

## ارزیابی تأثیر پارامترهای ترافیکی بر طرح هندسی میدان‌های ترافیکی

سید مهدی یدی همدانی<sup>۱</sup>، سهیلا صیاد<sup>۲</sup>، سید محسن حسینی<sup>۳</sup>

۱- دکتری برنامه ریزی حمل و نقل، دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)

۲- کارشناس ارشد راه و ترابری، دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)

۳- دانشجوی دکتری راه و ترابری، دانشگاه علم و صنعت ایران

### چکیده

افزایش استفاده از میدان‌های ترافیکی در سطح گسترده، نشان دهنده اهمیت و کارایی این نوع تقاطع در بین تقاطعات مختلف است. در چنین شرایطی عملکرد مناسب این میادین بسیار حائز اهمیت است. یکی از مهمترین عوامل تأثیرگذار بر عملکرد میدان‌های ترافیکی هندسه میدان می‌باشد. در حال حاضر طراحی هندسی میدان‌های ترافیکی بر اساس نوع وسیله نقلیه ای که از آن‌ها عبور می‌کند و سرعت حرکت در مسیرهای منتهی به میدان با تعیین دامنه‌هایی از مقادیر و اندازه‌ها برای اجزای مختلف میدان انجام می‌شود. نکته ای که در این جا به نظر می‌رسد، عدم تأثیر احجام ترافیکی عبوری از میدان بر هندسه میدان است. در این مقاله سعی شده است با بهره‌گیری از روش‌های مندرج در آیین نامه انگلیسی و آیین نامه ظرفیت راه‌ها (HCM 2010) که در آن‌ها سطح سرویس میدان، ظرفیت ورودی‌ها و پارامترهای هندسی در کنار هم دیده می‌شوند، تأثیر پارامترهای ترافیکی بر هندسه میدان و بالعکس مورد ارزیابی قرار گیرد. نتایج، حاکی از آن است که تغییرات هندسی در تغییر عملکرد میدان‌های ترافیکی موثر هستند. همچنین مشخص شد که بهبود عملکرد ورودی‌ها می‌تواند در برخی شرایط منجر به کاهش عملکرد در نواحی تداخلی و در نتیجه کل سیستم شود.

**کلید واژه:** پارامترهای هندسی، سطح سرویس، میدان ترافیکی، ظرفیت، طراحی هندسی

<sup>1</sup> Smy.hamedani@gmail.com

<sup>2</sup> Soheila10740@yahoo.com

<sup>3</sup> Hosseini@civileng.iust.ac.ir

## ۱- مقدمه

میدان ها تقاطعاتی دایره‌ای شکل هستند که مکرر در دنیا استفاده می‌شوند و روز به روز بر استفاده از آنها در شرایط مختلف تاکید می‌شود. وجود میدان های ترافیکی راننده را وادار به کاهش سرعت کرده و منجر به افزایش ایمنی با آرام سازی جریان ترافیک می‌گردد. از طرف دیگر با کاهش سرعت حرکت در نواحی تداخلی، طول مورد نیاز برای ناحیه تداخلی را کاهش می دهد. همچنین در ورودی مناطق شهری نیز وجود میدان در کاهش سرعت وسایل نقلیه‌ای که از جاده برون شهری به جاده درون شهری وارد می شوند بسیار مؤثر است. از طرفی هندسه میدان های ترافیکی در عملکرد موثر آن ها نقش به سزایی دارد. بر خلاف روند کنونی، روشی که در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفته است، ارزیابی طرح هندسی میدان های ترافیکی بر اساس سطح سرویس، ظرفیت و عملکرد ترافیکی مورد انتظار در ورودی های میدان می باشد. مزیت اصلی این روش این است که علاوه بر پارامترهای رایج طراحی میدان های ترافیکی مانند سرعت و نوع وسایل نقلیه عبوری، در این روش حجم ترافیک عبوری و ظرفیت مورد نیاز و در نهایت سطح سرویس مطلوب در طراحی هندسی مد نظر قرار می گیرند.

در این مطالعه جهت دستیابی به هدف موردنظر یعنی بررسی طرح هندسی میدان های ترافیکی با در نظر گرفتن عوامل ترافیکی، روشی برای تعیین ظرفیت ورودی میدان انتخاب شد که در آن ظرفیت ورودی تابعی از ویژگی های ترافیکی و مشخصات هندسی میدان بود و سپس بر اساس آئین نامه ظرفیت راه ها ( HCM2010 ) ارتباط بین ظرفیت ورودی و سطح سرویس مورد نظر تعیین شد. در نهایت با استفاده از ظرفیت و سطح سرویس بدست آمده طرح هندسی میدان مورد بررسی قرار گرفت.

