روابط جدید زمان چرخه بهینه برای تقاطع‌های پیش‌زمان‌بندی شده مستقل با تغییر رابطه وبستر براساس روش HCM2000

علی بابائی زاده*[۱] و هاشم مهرآذین[۲]**

[۱]دانش آموخته کارشناسی ارشد مهندسی عمران - پردیس دانشکده های فنی- دانشگاه تهران

[۲]استاد دانشکده مهندسی عمران - پردیس دانشکده های فنی- دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت ۸۵/۲/۱۰ ، تاریخ دریافت روایت اصلاح شده ۸۶/۱۰/۱۰ ، تاریخ تصویب ۸۶/۱۱/۹)

چکیده

در شرایط نزدیک به حالت اشباع[۱] و یا اشباع[۲] تقاطع، رابطه تعیین چرخه بهینه وبستر[۳]، غیرقابل استفاده می‌شود، زیرا اولاً این رابطه زمانی که مجموع نسبت بحرانی[۴] تقاطع به یک نزدیک می‌شود، مقادیر غیرقابل توجیه برای طول چرخه می‌دهد و ثانیاً اگر مجموع نسبت بحرانی تقاطع، یک و یا بزرگتر از آن شود، رابطه وبستر به طورکلی غیرقابل استفاده می گردد. روش HCM2000 این مشکل را ندارد؛ اما تعیین زمان چرخه بهینه در این روش رابطه مشخصی ندارد و برپایه سعی و خطا استوار است تا زمانی که تأخیر[۵] تقاطع کمینه گردد. درضمن روش HCM2000 به پارامترهای ورودی بیشتری نیازمند است که این روش را برای زمان‌بندی تقاطع بسیار وقت‌گیر و پرهزینه کرده است. در این مقاله سعی شده است که رابطه تعیین چرخه بهینه وبستر برای چند شکل کلی معمول تقاطع ازنظر هندسی و فازبندی[۶]، با استفاده از مدل سازی، بازسازی و اصلاح شود؛ به نحوی که روابط جدید مشکلات ذکرشده در فوق مربوط به رابطه وبستر را نداشته باشند.

واژه‌های کلیدی: تقاطع چراغ دار[۷] - زمان‌بندی - زمان چرخه بهینه - رابطه وبستر - HCM2000

مقدمه

وبستر محقق مشهور انگلیسی در زمینه حمل‌ونقل، رابطه‌ای برای تعیین زمان چرخه بهینه در تقاطع ارائه نمود که برپایه اصل ساده‌ای بنا شده است. وی کمینه طول چرخه (C_m) را به‌نحوی تعریف کرد که فقط به اندازه‌ای باشد که به همه حجم ترافیکی که درطول یک چرخه به تقاطع می‌رسند (بافرض جریان یکنواخت)، اجازه گذر از تقاطع در همان چرخه را بدهد. با توجه به تعریف ارائه شده، رابطه طول چرخه کمینه به‌صورت زیر بیان می‌شود[۱]:

$$C_m = L + \sum_{i=1}^{n} \frac{V_i C_m}{S_i} = \frac{L}{1-Y} \qquad (۱)$$

که در آن (۱) C_m طول چرخه کمینه(ثانیه)، S_i نرخ جریان اشباع در گروه خط i، Y مجموع نسبت جریان بحرانی تقاطع، L مجموع زمان تلف شده تقاطع و V_i حجم ترافیک در رویکرد i می باشد. از نظر تئوری با توجه به طبیعت تصادفی جریان ترافیک، رابطه فوق موجب به‌دست‌آمدن مقادیر نامحدود برای زمان چرخه می‌شود. وبستر بعدها با استفاده از نتایج تجربی رابطه زیر را پیشنهاد می نماید[۱]:

$$C_0 = \frac{KL+5}{1-Y} = C_m + \Delta C \qquad (۲)$$

$$\underline{k=1.5}\ C_0 = \frac{L}{1-Y} + \frac{.5L+5}{1-Y}$$

در رابطه فوق K پارامتر رگرسیون است که براساس روش وبستر، مقدار آن معادل ۱/۵ تعیین می‌شود. به این ترتیب رابطه کاربردی وبستر به شکل زیر بیان می‌گردد:

$$C_o = \frac{1.5L+5}{1-Y} \qquad (۳)$$

که در آن C_o زمان چرخه بهینه برحسب ثانیه می باشد [۱].

رابطه وبستر به عنوان یکی از معتبرترین روابط در آیین‌نامه کشورها به غیر از انگلستان همانند آیین‌نامه کشور کانادا برای تعیین زمان چرخه بهینه به کار می‌رود [۵] و شکل کلی سایر روش ها مانند روش آیین‌نامه استرالیا (آکلیک) نیز براساس رابطه وبستر است[۶]. رابطه وبستر در شرایط نزدیک به حالت اشباع و یا اشباع تقاطع غیرقابل استفاده می‌شود، زیرا [۲]:

۱- این رابطه زمانی‌که مجموع نسبت بحرانی تقاطع به یک نزدیک می‌شود، مقادیر غیرقابل توجیه برای طول چرخه به دست می‌دهد.

* نویسنده مسئول : تلفن : ۰۹۱۲۲۸۸۲۶۷۲ , فاکس : ---------- , Email: alibz_abz@yahoo.com

** تاریخ فوت ایشان پاییز سال ۱۳۸۵ می باشد.

Archive of SID
www.SID.ir

۲- اگر مجموع نسبت بحرانی تقاطع، یک و یا بزرگتر از آن شود، رابطه وبستر به طورکلی غیرقابل استفاده می‌شود.

