اثرسنجی حذف گردش‌های مستقیم با استفاده از تقاطع‌های دسته‌پارچی (مطالعه موردی: تقاطع بزرگراه کردستان- خیابان ملاصدرا)

پوریا زنگانه رنجبر، کارشناس ارشد برنامه‌ریزی حمل و نقل، پژوهشکده حمل و نقل طراحان پارسه، تهران
هومن آل‌نوری فروشانی*، کارشناس ارشد راه و ترابری، پژوهشکده حمل و نقل طراحان پارسه، تهران
کامران رحیمی، کارشناس‌ارشد برنامه‌ریزی حمل و نقل، پژوهشکده حمل و نقل طراحان پارسه، تهران
*H.Alenoori@Gmail.com

تاریخ دریافت مقاله: دی ۹۱ تاریخ پذیرش: تیر ۹۲

چکیده

مشکل تردد در شهرهای بزرگ کشور مسأله ای است که نوع زندگی تمام اقشار جامعه را تحت‌الشعاع قرار داده است. امروزه، مسائل حمل و نقل و ترافیک این کلان‌شهرها به صورت کلاف پیچیده و سردرگمی درآمده که ارائه راهکارهایی جهت تقلیل یا رفع معضلات ناشی از آن جز بر پایه مطالعه و تحقیق میسر نخواهد بود. یکی از این مشکلات ترافیکی که بسیاری از شهرهای کشور با آن دست به گریبان هستند، تقاطع‌های پر ازدحام است. بروز رویکردهای تداخلی متعدد در این تقاطع‌ها موجب افزایش زمان تأخیر، کاهش ایمنی و همچنین بروز تصادفات گوناگون می‌شود. در این مقاله سعی بر آن است که استفاده از تقاطع دسته پارچی به عنوان یکی از راهکارهای مناسب جهت کاهش رویکردهای تداخلی در تقاطع‌ها مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرد. بدین منظور در ابتدا پیشینه موضوع بررسی شده و پس از آن یکی از تقاطع‌های شهر تهران برای مطالعه موردی انتخاب می‌گردد. در راستای اثرسنجی حذف گردش‌های مستقیم با استفاده از تقاطع دسته پارچی، در ابتدا احجام تردد در رویکردهای مختلف تقاطع منتخب برداشت شده و سپس با استفاده از نرم افزارهای SYNCHRO و AIMSUN اقدام به طراحی و تحلیل سناریوهای پیشنهادی خواهد شد. نتایج حاصل از شبیه‌سازی نشان می‌دهد که استفاده از تقاطع‌های دسته‌پارچی علاوه بر کاهش چگالی و تأخیر موجب افزایش میانگین سرعت و نرخ جریان خواهد شد، در حالی که مسافت طی شده در این نوع تقاطع‌ها بیشتر از تقاطع‌های مرسوم چراغ دار خواهد بود. همچنین، استفاده از این نوع تقاطع‌ها با کاهش تعداد نقاط تداخلی موجب افزایش ایمنی نیز خواهد گردید.

کلید واژه: تقاطع، گردش به چپ، دسته پارچی، تداخل.

۱ - مقدمه

رشد روزافزون تعداد وسایل‌نقلیه شخصی و ظرفیت محدود تقاطع‌ها، مهندسان ترافیک را برآن داشته تا به دنبال راهکارهای مؤثر دیگری نسبت به تقاطع‌های متعارف باشند به نحوی که هزینه احداث گزینه‌های پیشنهادی از تقاطع غیرهم‌سطح، کمتر شود. از سوی دیگر افزایش حجم وسایل‌نقلیه در تقاطع‌هایی که حجم گردشی در آن بیشتر از حرکت مستقیم بوده و در تداخل با معابر شریانی و اصلی قرار دارد، موجب شده تا دیگر استفاده از چراغ راهنمایی نیز جوابگو نباشد. زیرا این امر مستلزم فازبندی جداگانه برای هر یک از حرکات گردشی بوده و تأخیر بالایی را در پی خواهد داشت. این مسأله متعاقباً موجب تشکیل صفوف طولانی در معابر شریانی و اصلی و کاهش سطح سرویس خواهد شد. عدم استفاده از چراغ‌های راهنمایی در این نوع تقاطع‌ها نیز سبب می‌شود که تعداد نقاط تداخلی افزایش یافته و ایمنی تقاطع کاهش یابد.

به منظور حل مشکلات فوق، طرح‌های نوین و غیرمتعارفی برای تقاطع‌ها ارائه شده که از این جمله می‌توان به دوربرگردان‌ها[۱]، تقاطع‌های ربع‌دایره‌ای[۲]، تقاطع‌های دسته‌پارچی[۳]، تقاطع‌های پاپیونی[۴]، تقاطع‌های با لوپ چپگرد[۵]، تقاطع‌های جفت[۶]، تقاطع‌های با جریان متوالی[۷] و تقاطع‌های میدانی معمولی اشاره نمود. [۱] بررسی و تعیین مشخصات هریک از این تقاطع‌ها قابلیت بیان در چندین مقاله را دارد اما در این مقاله نویسندگان سعی نموده‌اند تا پس از بررسی تحقیقات موجود پیرامون تقاطع‌های دسته‌پارچی و بررسی مزایا و معایب این نوع از تقاطع‌ها نسبت به تقاطع‌های عادی، با مطالعه موردی تقاطع کنارگذر بزرگراه کردستان و خیابان ملاصدرا، به بررسی نقش تقاطع‌های دسته‌پارچی در ایمن‌سازی و ساماندهی ترافیک تقاطع‌ها بپردازند. ذکر این نکته ضروری است که دلیل انتخاب تقاطع دسته‌پارچی از میان تقاطع‌های مذکور، آن است که براساس مطالعات تارکو و همکاران، تقاطع‌های دسته‌پارچی نتایج ترافیکی بهتری را نسبت به سایر تقاطع‌های نام‌برده ارائه می‌دهند[۲] و درصورت وجود زیرساخت های لازم، این الگو به راحتی قابل پیاده‌سازی خواهد بود.