## ۲- مروری بر تحقیقات پیشین

از جمله آیین نامه هایی که در زمینه میدان های ترافیکی در آن ها نکاتی مطرح شده است. آیین نامه HCM 2010 است که ظرفیت میدان های یک خطه و دو خطه را بررسی و رابطه ای برای تعیین تاخیر و سطح سرویس میدان ارائه کرده است [۱]. آیین نامه FHWA 2010 نیز از روابط موجود در HCM 2010 بهره گرفته است. نشریه NCHRP در REPORT 672 محدودیت هایی برای پارامتر های مختلف میدان از جمله قطر دایره محاطی، شعاع و زاویه ورودی، عرض رویکرد و عرض ورودی ارائه می کند [۲]. همچنین آیین نامه آشتو بر اساس تعداد خطوط ورودی و گردش میدان ها، محدودیت هایی برای سرعت ورودی و قطر دایره محاطی در نظر می گیرد [۳]. در آیین نامه انگلیسی

(TD 16/07) که در سال ۲۰۰۷ منتشر شد، بر اساس پارامترهای هندسی از جمله عرض رویکرد و ورودی میدان، قطر دایره محاطی، شعاع قوس و زاویه ورودی و جریان ترافیک گردشی رابطه ای برای محاسبه ظرفیت ورودی میدان تعریف شده است [۴]. مقالات منتشر شده در این زمینه را می توان در ۴ دسته ظرفیت، عملکرد، طرح هندسی و میدان ها و تقاطعات چراغدار طبقه بندی کرد. در مورد ظرفیت میدان ها وانگ و یانگ در سال ۲۰۱۲ با احتساب وسایل نقلیه بخش تداخلی سعی کردند پیش بینی دقیق تری از ظرفیت میدان ها را بدست آورند [۵]. اندیکا و هریس نیز در سال ۲۰۱۱ به تخمین فاصله بحرانی به عنوان یک عامل مهم در تعیین ظرفیت میدان پرداختند [۶]. در بحث طرح هندسی میدان ها، لورنزو در سال ۲۰۱۳ تحلیل میدان ها بر اساس مسافت دید را مورد بررسی قرار داد [۷]. آلفونسو و همکارانش نیز در سال ۲۰۱۲ طرح هندسی میدان های ایتالیا را بررسی کردند و توصیه هایی برای بهبود آن ها بیان نمودند [۸].

### ۳- روش انجام کار

همان طور که در قسمت قبل بیان شد در آیین نامه انگلیسی ویژگی های ترافیکی و مشخصات هندسی میدان در تعیین ظرفیت ورودی های آن موثر هستند. بنابر این روش موجود در آیین نامه انگلیسی برای تعیین ظرفیت ورودی میدان به عنوان اساس مطالعات در این تحقیق انتخاب شد.

در روش انگلیسی مدل رگرسیون خطی، طبق فرمول زیر بیان می شود:

$$C_e = K(F - f_c V_c), \quad f_c V_c \leq F \quad (1)$$

که در آن

$C_e$ : ظرفیت ورودی میدان بر حسب سواری معادل در ساعت

$V_c$ : جریان ترافیک گردشی بر حسب سواری معادل در ساعت

و  $K$ ،  $F$  و  $f_c$  ضرایبی هستند که از معادلات زیر به دست می آیند:

$$K = 1 - 0.00347(\phi - 30) - 0.978\left(\frac{1}{r} - 0.05\right) \quad (2)$$

$$F = 303X_2 \quad (3)$$

$$X_2 = B + \frac{e-B}{1+2S} \quad (4)$$

$$S = \frac{1.6(e-B)}{L'} \quad (5)$$

$$f_c = 0.21t_D(1 + 0.2X_2) \quad (6)$$

$$t_D = 1 + \frac{0.5}{1 + \exp\left(\frac{D-60}{10}\right)} \quad (7)$$

در این روابط  $e$  عرض ورودی میدان،  $B$  عرض رویکرد،  $L'$  طول مؤثر زبانه،  $S$  تیزی زبانه،  $D$  قطر دایره محاطی،  $r$  شعاع قوس ورودی و  $\phi$  زاویه ورودی می باشند.

در ادامه لازم است رابطه ای بین سطح سرویس مورد انتظار و ظرفیت ورودی تعیین شود که در آن با انتخاب سطح سرویس، ظرفیت ورودی لازم برای دستیابی به آن سطح سرویس، تعیین و به عنوان یکی از ورودی ها در روابط فوق اعمال شود. از این رو از آیین نامه HCM2010 برای محاسبات تأخیر و سطح سرویس استفاده شد. به گونه ای که با داشتن نسبت  $x = v/c$  تأخیر متوسط برای هر خط در راه های منتهی به میدان با استفاده از رابطه ۸ محاسبه می شود.

$$d = \frac{3600}{c} + 900T \left[ x - 1 + \sqrt{(x - 1)^2 + \frac{\left(\frac{3600}{c}\right)x}{450}} \right] + 5 \times \min(x, 1) \quad (8)$$

که در آن

$d$ : تأخیر متوسط برحسب ثانیه بر وسیله نقلیه

$x$ : نسبت حجم به ظرفیت خط مورد نظر

$c$ : ظرفیت خط مورد نظر برحسب وسیله نقلیه بر ساعت

$T$ : نسبت زمان ها برداشت و تحلیل از یک ساعت (مثلاً برای ۱۵ دقیقه برداشت  $T = 0.25$ )

با توجه به جدول شماره ۱ جدول شماره ۱- سطح سرویس میدان مقتبس از آیین نامه HCM2010، ارتباط تأخیر و سطح سرویس میدان مشاهده می شود.

