

## مقایسه زمان تأخیر در تقاطعات SPUI و Jug handle

### (مطالعه موردی: تقاطع تختی شهر اصفهان)

علی منیری\*، دانشجوی دکتری، دانشکده عمران دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران

مجید گرامی ولدانی، دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده عمران دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران

\*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: ali.moniri1@gmail.com

دریافت: ۹۷/۰۳/۰۱ - پذیرش: ۹۷/۰۸/۰۵

صفحه ۱۷۸-۱۷۳

#### چکیده

تقاطعات از مهم‌ترین عناصر شبکه حمل و نقل شهری محسوب می‌شوند. انتخاب نوع تقاطع کمک شایانی به کاهش زمان سفر، کاهش مصرف سوخت، افزایش ایمنی می‌کند. تقاطع‌های هم‌سطح اشباع در ابتدا سعی می‌شود با ارائه راهکارهای ساده و معمول ساماندهی شوند اما چنانچه این راهکارها کافی نباشند غیر هم‌سطح کردن تقاطع گزینه مناسبی می‌باشد. تقاطع تک نقطه‌ای درون‌شهری (SPUI) به دلیل اشغال فضای کمتری از حریم راه نسبت به سایر تقاطعات غیر هم‌سطح در طراحی‌های درون‌شهری یکی از گزینه‌های مناسب برای تقاطعات با حجم ترافیک بالا می‌باشد. تقاطعات دسته‌پارچی (jughandle) نیز گزینه مناسبی برای روان کردن ترافیک مربوط به گردش به چپ در تقاطعات هم‌سطح می‌باشند که از نظر اقتصادی نیز مقرون به صرفه هستند. در این مطالعه، با مطالعه موردی بر روی تقاطعی در شهر اصفهان و مدل‌سازی این تقاطع در نرم‌افزار Aimsun به مقایسه عملکرد تقاطعات تک نقطه‌ای درون‌شهری و تقاطع غیر هم‌سطح ساده و دسته‌پارچی پرداخته شده است. نتایج حاکی از آن است که تقاطعات دسته‌پارچی و تک نقطه‌ای درون‌شهری به ترتیب ۴۰٪ و ۸۰٪ از زمان تأخیر مسافری را کاهش می‌دهند. همچنین تقاطعات دسته‌پارچی گزینه‌های اقتصادی و ایمنی برای بهبود وضعیت تقاطعات پرتراffic می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: زمان سفر، تقاطع دسته‌پارچی، تقاطع تک نقطه‌ای، تقاطع هم‌سطح اولیه

#### ۱- مقدمه

در کوتاه‌مدت مؤثر واقع شوند. از این رو با در نظر گرفتن کوتاهی دوران بهبود راه‌حل‌های متعارف، نیاز به ارائه راهکارهای نوین و غیرمتعارف امری محسوس می‌باشد (Intersection Control Evaluation, 2013). تقاطع‌های هم‌سطحی که در اثر ازدیاد احجام ترافیکی دچار مشکل می‌شوند در ابتدا سعی می‌شود با ارائه راهکارهای ساده و معمول ساماندهی شوند. در این مقطع پس از شناسایی دقیق نوع و منشأ مشکلات تقاطع روش مؤثر و ایمن برای کنترل و حل مشکل اتخاذ می‌شود. از جمله روش‌های معمول برای حل مشکل می‌توان به افزایش عرض تقاطع، ممنوعیت پارک حاشیه‌ای در ساعات اوج، افزودن پهلوگاه گردش به راست یا چپ، ازدیاد طول پهلوگاه‌های گردش به راست یا چپ، تبدیل

در شبکه حمل و نقل تقاطعات به عنوان نقاطی که چند جریان ترافیکی قصد استفاده از آن به طور هم‌زمان را دارند از اهمیت و جایگاه ویژه‌ای برخوردار است و لذا برای جلوگیری از ایجاد صف‌های طولانی و یکنواختی جریان ترافیک در شبکه نیاز است که تردد وسایل نقلیه در این نقاط به طور دقیق مورد کنترل قرار گیرند. می‌توان گفت که مهم‌ترین موضوعی که در تقاطعات منجر به بروز مشکلات می‌شود جریان حرکات گردش به چپ است که به همین منظور تحقیقات فراوانی جهت حل مشکل گردش به چپ در تقاطعات صورت گرفته است و از جمله دستاوردهای این تحقیقات می‌توان به اختصاص فاز گردش به چپ، ایجاد خطوط چپ‌گرد و بهینه نمودن فازبندی چراغ‌های راهنمایی اشاره کرد که می‌تواند