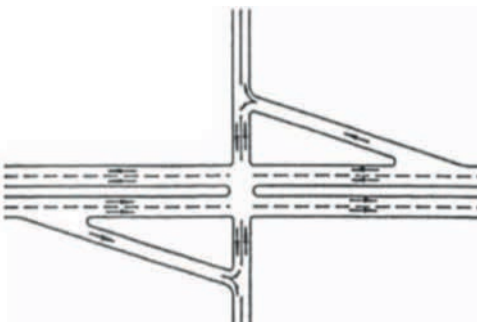
1. Median U-Turn Intersection
2. Single Quadrant
3. Jughandle Intersection
4. Bowtie Intersection
5. Left Turn Loop Intersection
6. Paired Intersection
7. Continuous Flow Intersection

۲ - بیان مسئله

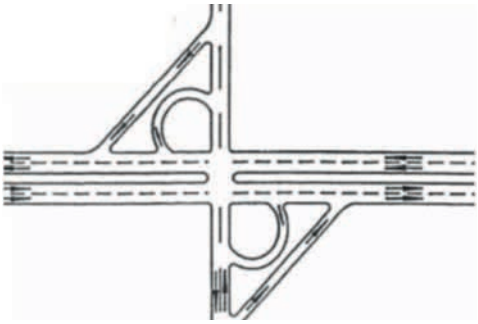
احداث خطوط ویژه گردش به چپ در تقاطع‌ها، با ایجاد فضـایی اختصاصی جهت گردش به چپ خودروها آن ها را قادر می‌سازد تا با کاهش سرعت و انتظار در صفی از وسایل نقلیه گردش خود را به راحتی انجام دهند.[۳] با استفاده از جداسازی خطوط گردش به چپ از خطوط عبوری اصلی که سرعت متوسط بالاتری دارند، تغییرات سرعت وسایل‌نقلیه در خطوط اصلی کاهش یافته و خودروهای عبوری می‌توانند با کم ترین تداخل با حرکت گردشی، به مسیر خود ادامه دهند. بنابر تحقیقات هاروود و همکاران افزایش ظرفیت تقاطع و بهبود ایمنی از مهم‌ترین محاسن این راهکار است[۴]. بررسی این نتایج نشان می‌دهد که استفاده از خطوط گردش به چپ در شبکه معابر محلی و یا دسترسی منطقی بوده اما اگر خطوط گردش به چپ در معابر شریانی تعبیه شده باشد، خودروهای گردش‌کننده جهت ورود به این خطوط، ناچار به کاهش سرعت و تغییر چندین خط عبور خواهند بود که در این صورت علاوه بر امکان وقوع صف در مسیر، امکان بروز تصادفات جلو به عقب بین خودروهایی که قصد گردش به چپ دارند با خودروهای تعقیب کننده نیز بسیار محتمل خواهد بود.[۵ و۶] بنا بر این با توجه به سرعت و حجم بالای تردد در معبر شریانی برای مشکل فوق الذکر باید راهکار دیگری اندیشیده گردد. اجرای تقاطع های دسته پارچی می‌تواند در این زمینه مد نظر قرار گیرد.

۳ - پیشینه مطالعات

تقاطع‌های دسته پارچی، تقاطع‌هایی هستند که رویکرد گردش به چپ را از طریق ایجاد امکان خروج وسایل‌نقلیه گردش به چـــپ‌کننده از سمت راست مسیر فراهم می نمایند. چنین تقاطع‌هایی متشکل از دو خروجی در دو سمت مقابل مسیرهای منتهی به تقاطع بوده که امکان انجام رویکرد گردش به چپ را از طریق خروج وسایل‌نقلیه از سمت راست مسیر فراهم می نمایند. این نوع تقاطع‌ها به دو نوع پیشرو (نزدیک) و معکوس(دوردست) تقسیم‌بندی می‌گردند که هر یک دارای مشخصات هندسی متفاوت است. در شکل ۱ نمایی از انواع تقاطع‌های دسته‌پارچی نمایش داده شده است.



الف- تقاطع دسته پارچی نزدیک تقاطع (پیشرو)



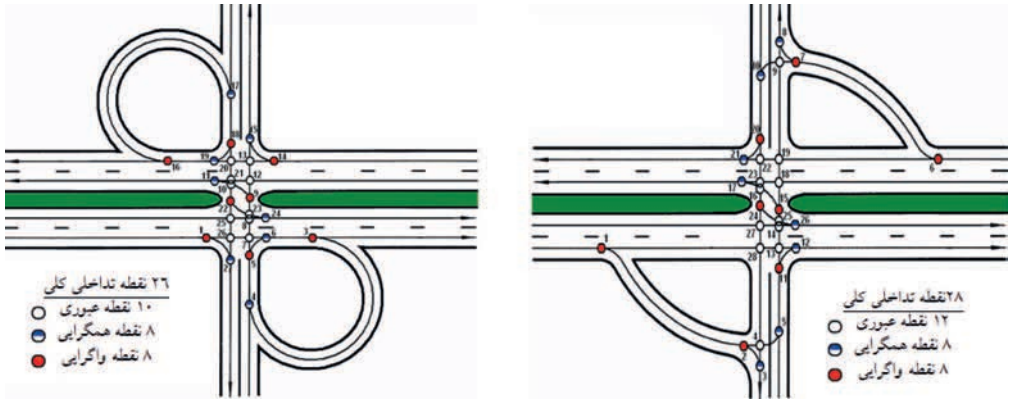
ب- تقاطع دسته پارچی دور از تقاطع (معکوس)

شکل ۱ - دو نمونه تقاطع دسته پارچی[۱]