جدول شماره ۱- سطح سرویس میدان

سطح سرویس		تأخیر (s/veh)
$v/c > 1.0$	$v/c \leq 1.0$	
F	A	۰ - ۱۰
F	B	۱۰ - ۱۵
F	C	۱۵ - ۲۵
F	D	۲۵ - ۳۵
F	E	۳۵ - ۵۰
F	F	$50 <$

به منظور دستیابی به هدف تحقیق لازم است در ابتدا سطح سرویس مورد انتظار میدان تعیین شود. با داشتن سطح سرویس و طبق جدول شماره ۱ حداکثر تأخیر مجاز برای آن که عملکرد میدان در آن سطح سرویس تحقق یابد، مشخص می شود. سپس از رابطه ۳ معادله ای به دست می آید که در آن تنها مجهول، ظرفیت ورودی می باشد. از آنجا که هدف این روش رسیدن به سطح سرویس مناسب

می باشد، فرض می شود مقدار  $X=V/C$  کمتر از یک است. بنابراین در رابطه مذکور به جای عبارت  $\min(x,1)$  مقدار  $X=V/C$  قرار داده می شود. با وجود پیچیدگی زیاد رابطه مورد بحث، برای بدست آوردن مقدار ظرفیت لازم است، رابطه فوق به گونه ای تغییر داده شود که مقدار  $C$  تابعی از متغیرهای دیگر، یعنی  $V$ ،  $T$  و  $d$  باشد. بر این اساس رابطه زیر ارائه می شود:

$$(d^2 + 1800Td)C^2 + (-7200d - 1800TVd - 10Vd - 6480000T - 9000TV)C + (12960000 + 36000V + 9000TV^2 + 25V^2) = 0 \quad (9)$$

در ادامه با داشتن مقدار ظرفیت و همین طور نرخ تردد گردشی میدان، رابطه اولیه ظرفیت در روش انگلیسی را به صورت زیر می نویسیم:

$$C=K(F \cdot f_c V_c) \quad (10)$$

پارامترهای  $k$ ،  $F$  و  $f_c$  در قسمت قبل توضیح داده شده اند. همان طور که در قسمت قبل گفته شد، مجهولات این رابطه عبارتند از عرض رویکرد ( $B$ )، عرض ورودی ( $e$ )، قطر دایره محاطی میدان ( $D$ )، شعاع ورودی ( $r$ )، طول موثر زبانه ( $L'$ ) و زاویه ورودی ( $\square$ ). از آن جا که مقدار عرض رویکرد ارتباطی با طراحی هندسی میدان ندارد، بنابراین مقدار آن مشخص بوده و به عنوان ورودی در رابطه قرار داده می شود.

به این ترتیب رابطه ظرفیت در روش انگلیسی دارای پنج مجهول خواهد بود و می توان نوشت:

$$C=H(r, D, e, \square, L') \quad (11)$$

در این جا سعی می شود ترکیباتی از پنج مجهول فوق استخراج شود تا مقدار ظرفیت به دست آمده از رابطه انگلیسی از مقدار محاسبه شده از رابطه ۶ بیشتر باشد. از آن جا که به دست آوردن این ترکیبات کار ساده ای نیست با استفاده از نرم افزار  $C\#$  و کد نویسی های مناسب، برنامه ای تهیه شد تا سطح سرویس مورد نیاز، نرخ تردد گردشی میدان، عرض رویکرد را به عنوان ورودی گرفته و ترکیبی از عرض، زاویه و شعاع ورودی، قطر دایره محاطی و طول موثر زبانه را به عنوان خروجی به دست دهد. در صورت استفاده از هر یک از ترکیبات به دست آمده و با استناد به اعتبار روابط آئین نامه های HCM و انگلیسی، سطح سرویس مورد نظر تحقق خواهد یافت.

