ساعت)   | ۷۴۴۱           | ۵۱۹۰        | ۴۳/۳         |
| گزینه پیشنهادی: حذف تقاطع میدان صنعت و تبدیل آن به تقاطع چراغ دار سه فازه<br>کلیه حرکات گردشی چهار بازوی تقاطع از طریق چراغ راهنمایی زماندار سه فازه کنترل می شود |                |             |              |



## نتایج

از تحقیق حاضر، خلاصه نتایج بصورت ذیل ارائه می گردد.

۱. نرم افزار corsim دارای قابلیت مناسب جهت شبیه سازی شبکه های درونشهری بعد از کالیبراسیون را دارد.
۲. بستن ضلع شمالی میدان و جایگزین کردن دور برگردان در فاصله ۶۰۰ متری از شمال میدان در خیابان پاکنژاد، تاثیر منفی بر روند جریان ترافیک خواهد گذاشت.
۳. با حذف میدان و تبدیل آن به حالت اولیه در سال ۷۸ (تقاطع همسطح چراغدار)، تاخیر و زمان سفر به میزان قابل توجهی کاهش می یابد.
۴. ایجاد تقاطع همسطح چراغدار با ۳ فاز مجزا بهترین گزینه پیشنهادی جهت کاهش تاخیر شبکه است به نحوی که کل تاخیر به میزان ۲۴٪ و زمان سفر به مقدار ۱۸٪ کاهش می یابد.

## مراجع

۱. سازمان حمل و نقل و ترافیک تهران، فایل GIS میدان صنعت

2. Federal Highway Administration, "CORSIM User Manual", 2005.
3. California Department of Transportation, "Guidelines for Applying Traffic Microsimulation Modeling Software", 2004.
4. Transportation Research Board, Highway Capacity Manual, National Research Council, Washington, D.C, 2000.
5. William R. McShane and Roger P. Roess, Traffic Engineering, Prentice Hall, 2004
6. Washington State Department of Transportation, "Weave Analysis and Performance", Report No. WA-RD 515, 2001.
7. Carol H. Walters, Christopher M. Poe and Douglas A. Skoweronek, "Recapturing Capacity by Removing Freeway Bottlenecks", Transportation Research Record 1360, TBR, National Research Council, Washington, D.C., 1992, pp.38-44.