تحليل ظرفيت و تأخير در ميادين و مقايسه آن با تقاطع‌هاي چراغدار

منصور حاجی حسینلو*[۱] و آرش عباسی[۲]

[۱]استاديار دانشكده مهندسي عمران - دانشگاه خواجه نصيرالدين طوسي

[۲]دانش آموخته كارشناسي ارشد راه و ترابري- دانشگاه صنعتي خواجه نصيرالدين طوسي

(تاريخ دريافت ۸۵/۱/۱۹ ، تاريخ دريافت روايت اصلاح شده ۸۵/۱۰/۱۶ ، تاريخ تصويب ۸۵/۱۰/۳۰)

چكيده

در اين تحقيق به مقايسه ظرفيت تقاطع‌ها و ميادين پرداخته مي‌شود. در پژوهش حاضر روش‌هاي برآورد ظرفيت ميدان در كشورهاي پيشرفته دنيا مورد بررسي قرار گرفته و سودمندترين و سازگارترين روش براي تحليل ميدان برگزيده شده است. روشي كه در نهايت براي تحليل ميدان برگزيده شده ، روش كشور استراليا است. براي تحليل تقاطع نيز از نرم افزار HiCAP استفاده شده است كه اين نرم افزار بر اساس مباني نظري HCM2000 كار مي‌كند.آنچه كه از اين تحليل به دست مي‌آيد نمودار تأخير-ظرفيت ورودي ميدان و تقاطع است.از نتايج مهم ديگر اين تحقيق اين است كه ميدان درمقايسه با تقاطع در فضاي يكسان در حجم‌هاي كم تا متوسط كارايي بسيار قابل توجه‌تري دارد. از نتايج مهم اين تحليل آن است كه يک ميدان دوخطه در فضاي يكسان با تقاطع با قطر دايره محاطي ۵۵ تا ۶۰ متر حدود ۳۴۰۰ وسيله نقليه در ساعت با تأخير كمتر از تقاطع را از خود عبور مي‌دهد.

واژه‌هاي كليدي : ميدان مدرن - تقاطع - ظرفيت - تأخير

مقدمه

اولين تقاطع دايروی درکشور آمريکا در سال ۱۹۰۵ درشهر نيويورک به نام دايرۀ کلومبوس ساخته شد[۱]. در فاصله سالهای ۱۹۲۵ تا ۱۹۲۶ در لندن ميدانهای ترافيکی ايجاد شدند که از مهمترين آنها ميدان ترافالگر،قوس ماربل و ميدانهای هايدپارک،پارليامنت و آلدويچ بودند[۲]. درسال ۱۹۶۶ قانون حق تقدم اجباری درانگلستان اتخاذ شدکه در آن وسايل نقليه وروردی حق تقدم را به وسايل نقليه چرخشی می دادند. ميدان يا ميدان مدرن به طورکلی دراين تحقيق حالت توسعه يافتۀ دايرۀ ترافيکی است[۳]. منظور از آنچه در اين تحقيق به عنوان ميدان نام برده ميشود همان ميدان مدرن است و سه مشخصه اصلی در مقايسه با دواير ترافيکی يا ميدان-های قديمی دارا می‌باشندکه عبارتند از رعايت حق تقدم در ورود،تعريض رويکرد و انحنا. علاوه بر اين سه نيازاوليه، نشانه‌های عمومی ديگری نيز برای ميدانها وجود دارد که توضيحات مفصل آن در مرجع[۱۳] می‌باشد،اما توضيح مختصری راجع به سه مشخصه اصلی درذيل داده می‌شود.

- رعايت حق تقدم در ورود

در سيستم‌های راستگرد وسايل نقليه درميدانها ميتوانند به سمت راست گردش کنند. اين متفاوت از تقاطعات چندخطه است که با علامت توقف يا علامت احتياط کنترل می شوندکه تقدم را به وسايل نقليه رويکرد سمت راست می دهند.علاوه بردادن حق تقدم به وسايل نقليه داخل محيط چرخشی، ميدانها وسايل نقليۀ ورودی را با علامت‌های احتياط کنترل می‌کنند و با علامت‌های توقف يا چراغهای ترافيکی مانع حرکتی ايجاد نمی‌کنند.

- تعريض رويکرد

اغلب،تعريض رويکردهای ميدان در محل اتصال ورودی‌ها به ميدان می‌باشد واين موضوع باعث ميشود که عدۀ بيشتری ازوسايل نقليه درمحيط چرخشی با يک زاويۀ بازشرکت کنند.اين موضوع باعث افزايش ظرفيت می‌گردد و به وسايل نقليه ورودی اجازه می‌دهد با سرعتی برابر با سرعت محيط چرخشی وارد شوند.اندازه و زاويۀ تعريض عموماً به وسيلۀ جزيره‌های جداکننده برجسته که ترافيک ورودی وخروجی را دريک رويکرد جدا می‌کنند کنترل می‌شود. اين جزيره همچنين برای عبور عابرين از رويکرد يک مکان امن خواهد بود.