هرچند روش های مختلف تعیین زمان چرخه بهینه ممکن است اهداف مختلفی هم چون کمینه کردن تأخیر، کمینه کردن طول صف و یا حداکثر نمودن رفاه اقتصادی سفرکنندگان را مورد نظر قرار دهند [۷]، ولی امروزه در میان روش های زمان‌بندی، روش HCM2000 با توجه به این که مقادیر واقعی‌تری برای حجمهای زیاد ترافیک به دست می‌دهد، قابل اعتمادتر است؛ امّا این روش به‌صورت سعی و خطا طول چرخه بهینه را پیدا می نماید و رابطه مشخصی برای تعیین طول چرخه بهینه ندارد [۴].

علت این که روش های وبستر و HCM2000 مقادیر متفاوتی برای زمان چرخه می‌دهند، تفاوت آنها در نحوه محاسبه تأخیر است. برای آگاهی از چگونگی محاسبه تأخیر به روش وبستر لازم است به مراجع [۱] یا [۳] یا [۸] یا [۹] و برای روش HCM2000 به مرجع [۴] رجوع شود.

هدف تحقیق

هدف اصلی این مقاله استفاده از دو پارامتر "مجموع زمان تلف شده در تقاطع(L)" و "مجموع نسبت جریان بحرانی تقاطع(Y)" به‌کار رفته در رابطه زمان چرخه بهینه وبستر و ایجاد رابطه‌ای جدید بین این دو است، به‌گونه‌ای که نتیجه رابطه همان نتیجه نهایی روش HCM2000 باشد و برای تقاطع‌های نزدیک به اشباع نیز جواب منطقی و قابل‌قبولی بدهد [۱].

روش انجام کار

یکی از مشکلات در مدل‌سازی، احتیاج به حجم زیادی از داده و روش گردآوری آنهاست که دو روش کلی برای این کار وجود دارد:

۱- برداشت میدانی C, Y, L در تعداد زیادی تقاطع

۲- به وجودآوردن اطلاعات برپایه تئوری

روش اول علاوه براین که بسیار هزینه‌بر است، یک مشکل اساسی دارد که L و Y واقعی تقاطع قابل برداشت هستند، ولی هیچ تضمینی وجود ندارد که C موجود در تقاطع، زمان چرخه بهینه باشد. شرایط انجام کار به روش دوم به شرح زیر می باشد:

با توجه به این که شکل هندسی تقاطع و فازبندی آن، ارتباط مستقیم با زمان چرخه بهینه دارد، باید حالت های مختلف شکل هندسی با فازبندی‌های متفاوت در نظرگرفته شوند. پس از مشخص کردن یک تقاطع، مراحل زیر اجرا می‌شوند:

۱- ابتدا با یک مقدار زمان تلف‌شده (L) کم برای تقاطع شروع می‌کنیم. کل حجم ترافیکی که به تقاطع می‌رسد را هم ابتدا با مقدار کم درنظر می‌گیریم تا مجموع نسبت بحرانی تقاطع در ابتدا کوچک باشد.

۲- با استفاده از نرم افزار HICAP2000 که برنامه‌ای است بر مبنای HCM2000، مقدار بهینه زمان چرخه را به دست می‌آوریم.

۳- با استفاده از رابطه وبستر نیز زمان چرخه بهینه را محاسبه می‌کنیم.

۴- حجم ترافیک تقاطع را افزایش داده و مراحل ۱ تا ۳ را تکرار می نمائیم.

۵- مرحله چهارم تا زمانی ادامه می‌یابد که تقاطع به حالت اشباع برسد.

۶- در این مرحله زمان تلف شده (L) تقاطع زیادتر شده و مراحل قبلی تکرار می‌شوند.

۷- در این مرحله با افزایش مجدد مقدار (L) مراحل ۱ تا ۶ تکرار می‌شوند تا زمان چرخه بهینه برای مقادیر متفاوت زمان تلف شده (L) و حجم های مختلف به دست بیاید.

با استفاده از الگوریتم فوق برای یک تقاطع با شکل هندسی و فازبندی مشخص، حجم وسیعی از داده به دست می‌آید که می‌توان از آنها برای مدل‌سازی و ارائه شکل جدیدی از رابطه طول چرخه بهینه استفاده نمود. مدل‌سازی از طریق رگرسیون غیرخطی و به کمک نرم‌افزار SPSS(Ver 13) که یک نرم‌افزار قدرتمند در زمینه آنالیز آماری و مدیریت داده در یک محیط گرافیکی می باشد انجام گرفته است.

جمع‌آوری اطلاعات برای ۴ وضعیت تقاطع چهار راه با فازبندی‌های متداول انجام شد و برای هر وضعیت تقاطع، ۵ مقدار متفاوت زمان تلف شده (L) و برای هر زمان تلف‌شده، ۱۰ مقدار مختلف شدت ترافیکی درنظر گرفته شد. بنابراین برای هر وضعیت تقاطع، ۵۰ حالت مورد تحلیل قرار گرفت (مجموعاً ۲۰۰ حالت برای ۴ وضعیت درنظر گرفته شده) و برای هرکدام اطلاعات زیر گردآوری شدند:

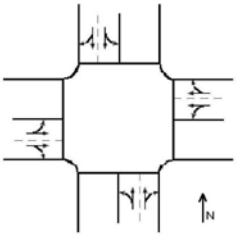
Archive of SID

www.SID.ir

۱- زمان تأخیر کل تقاطع
۲- درجه اشباع بحرانی تقاطع (X_c)
۳- مجموع نسبت بحرانی (Yc یا همان Y)
۴- زمان چرخه بهینه براساس HCM2000
۵- زمان چرخه بهینه براساس رابطه وبستر
که در ادامه خصوصیات هر وضعیت تقاطع بیان می‌شوند.