به میدان، تبدیل به کنترل حق تقدم و تصحیح زمان بندی چراغ راهنمایی، تغییر تعداد فازهای چراغ راهنمایی و در نهایت هوشمند سازی آن و تغییر هندسه آن اشاره کرد (Hildebrand, 2007). ایجاد تقاطع غیر هم سطح به دلیل هزینه های بالا آخرین راه حل از نظر برنامه ریزان ترافیکی تلقی گردد، اما استفاده از این طرح در شریان های بزرگ شهری جهت رفع معضلات ترافیکی در تقاطع ها اجتناب ناپذیر است. برای انتخاب بهترین نوع تقاطع غیر هم سطح عوامل زیادی مورد ارزیابی قرار می گیرند که از جمله آن ها می توان به عملکرد ترافیک، مدت زمان تأخیر و پیش بینی آینده ترافیکی اشاره کرد. تقاطعات غیر هم سطح تک نقطه ای درون شهری (SPUI) به نسبت جدیدتر و از مزیت های اصلی آن، تصرف کمتر زمین می باشد و همین باعث می شود بیشتر در محدوده شهری مورد توجه قرار گیرد. هر چند به دلیل نیاز به ساخت پل های با دهنه ی بیشتر هزینه ساخت بیشتری می طلبد. شعاع بیشتر حرکت گردش به چپ، امکان سرعت بالاتری را برای این حرکت در مقایسه با نوع قبلی به وجود می آورد ولی مشکل ورود و خروج حرکت گردش به چپ در مسیر فرعی، از سمت چپ و عبور عابر پیاده همچنان وجود دارد (نریمانی، ۱۳۸۱). با توجه به اینکه به ویژه در شهرها معمولاً یک مسیر از اولویت خاصی برخوردار است و سایر حرکات را می توان با چراغ راهنمایی فرماندهی و کنترل کرد. این تقاطع از مطلوب ترین گزینه ها در محیط های شهری است. در این مطالعه با جمع آوری اطلاعات ترافیکی یک تقاطع پرتراфик در شهر اصفهان و مدل سازی آن در نرم افزار Aimsun، به بررسی زمان سفر و

تأخیر مسافران در این تقاطع پرداخته شد و سپس با بهبود این تقاطع اولاً به صورت سامان دهی تقاطع هم سطح موجود و تبدیل آن به یک تقاطع دسته پارچی و نیز ارتقای تقاطع موجود به یک تقاطع غیر هم سطح تک نقطه ای پرداخته شده و با یکدیگر جهت بررسی میزان بهبود عملکرد تقاطع مقایسه شده است.

## ۲- روش تحقیق

روش تحقیق در این پژوهش شامل مراحل مختلفی است که گام به گام برای رسیدن به اهداف مورد نظر پیموده شده است. در ابتدا برای آشنایی بیشتر با تقاطعات غیر متعارف مقالات و گزارشات علمی مختلفی مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است و سپس نرم افزار مناسب برای شبیه سازی و مقایسه تقاطعات انتخاب شده است (Haas, 2001). در ادامه با برداشت داده های ترافیکی از یکی از تقاطعات سطح شهر اصفهان که دچار مشکلات ترافیکی است تقاطع هم سطح چراغ دار در نرم افزار Aimsun شبیه سازی شده است و سپس تقاطعات دسته پارچی و غیر هم سطح تک نقطه ای به عنوان تقاطع جایگزین انتخاب و طراحی شده است و با همان داده های ترافیکی در نرم افزار شبیه سازی صورت گرفته و سپس نتایج خروجی نرم افزار برای بررسی میزان بهبود عملکرد تقاطع مورد بررسی قرار گرفته است. تقاطع تختی (شکل ۱) که در محل تلاقی امتداد خیابان چهارباغ پایین و خیابان های عبدالرزاق و مسجد سید واقع شده است در این پژوهش به عنوان مطالعه موردی مورد بررسی قرار گرفته است.