- انحنا

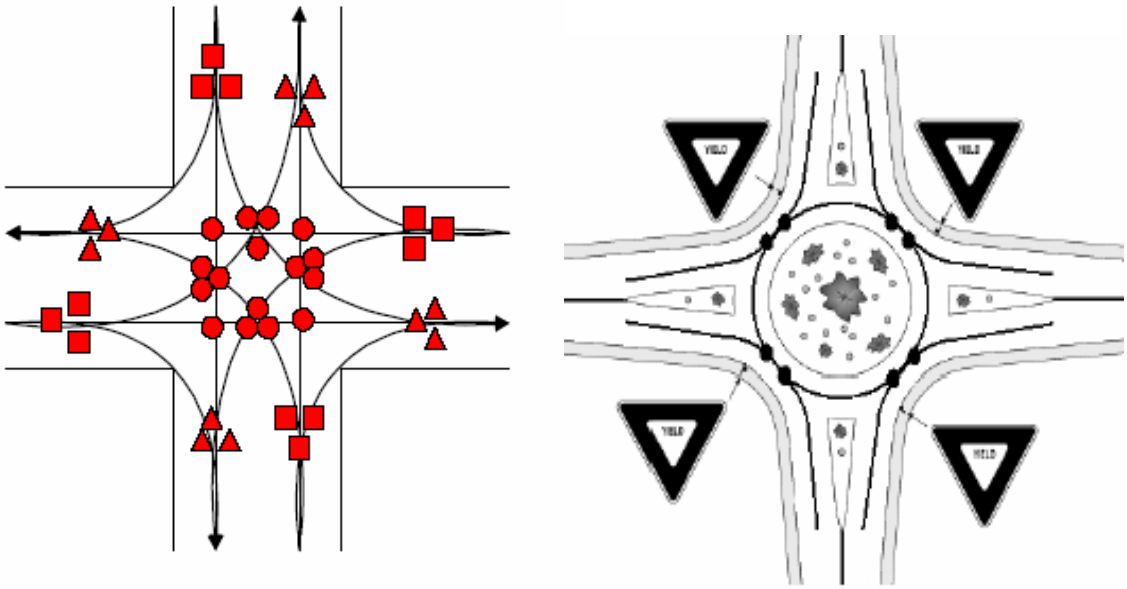
اين مشخصۀ هندسی ميدان باعث کاهش سرعت وسايل نقليه درعبورآنها از ميدان می‌شود.اندازۀ جزيرۀ مرکزی و زاويۀ رويکرد تعيين کنندۀ انحنا، سرعت های ورودی و سرعت‌های وسايل چرخنده می‌باشد. برخی دوايز

* نويسنده مسئول : تلفن : ۸۸۷۷۰۰۶ – ۰۲۱ , فاكس : ۸۸۷۷۹۴۷۶ – ۰۲۱ , Email: mansour@kntu.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

ترافیکی دارای انحنای مناسب برای کنترل سرعت نیستند چون قطرجزیرهٔ مرکزی کوچک می‌باشد.

لازم به ذکر است که دراوایل دههٔ سالهای ۱۹۷۰تا۱۹۸۰تعاریف و مدلهای جدیدی برای میادین تعریف شد که اغلب اصول آن به کلی با میادین قدیمی متفاوت بود. همانطور که در متن اصلی هم اشاره می‌شود تحلیل ظرفیت این میادین نیز متفاوت با دیگر دوایر ترافیکی و میادین قدیمی می‌باشد. به طور کلی میادین به منظورحل مشکل دوایرترافیکی موجود معرفی شدند و با به کاربردن این اصل که حق تقدم با ترافیک چرخشی است و نه ترافیک ورودی،میدانها ثابت کرده‌اند که تقاطعات مؤثرتری از دیگر چند راهها و در برخی ازحالات بهتر از تقاطعات زمان بندی شده‌اند[۳]. برخلاف تقاطعات کنترل شده با چراغ یا علامت توقف،ورود به میدان با توقف الزامی صورت نگرفته و تنها وجود فاصله عبور مناسب برای ورود کافی است. این موضوع حجم ترافیکی زیادی را ایجاد می‌کند. نقطه قوت مهم میادین، ایمنی بیشتر آنها از تقاطعات است. دلیل این ایمنی کاهش الزامی سرعت در میادین در دامنه ۲۵ تا ۵۰ کیلومتر در ساعت و نیز حذف تعدادی از نقاط برخورد که به دلیل تنها حرکت گردش به راست میادین در مقایسه با تقاطع-های کنترل شده است. تعداد نقاط حادثه خیز در یک چهارراه ۳۲ نقطه است. در صورتیکه تعداد این نقاط در میادین به ۸ نقطه کاهش می‌یابد. از نکات مهم در میادین ایمنی بیشتر و توقف نکردن اجباری وسایل نقلیه است که بسیار قابل توجه است.علی‌رغم اهمیت میادین در کشور می‌توان گفت که روش‌های موجود در تحلیل میادین هنوز روش‌های قدیمی‌اند و میادین به صورت تداخلی تحلیل می‌شوند.علاوه بر این شناخت کافی از میادین مدرن و دوایر ترافیکی و قوانین حاکم بر آن‌ها وجود ندارد. در کشور نیاز است که روش‌های مدرن تحلیل میادین مورد بررسی قرار گیرند و میدان به عنوان یک روش کنترل تقاطع با دیگر روش‌های کنترل تقاطع مقایسه شود و مزایا و معایب آن در مقایسه با دیگر روش‌ها مورد توجه قرار گیرند. هدف اصلی این تحقیق مقایسه ظرفیت و تأخیر در میادین و تقاطع‌ها است و همانطور که در متن اصلی تحقیق اشاره خواهد شد تنها گزینه‌های قابل مقایسه با میادین تقاطع‌های چراغدار هستند،بنابراین تمرکز اصلی این تحقیق بر مقایسه تقاطع‌های چراغدار و میادین قرار دارد.در این مقایسه در مورد برتری کارآیی هر روش کنترل در برابر دیگری بحث خواهد شد.