وضعیت تقاطع شماره ۱

نمایش حرکت ها و نحوه توزیع آنها بین خطوط موجود در تقاطع به‌صورت شکل (۱) است:



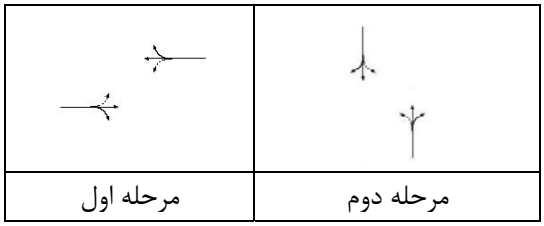
شکل ۱: حرکت ها و توزیع آنها بین خطوط در وضعیت تقاطع شماره ۱ .

خصوصیات هندسی

هر ورودی از دو خط عبوری، هریک به عرض ۳/۶۵ متر تشکیل شده است.

وضعیت ترافیکی:

- زمان بررسی: ۱۵ دقیقه
- از دو خط ورودی هر رویکرد یکی به طور مشترک به حرکت مستقیم و راست گرد و دیگری به طور مشترک به حرکت مستقیم و چپ گرد اختصاص یافته‌اند.
- تعداد عابرپیاده گذرنده از عرض هر رویکرد: ۵۰ نفر در هر ساعت
- پارک حاشیه‌ای در محدوده تقاطع ممنوع است و انجام نمی‌شود.
- در هر ساعت ۲ اتوبوس در محدوده هر رویکرد تقاطع توقف می‌کنند.
- تقاطع دارای دو فاز به صورت نشان داده شده در شکل (۲) است:

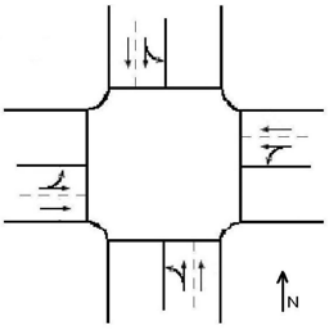


شکل ۲: فازبندی وضعیت تقاطع شماره ۱.

- نسبت حرکت چپ گرد به حرکت مستقیم برای رویکرد شرق به غرب و غرب به شرق: ۱ به ۶
- نسبت حرکت چپ گرد به حرکت مستقیم برای رویکرد جنوب به شمال و شمال‌به‌جنوب: ۱ به ۱۰
- مقداری از زمان زرد به‌علاوه تمام زمان چراغ قرمز (زمان تخلیه) که مورد استفاده خودروها برای گذر از تقاطع قرار می‌گیرد (به زمان چراغ سبز مؤثر اضافه می‌گردد): ۲ ثانیه

وضعیت تقاطع شماره ۲

نمایش حرکتها و نحوه توزیع آنها بین خطوط موجود در تقاطع به صورت شکل (۳) است:



شکل ۳: حرکت ها و توزیع آنها بین خطوط در وضعیت تقاطع شماره ۲ .

وضعیت تقاطع شماره ۲، چهار راهی با وضعیت ترافیکی و هندسی تقاطع شماره ۱ است، با این تفاوت که مسیر گردش‌به‌راست برای هر ۴ رویکرد آن فراهم شده است. با وجود این مسیرهای گردش‌به‌راست، این حرکت گردشی در تمام رویکردها، مستقل از چراغ راهنمایی انجام می‌شوند و می‌توان آنها را در طرح فازبندی و هم چنین زمان‌بندی نادیده گرفت. از دو خط هر رویکرد، یکی مستقلاً به حرکت مستقیم و دیگری به‌صورت مشترک به حرکت مستقیم و چپ گرد اختصاص یافته است.

طرح فازبندی نیز همانند وضعیت تقاطع شماره ۱ با این تفاوت که حرکت گردش به راست وجود ندارد می باشد.

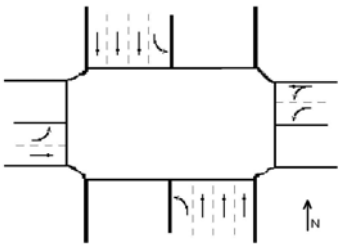
وضعیت تقاطع شماره ۳

نمایش حرکت ها و نحوه توزیع آنها بین خطوط موجود در تقاطع به صورت شکل (۴) می باشد:

وضعیت تقاطع نوع سوم که مورد تحلیل قرار می‌گیرد، چهار راهی است که تفاوت هایی با تقاطع‌های قبلی دارد، از جمله این که این چهار راه از تقاطع یک

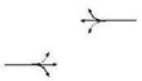
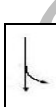
Archive of SID
www.SID.ir

خیابان اصلی و یک خیابان فرعی تشکیل شده است و در آن شدت ترافیک در خیابان اصلی بیشتر از خیابان فرعی می باشد.



شکل ۴: حرکت ها و توزیع آنها بین خطوط در وضعیت تقاطع شماره ۳ .