برای ارزیابی روش های به کار برده شده و اعتبارسنجی ترکیبات لازم است از برداشت میدانی دو میدان ترافیکی نماز در شهرستان شهریار استان تهران و میدان کاج در سعادت آباد تهران استفاده شود. با استفاده از برداشت میدانی و داده های به دست آمده، مقدار ظرفیت ورودی های بحرانی میدان ها با استفاده از روابط آئین نامه انگلیسی محاسبه شده و طبق روابط بیان شده در قسمت های قبل، سطح سرویس ورودی ها تعیین می گردد. در صورت پایین بودن سطح سرویس در این ورودی ها، با استفاده از برنامه تهیه شده سعی می شود با اصلاح هندسی قسمتی از ورودی (تغییر مقدار یک

با چند پارامتر  $(\phi, r, D, e, L')$  به سطح سرویس دلخواه دست یابیم. همزمان با این عمل، با استفاده از داده های برداشت شده، دو میدان کاج و نماز شهپار را در نرم افزار Aimsun شبیه سازی نموده و با توجه به وضعیت موجود میدان، شبیه سازی انجام شده را کالیبره می نماییم. سپس میدان های ترافیکی مورد نظر، با تغییرات اعمالی مجدداً شبیه سازی شده و انتظار می رود سطح عملکردی میدان به تناسب این تغییرات بهبود یابد.

دامنه تغییرات در متغیرهای هندسی با استناد بر راهنمای طراحی هندسی میدان NCHRP در نرم افزار لحاظ شده است. بر این اساس حداقل مقدار عرض ورودی برابر با ۵/۷ متر و یا حداقل برابر با عرض رویکرد، حداکثر زاویه ورودی ۴۰ درجه، شعاع ورودی حداقل ۱۵ متر و قطر دایره محاطی حداقل ۳۲ متر در نظر گرفته شده است. البته جهت محدود نمودن خروجی نرم افزار مقدار حداکثر برای عرض ورودی، شعاع ورودی و قطر دایره محاطی به ترتیب ۴۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ متر در نظر گرفته شد.

#### ۴- مطالعه موردی

##### ۴-۱- میدان کاج

داده های ترافیکی میدان کاج

ورودی بحرانی: ورودی شمالی با حجم تردد ۲۴۸۶ سواری بر ساعت

تردد گردش در مقابل ورودی شمالی: ۱۷۷۲ سواری بر ساعت

داده های هندسی میدان کاج

جدول شماره ۲- داده های هندسی ورودی شمالی میدان کاج

طول موثر زبانه ( $L'$ ) (متر)	عرض ورودی ( $e$ ) (متر)	عرض رویکرد ( $B$ ) (متر)	زاویه ورودی ( $\phi$ ) (درجه)	شعاع ورودی ( $r$ ) (متر)	قطر میدان ( $D$ ) (متر)
۱۸/۸	۱۶/۹	۱۰/۵	۸	۲۰	۹۳

##### آنالیز ورودی شمالی میدان کاج

طبق داده هایی که در بخش قبل در مورد میدان کاج ارائه شد و روابط آیین نامه انگلیسی داریم:

$$t_D = 1 + \frac{0.5}{1 + \exp\left(\frac{93 - 60}{10}\right)} = 1.018$$

$$S = \frac{1.6(16.9 - 10.5)}{18.8} = 0.545$$

$$X_2 = 10.5 + \frac{16.9 - 10.5}{1 + 2 \times 0.545} = 13.56$$

$$F = 303 \times 13.56 = 4108.68$$

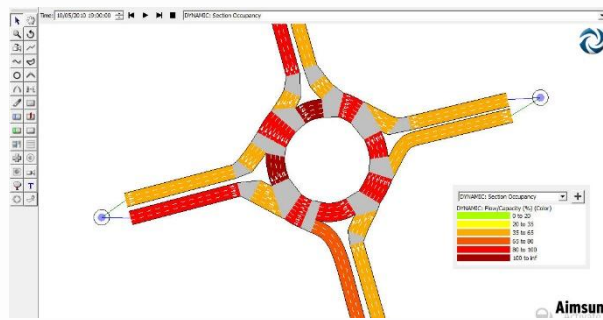
$$f_c = 0.21 \times 1.018(1 + 0.2 \times 13.56) = 0.794$$

$$K = 1 - 0.00347(8 - 30) - 0.978 \left( \frac{1}{20} - 0.05 \right) = 1.0763$$

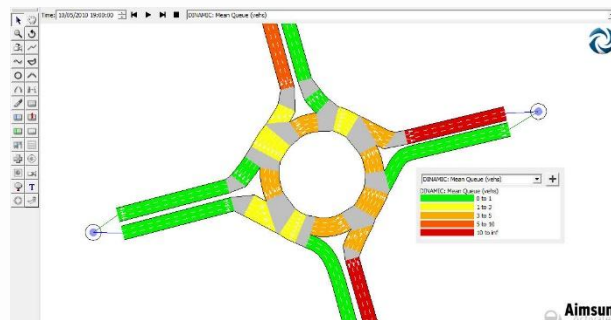
$$C = 1.0763(4108.68 - 0.794 \times 2073) = 2651$$

$$\frac{V}{C} = \frac{2908}{2651} = 1.09 > 1$$

نرخ جریان ورودی نیز بر اساس داده های بدست آمده برابر با ۲۹۰۸ سواری بر ساعت است. با توجه به اینکه نسبت نرخ جریان به ظرفیت از عدد یک بیشتر است، سطح سرویس این ورودی F بوده و نیاز به اصلاح این ورودی می باشد تا سطح سرویس بهبود یافته و در نتیجه وضعیت کل میدان بهتر شود. با توجه به ضرورت ارزیابی نتایج و ترکیبات بدست آمده میدان های مورد نظر در نرم افزار Aimsun شبیه سازی شدند. وضعیت موجود میدان کاج به صورت شکل ۱ و شکل ۲ شبیه سازی شده است.