شکل ۱ : موقعیت‌های احتمالی برخورد درتقاطع و میدان.

Archive of SID

www.SID.ir

تئوري تحليل ظرفيت و تأخيرميدان

به علت اینکه میادین مدرن در اوایل دهۀ ۱۹۶۰ برای اولین بار معرفی شدند روابط ریاضی زیادی به منظور تعیین ظرفیت و تأخیر میدان بسط داده شده‌اند. این مدل‌ها ابتدا به وسیلۀ کشورهای اروپایی و استرالیا شکل گرفته و سپس در سایر کشورها توسعه یافته است[۳].

دو نظریه مشخص وجود دارد که معادلات تأخیر-ظرفیت بر مبنای آنها به دست آمده‌اند.این نظریه‌ها بر مبنای روش تحلیلی (فاصلۀ قابل قبول) و روش تجربی که برمبنای هندسه و رگرسیون استوارند. از بین این دو روش،روش فاصله قابل قبول کشور استرالیا به علت دلایل زیر انتخاب شد:

۱- طبق بیان کیمبر در سال ۱۹۸۹ در اغلب شرایط پاسخ راننده به خط رعایت حق تقدم با فرضیات فاصله قابل قبول مطابقت دارد[۱۲].

۲- به علت رفتار راننده و تغییرات هندسی انتقال تئوری-های روش رگرسیون از یک کشور به کشور دیگر ممکن نیست.

۳- طبق بیان فیسک در سال ۱۹۹۱ مدلهای رگرسیون نباید از ناحیه‌ای به ناحیه دیگر مابین میادین با شکل‌های هندسی متفاوت انتقال پیدا کنند،او همچنین بیان داشت که به علت اینکه مدلهای رگرسیون نیاز به اطلاعات زیادی برای کالیبره شدن دارند ممکن است در یک شرایط خاص خوب جواب بدهند ولی نمی‌توان آنها را به موارد کلی تعمیم داد.

۴- روش استرالیا برمبنای مدل‌های تحلیلی است درصورتی که روش‌های دیگر همانند روش انگلستان تمایل به روش تجربی درماهیت خود دارند.به طورکلی،مدلهای تحلیلی بیشتر قابل جابجایی بین ملل هستند زیرا آنها بیشتر بر مبنای روابط ریاضی قرار داشته و کمتر بر مبنای مشاهدۀ رفتار راننده استوارند.

۵- روش‌های کشور استرالیا قابل مقایسه‌ترین روشها باروش‌های HCM هستند[۵].

رابطه ظرفیت استرالیا

تانر در سال ۱۹۶۲ تأخیر را در تقاطعی بررسی کرد که در آن تقاطع جریان اصلی حق تقدم داشت.او فرض کرد که هر دو جریان اصلی و فرعی به طور اتفاقی به تقاطع می‌رسند اما وسیله نقلیه مسیر اصلی نمی‌تواند زودتر از T ثانیه بعد از وسیله نقلیه قبلی وارد تقاطع شود[۶].پس از آن وسایل نقلیه مسیر فرعی زمانی وارد می‌شوند که فاصله قابل دسترسی بزرگتر از T ثانیه موجود باشد. اگر فاصله انتخابی به اندازه کافی بزرگ باشد چندین وسیله از مسیر فرعی یکدیگر را در تقاطع با مدت زمان‌های T_0 ثانیه‌ای دنبال می‌کنند. بنابر این معادله تانر مطابق رابطه (۱) است[۴].

$$q_e = \frac{q_c(1-\Delta q_c)e^{q_c(T-\Delta)}}{1-e^{-q_c T_0}} \quad (۱)$$

q_e=ظرفیت ورودی(وسیله نقلیه بر ثانیه)،q_c=جریان چرخشی(وسیله نقلیه بر ثانیه)T=فاصله بحرانی(ثانیه)، T_0=زمان تعقیب(ثانیه) و D =می‌نیمم سر فاصله(ثانیه).

تراتبک در فاصله سال‌های ۱۹۸۸ تا ۱۹۹۱ بیان داشت که فرضیات تانر مبنی بر ثابت بودن T و T_0 و اینکه توزیع سر فاصله جریان اصلی اتفاقی است واقع‌بینانه نبوده است[۱۰].

$$Q_e = \frac{3600(1-\theta)q_c e^{-\lambda(T-\Delta)}}{1-e^{-\lambda T_0}} \quad (۲)$$

Q_e،ظرفیت ورودی(وسیله نقلیه بر ساعت)، q_c جریان چرخشی(وسیله نقلیه بر ساعت)، θ نسبت وسایل نقلیه به هم چسبیده، Δ مینیمم سرفاصله در جریان چرخشی که۱ ثانیه برای میادین چند خطه و ۲ ثانیه برای میادین تک خطه فرض می‌شود، T فاصله بحرانی، T_0 زمان تعقیب و λ پارامتر کاهشی مطابق رابطه (۳) است.

$$\lambda = \frac{(1-\theta)q_c}{1-\Delta q_c} \quad (۳)$$

مطالعات تراتبک همچنین باعث به وجود آمدن مفاهیم جریانهای غالب و تابع شد.جریان غالب به جریانی اطلاق میشود که دارای بیشترین جریان ورودی است،مابقی جریانها،جریان تابع خواهند بود. این معادلات در راهنمای طراحی راههای استرالیا به کار می‌رود[۶].