تفاوت دیگر این که در طرح فازبندی بوده و فازبندی تقاطع از نوع سبز تقدمی-تأخری در خیابان اصلی می باشد که به صورت شکل (۵) نمایش داده می‌شود:

			
مرحله دو	مرحله یک-ج	مرحله یک-ب	مرحله یک-الف

شکل ۵: فازبندی وضعیت تقاطع شماره ۳.

فازبندی فوق به دلیل شدت زیادتر ترافیک در مسیر اصلی از مسیر فرعی انجام شده است. از نظر هندسی، هر ورودی مسیر اصلی(مسیر شمال-جنوب) از ۴ خط عبوری، هرکدام با عرض ۳/۶۵ متر و هر ورودی مسیر فرعی(مسیر شرق- غرب) از ۲ خط عبوری، هرکدام با عرض ۳/۶۵ متر تشکیل شده است. وضعیت تقسیم خطوط بین حرکت ها در شکل (۴) مشخص شده است.

از نظر ترافیکی تفاوت های زیر با حالت های قبلی وجود دارد:

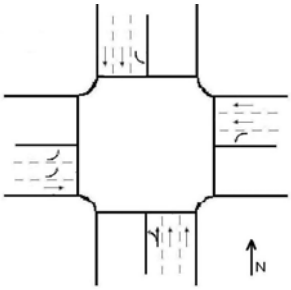
- نسبت حرکت چپ گرد به حرکت مستقیم برای رویکرد شمال به جنوب: ۱ به ۱۳
- نسبت حرکت چپ گرد به حرکت مستقیم برای رویکرد جنوب به شمال: ۱ به ۶
- نسبت حرکت چپ گرد به حرکت مستقیم برای رویکرد شرق به غرب: ۲ به ۱
- نسبت حرکت چپ گرد به حرکت مستقیم برای رویکرد غرب به شرق: ۲ به ۳

نسبت زیاد گردش‌به‌چپ در مسیر فرعی به دلیل تقاضای ورود به مسیر اصلی است.

در این تقاطع نیز حرکت گردش‌به‌راست دارای مسیر ویژه گردشی بوده و به‌صورت مجزا انجام می‌شود. سایر مشخصاتی که ذکر نگردیده اند، همانند حالت های قبلی می باشند.

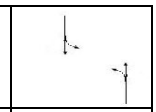
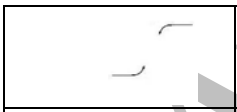
وضعیت تقاطع شماره ۴

نمایش حرکتها و نحوه توزیع آنها بین خطوط موجود در تقاطع به‌صورت شکل (۶) است:



شکل ۶: حرکت ها و توزیع آنها بین خطوط در وضعیت تقاطع شماره۴ .

وضعیت تقاطع شماره۴ که مورد تحلیل قرار می‌گیرد، چهار راهی است که از تقاطع دو خیابان اصلی تشکیل شده است. حجم ترافیک در مسیرهای شمال-جنوب و شرق-غرب به هم نزدیک است و در این تقاطع نیز حرکت گردش‌به‌راست دارای مسیر ویژه گردشی بوده و به‌صورت مجزا انجام می‌شود. فازبندی تقاطع، سه زمانه و به‌صورت زیر قابل نمایش است:

		
مرحله سه	مرحله دو	مرحله یک

شکل ۷: فازبندی وضعیت تقاطع شماره ۴.

فازبندی فوق به دلیل حجم زیادتر گردش‌به‌چپ در مسیر شرق-غرب از مسیر شمال- جنوب صورت گرفته است. از نظر هندسی، تمام ورودی های تقاطع از ۳ خط عبوری، هرکدام با عرض ۳/۶۵ متر تشکیل شده اند. وضعیت تقسیم خطوط بین حرکت ها در شکل (۶) مشخص است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱: اطلاعات مربوط به وضعیت تقاطع شماره ۱.

ضریب رشد	۱	۱/۱	۱/۲	۱/۳	۱/۴
تعداد کل(خودرو در ساعت)	۲۳۲۰	۲۵۵۲	۲۷۸۴	۳۰۱۶	۳۲۴۸
ضریب رشد	۱/۵	۱/۶	۱/۷	۱/۸	۱/۹
تعداد کل(خودرو در ساعت)	۳۴۸۰	۳۷۱۲	۳۹۴۴	۴۱۷۶	۴۴۸۰