شکل ۱- شبیه سازی وضعیت موجود میدان کاج (نسبت V/C)

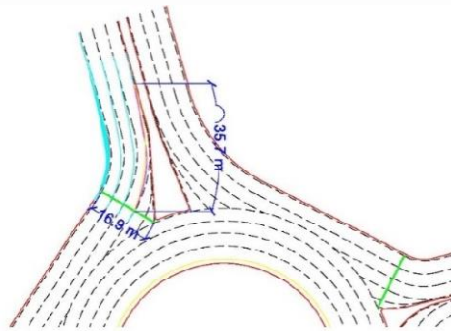


شکل ۲- شبیه سازی وضعیت موجود میدان کاج (طول صف)

با اعمال روابط بیان شده و با استفاده از برنامه نوشته شده با توجه به سطح سرویس پایین ورودی شمالی میدان کاج، دو ترکیب هندسی زیر برای بهبود شرایط بدست آمد.  
راهکار اول میدان کاج

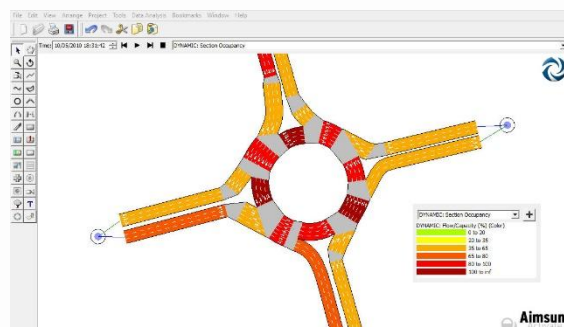
جدول شماره ۳- راهکار اول میدان کاج

طول موثر زبانه (متر)	عرض رویکرد (متر)	عرض ورودی (متر)	قطر دایره محاطی (متر)	زاویه ورودی (درجه)	شعاع ورودی (متر)
۳۵/۷	۱۰/۵	۱۶/۹	۹۳	۸	۲۰



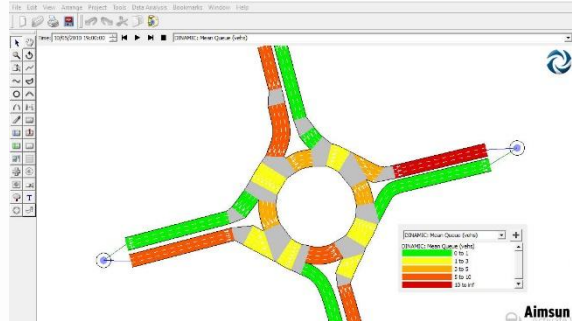
شکل ۳- راهکار اول میدان کاج

شکل ۴ و شکل ۵ نتایج شبیه سازی راهکار اول را نشان می دهد.



شکل ۴- شبیه سازی راهکار اول در میدان کاج (نسبت MC)



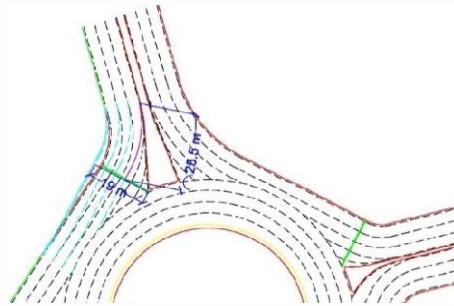


شکل ۵- شبیه سازی راهکار اول در میدان کاج (طول صف)

### راهکار دوم میدان کاج

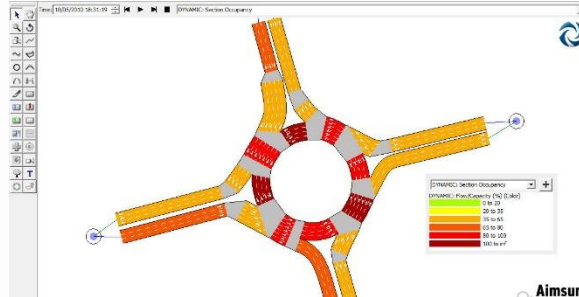
جدول شماره ۴- راهکار دوم میدان کاج

طول موثر زبانه (متر)	عرض رویکرد (متر)	عرض ورودی (متر)	قطر دایره محاطی (متر)	زاویه ورودی (درجه)	شعاع ورودی (متر)
۲۵/۵	۱۰/۵	۱۹	۹۳	۸	۲۰