زمان تعقیب در جریان غالب،از رابطه (۴) به دست می‌آید.

$$T_{0dom} = 3.37 - .000394\,Q_c - 0.0208\,D_i \quad (۴)$$

Archive of SID
www.SID.ir

$$+.0000889\,D_i^{\,2} - 0.395 n_e + 0.388 n_c$$

که درآن:

Q_c جریان چرخشی(veh/h)، D_i قطر دایرهٔ محاطی(m)، n_e تعداد خطوط ورودی، n_c تعداد خطوط چرخشی هستند.زمان تعقیب در جریان تابع، مطابق رابطه (۵) است.

$$T_{0sub} = 2.149 + 0.5135 T_{0dom}\frac{Q_{dom}}{Q_{sub}} - 0.8735\frac{Q_{dom}}{Q_{sub}}$$

(۵)

که در رابطه $\frac{T}{T_0} = 3.6135 - 0.0003137\,Q_c$ فوق Q_{dom} جریان ورودی غالب و Q_{sub} جریان ورودی تابع را نمایش می‌دهند.نسبت فاصله بحرانی T به زمان تعقیب T_0 برابر است با(e_e میانگین عرض خط ورودی):

$$-0.3390 e_e - 0.2775 n_c$$

(۶)

راهنمای استرالیا جداولی را برای مقادیر فوق ارائه میدهد.پارامتر θ را می‌توان از جدول (۱) به دست آورد.

جدول۱ :نسبت وسایل نقلیه به هم چسبیده(ترانبک1989).

بیش از 1	1	عده خطوط چرخشی
1	2	D(s)= میانگین سر فاصله بین وسایل نقلیه به هم چسبیده
		جریان چرخشی(veh/h)
0.250	0.250	0
0.313	0.375	300
0.375	0.500	600
0.438	0.625	900
0.500	0.750	1200
0.563	0.875	1500
0.625	1.000	1800
0.667		2000
0.708		2200
0.750		2400
0.792		2600

تعدیل برای وسایل نقلیه سنگین

اکیلیک توصیه کرده است که وسیله نقلیه هم ارز در ساعت به جای وسیله نقلیه در ساعت به کار رود[۳].با استفاده از رابطه ۷ و جدول (۲) می‌توان حجم‌های وسایل نقلیه را به علت وجود وسایل نقلیه سنگین تعدیل کرد.

$$VOL' = VOL \times P_t \times 2 + VOL \times P_r \times 1.5$$
$$VOL \times P_r \times 1.5 + VOL \times (1 - (P_t + P_r))$$

(۷)

دراین رابطه:

VOL= حجم حرکات گردشی(وسیله نقلیه بر ساعت)، P_t =درصد کامیون‌های تریلردار، P_r = درصد وسایل نقلیه تفریحی،اتوبوس و کامیون‌های ساده، VOL'= حجم حرکات گردشی تعدیل شده(وسیله نقلیه هم ارز بر ساعت) را تعریف می‌کنند.

جدول۲:ضریب هم ارز وسیله نقلیه.

ضریب وسیله نقلیه هم ارز		
کامیون‌های تریلردار	وسایل نقلیه تفریحی،اتوبوس و کامیون‌های ساده	اتومبیل شخصی
2.0	1.5	1.0

رابطه تأخیر استرالیا

تأخیر در میادین شامل تأخیر هندسی و تأخیر مربوط به صف است که برای اهداف این مقاله تنها تأخیر ناشی از صف تعریف می‌شود.طبق معادله اکیلیک و تراتبک تأخیر مطابق رابطه (۸) است.

$$D = D_{\min} + 900 T_f [z + \sqrt{z^2 + \frac{8kx}{Q_e T_f}}]$$

(۸)

در رابطه فوق $D_{\min}$ مینیمم تأخیر خط حق تقدم و برابر $\frac{T_0}{2}(1 - \frac{q_c T_0}{6})$ است ، T_f دورهٔ آنالیز (hr)، z پارامتر عملکرد برای میانگین صف در حالت اشباع و برابر $1-x$ است، k پارامتر تأخیرو برابر $\frac{D_{\min} Q_e}{3600}$ است و x درجه اشباع و برابرنسبت جریان ورودی به ظرفیت ورودی است[۷].

تئوری تحلیل ظرفیت و تأخیر در تقاطع

ظرفیت درتقاطع های چراغدار بر پایهٔ مفهوم کلی شدت جریان اشباع محاسبه می‌شود.نسبت جریان برای یک گروه خط عبارت است ازنسبت مقدارتقاضای واقعی

Archive of SID

www.SID.ir

گروه خط به شدت جریان اشباع.ظرفیت یک گروه خط، مطابق رابطه(۹) است.

$$C_i = S_i \frac{g_i}{C}$$

(۹)

به طوریکه C_i ظرفیت گروه خط i (veh/h), S_i درجه اشباع برای گروه خط i (veh/h) و g_i/c نسبت زمان سبز مؤثر برای گروه خط i است.