زمان تأخیر تقاطع (ثانیه)	نسبت V/C بحرانی (Xc)	مجموع نسبت بحرانی تقاطع (Yc)	زمان چرخه بهینه براساس HCM2000	زمان چرخه Webster
		زمان تلف شده ۸ ثانیه		
۱۰/۳	۰/۵۶۷	۰/۴۳۴	۳۴	۳۰
۱۱/۴	۰/۶۲۳	۰/۴۸۵	۳۶	۳۳
۱۲/۷	۰/۶۹۲	۰/۵۳۸	۳۶	۳۷
۱۵	۰/۷۵۸	۰/۶۰۳	۳۹	۴۳
۱۹/۵	۰/۸۴	۰/۶۸۴	۴۳	۵۴
۲۸/۴	۰/۹۲۲	۰/۷۷۸	۵۱	۷۷
۵۰/۳	۱/۰۲۳	۰/۸۷۷	۵۶	۱۳۸
۸۹/۵	۱/۱۳۳	۰/۹۸۲	۶۰	۹۴۴
۱۳۹/۴	۱/۲۵	۱/۰۹۴	۶۴	غیر قابل قبول
۱۷۷/۷	۱/۳۳۶	۱/۱۸۷	۷۲	غیر قابل قبول
		زمان تلف شده ۱۰ ثانیه		
۱۱/۹	۰/۶۲۲	۰/۴۳۹	۳۴	۳۶
۱۳/۳	۰/۶۶۶	۰/۴۹۱	۳۸	۳۹
۱۵/۲	۰/۷۱۸	۰/۵۴۷	۴۲	۴۴
۱۸/۵	۰/۷۹۵	۰/۶۲۲	۴۶	۵۳
۲۵/۵	۰/۸۸۶	۰/۷۰۹	۵۰	۶۹
۴۰/۹	۰/۹۸۲	۰/۸۰۶	۵۶	۱۰۳
۷۳	۱/۰۸۳	۰/۹۱۷	۶۵	۲۴۱
۱۱۹/۸	۱/۱۹۸	۱/۰۳۶	۷۴	غیر قابل قبول
۱۶۹/۵	۱/۳۰۲	۱/۱۶۱	۹۲	غیر قابل قبول
۲۲۱/۲	۱/۴۱۶	۱/۲۷۴	۱۰۰	غیر قابل قبول
		زمان تلف شده ۱۲ ثانیه		
۱۳/۸	۰/۶۴۹	۰/۴۴۴	۳۸	۴۱
۱۵/۴	۰/۶۹۶	۰/۴۹۷	۴۲	۴۶
۱۷/۹	۰/۷۵۸	۰/۵۶۱	۴۶	۵۲
۲۲/۷	۰/۸۳۹	۰/۶۴۲	۵۱	۶۴
۳۲/۴	۰/۹۱۸	۰/۷۴	۶۲	۸۸
۵۵	۱/۰۱۶	۰/۸۵۱	۷۴	۱۵۴
۹۲/۸	۱/۱۱۲	۰/۹۶۴	۹۰	۶۳۹
۱۳۶/۹	۱/۲۱۷	۱/۰۸۶	۱۰۳	غیر قابل قبول
۱۸۷/۵	۱/۳۳۱	۱/۱۸۷	۱۱۱	غیر قابل قبول
۲۳۵/۵	۱/۴۳۹	۱/۲۹۲	۱۱۷	غیر قابل قبول
		زمان تلف شده ۱۴ ثانیه		
۱۵/۷	۰/۶۵۸	۰/۴۴۹	۴۴	۴۷
۱۸	۰/۷۴۴	۰/۵۰۷	۴۴	۵۳
۲۱/۱	۰/۷۸۹	۰/۵۷۷	۵۲	۶۱
۲۹	۰/۸۶۹	۰/۶۶۶	۶۰	۷۸
۴۲	۰/۹۶۵	۰/۷۶۶	۶۸	۱۱۱
۶۶/۲	۱/۰۴۳	۰/۸۷۳	۸۶	۲۰۵
۱۰۵/۴	۱/۱۴۵	۰/۹۷۸	۹۶	۱۱۸۲
۱۵۰/۸	۱/۲۴۴	۱/۰۹۱	۱۱۴	غیر قابل قبول
۲۰۴/۴	۱/۳۵۸	۱/۲۰۵	۱۲۴	غیر قابل قبول
۲۵۹/۶	۱/۴۸۱	۱/۳۲۳	۱۳۱	غیر قابل قبول
		زمان تلف شده ۱۶ ثانیه		
۱۷/۷	۰/۶۶۷	۰/۴۵۴	۵۰	۵۳
۲۰/۷	۰/۷۶	۰/۵۱۷	۵۰	۶۰
۲۴/۶	۰/۸۱۵	۰/۵۹	۵۸	۷۱
۳۲/۶	۰/۹۰۳	۰/۶۶۷	۶۴	۸۷
۴۷/۵	۰/۹۶۴	۰/۷۸۱	۸۴	۱۳۲
۷۵/۲	۱/۰۵۹	۰/۸۸۸	۹۹	۲۵۹
۱۱۶/۳	۱/۱۵۳	۰/۹۹۹	۱۲۰	۲۹۰۰۰
۱۶۵/۹	۱/۲۶۴	۱/۱۱۴	۱۳۵	غیر قابل قبول
۲۲۰/۱	۱/۳۸۳	۱/۲۲۹	۱۴۴	غیر قابل قبول
۲۷۴/۸	۱/۵۰۶	۱/۳۴۳	۱۴۸	غیر قابل قبول

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲: اطلاعات مربوط به وضعیت تقاطع شماره ۲.

ضریب رشد	۱	۱/۱	۱/۲	۱/۳	۱/۴
تعداد کل(خودرو در ساعت)	۲۰۰۰	۲۲۰۰	۲۴۰۰	۲۶۰۰	۲۸۰۰
ضریب رشد	۱/۵	۱/۶	۱/۷	۲	۲/۱
تعداد کل(خودرو در ساعت)	۳۰۰۰	۳۲۰۰	۳۴۰۰	۴۰۰۰	۴۲۰۰