شکل ۱. تصویر تقاطع مورد مطالعه در شهر اصفهان

### ۳- داده‌های ورودی

به منظور تحصیل نتایج بهتر و دقیق تر در این مقاله از آمار برداشت شده واقعی یک تقاطع هم سطح با مشکلات ترافیکی در سطح شهر اصفهان استفاده شده است. این داده‌ها شامل احجام ورودی به تقاطع و حجم حرکات گردش به چپ و راست هر رویکرد در ۳ ساعت اوج ترافیک (۸ صبح - ۱۲ ظهر و ۶ بعدازظهر) و اطلاعات چراغ راهنمایی تقاطع شامل فازبندی و زمان فازها می باشد. برای در نظر گرفتن بحرانی ترین شرایط ترافیک ساعت ۸ صبح برای بررسی

انتخاب شده است. در جدول ۱ احجام ورودی و در جدول ۲ زمان بندی فازهای چراغ راهنمایی در ساعت ۸ صبح در تقاطع برداشت شده، آمده است. در جدول فوق هر فاز شامل حرکت مستقیم و گردش به چپ یک رویکرد است. زمان بندی چراغ راهنمایی تقاطعات دسته پارچی در ۳ فاز طراحی می شوند. جدول ۳ زمان بندی فازهای چراغ راهنمایی را برای تقاطع دسته پارچی نشان می دهد. در شکل ۲ نمایی از سه تقاطع شبیه سازی شده در نرم افزار Aimsun آمده است.

جدول ۱. احجام همسنگ سواری برداشت شده در تقاطع

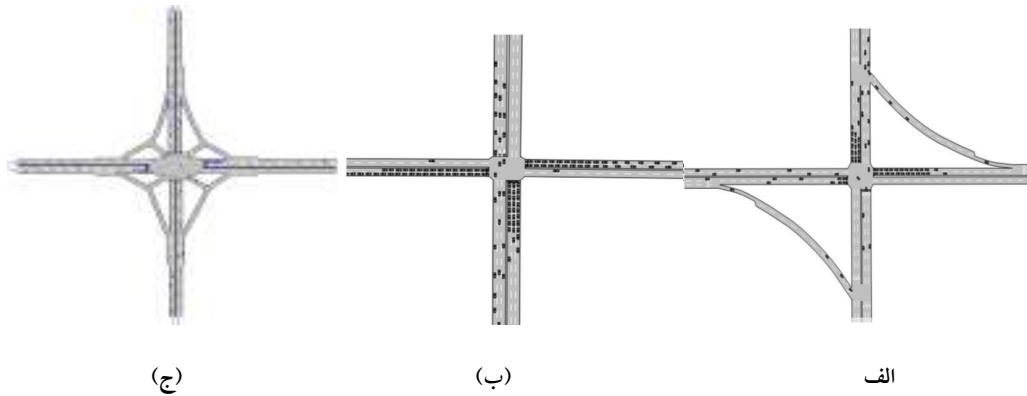
مقصد مبدأ	غرب تقاطع	جنوب تقاطع	شرق تقاطع	شمال تقاطع
غرب تقاطع	۰	۴۲۱	۲۸۴	۳۱۳
جنوب تقاطع	۳۰۹	۰	۲۰	۷۸۷
شرق تقاطع	۷۳۰	۲۲۵	۰	۱۹۴
شمال تقاطع	۱۰۸	۷۵۸	۵۵	۰

جدول ۲. وضعیت زمان بندی چراغ راهنمایی تقاطع اولیه (ثانیه)

۳۴	فاز یک (رویکرد غرب به شرق)
۴۴	فاز دو (رویکرد جنوب به شمال)
۳۳	فاز سه (رویکرد شمال به جنوب)
۲۲	فاز چهار (رویکرد شرق به غرب)

جدول ۳. وضعیت زمان بندی چراغ راهنمایی تقاطع دسته پارچی (ثانیه)

۴۱	فاز یک (رویکرد شمال به جنوب و گردش به چپ)
۵۴	فاز دو (رویکرد جنوب به شمال و گردش به چپ)
۲۵	فاز سه (رویکرد شرق به غرب و گردش به چپ)