محاسبهٔ جریان حالت اشباع

جریان اشباع برای هرگروه خط ازطریق رابطهٔ (۱۰) تعیین می‌شود.مقدارجریان حالت اشباع عبارت است ازجریانی به صورت تعداد وسایل نقلیه درساعت ،که یک گروه خط قادراست بافرض وجودیک زمان سبزدائم ازخود عبور دهد[۹].

$$S = S_0 N F_W F_{HV} F_g F_P F_{bb} F_a F_{lu} F_{Lt} F_{Rt} F_{lpb} f_{Rpb}$$

(۱۰)

S حجم جریان حالت اشباع برای گروه خط مورد نظر است که بیانگر مجموع جریان حالت اشباع برای کلیهٔ خطوط موجود درگروه خط است (وسیلهٔ نقلیه درساعت)، S_0 حجم جریان اشباع ایده آل برای هرخط، N تعداد خطوط در گروه خط مورد نظر و ضرایب F به ترتیب ضرایب تعدیل برای عرض خط،وسایل نقلیه سنگین،شیب رویکرد، وجودخط مربوط به پارک وعملیات پارک درآن خط درمجاورت با گروه خط مورد نظر، بسته شدن راه در اثر توقف اتوبوس‌های محلی در محدودهٔ تقاطع، نوع منطقه،کاربری خط،گردش به چپ‌ها درگروه خط،گردش به راست ها درگروه خط، عبورعابر پیاده برای حرکات گردش به چپ و عبورعابرپیاده-دوچرخه برای حرکات گردش به راست است.

تأخیر

میانگین تأخیرناشی ازسیستم کنترل،وارد بر هر وسیلهٔ نقلیه گروه خط مشخص ،با استفاده از رابطهٔ (۱۱) به دست می‌آید.

$$d = d_1(pf) + d_2 + d_3$$

(۱۱)

که درآن:

d_1 تأخیر یکنواخت برای هر وسیلهٔ نقلیه با فرض تقاضای یکنواخت (ورودیکنواخت)(s/veh)، pf ضریب تعدیل پیشروی مربوط به تأخیر یکنواخت،به منظور در نظرگرفتن چگونگی پیشروی وسایل نقلیه درتقاطع را نمایش می‌دهند.

d_2 تأخیر افزایشی ناشی ازتغییرات در نرخ جریان ورودی (ورودی‌های اتفاقی)و به منظور تأخیر اضافی ناشی از نبود امکان تخلیه تمامی جریان ورودی در دوره مربوطه به علت جریان بیش از ظرفیت محاسبه می‌شود و در این قسمت فرض می‌شود که صف اولیه برای گروه خط مورد نظر در شروع دورهٔ تجزیه وتحلیل وجود ندارد.(s/veh)

d_3 تأخیر ناشی از صف اولیه است ،که به منظور تأخیر اعمال شده بر کلیهٔ وسایل نقلیه در دورهٔ تجزیه و تحلیل به علت وجود صف اولیه در شروع دورهٔ تجزیه و تحلیل محاسبه می‌شود.(s/veh)

نحوه تحلیل

مقایسه ظرفیت در دو تقاطع شهر اصفهان انجام شده است،این دو تقاطع،تقاطعهای شریعتی-حکیم نظامی و بلوار-شیخ صدوق هستند. بر روی هر یک از تقاطعها طرح میدانی قرار گرفته، به طوری‌که میدان و تقاطع از لحاظ فضای مورد نظر یکسان باشند. تحلیل تقاطع‌ها بر اساس نرم افزار HiCAP صورت گرفت که بر اساس مبانی نظری HCM2000 کار می‌کند و تحلیل میدان نیز به وسیله رابطه‌های ارائه شده در بخش ۲ انجام شد.

متدولوژی HCM برای تحلیل تقاطع چراغدار و بدون چراغ تنها به تأخیر ناشی از صف بستگی دارد بنابر این تأخیر میدانی که تأخیر هندسی را مستثنی می‌کند بسیار مناسب‌تر برای مقایسه با تقاطع است.مدلهای میدان وتقاطعات با علامت توقف تأخیرهای خودرا به صورت تأخیر نهایی بر وسیلهٔ نقلیه می‌دهند درحالیکه مدل تقاطع چراغدار HCM تأخیرخود را به صورت تأخیر مربوط به توقف بر وسیلهٔ نقلیه بیان میکند. تأخیرتوقف که به طورمستقیم از تحلیل تقاطع چراغدارHCM به دست می آید،درضریب ۱/۳ ضرب میشود تا یک تقریب ازتأخیر نهایی بدهد و قابل مقایسه با میدان شود[۵].یکی ازپارامترهای خاص،ظرفیت عملی میدان است.اکیلیک ظرفیت عملی میدان را مقدار ۸۵٪ ظرفیت نظری توصیه

Archive of SID

www.SID.ir

می‌کند(V/C=.85). او خاطر نشان می‌کند که عملکرد میدان در سطوح نزدیک به ظرفیت از عملکرد چراغها کمتر قابل پیش‌بینی است.عملکردتقاطعهای AWSC و TWSCهرگز و در هیچ حجمی بهتر از یک میدان نیست پس از تحلیل آن‌ها صرفنظر می‌کنیم[۵].

تحلیل عددي

حجم‌هایی که از مرکز کنترل ترافیک برای تقاطع شریعتی-حکیم‌نظامی اخذ شده‌اند به صورت جدول ۳آورده شده‌اند. از این حجم‌ها سهم هر حرکت در جریان کل ورودی مطابق جدول (۴) به دست می‌آید.

جدول ۳: حجم ورودي تقاطع در ساعت اوج در تقاطع شريعتي- حكيم‌نظامي.