زمان تأخیر تقاطع (ثانیه)	نسبت V/C بحرانی (Xc)	مجموع نسبت بحرانی تقاطع (Yc)	زمان چرخه بهینه براساس HCM2000	زمان چرخه Webster
زمان تلف شده ۸ ثانیه				
۸/۸	۰/۵۰۴	۰/۳۶۵	۲۹	۲۷
۹/۵	۰/۵۴۸	۰/۴۰۷	۳۱	۲۹
۱۰/۴	۰/۶۰۱	۰/۴۵	۳۲	۳۱
۱۱/۵	۰/۶۴۹	۰/۴۹۶	۳۴	۳۴
۱۳	۰/۷۰۸	۰/۵۵۱	۳۶	۳۸
۱۵/۳	۰/۷۷۸	۰/۶۱	۳۷	۴۴
۱۹/۹	۰/۸۵۶	۰/۶۸	۳۹	۵۳
۲۸/۲	۰/۹۲۷	۰/۷۵۹	۴۴	۷۱
۱۱۴	۱/۱۹	۱/۰۴۶	۶۶	غیر قابل قبول
۱۵۸/۷	۱/۲۹۴	۱/۱۴	۶۷	غیر قابل قبول
زمان تلف شده ۱۰ ثانیه				
۱۰/۳	۰/۵۴۵	۰/۳۶۹	۳۱	۳۲
۱۱/۲	۰/۶۱	۰/۴۱۳	۳۱	۳۴
۱۲/۴	۰/۶۵۷	۰/۴۵۸	۳۳	۳۷
۱۳/۷	۰/۷۰۱	۰/۵۰۶	۳۶	۴۰
۱۶/۲	۰/۷۶۸	۰/۵۶۶	۳۸	۴۶
۱۹/۹	۰/۸۲۴	۰/۶۳۲	۴۳	۵۴
۲۵/۷	۰/۸۹	۰/۷۱۲	۵۰	۶۹
۳۹/۳	۰/۹۷۵	۰/۷۹۸	۵۵	۹۹
۱۳۶/۲	۱/۲۲۲	۱/۰۹۶	۹۷	غیر قابل قبول
۱۷۸/۱	۱/۳۲	۱/۱۸۱	۹۵	غیر قابل قبول
زمان تلف شده ۱۲ ثانیه				
۱۲	۰/۵۵۹	۰/۳۷۲	۳۶	۳۷
۱۳	۰/۶۲۶	۰/۴۱۸	۳۶	۴۰
۱۴/۴	۰/۶۶۳	۰/۴۶۴	۴۰	۴۳
۱۶/۵	۰/۷۲۹	۰/۵۲۱	۴۲	۴۸
۲۰/۶	۰/۷۹۳	۰/۵۸۶	۴۶	۵۶
۲۷	۰/۸۶۱	۰/۶۵۸	۵۱	۶۷
۳۴/۸	۰/۹۳	۰/۷۴۴	۶۰	۹۰
۴۹/۹	۰/۹۹۴	۰/۸۳۵	۷۵	۱۳۹
۱۵۳	۱/۲۴۸	۱/۱۱۸	۱۱۵	غیر قابل قبول
۱۹۶/۷	۱/۳۵۲	۱/۲۰۳	۱۰۹	غیر قابل قبول
زمان تلف شده ۱۴ ثانیه				
۱۳/۷	۰/۵۷۱	۰/۳۷۶	۴۱	۴۲
۱۴/۹	۰/۶۱۹	۰/۴۲۲	۴۴	۴۵
۱۶/۴	۰/۶۷۶	۰/۴۷	۴۶	۴۹
۱۸/۷	۰/۷۳۲	۰/۵۲۷	۵۰	۵۵
۲۲/۴	۰/۷۹۸	۰/۶۰۲	۵۷	۶۵
۲۸/۵	۰/۸۷۷	۰/۶۷۶	۶۱	۸۰
۳۹/۳	۰/۹۴۷	۰/۷۶	۷۱	۱۰۸
۵۷/۹	۱/۰۱۱	۰/۸۵۲	۸۹	۱۷۶
۱۶۹/۲	۱/۲۶۲	۱/۱۴۹	۱۵۷	غیر قابل قبول
۲۱۲/۹	۱/۳۸۲	۱/۲۲۹	۱۳۰	غیر قابل قبول
زمان تلف شده ۱۶ ثانیه				
۱۵/۴	۰/۵۹۹	۰/۳۸۱	۴۴	۴۷
۱۶/۷	۰/۶۳۴	۰/۴۲۷	۴۹	۵۱
۱۸/۵	۰/۶۹۵	۰/۴۷۷	۵۱	۵۵
۲۱	۰/۷۵	۰/۵۳۶	۵۶	۶۳
۲۵/۲	۰/۸۰۹	۰/۶۱	۶۵	۷۴
۳۲/۴	۰/۸۸۴	۰/۶۸۵	۷۱	۹۲
۴۴/۵	۰/۹۵۱	۰/۷۷۴	۸۶	۱۲۸
۶۶/۳	۱/۰۲۵	۰/۸۶۹	۱۰۵	۲۲۱
۱۷۶/۸	۱/۲۷۶	۱/۱۴۹	۱۶۱	غیر قابل قبول
۲۲۳/۷	۱/۴۰۱	۱/۲۲۹	۱۳۰	غیر قابل قبول

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۳: اطلاعات مربوط به وضعیت تقاطع شماره ۳.