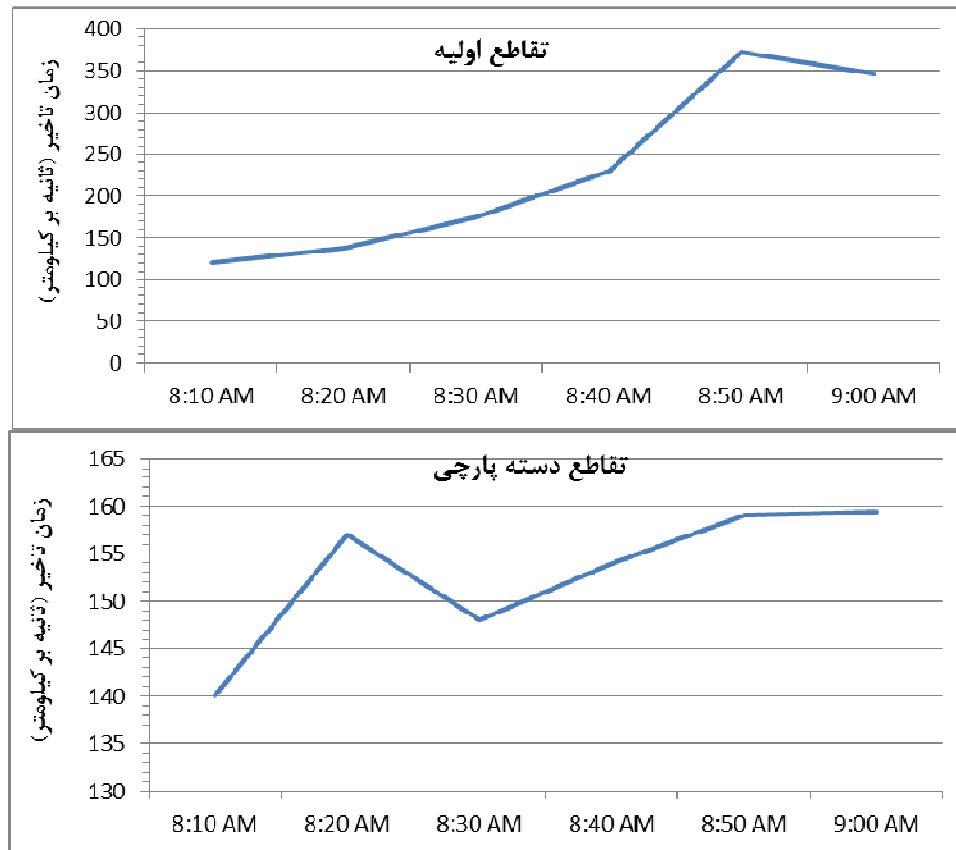


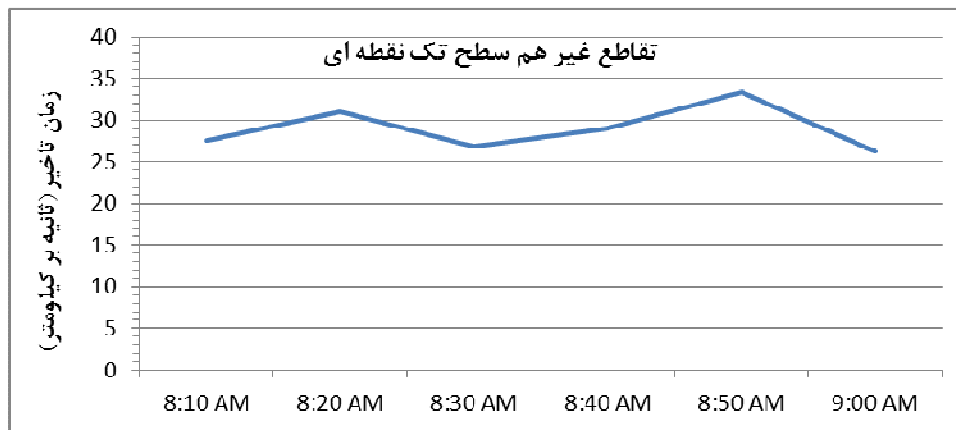
شکل ۲. نمای سه تقاطع طراحی شده در نرم افزار Aimsun الف. تقاطع غیر هم سطح تک نقطه‌ای، ب. تقاطع دسته پارچی و ج. تقاطع اولیه

#### ۴- تحلیل نحوه عملکرد تقاطعات

ارتقای وضعیت تقاطع به غیر هم سطح تک نقطه‌ای داشت. در این مقاله این ارزیابی در پارامتر زمان تأخیر صورت گرفته که در ادامه ارائه شده است.

پس از شبیه‌سازی‌های انجام شده با مقایسه نتایج خروجی نرم افزار Aimsun از دو حالت تقاطع می‌توان ارزیابی مناسبی نسبت به بهبود عملکرد تقاطع در صورت استفاده از طرح سامان‌دهی تقاطع و تبدیل آن به تقاطع دسته پارچی و یا





شکل ۳. میزان تأخیر بر وسایل نقلیه در تقاطعات اولیه، دسته پارچی و غیر هم سطح تک نقطه‌ای

اولیه در صورت سامان‌دهی و یا غیر هم سطح سازی پرداخته شد. نتایج به دست آمده به شرح زیر ارائه می‌گردند.