حجم‌های تقاطع (وسیله نقلیه بر ساعت)				
	N	S	E	W
L	312	360	240	228
T	1236	1260	1140	1720
R	320	400	390	755

جدول ۴ :سهم هرحرکت در جریان کل ورودی در تقاطع شریعتی- حکیم‌نظامی.

سهم هر حرکت در جریان کل ورودی				
	N	S	E	W
L	0.037	0.043	0.029	0.027
T	0.148	0.151	0.136	0.206
R	0.038	0.048	0.047	0.090

تحلیل ظرفیت تقاطع

برای تحلیل ظرفیت تقاطع از نرم‌افزار HiCAP استفاده شده است.نمونه‌ای از خروجی این نرم افزار در شکل (۲) آورده شده است.لازم به ذکر است که حرکت-های گردش به راست به علت خطوط گردش به راست مجزا در تحلیل HiCAP در نظر گرفته نمیشوند ولی حجم‌های آن‌ها با حجم‌های تقاطع جمع می‌شود.

تحلیل ظرفیت میدان

برای تحلیل میدان از رابطه‌های بخش ۲ استفاده شده است که در زیر نمونه‌ای از محاسبات مربوط به آن برای رویکرد شمالی ارایه می‌شود. در این رویکرد P_r=.02 و P_t=0 است.در ابتدا فرض می‌شود که ۱۰۰۰ وسیله نقلیه وارد میدان شوند و سهم هر حرکت از این مقدار مشخص می‌گردد به عنوان مثال سهم گردش به چپ رویکرد شمالی به طور دقیق برابر است با:

$$0.0369\times 1000 = 36.9$$

که مقدار ۰/۳۶۹ از جدول (۴) گرفته شده که در این جدول این مقدار به صورت گرد شده ۰/۰۳۷ آمده است.در ادامه حجم میدان به تدریج زیاد می‌شود تا به حد اشباع برسد که نمودار آن در قسمت‌های بعدی می‌آید.

بنابراین در این رویکرد داریم:

گردش به چپ

$$VOL' = 36.9\times .02\times 1.5 + 36.9\times (1-.02) = 37.3$$

مستقیم

$$VOL' = 1463\times .02\times 1.5 + 1463\times (1-.02) = 1478$$

گردش به راست

$$VOL' = 37.8\times .02\times 1.5 + 37.8\times (1-.02) = 382.5$$

جریان چرخشی برای هر رویکرد شامل جریان‌های رویکردهای دیگر خواهد بود که از کنار رویکرد مورد نظر در محیط چرخشی می‌گذرند.به طور نمونه،وسایل نقلیه‌ای که از کنار باند شمالی(به سمت شمال) می‌گذرند شامل حرکات گردش به چپ باند جنوبی،گردش به چپ باند شرقی،مستقیم باند شرقی خواهد بود،مقدار جریان چرخشی برای این رویکرد برابر ۲۰۸ (۴۳+۲۹+۱۳۶)وسیله نقلیه بر ساعت یا۰/۰۵۷۷۷ وسیله نقلیه بر ثانیه خواهد بود.داده‌های ورودی دیگر عبارت خواهند بود از:تعداد خطوط ورودی=۳،تعداد خطوط چرخشی=۲(با توجه به فضای تقاطع امکان ایجاد میدان با دو خط چرخشی وجود دارد)،عرض مؤثر خط ورودی=۴/۰۴ ،میزان جریان غالب=۳۲۳ وسیله نقلیه بر ساعت،میزان جریان تابع=۲۲۳ وسیله نقلیه بر ساعت(۳۸+۱۴۸+۳۷)،میزان جریان چرخشی جریان غالب(جریان غرب) =۰/۰۵۹۳وسیله نقلیه بر ثانیه،قطر دایره محاطی=۵۵ متر(در محل تقاطع این میدان تصویر شده است)،بنابراین با استفاده از فرمول (۴) و (۵) و معین بودن تمامی متغیرها داریم:

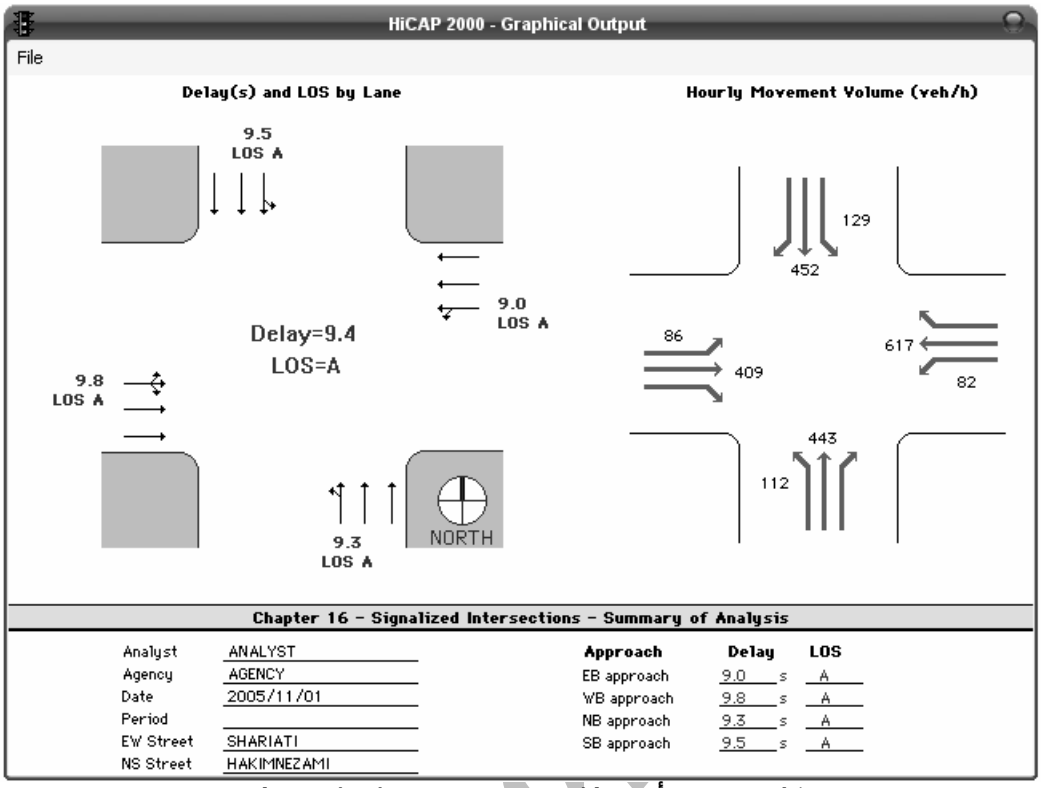
$$T_{0dom} = 3.37 - 0.000394\times 0.0593\times 3600 - 0.0208 +$$
$$\times 55 + 0.0000889\times 55^2 - 0.395\times 3 + 0.388\times 2 = 2$$