گـــزارش اداره بزرگـــراهی فـــدرال ایالات متحده پیرامون مقایسه عملکرد ترافیکی تقاطع‌های دسته‌پارچی در نیوجرسی با تقاطع‌های مرسوم نشان می‌دهد این نوع از تقاطع‌ها میانگین تأخیر کمتر و ظرفیت بیشتری برای شرایط نزدیک اشباع و شرایط ترافیکی مشابهی برای شرایط اشباع دارد.[۷] همچنین مطالعات تارکو درباره این نوع تقاطع‌ها نشان می‌دهد استفاده از تقاطع‌های دسته‌پارچی معکوس(دور دست) با وجود آن که مستلزم طی مسافتی طولانی‌تر است اما تأخیر کمتری نسبت به تقاطع‌های مرسوم خواهد داشت. نتایج تحقیقات تارکو برای ۷۲ سناریو مختلف نشان می‌دهد که استفاده از تقاطع‌های دسته‌پارچی می‌تواند نتایجی مشابه دوربرگردان‌ها داشته باشد و عملکرد ترافیکی بهتری نسبت به تقاطع‌های مرسوم یا میادین خواهد داشت.[۲]

بر اساس گزارش شماره ۵۰۰ برنامه تحقیقاتی مشارکتی ملی بزرگراهی[۸] ایالات متحده، استفاده از سیستم دسته‌پارچی در تقاطع‌های کنترل‌نشده (بدون چراغ راهنمایی) تعداد تصادفات جلو به عقب را در مورد وسایل‌نقلیه گردش به چپ‌کننده کاهش خواهد داد.[۸] همچنین جاگانتان و همکاران نیز با بررسی ۵۰ تقاطع چراغ دار سنتی و ۴۴ تقاطع چراغ دار دسته‌پارچی و مقایسه وضعیت ایمنی این دو نوع تقاطع دریافتند که استفاده از این تقاطع‌ها موجب کاهش تصادفات شاخ به شاخ و تصادفات وسایل‌نقلیه گردش به چپ‌کننده و همچنین کاهش آمار تلفات جرحی و فوتی خواهد شد. [۹] با بررسی ایمنی انواع تقاطع‌های دسته‌پارچی می‌توان دریافت که نوع پیشرو (نزدیک) دارای بیشترین نرخ تصادفات به ازای هر یک میلیون وسیله‌نقلیه- مایل مسافت پیموده شده بوده که این میزان ۱/۳ تا ۱/۴ برابر نوع دیگر (دور) است.[۹] تعداد نقاط تداخلی که در شکل ۲ نمایش داده شده است، می‌تواند دلیل کاهش تصادفات در نوع معکوس نسبت به نوع پیشرو و همچنین کاهش تصادفات تقاطع‌های دسته‌پارچی نسبت به تقاطع‌های مرسوم را به خوبی مشخص نماید.

8. National Cooperative Highway Research Program



شکل ۲ - مقایسه نقاط برخورد در دو حالت پیشرو و معکوس تقاطع دسته پارچی[۹]

٤ - بررسی مزایا و معایب استفاده از تقاطع‌های دسته‌پارچی

استفاده از هر طرح جدیدی در مهندسی ترافیک علاوه برآن که دارای مزایایی برای سیستم است، خالی از اشکال نیز نخواهد بود، از این رو در این بخش سعی شده تا با شفاف‌سازی مزایا و معایب استفاده از تقاطع‌های دسته‌پارچی، ابزاری مناسب برای انتخاب این نوع تقاطع‌ها در اختیار مهندسان ترافیک قرار گیرد. در جدول ۱ مزایا و معایب استفاده از انواع تقاطع‌های دسته پارچی ارائه شده است.

با توجه به موارد ذکر شده در بندهای بالا استفاده از کارگیری تقاطع‌های دسته پارچی در معابری با شرایط زیر توصیه می‌گردد:

۱ - تقاطع‌هایی که حجم گردش به چپ بالایی داشته باشند که در این میان تقاطع‌های چراغ دار در اولویت هستند.

۲ - معابر کم عرضی که دارای جداکننده وسط در مسیرهای رفت و برگشت هستند.

۳ - تقاطع‌هایی که حجم تردد از مسیر فرعی متقاطع کم باشند (در این تقاطع ها به کارگیری روش دسته پارچی معکوس توصیه می‌گردد. [۹،۱۰،۱۱،۱۲،۱۳]

جدول ۱ - معایب و مزایای انواع تقاطع های دسته پارچی [۱۰،۱۱،۱۲،۱۳]

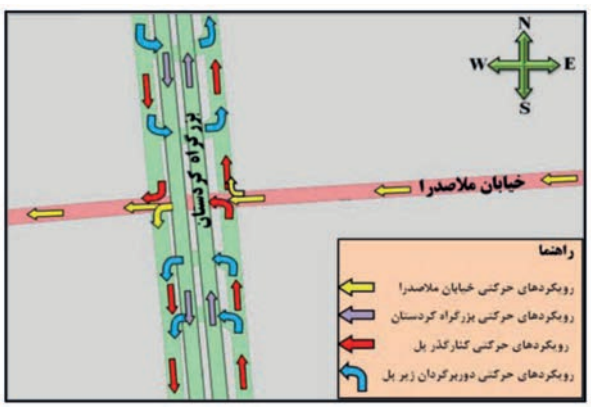
ردیف	مشخصات	محاسن	معایب
۱	تقاطع‌های دسته پارچی نوع پیشرو (نزدیک)	۱- کلیه خروجی‌ها (راستگرد و چپگرد) در محلی متعارف (سمت راست مسیر) قرار دارند. ۲- خودروهایی که قصد گردش به چپ دارند تنها یک بار از محل تقاطع عبور می کنند. ۳- موجب افزایش ایمنی تقاطع نسبت به تقاطع مرسوم شده و نقاط برخورد را به ۲۸ نقطه کاهش می‌دهد. ۴- کاهش طول سیکل چراغ از طریق حذف فاز گردش به چپ.	۱- افزایش حجم خودروهای عبوری از معبر جایگزین. ۲- نیاز به نصب تابلو و تجهیزات هدایت ترافیک. ۳- نقاط برخورد این روش ۲۸ عدد بوده که در تقاطعات نوع معکوس ۲۶ عدد است.
۲	تقاطع‌های دسته پارچی نوع معکوس (دور)	۱- تعداد نقاط برخورد را به ۲۶ نقطه کاهش می‌دهد. ۲- وجود لوپ در این نوع تقاطع دسته پارچی به طور کلی رویکرد گردش به چپ را حذف می کند. این در حالی است که در تقاطع دسته‌پارچی نوع نزدیک، نیاز به انجام رویکرد گردش به چپ در تقاطع T شکل رمپ خروجی از راه اصلی با راه فرعی متقاطع وجود دارد.	۱- دو محل خروج مجزا برای چپگرد و راستگرد از راه متقاطع اصلی باید ایجاد گردد. ۲- خودروهایی که قصد گردش به چپ دارند مجبورند دو بار از تقاطع عبور نمایند که موجب افزایش ترافیک ورودی به تقاطع و کاهش ایمنی می‌گردد. ۳- طول سفر خودروهای گردش به چپ کننده نسبت به حالت الف بیشتر خواهد بود.