۱- ساماندهی تقاطع هم سطح اولیه و بهبود آن به تقاطع دسته پارچی می‌تواند تا تقریباً ۴۰ درصد از زمان تأخیر را در تقاطع بکاهد و می‌توان با صرف هزینه ناچیز عملکرد تقاطع هم سطح را تا ۴۰٪ بهبود بخشید. مطالعات بیشتر در این زمینه مورد نیاز است.

۲- میزان زمان تأخیر در تقاطع غیر هم سطح تک نقطه‌ای بسیار کم‌تر از تقاطعات هم سطح بوده و اجرای آن در صورت صرفه‌ی اقتصادی می‌تواند تا ۸۰ درصد از زمان‌های تأخیر بکاهد.

۳- از نظر ایمنی نیز تقاطعات دسته پارچی به دلیل کاهش عملیات گردش به چپ در تقاطع اصلی بهتر عمل می‌کنند.

## ۶- مراجع

-نریمانی، گ.، (۱۳۸۴)، "طرح هندسی راه"، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ دوم، تهران،

-Haas, C. P., (2001), "Assessing developments using AIMSUN". Paper presented at the Institution of Professional Engineers New Zealand. Annual conference.

-Hildebrand, T. E., (2007), "Unconventional intersection designs for improving through traffic along the arterial road".

-"Intersection Control Evaluation", (2013), Retrieved from

همان‌طور که در گراف‌ها مشاهده می‌شود میزان تأخیر متوسط در تقاطع ابتدایی به ۲۳۰/۱۶ ثانیه بر کیلومتر می‌رسد که این مقدار با استفاده از طرح دسته پارچی با کاهش قابل توجه ۴۴ درصدی مواجه شده است و متوسط میزان تأخیر در تقاطع جایگزین به ۱۵۲/۹۱ ثانیه بر کیلومتر رسیده است. تقاطعات دسته پارچی به دلیل این‌که برخوردهایی ناشی از گردش به چپ خودروها را کاهش می‌دهد از لحاظ ایمنی هم بهتر از تقاطعات اولیه عمل می‌کند (Jagannathan et al., 2006; Wang, Abdel-Aty, Nevarez, & Santos, 2008). هم‌چنین مشاهده می‌گردد که تقاطع غیر هم سطح مدت زمان تأخیر بسیار کم‌تری نسبت به تقاطعات هم سطح دارد و میانگین زمان تأخیر آن در طول یک ساعت به ترتیب ۱۸ و ۱۲ درصد متوسط زمان تأخیر در تقاطعات دسته پارچی و اولیه می‌باشد؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که سامان‌دهی تقاطع هم سطح که بسیار کم‌هزینه‌تر از اجرای تقاطع غیر هم سطح می‌باشد، می‌تواند تا تقریباً ۴۰ درصد از زمان تأخیر را کاهش دهد. هم‌چنین اجرای تقاطع غیر هم سطح تک نقطه‌ای می‌تواند تا تقریباً ۸۰ درصد از زمان تأخیر را کاهش دهد.

## ۵- نتیجه‌گیری

در این مقاله با جمع‌آوری داده‌های ترافیکی از یک تقاطع پرتراфик در شهر اصفهان و شبیه‌سازی تقاطع مورد نظر به صورت‌های هم سطح اولیه، هم سطح دسته پارچی و غیر هم سطح تک نقطه‌ای در نرم‌افزار Aimsun، به بررسی زمان تأخیر در تقاطعات و میزان بهبود عملکرد تقاطع هم سطح

-X. Wang, M. Abdel-Aty, A. Nevarez, and J. Santos, (2008), "Investigation of safety influence area for four-legged signalized intersections: nationwide survey and empirical inquiry", Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, no. 2083, pp. 86-95.

-Jagannathan, R., Gimbel, M., Bared, J., Hughes, W., Persaud, B., & Lyon, C. (2006). Safety comparison of New Jersey jug handle intersections and conventional intersections. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board (1953), pp.187-200.

-Wang, X., Abdel-Aty, M., Nevarez, A., & Santos, J. (2008), "Investigation of safety influence area for four-legged signalized intersections: nationwide survey and empirical inquiry". Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board(2083), pp.86-95.