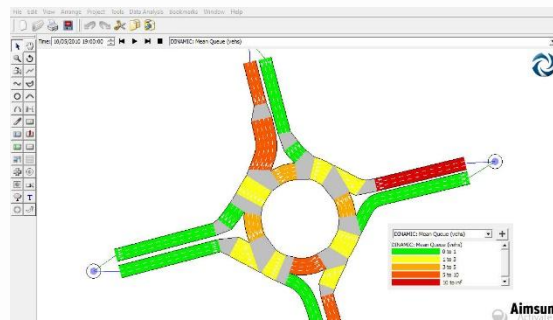


شکل ۶- راهکار دوم میدان کاج

شکل ۷ و شکل ۸ نتایج شبیه سازی راهکار دوم را نشان می دهند.



شکل ۷- شبیه سازی راهکار دوم در میدان کاج (نسبت  $M/C$ )



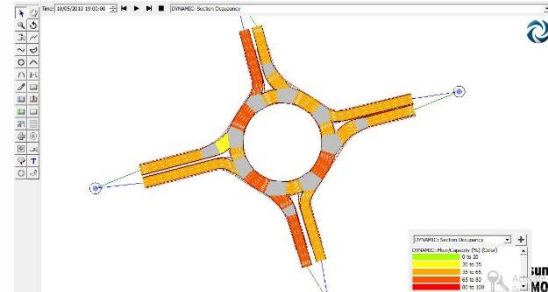
شکل ۸- شبیه سازی راهکار دوم در میدان کاج (طول صف)

راهکار سوم میدان کاج ( بر اساس نتایج شبیه سازی دو راهکار قبل ) با توجه به نتایج شبیه سازی و مشخص شدن وجود شرایط نامطلوب در نواحی تداخلی در دو راهکار قبل، در این جا راهکار سومی برای بهبود وضعیت میدان ترافیکی کاج ارائه می شود. این راهکار افزایش قطر دایره محاطی میدان است. چرا که با افزایش قطر دایره محاطی میدان طول نواحی تداخلی افزایش می یابد. از طرفی یکی از عوامل موثر در عملکرد نواحی تداخلی طول این نواحی می باشد. انتظار می رود این افزایش قطر، سبب بهبود سطح سرویس میدان شود. با توجه به محدودیت های موجود در میدان کاج، قطر دایره محاطی را حداکثر می توان تا ۱۱۲ متر افزایش داد.

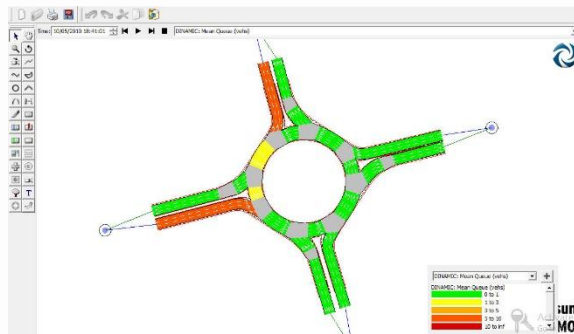
جدول شماره ۵- راهکار سوم میدان کاج

طول موثر زبانه (متر)	عرض رویکرد (متر)	عرض ورودی (متر)	قطر دایره محاطی (متر)	زاویه ورودی (درجه)	شعاع ورودی (متر)
۲۵/۵	۱۰/۵	۱۲/۷۲	۱۱۲	۰	۲۰

حال با قطر افزایش یافته میدان شبیه سازی شد که نتایج آن به شرح شکل ۹ و شکل ۱۰ آورده شده است.



شکل ۹- شبیه سازی راهکار سوم میدان کاج (نسبت  $\lambda/C$ )



شکل ۱۰- شبیه سازی راهکار سوم میدان کاج (طول صف)

#### ۲-۴- میدان نماز

داده های ترافیکی میدان نماز

ورودی بحرانی: ورودی شرقی با حجم تردد ۴۱۳۸ سواری بر ساعت

حجم گردش در مقابل ورودی شرقی: ۱۲۸۹ سواری بر ساعت

داده های هندسی میدان نماز

جدول شماره ۶- داده های هندسی ورودی شرقی میدان نماز

طول موثر زبانه ( $L^2$ ) (متر)	عرض ورودی ( $e$ ) (متر)	عرض رویکرد ( $B$ ) (متر)	زاویه ورودی ( $\phi$ ) (درجه)	شعاع ورودی ( $r$ ) (متر)	قطر میدان ( $D$ ) (متر)
۶۵/۱	۲۱/۳	۱۱	۱۹	۹۸	۱۱۸