۵ – مطالعه موردی (تقاطع کنارگذر بزرگراه کردستان – خیابان ملاصدرا)

منطقه ۳ شهرداری تهران در پهنه شمال شرقی این شهر واقع شده و یکی از بزرگ‌ترین مناطق در آن است. بزرگراه کردستان نیز یکی از بزرگراه‌های شمالی- جنوبی تهران به طول تقریبی ۶/۲ کیلومتر بوده که بخشی از آن به طول ۲/۸ کیلومتر در منطقه ۳ شهرداری تهران واقع است. این بزرگراه مرکز تهران را به شمال آن متصل و در طول مسیر خود با خیابان ملاصدرا تقاطع پیدا می‌کند. محور شرقی(جهت جنوب به شمال) این بزرگراه دارای سه خط عبوری است و در کنار پل خیابان ملاصدرا دو خط کنار گذر برای ارتباط با این خیابان وجود دارد.

خیابان ملاصدرا نیز یکی از معابر مهم شریانی منطقه ۳ است که از سمت شرق به میدان ونک و از سمت غرب به بزرگراه چمران محدود می گردد. این معبر از نظر رده بندی عملکردی، معبر شریانی درجه ۲ اصلی است. حرکت در این خیابان در محدوده میدان ونک تا تقاطع خیابان شیرازی به صورت یک طرفه از شرق به غرب بوده و از تقاطع خیابان شیرازی تا بزرگراه چمران، به صورت دوطرفه است. محدوده مورد مطالعه این پژوهش در حدفاصل میدان ونک تا تقاطع بزرگراه کردستان قرار داشته که دارای ۴ خط عبوری است. نکته قابل ذکر دیگر در ارتباط با خیابان ملاصدرا در محدوده مورد بررسی، وجود دو گذرگاه عابرپیاده مجهز به جزیره ایمنی در دو سمت تقاطع زیر پل بزرگراه کردستان است.

شکل ۳- جهات حرکتی و رویکردهای موجود تقاطع بزرگراه کردستان با خیابان ملاصدرا



۵-۱ – مشکلات و کمبودهای موجود در شبکه مورد بررسی

مهم‌ترین مشکلاتی که براساس بررسی های میدانی انجام شده در این تقاطع شناسایی گردید به شرح زیر است.

۱ – وجود حرکات تداخلی متعدد در مسیرهای زیر:

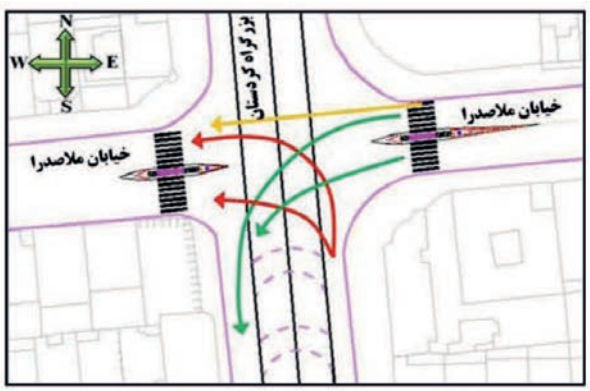
- مسیر جنوب به شمال کنارگذر ملاصدرا به سمت مسیر شرق به غرب خیابان ملاصدرا
- مسیر شرق به غرب خیابان ملاصدرا به سمت مسیر شمال به جنوب بزرگراه کردستان
- مسیر مستقیم شرق به غرب خیابان ملاصدرا

۲ – کنترل نامناسب تقاطع که در ساعات گوناگون روز توسط عامل انسانی بدون الگویی خاص انجام می‌پذیرد.

۳ – وجود دو دوربرگردان در شمال و جنوب تقاطع (زیر پل کردستان)

مجموعه موارد فوق باعث شده در ساعات اوج ترافیک عصرگاهی تأخیر ناشی از توقف خودروها در تقاطع بسیار بالا باشد و طول صف ایجاد شده در خیابان ملاصدرا به بیش از ۳۰۰ متر و در مسیر جنوب به شمال بزرگراه کردستان تا قبل از تقاطع غیرهم سطح بزرگراه همت نیز می‌رسد. این امر لزوم ارائه راهکاری کارا در مقطع را توجیه می‌نماید. در شکل ۴ نمایی از مهم ترین رویکردهای تداخلی موجود در تقاطع زیر پل کردستان- ملاصدرا نشان داده شده است. همچنین چند نمونه از این حرکات تداخلی در شکل ۵ و وضعیت بزرگراه کردستان (در مسیر جنوب به شمال) در ساعات اوج ترافیک عصرگاهی در شکل ۶ ارائه شده است.