ضریب رشد	۱	۱/۱	۱/۲	۱/۳	۱/۴
تعداد کل(خودرو در ساعت)	۳۳۰۰	۳۶۳۰	۳۹۶۰	۴۲۹۰	۴۶۲۰
ضریب رشد	۱/۵	۱/۶	۱/۷	۱/۸	۲
تعداد کل(خودرو در ساعت)	۴۹۵۰	۵۲۸۰	۵۶۱۰	۵۹۴۰	۶۶۰۰

زمان تأخیر تقاطع (ثانیه)	نسبت V/C بحرانی (Xc)	مجموع نسبت بحرانی تقاطع (Yc)	زمان چرخه بهینه براساس HCM2000	زمان چرخه Webster
زمان تلف شده ۸ ثانیه				
۱۲/۴	۰/۶۴۴	۰/۴۹۳	۳۴	۳۴
۱۳/۳	۰/۷۰۹	۰/۵۴۲	۳۴	۳۷
۱۴/۹	۰/۷۶۶	۰/۵۹۱	۳۵	۴۲
۱۷	۰/۸۱۳	۰/۶۴۲	۳۸	۴۷
۱۹/۸	۰/۸۷۵	۰/۶۹۱	۳۸	۵۵
۲۴/۲	۰/۹۳۵	۰/۷۵۳	۴۱	۶۹
۳۰/۱	۱/۰۲۴	۰/۸۲۹	۴۲	۹۹
۳۸/۵	۱/۱۲	۰/۹۱۱	۴۳	۱۹۱
۴۹/۲	۱/۱۸۵	۰/۹۶۵	۴۳	۴۸۶
۷۶/۷	۱/۳۰۳	۱/۰۷۲	۴۵	غیر قابل قبول
زمان تلف شده ۱۰ ثانیه				
۱۴/۹	۰/۶۷۵	۰/۴۹۳	۳۷	۳۹
۱۶/۶	۰/۷۱۹	۰/۵۴۴	۴۱	۴۴
۱۸/۴	۰/۷۷	۰/۵۹۹	۴۵	۵۰
۲۱	۰/۸۳۸	۰/۶۵۲	۴۵	۵۷
۲۵/۳	۰/۹۰۸	۰/۷۱۸	۴۷	۷۰
۳۱/۶	۰/۹۷۱	۰/۷۶۴	۴۷	۸۵
۴۰	۱/۰۶۶	۰/۸۶۵	۵۳	۱۴۸
۵۱/۵	۱/۱۱۸	۰/۹۱۹	۵۶	۲۴۷
۶۴	۱/۲۴۹	۱/۰۲۶	۵۶	غیر قابل قبول
۹۵/۳	۱/۱۱۷	۱/۳۴۹	۵۸	غیر قابل قبول
زمان تلف شده ۱۲ ثانیه				
۱۷/۹	۰/۶۸	۰/۴۹۵	۴۴	۴۶
۱۹/۷	۰/۷۲۲	۰/۵۴۹	۵۰	۵۱
۲۱/۷	۰/۷۶۵	۰/۶۰۱	۵۶	۵۸
۲۴/۷	۰/۸۲۶	۰/۶۶۳	۶۱	۶۸
۲۸/۹	۰/۸۹۷	۰/۷۲۶	۶۳	۸۴
۳۵/۶	۰/۹۸	۰/۷۹۶	۶۴	۱۱۳
۴۴/۵	۱/۰۵۱	۰/۸۷۱	۷۰	۱۷۸
۵۵/۴	۱/۱۳۷	۰/۹۶۴	۷۹	۶۳۹
۷۰/۶	۱/۲۲۱	۱/۰۳۸	۸۰	غیر قابل قبول
۱۰۶/۵	۱/۴۰۸	۱/۲۳۹	۱۰۰	غیر قابل قبول
زمان تلف شده ۱۴ ثانیه				
۲۰/۶	۰/۶۷۲	۰/۴۹۸	۵۴	۵۲
۲۲/۶	۰/۷۲۵	۰/۵۵	۵۸	۵۸
۲۵/۲	۰/۷۷۶	۰/۶۰۱	۶۲	۶۵
۲۸/۷	۰/۸۳۲	۰/۶۵۸	۶۷	۷۶
۳/۳۶۵	۰/۹۰۲	۰/۷۲۷	۷۲	۹۵
۳۹/۹	۰/۹۷۲	۰/۸	۷۹	۱۳۰
۴۹/۱	۱/۰۴۸	۰/۸۷۸	۸۶	۲۱۳
۶۱	۱/۱۲۸	۰/۹۵۷	۹۲	۶۰۵
۷۵	۱/۲۱۶	۱/۰۵	۱۰۳	غیر قابل قبول
۱۱۱/۴	۱/۴	۱/۲۴۳	۱۲۵	غیر قابل قبول
زمان تلف شده ۱۶ ثانیه				
۲۳/۴	۰/۶۸۴	۰/۴۹۹	۵۹	۵۸
۲۵/۵	۰/۷۲۶	۰/۵۵	۶۶	۶۴
۲۸/۱	۰/۷۷۶	۰/۶۰۲	۷۱	۷۳
۳۱/۵	۰/۸۳۴	۰/۶۶	۷۷	۸۵
۳۶/۷	۰/۹۰۱	۰/۷۲۷	۸۳	۱۰۶
۴۴	۰/۹۷۳	۰/۸۰۲	۹۱	۱۴۶
۵۳/۸	۱/۰۵۳	۰/۸۸۳	۹۹	۲۴۸
۶۵/۱	۱/۱۱۴	۰/۹۶۱	۱۱۷	۷۴۴
۷۹/۳	۱/۱۹۸	۱/۰۵۲	۱۳۱	غیر قابل قبول
۱۱۷/۶	۱/۳۹۵	۱/۲۴۶	۱۵۰	غیر قابل قبول

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۴: اطلاعات مربوط به وضعیت تقاطع شماره ۴.