آنالیز ورودی شرقی میدان نماز

طبق داده های بخش قبل و روابط آیین نامه انگلیسی داریم:

$$t_D = 1 + \frac{0.5}{1 + \exp\left(\frac{118 - 60}{10}\right)} = 1.0015$$

$$S = \frac{1.6(21.3 - 11)}{65.1} = 0.253$$

$$X_2 = 11 + \frac{21.3 - 11}{1 + 2 \times 0.253} = 17.84$$

$$F = 303 \times 17.84 = 5405.31$$

$$f_c = 0.21 \times 1.0015(1 + 0.2 \times 17.84) = 0.961$$

$$K = 1 - 0.00347(19 - 30) - 0.978\left(\frac{1}{98} - 0.05\right) = 1.077$$

$$C = 1.077(5405.31 - 0.961 \times 1289) = 4487 \text{ veh/h}$$

$$\frac{V}{C} = \frac{4138}{4487} = 0.92 < 1$$

با توجه به اینکه نسبت نرخ جریان به ظرفیت ورودی کوچکتر از یک است، باید مقدار تاخیر را نیز بدست آوریم تا سطح سرویس این ورودی از جدول شماره ۱ محاسبه شود. مقدار تاخیر ورودی برابر است با:

$$d = \frac{3600}{4487} + 900 \times 0.25 \left[ 0.92 - 1 + \sqrt{(0.92 - 1)^2 + \frac{\left(\frac{3600}{4487}\right) \times 0.92}{450 \times 0.25}} \right] + 5 \times 0.92$$

$$= 13 \text{ s/veh}$$

با توجه به تاخیر بدست آمده، سطح سرویس شلوغ ترین ورودی میدان نماز B است و این نشان دهنده عملکرد خوب این میدان می باشد. بنابر این ضرورتی به تغییر هندسه این میدان وجود ندارد. با قرار دادن اطلاعات این میدان در برنامه تهیه شده ترکیب هندسی موجود به عنوان یکی از ترکیبات مورد قبول برای سطح سرویس B بدست آمد.

## ۵- تفسیر نتایج

### ۵-۱- میدان کاج

#### راهکار اول

در راهکار اول، افزایش طول موثر زبانه، بدون تغییر در عرض ورودی برای بهبود وضعیت ورودی و میدان بررسی شد.

در اثر این تغییر و مطابق آن چه در شبیه سازی مشاهده شد در مقطع ورودی بهبود حاصل شد و به سطح سرویس مورد انتظار رسیدیم. ولی در بالادست ورودی تغییری دیده نمی شود، که علت آن این است که رابطه استفاده شده برای ورودی میدان صادق است و کل رویکرد را در نظر نمی گیرد. از

طرفی با آزاد شدن ورودی، حجم بیشتری وارد میدان شده و در نواحی تداخلی میدان ایجاد گرفتگی می کند و باعث بحرانی تر شدن این نواحی می شود.

#### راهکار دوم

در راهکار دوم، افزایش عرض ورودی برای بهبود وضعیت ورودی میدان بررسی شد. در اثر این تغییر نیز بهبود مورد انتظار در مقطع ورودی در شبیه سازی دیده شده و در بالادست ورودی نیز یک درجه بهبود حاصل شد. در این راهکار نیز بهبود وضعیت مقطع ورودی منجر به افزایش تردد در مسیر گردشی میدان و در نتیجه بحرانی تر شدن نواحی تداخلی و گرفتگی در آن شد.

در تشریح نتایج این دو راهکار مشاهده شد که ترکیبات بدست آمده از روابط و برنامه تهیه شده در مورد میدان کاج منجر به بهبود وضعیت ورودی شمالی شد و این امر در شبیه سازی میدان در راهکارهای اول و دوم به وضوح دیده می شود. نکته قابل توجه این است که علیرغم تاثیر روابط و روش بیان شده در مورد ورودی میدان، شبیه سازی ها نشان دادند که بهبود وضعیت ورودی به خودی خود می تواند منجر به کاهش سطح سرویس کل میدان و مسیر گردشی آن شود و احتمالاً علت آن این است که در روابط بیان شده، وجود حرکات ضربدری در میدان نادیده گرفته می شود.

#### راهکار سوم

با توجه به نتایج شبیه سازی راهکار سوم می توان گفت سطح سرویس میدان در نواحی تداخلی بهبود یافته و با توجه به نسبت حجم به ظرفیت، سطح سرویس در این نواحی در بسیاری نقاط به C رسیده است و وضعیت ورودی ها و خروجی ها نیز به سمت بهبودی رفته است. در واقع در اثر افزایش قطر و در نتیجه آن افزایش طول نواحی تداخلی بهبود در مسیر گردشی قابل مشاهده است.