شکل ۴- شمای کلی حرکات تداخلی تقاطع کردستان – ملاصدرا



شکل ۵- نمایی از رویکردهای تداخلی موجود در تقاطع بزرگراه کردستان- خیابان ملاصدرا

۵-۲ – ارائه راهکار

مجموعه اقداماتی که در این پژوهش برای حل مشکلات ترافیکی مطروحه انجام خواهند شد عبارتند از:

۱ – آمارگیری از محدوده مورد بررسی

۲ – تعیین و طراحی سه سناریو در تقاطع خیابان ملاصدرا و بزرگراه کردستان

۳ - شبیه‌سازی سناریوها، تحلیل و بررسی نتایج

۴ - انتخاب سناریوی برتر

شکل ۶- تداخلات ترافیکی در محدوده خروجی کنارگذر پل کردستان- ملاصدرا

در این راستا، ۱۹ رویکرد جهت آمارگیری انتخاب شده و آمار حجم تردد وسایل نقلیه در بازه زمانی عصر و در ساعات ۱۶ تا ۲۰ برداشت و پس از تحلیل نتایج، ساعت ۴:۴۵ تا ۵:۴۵ به عنوان ساعت اوج طرح مشخص گردید. اطلاعات مربوط به حجم تردد در هر رویکرد در ساعت اوج در جدول ۲ ارائه شده است.

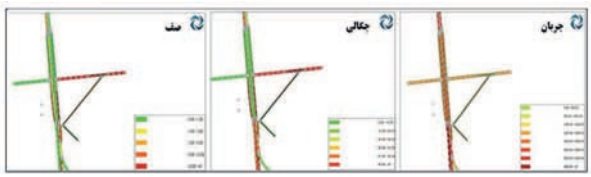
جدول ۲- خلاصه آمار حجم ساعت اوج عصر (۴:۴۵ تا ۵:۴۵)

ردیف	موقعیت رویکرد	حجم
۱	کردستان جنوب به شمال، به خروجی برزیل (شاد و نشاط)	۱۰۳۹
۲	ورودی به خیابان شاد (جنوب غربی به شمال شرقی)	۲۳۸
۳	خروجی از خیابان شاد (شمال شرقی به جنوب غربی)	۱۵۱
۴	ورودی به خیابان نشاط (شمال غربی به جنوب شرقی)	۹۹۳
۵	خروجی از خیابان نشاط (جنوب شرقی به شمال غربی)	۷۱
۶	ملاصدرا شرق به غرب (دو خط فوقانی)	۱۹۳۵
۷	ملاصدرا شرق به غرب (دو خط تحتانی)	۱۱۳۱
۸	راستگرد خیابان ملاصدرا شرق به غرب، به کردستان شمال	۲۵۵
۹	چپگرد خیابان ملاصدرا شرق به غرب، به کردستان جنوب	۱۲۱۶
۱۰	رویکرد مستقیم کردستان جنوب به شمال زیر پل	۵۹
۱۱	چپگرد کردستان جنوب به شمال (زیر پل) به ملاصدرا	۳۸۴
۱۳	دوربرگردان شمال به شمال دوم واقع در ضلع شمالی تقاطع	۳۳
۱۴	راستگرد کردستان جنوب به شمال، به ملاصدرا	۴۵۵
۱۵	دوربرگردان شمال به شمال اول واقع در ضلع شمالی تقاطع	۱۲۴۷
۱۶	دوربرگردان جنوب به جنوب اول واقع در ضلع جنوبی تقاطع	۱۶۴۲

نتایج حاصل از شبیه سازی ترافیکی وضع موجود شبکه در جدول ۳ و شکل ۷ نشان داده شده است.

جدول ۳- نتایج شبیه‌سازی وضعیت موجود

نام پارامتر	وضعیت	واحد
چگالی	۷۰	وسیله نقلیه بر کیلومتر
جریان	۱۲۶۸۲	وسیله نقلیه بر ساعت
میانگین سرعت در شبکه	۲۴/۴۵	کیلومتر بر ساعت
مسافت کلی طی شده در	۱۳۷۶۲/۹۰	کیلومتر
میانگین زمان تأخیر شبکه	۲۰۲/۸۷	ثانیه بر کیلومتر



شکل ۷- نتایج شبیه‌سازی وضعیت موجود

با توجه به شکل فوق مشخص است به دلیل مشکلات وضعیت موجود شبکه، چگالی در بسیاری از مناطق وضعیت مساعدی ندارد. تخلیه نامناسب تقاطع به دلیل تعداد بالای رویکردهای تداخلی موجود سبب می‌گردد که اضلاع شرقی و جنوبی تقاطع دچار پس زدگی شده و در نتیجه چگالی بالایی در آن مشاهده شود. همان طور که در شکل ۷ مشخص است هم در خیابان ملاصدرا (ضلع شرقی تقاطع) و هم در بزرگراه کردستان (جنوب به شمال) شاهد تشکیل صف هستیم که علت اصلی آن نیز تداخل رویکردهای گردشی در محل تقاطع زیر پل و عدم تخلیه مناسب رویکردهای مختلف و در نتیجه پس‌زدن ترافیک است. به منظور حل مشکلات ترافیکی موجود در تقاطع بزرگراه کردستان با خیابان ملاصدرا سه سناریو مورد بررسی و ارزیابی قرار خواهد گرفت.

۵-۲-۱ - سناریوی شماره ۱: چراغ‌دار نمودن تقاطع زیر پل کردستان - ملاصدرا

در این سناریو، تقاطع زیر پل بزرگراه کردستان با خیابان ملاصدرا از طریق نصب چراغ راهنمایی کنترل خواهد شد. بزرگ‌ترین مشکل این سناریو آن است که به دلیل طول زیاد

تقاطع (در حدود ۵۰ متر[۹]) تخلیه تقاطع با تأخیر بالایی انجام می گیرد. چراغ راهنمایی در این سناریو با نرم افزار Synchro به صورت دو فازه طراحی شده که در شکل ۸ و جدول ۴ زمان بندی فازهای حاصل از خروجی نرم افزار مذکور ارائه شده است.