$$\frac{323}{223} = 2.37$$

$$T_{0suub} = 2.149 + 0.5135\times 2\times \frac{323}{223} - 0.8735\times$$
$$(Q_{dom} = 27 + 206 + 90 = 323)$$

Archive of SID

www.SID.ir



شکل۲ :خروجي تأخير تقاطع در حجم ۳۰۰۰ وسیله نقلیه در ساعت.

از جدول (۱) با دانستن جریان چرخشی برای برابر ۲۰۸ وسیله نقلیه بر ساعت و عده خطوط چرخشی بیش از یک مقدار θ برابر ۰/۲۹۳۷ خواهد بود.

همچنین با دانستن Δ برابر با ۱ ثانیه برای میادین چند خطه:

$$\lambda = \frac{(1-0.2937)\times 0.05777}{1-1\times 0.05777} = 0.043307$$

$$T_{sub} = 2.37(3.6135 - 0.0003137 \times 0.05777 \times$$

$$Q_e = \frac{3600(1-.2937)\times .0577 \times e^{-.043307(3.85-1)}}{1-e^{-.043307\times 2.37}}$$

$$= 1329.651$$

در نهایت با محاسبات مشابه، نمودارهای ۳ و ۴ به دست آمده است.

نتیجه گیري

$3600 - 0.339 \times 4.04 - 0.2775 \times 2 = 3.85$ در این تحقیق آنچنانکه شرح داده شد به مقایسه ظرفیت تقاطع‌ها و میادین پرداخته شد.آنچه که از نتایج مطالعات بخش‌های قبلی به دست آمد این بود که تقاطعات AWSC و TWSC در هیچ حجمی بهتر از یک میدان عمل نمی‌کنند و همواره انتخاب میدان یک گزینه برتر و مناسب‌تر از این دو نوع تقاطع است.بنابراین تنها گزینه‌ای که می‌تواند با میدان سنجیده شود تقاطع چراغدار است.برای هر یک از این روش‌های کنترلی یک روش تحلیلی در نظر گرفته شد. برای تحلیل تقاطع از نرم افزار HiCAP استفاده شد که این نرم‌افزار طبق فرضیات HCM2000 عمل می‌کند. اگر مطابق نظر اکیلیک ظرفیت عملی میادین را ۸۵٪ ظرفیت نظری میدان بدانیم مشاهدات میدانی نشان می‌دهد که:

۱- تا رسیدن به ظرفیت عملی که۳۱۷۴ وسیلهٔ نقلیه در ساعت برای تقاطع بلوار-شیخ صدوق و۳۴۱۲ وسیلهٔ نقلیه در ساعت برای تقاطع شریعتی-حکیم نظامی می‌باشد تأخیر در میادین به طور قابل ملاحظه‌ای کمتر از تقاطع‌های هم ارز است.

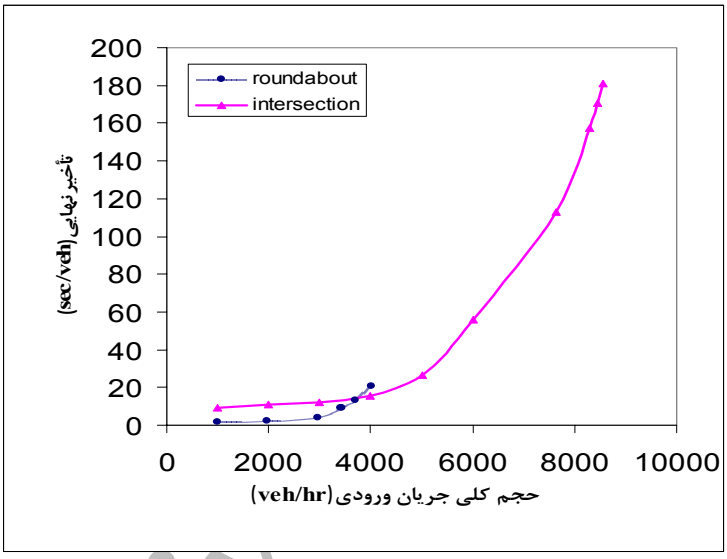
۲- مطلوبیت واضح میادین به تقاطع‌ها در مطالعات میدانی تا ۹۰٪ ظرفیت نظری میدان به دست آمده است.