#### ۵-۲- میدان نماز

مطابق نتایج بدست آمده از شبیه سازی و آنالیز انجام شده، مشاهده شد که این میدان دارای سطح سرویس مناسبی است. دو ورودی شرقی و غربی آن با وجود حجم های ترافیکی بالا، منجر به کاهش سطح سرویس میدان نشدند. علت این امر می تواند قطر بزرگ میدان باشد که باعث افزایش طول نواحی تداخلی می شود. مشابه نتایج آنالیز و شبیه سازی های انجام شده در میدان کاج، در صورتی که ناحیه تداخلی دارای وضعیت مناسبی باشد، ورودی ها می توانند راحت تر تخلیه شوند که این امر در میدان نماز نیز مشاهده می شود.

## ۶- نتیجه گیری و ارائه پیشنهادات

بر اساس مطالب بیان شده می توان به نتایج زیر اشاره کرد:

- (۱) نتایج شبیه سازی، صحت روابط استفاده شده در تحقیق را تایید می کند.
- (۲) تغییرات هندسی نقش موثری در افزایش یا کاهش سطح سرویس اجزای مختلف میدان دارد.
- (۳) بهبود وضعیت ترافیکی ورودی های میدان منجر به تخلیه بیشتر ترافیک به داخل میدان و مسیر گردش و کاهش سطح سرویس نواحی تداخلی میدان می شود.
- (۴) در صورت نیاز به تغییر هندسه میدان، جهت بهبود وضعیت ترافیکی ورودی ها لازم است وضعیت کل میدان به خصوص در نواحی تداخلی پیش بینی شود و در صورت ضرورت تغییرات لازم مثل افزایش قطر دایره محاطی اعمال شود.
- (۵) از روابط بیان شده و برنامه تهیه شده می توان برای بهبود سطح سرویس ورودی هایی استفاده نمود که کل میدان به خصوص مسیر گردش و نواحی تداخلی آن دارای شرایط ترافیکی و سطح سرویس مناسب باشند تا افزایش میزان تخلیه ترافیک از ورودی ها به درون مسیر گردش منجر به ایجاد گرفتگی در آن نگردد.
- (۶) با توجه به اینکه در صورت گرفتگی بازوها، حرکت وسایل نقلیه بسیار منظم تر از زمانی است که در مسیر گردش، گرفتگی ایجاد شود، بهبود سطح سرویس در مسیر گردش دارای اولویت بالاتری نسبت به مسیر های ورودی می باشد.

با توجه به تحقیقات گذشته و مطالب بیان شده، پیشنهاد می شود تحقیقات بیشتری در زمینه طرح هندسی میدان های ترافیکی صورت گیرد. در واقع با شبیه سازی های بسیار می توان ارتباط بین پارامترهای مهم طراحی مثل طول ناحیه تداخلی، قطر میدان و عرض ورودی ها را با عوامل ترافیکی و سطح سرویس بدست آورد.

مراجع

- [1] HCM (2010). Highway Capacity Manual. Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C., USA.
- [2] NCHRP (2010). Roundabouts: An Informational Guide. Second Edition. REPORT672. WASHINGTON, D.C.
- [3] AASHTO (2011). American Association of State Highway and Transportation Officials, a policy on geometric design of highways and streets (Green book).
- [4] Department of Transport (United Kingdom). , August 2007, Geometric Design of Roundabouts. TD 16/07.
- [5] Weiqi Wang, Xiaokuan Yang, 2012, Research on Capacity of Roundabouts in Beijing Procedia - Social and Behavioral Sciences, 43 157 – 168.
- [6] Andyka Kusuma, Haris N. Koutsopoulos, 2011, Critical Gap Analysis of Dual Lane Roundabouts, Procedia Social and Behavioral Sciences, 16 709–717.
- [7] Lorenzo Mussone, 2013, The analysis of roundabouts through visibility, Procedia - Social and Behavioral Sciences, 87 250 – 268.
- [8] Alfonso Montella, Shane Turner, Salvatore Chiaradonna, Dave Aldridgeb , 2012, Proposals for Improvement of the Italian Roundabout Geometric Design Standard, Procedia - Social and Behavioral Sciences, 53 189 – 202.

## **Abstract**

Development of modern roundabouts and their application represents the importance and capability of roundabout intersections among different types of intersections. So, good performance of these roundabouts are very important for users. One of the most effective factors which affects the roundabouts performance is their geometric features. Current geometric design of roundabouts is based on vehicle types and speed and some ranges for values of different parts of roundabouts. It should be noted that in current methods of geometric design of roundabouts the effect of traffic flow characteristics are neglected. So, the influence of traffic flow characteristics on geometric design of roundabouts and vice versa was investigated through this thesis according to British Roundabout Manual and Highway Capacity Manual (HCM 2010). Results showed that changes in geometric features of roundabout will affect it's performance. It was also concluded that in some situations improvement of entries performance may decrease the level of service within weaving areas and thus low performance of the whole roundabout intersection.

***Key words: Roundabout, Geometric Design, Capacity, Level Of Service***