شکل ۸ - فازبندی چراغ راهنمایی
تقاطع کردستان- ملاصدرا [۱۰]

جدول ۴ - زمان بندی چراغ راهنمایی
تقاطع کردستان- ملاصدرا

نام رویکرد	زمان (ثانیه)
فاز ۱	۲۱
فاز ۲	۱۱۱
زمان زرد	۳
زمان تمام قرمز	۱

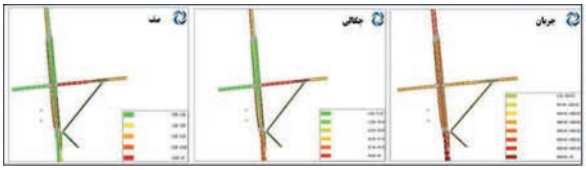
کم بودن زمان تمام قرمز در این سناریو موجب بروز مشکل در تقاطع ۵۰ متری شده و افزایش این زمان نیز تأخیر شبکه را افزایـــش می‌دهد. پس از طراحی چراغ، شبیه‌سازی با نرم‌افزار AIMSUN ۱/۶ صورت گرفت که نتایج حاصل از آن در جدول ۵ ارائه شده‌اند.

جدول ۵ - نتایج شبیه سازی سناریوی۱

نام پارامتر	سناریوی ۱	واحد	تفاوت نسبت به وضع موجود
چگالی	۶۱	وسیله نقلیه بر کیلومتر	٪۱۳ کاهش
جریان	۱۳۵۹۳	وسیله نقلیه بر ساعت	٪۷ افزایش
میانگین سرعت در	۲۵/۵۲	کیلومتر بر ساعت	٪۴ افزایش
مسافت کلی طی شده در شبکه	۱۴۷۱۴/۵۰	کیلومتر	٪۷ افزایش
میانگین زمان تأخیر شبکه	۱۵۰/۶۵	ثانیه بر کیلومتر	٪۲۶ کاهش

در شکل ۹ نمودارهای گرافیکی مربوط به شبیه سازی شبکه در صورت اجرای سناریوی ۱ ارائه شده اند.

شکل ۹ - نتایج شبیه‌سازی سناریوی ۱



۵-۲-۲ - سناریوی شماره ۲: ایجاد یک تقاطع دسته پارچی

در این سناریو، رویکرد گردش به چپ کنارگذر بزرگراه کردستان (جنوب به شمال) به مسیر شرق به غرب خیابان ملاصدرا مسدود شده و خودروهایی که قصد استفاده از این مسیر را دارند به مسیر جنوب به شمال خیابان شاد هدایت می‌شوند تا در تقاطع خیابان ملاصدرا گردش به چپ نموده و مسیر خود را به سمت غرب ادامه دهند. در این صورت می توان با استفاده از پتانسیل خیابان شاد یک تقاطع دسته پارچی را ایجاد نمود. در شکل ۱۰ گزینه پیشنهادی در این سناریو به صورت شماتیک نشان داده شده است.

شکل ۱۰ - نمایی شماتیک از سناریوی پیشنهادی

این سناریو نه تنها موجب کاهش حجم کنارگذر ضلع جنوب شرقی تقاطع کردستان- ملاصدرا و سهولت در انجام رویکرد دوربرگردان جنوب به جنوب زیر پل می گردد، بلکه باعث حذف یکی از رویکردهای مهم تداخلی در تقاطع نیز خواهد شد. نتایج حاصل از شبیه‌سازی سناریو توسط نرم افزار AIMSUN ۶/۱در جدول ۶ ارائه شده است.

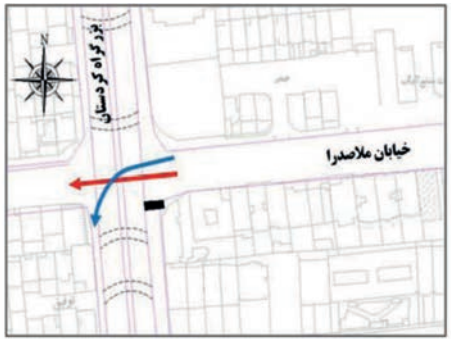
جدول ۶ - نتایج شبیه سازی سناریوی ۲

نام پارامتر	سناریوی ۲	واحد	تفاوت نسبت به
چگالی	۶۶	وسیله نقلیه بر	٪۶ کاهش
جریان	۱۲۸۱۴	وسیله نقلیه بر ساعت	٪۱ افزایش
میانگین سرعت در شبکه	۲۴/۸۵	کیلومتر بر ساعت	٪۱ افزایش
مسافت کلی طی شده در شبکه	۱۳۹۵۱/۳۰	کیلومتر	٪۱ افزایش
میانگین زمان تأخیر شبکه	۱۸۵/۱۶	ثانیه بر کیلومتر	٪۹ کاهش

۹ - بدین معنی که خودروها برای پیمودن طول تقاطع از ضلع شرقی به سمت ضلع غربی می بایست طولی معادل ۵۰ متر را طی نمایند.

۱۰ - رویکردهای گردش به راست در محل تقاطع، آزاد هستند.

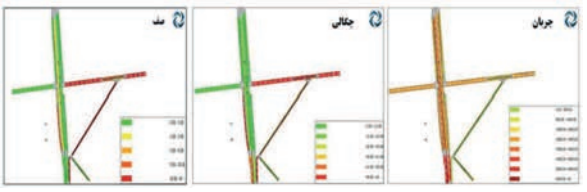
باتوجه به نتایج حاصله می‌توان دریافت که در این سناریو با وجود حذف رویکرد کردستان جنوب به ملاصدرا غرب پارامترهای ترافیکی مورد بررسی تغییرات چندانی نسبت به وضعیت موجود ندارند. زیرا به دلیل عدم جداسازی فیزیکی در محل تقاطع، بین دو رویکرد گردش به چپ ملاصدرا (شرق به غرب) به کردستان جنوب و رویکرد مستقیم ملاصدرا شرق به غرب تداخل جدی ایجاد شده (این امر در شکل ۱۱ نشان داده شده است) که موجب پس‌زدن ترافیک تا خیابان شاد و حتی میدان ونک نیز می گردد.[۱۱] همچنین به دلیل پس‌زدن ترافیک در خیابان ملاصدرا، تخلیه خیابان شاد نیز با مشکل مواجه شده و به همین دلیل تقاطع دسته پارچی پیشنهادی به نحوی مطلوب عمل نمی نماید. در شکل ۱۲ خروجی گرافیکی نرم افزار AIMSUN برای این سناریو نشان داده شده است.