Archive of SID
www.SID.ir

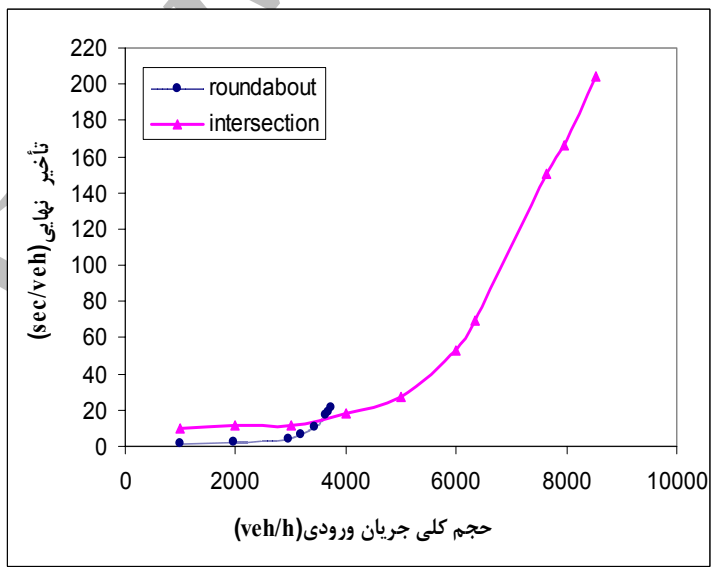
۳- در نزدیکی ظرفیت نظری میادین، که۳۷۳۴ وسیلهٔ نقلیه در ساعت برای تقاطع بلوار-شیخ صدوق و۴۰۱۴وسیلهٔ نقلیه در ساعت برای تقاطع شریعتی-حکیم نظامی است، تأخیردر آن‌ها به شدت افزایش یافته و از مطلوبیت میدان کاسته می‌شود،حتی در چنین شرایطی تأخیر در تقاطع‌های هم‌ارز و میادین نزدیک به هم است.

۴- هر چند تقاطع چراغدار ظرفیت ۸۵۲۰ وسیلهٔ نقلیه در ساعت برای تقاطع بلوار-شیخ صدوق و ۸۵۴۶ وسیلهٔ نقلیه در ساعت برای تقاطع شریعتی-حکیم نظامی را دارد اما تأخیرهای این تقاطع‌ها به ترتیب۲۰۴ و۱۸۱ ثانیه بر وسیله نقلیه است. برای ارزیابی این مقایسه لازم است توجه شودکه منافع مهم میدان از ظرفیت زیاد میدان منتج نمیشود بلکه ازجادادن وسایل نقلیه درشرایط غیراشباع با تأخیر بسیار کمتر حاصل می شود.

۵- علاوه بر مطالب فوق در میدان شاهد ایمنی بیشتر،عملکرد بهتر ترافیکی،زیبایی و کاهش تعداد و شدت تصادفات خواهیم بود[۱۱].



شکل ۳ : مقایسه عملکرد تقاطع و میدان در تقاطع بلوار-شیخ صدوق.



شکل ۴ :مقایسه عملکرد تقاطع و میدان در تقاطع شریعتی-حکیم نظامی.

مراجع

1 - Henard, Eugene. (1988). "Etudes sur les transformations de paris." Fasicule 2, 1903: 5. Todd, K. A history of round bouts in the United States and France .Transportation Quarterly, Vol. 42, No.4, PP.599-623.

2 - Watson, H. (1933). *Street Traffic Flow*, Ch. 8, Chapman and Hall.

www.SID.ir

3 - Erik Lawrence Seiberlich, (2001). *A Formulation to evaluate capacity and delay of multilane roundabouts in the united states for implementation into a travel forecasting model*. A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science In Engineeringat The University of Wisconsin-Milwaukee.

4 - Tanner, J. C. (1962). *Atheoretical analysis of delays at an uncontrolled intersection*, Biometrika, Vol. 49.

5 - Florida Department of Transportation, (1996). *Florida Roundabout Guide*.

6 - Taekratok, T. (1998). *Modern Roundabouts for Oregon*. Report No. OR-RD-98-17.Oregon Department of Transportation,Research Unit,Salem, OR, USA.

7 - Brown, M. (1995). *The Design of Roundabouts*. Transport Research Laboratory.

8 - Troutbeck, R. T. (1993). "Capacity and design of traffic circle and design of traffic circles in australia." *Transportation Research Record 1398,* PP. 68-74.

9 - Transportation Research Board. (2000). *Highway Capacity Manual,* Washington, D.C .: National Research Council. HCM2000, metric units

10 - Troutbeck, R. J. (1989). *Evaluating the Performance of a Roundabout*, Australian Road Research Report SR 45.

11 – Mark, T. and Johnson, P. E. "Modern roundabout intersections: When To Use Them." *A Comparison With Signalized Intersections,* Wisconsin DOT; William A. Hange, P.E. City of Loveland.

12 - Kimber, R. M. (1989). "Gap-acceptance and empiricism in capacity prediction." *Transporta- tion Science*, Vol. 23, No. 2.

13 - Abbasi, A. (2006). *Comparing the capacity of roundabout and intersections.* Master course thesis, Univesity of K. N. Toosi of Technology, Tehran, Iran.

Archive of SID

www.SID.ir