شکل ۱۱ - عدم حذف کامل رویکردهای تداخلی در سناریوی ۲

با توجه به این توضیحات لازم است به نحوی رویکرد تداخلی نشان داده شده در شکل فوق را حذف نمود. این کار از دو طریق میسر است. راه اول استفاده از یک تقاطع دسته پارچی دیگر برای انتقال این رویکرد گردش به چپ به مکانی دورتر از محل تقاطع است که این راهکار با توجه به وضعیت خیابان های موجود در محدوده تقاطع و همچنین نوع معبر متقاطع (بزرگراه کردستان) امکان پذیر نیست. راه دوم نیز جداسازی فیزیکی خطوط حرکت در خیابان ملاصدرا است که این امر در سناریوی ۳ بررسی خواهد شد.

شکل ۱۲ - نتایج شبیه‌سازی سناریوی ۲



۵-۲-۳- سناریوی شماره ۳: ایجاد یک تقاطع دسته‌پارچی و حذف سایر رویکردهای تداخلی

در این سناریو اثرات اجرای توأم سناریوی ۲ و همچنین احداث رفیوژ میانی در خیابان ملاصدرا (به منظور حذف سایر رویکردهای تداخلی) بررسی می گردد. در صورت اجرای این سناریو، وضعیت فیزیکی خیابان ملاصدرا در محل تقاطع زیر پل کردستان به صورت شکل ۱۳ تغییر خواهد نمود.

شکل ۱۳ - وضعیت فیزیکی تقاطع مورد بررسی در سناریوی پیشنهادی شماره ۴

نتایج شبیه سازی ترافیکی این گزینه با نرم افزار AIMSUN ۶/۱ در جدول ۷ ارائه شده است. این نتایج نشان می‌دهد که حذف کامل رویکردهای تداخلی در این تقاطع موجب عملکرد بسیار مناسبی شده، به طوری که چگالی شبکه با ۳۸ درصد کاهش به عدد ۴۳ وسیله نقلیه بر کیلومتر می‌رسد. در واقع حذف رویکردهای تداخلی در تقاطع مورد بررسی موجب شده که هم تخلیه ترافیک جنوب به شمال بزرگراه کردستان (چه در مسیر تندرو و چه در کنارگذر) و هم خیابان های ملاصدرا و شاد مناسب‌تر انجام شده و در نتیجه چگالی شبکه کاهش یابد. کلیه عوامل فوق موجب بهبود ۱۸ درصدی پارامتر جریان ترافیک می گردد.

جدول ۷ - نتایج شبیه سازی سناریوی ۳

نام پارامتر	سناریوی ۳	واحد	تفاوت نسبت به وضع موجود
چگالی	۴۳	وسیله نقلیه بر کیلومتر	٪۳۸ کاهش
جریان	۱۴۹۹۸	وسیله نقلیه بر ساعت	٪۱۸ افزایش
میانگین سرعت در شبکه	۳۶/۱۸	کیلومتر بر ساعت	٪۴۸ افزایش
مسافت کلی طی شده در شبکه	۱۶۳۱۱/۴۰	کیلومتر	٪۱۸ افزایش
میانگین زمان تأخیر شبکه	۶۹/۵۳	ثانیه بر کیلومتر	٪۶۶ کاهش

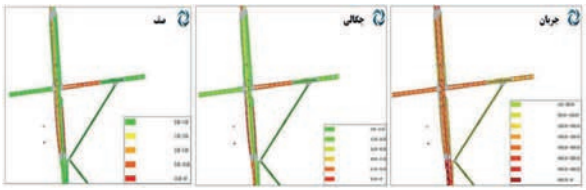
در حال حاضر به دلیل پس‌زدگی ترافیک کنارگذر واقع در جنوب شرقی تقاطع، خودروهای رویکرد جنوب به شمال کردستان به طور مناسب در محل جداشدگی این کنارگذر از مسیر تندرو تخلیه نمی گردند اما با اجرای این سناریو به دلیل پس‌زدگی کمتر ترافیک کنارگذر مذکور، تخلیه رویکرد جنوب

۱۱ - علت اصلی بروز این تداخل را می توان این مسأله دانست که خودروهای گردش به چپ کننده، از خطوط شمالی حرکت در خیابان ملاصدرا اقدام به انجام این رویکرد نموده و مسیر حرکت مستقیم در خیابان ملاصدرا (شرق به غرب) را قطع می نمایند.

به شمال بزرگراه کردستان نیز راحت‌تر انجام شده است که این امر در افزایش ۴۸ درصدی سرعت شبکه نمود پیدا کرده است. نکته دیگر در ارتباط با اجرای این سناریو بهبود چشمگیر ۶۶ درصدی میانگین زمان تأخیر شبکه نسبت به وضعیت موجود بوده که عامل اصلی آن نیز بهبود سایر پارامترهای مورد اشاره در بالا یعنی چگالی، جریان، میانگین سرعت و مسافت طی شده توسط خودروها است. در شکل ۱۴ خروجی‌های گرافیکی نرم افزار AIMSUN ۶/۱ ارائه می‌گردد.

ذکر این نکته ضروری است که برای کامل شدن این سناریو، لازم است تابلوهای هدایت مسیر مناسب در بزرگراه کردستان (مسیر جنوب به شمال) برای هدایت خودروها به خیابان شاد نصب گردند. همچنین به دلیل احداث رفیوژ در خیابان ملاصدرا در محل تقاطع بزرگراه کردستان، ضروری است با نصب تابلوهای هدایت مسیر لازم، رویکرد مستقیم از رویکرد گردش به چپ به شکلی مناسب تفکیک گردد.

شکل ۱۴- نتایج شبیه‌سازی سناریوی ۳



۶ - جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

تقاطع‌های دسته پارچی، تقاطع‌هایی هستند که رویکرد گردش به چپ را از طریق ایجاد امکان خروج وسایل‌نقلیه گردش به چپ‌کننده از سمت راست مسیر فراهم می‌نمایند. در این پژوهش استفاده از این نوع تقاطع ها برای حل مشکلات ترافیکی تقاطع‌های متراکم شهری مورد بررسی قرار گرفت. در این راستا بررسی‌های لازم در رابطه با پیشینه موضوع صورت گرفته و تقاطع خیابان ملاصدرا و بزرگراه کردستان برای مطالعه موردی انتخاب گردید. در ادامه سه سناریو در جهت رفع مشکلات ترافیکی تقاطع مذکور تدوین شد که در پایان سناریوی سوم با مشخصات استفاده همزمان از تقاطع دسته پارچی و احداث رفیوژ میانی در خیابان ملاصدرا به دلیل حصول نتایج بسیار مطلوب به عنوان سناریوی برتر انتخاب می گردد. خلاصه ای از نتایج شبیه‌سازی‌های انجام شده در جدول ۸ ارائه شده است.

جدول ۸ - خلاصه‌ای از نتایج شبیه‌سازی‌های انجام شده

	چگالی (وسیله نقلیه بر کیلومتر)	جریان (وسیله نقلیه بر ساعت)	میانگین سرعت (کیلومتر بر ساعت)	مسافت کلی طی شده (کیلومتر)	میانگین زمان تأخیر (ثانیه بر کیلومتر)
وضعیت موجود	۷۰	۱۲۶۸۲	۲۴/۴۵	۱۳۷۶۲/۹۰	۲۰۲/۸۷
سناریوی ۱	۶۱	۱۳۵۹۳	۲۵/۵۲	۱۴۷۱۴/۵۰	۱۵۰/۶۵
سناریوی ۲	۶۶	۱۲۸۱۴	۲۴/۸۵	۱۳۹۵۱/۳۰	۱۸۵/۱۶
سناریوی ۳	۴۳	۱۴۹۹۸	۳۶/۱۸	۱۶۳۱۱/۴۰	۶۹/۵۳

نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که با توجه به استفاده از تقاطع‌های دسته پارچی در بسیاری از کشورهای جهان و نتایج مطلوب حاصله، در کشور ایران نیز می‌توان از چنین راهکاری به منظور حل مشکلات ترافیکی تقاطع‌های پر ازدحام استفاده نمود. این امر تعداد نقاط برخورد در تقاطع را کاهش داده و علاوه بر کاهش تداخلات ترافیکی و زمان تأخیر تقاطع، موجب افزایش ایمنی آن نیز می گردد.

۷ - مراجع

1. The Institute of Transportation Engineers and the Federal Highway Administration, Toolbox on Intersection Safety and Design (Chapter1- Geometric Design), Louisiana, 2004.
2. A.Tarko, Sh.Azam, M.Inerowicz , Operational Performance Of Alternative Types Of Intersections – A Systematic Comparison For Indiana Conditions, 2010.
3. American Association of State Highway and Transportation Officials. A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, Fifth Edition. Washington, D.C., 2004.
4. Harwood, D.W., M.T. Pietrucha, M.D. Wooldridge, R.E. Brydia, and K. Fitzpatrick. National Cooperative Highway Research Program Report 375: Median Intersection Design. TRB, 1995.
5. Bonneson, J.A., P.T. McCoy, and J.E. Truby. “Safety Improvements at Intersections on Rural Expressways: A Survey of State Departments of Transportation.” Transportation Research Record, No. 1385, TRB, National Research Council, Washington, D.C., 1993, pp. 41-47.
6. Institute of Transportation Engineers. The Traffic Safety Toolbox: A Primer on Traffic Safety (2nd Edition). Report No. LP-279A. ITE, Washington, D.C., 1999.
7. Traffic performance of three typical designs of new jersey jughandle intersections, FHWA -HRT-07-032
8. Neuman, T.R., R. Pfefer, K.L. Slack, K.K. Hardy, D.W. Harwood, I.B. Potts, D.J. Torbic, and E.R.K. Rabbani. National Cooperative Highway Research Program Report 500: Guidance for Implementation of the AASHTO Strategic Highway Safety Plan, Volume 5,Washington, D.C., 2003.
9. Jagannathan, R., M.A. Gimbel, J.G. Bared, W.E. Hughes, B. Persuad, and C. Lyon. “Safety Comparison of New Jersey Jughandle Intersections and Conventional Intersections.” In TRB 85th Annual Meeting Compendium of Papers CD-ROM, Washington, D.C., January 2006.
10. Hummer, J.E. “Unconventional Left-Turn Alternatives for Urban and Suburban Arterials – Part Two.” ITE Journal on the Web, November 1998, pp. 101-106.
11. Reid, J. Unconventional Arterial Intersection Design, Management, and Operations Strategies. Parsons Brinckerhoff Inc., New York, NY, July 2004.
12. Rodegerdts, L.A., B. Nevers, B. Robinson, J. Ringert, P. Koonce, J. Bansen, T.Nguyen, J. McGill, D. Stewart, J. Suggett, T. Neuman, N. Antonucci, K. Hardy, and K.Courage. Signalized Intersections: Informational Guide.August 2004.
13. Maze, T.H., N.R. Hawkins, and G. Burchett. Rural Expressway Intersection Synthesis of Practice and Crash Analysis: Final Report. Center for Transportation Research and Education Project 03-157. Iowa State University, October 2004.
14. Manual on Uniform Traffic Control Devices for Streets and Highways, 2009 Edition.