ضریب رشد	۱	۱/۱	۱/۲	۱/۳	۱/۴
تعداد کل(خودرو در ساعت)	۲۲۶۰	۲۴۸۶	۲۷۱۲	۲۹۳۸	۳۱۶۴
ضریب رشد	۱/۵	۱/۶	۱/۷	۱/۸	۲
تعداد کل(خودرو در ساعت)	۳۳۹۰	۳۶۱۶	۳۸۴۲	۴۰۶۸	۴۵۲۰
زمان تلف شده ۱۰ ثانیه					
زمان تأخیر تقاطع (ثانیه)	نسبت V/C بحرانی (Xc)	مجموع نسبت بحرانی تقاطع (Yc)	زمان چرخه بهینه براساس HCM2000	زمان چرخه Webster	
۲۰/۱	۰/۵۸۱	۰/۴۴۶	۴۳	۳۶	
۲۲/۲	۰/۶۳۹	۰/۴۹	۴۳	۳۹	
۲۴/۸	۰/۶۸۴	۰/۵۳۵	۴۶	۴۳	
۲۸/۲	۰/۷۴۶	۰/۵۹۱	۴۸	۴۹	
۳۲/۷	۰/۸۳۳	۰/۶۷۳	۵۲	۶۱	
۳۹/۶	۰/۸۹۲	۰/۷۲	۵۲	۷۱	
۴۶/۸	۱/۰۰۱	۰/۸۳۱	۵۹	۱۱۸	
۵۷	۱/۱۰۶	۰/۹۲۷	۶۲	۲۷۴	
۶۹/۳	۱/۲۱۳	۱/۰۲۹	۶۶	غیر قابل قبول	
۱۰۱/۱	۱/۴۹۷	۱/۳	۷۶	غیر قابل قبول	
زمان تلف شده ۱۲ ثانیه					
۲۳/۱	۰/۵۹	۰/۴۴۶	۴۹	۴۲	
۲۵/۵	۰/۶۴۱	۰/۴۹	۵۱	۴۵	
۲۸/۵	۰/۷۰۹	۰/۵۶۵	۵۹	۵۳	
۳۲/۷	۰/۷۹۹	۰/۶۴۷	۶۳	۶۵	
۳۸/۱	۰/۸۸۴	۰/۷۳۹	۷۳	۸۸	
۴۵/۳	۰/۹۸۸	۰/۸۴۱	۸۱	۱۴۵	
۵۴/۲	۱/۱۰۷	۰/۹۶۲	۹۲	۶۰۵	
۶۵/۴	۱/۲۴۷	۱/۰۹	۹۵	غیر قابل قبول	
۷۸/۶	۱/۳۹	۱/۲۳	۱۰۴	غیر قابل قبول	
۱۱۳/۲	۱/۷۴۲	۱/۵۶۳	۱۱۷	غیر قابل قبول	
زمان تلف شده ۱۴ ثانیه					
۲۶	۰/۵۸۸	۰/۴۴۶	۵۸	۴۷	
۲۸/۶	۰/۶۴۶	۰/۴۹	۵۸	۵۱	
۳۱/۹	۰/۷۱۸	۰/۵۶۳	۶۵	۵۹	
۳۶/۵	۰/۷۹۸	۰/۶۴۳	۷۲	۷۳	
۴۲/۵	۰/۸۹	۰/۷۳۴	۸۰	۹۸	
۵۰/۲	۱/۰۰۴	۰/۸۴۲	۸۷	۱۶۵	
۵۹/۶	۱/۱۱۵	۰/۹۵۸	۹۹	۶۱۹	
۷۱/۷	۱/۲۵۸	۱/۰۵۸	۱۰۲	غیر قابل قبول	
۸۴/۹	۱/۳۹۳	۱/۲۳۱	۱۲۰	غیر قابل قبول	
۱۲۰/۹	۱/۷۳۱	۱/۵۵۶	۱۳۸	غیر قابل قبول	
زمان تلف شده ۱۶ ثانیه					
۲۸/۸	۰/۵۹۴	۰/۴۴۶	۶۴	۵۲	
۳۱/۶	۰/۶۳۸	۰/۴۹	۶۹	۵۷	
۳۵/۳	۰/۷۱۲	۰/۵۶۴	۷۷	۶۷	
۴۰/۱	۰/۷۹۹	۰/۶۴۳	۸۲	۸۱	
۴۶/۴	۰/۸۹۱	۰/۷۳۸	۹۳	۱۱۱	
۵۴/۷	۱/۰۰۴	۰/۸۴۲	۹۹	۱۸۴	
۶۴/۷	۱/۱۲۳	۰/۹۵۸	۱۰۹	۶۹۰	
۷۷/۱	۱/۲۵۹	۱/۰۸۶	۱۱۶	غیر قابل قبول	
۹۱/۲	۱/۳۹۲	۱/۲۲۵	۱۳۳	غیر قابل قبول	
۱۲۸/۷	۱/۷۱۷	۱/۵۴۱	۱۵۶	غیر قابل قبول	
زمان تلف شده ۱۸ ثانیه					
۳۱/۷	۰/۵۹۴	۰/۴۴۶	۷۲	۵۸	
۳۴/۷	۰/۶۳۸	۰/۴۹	۷۸	۶۳	
۳۸/۶	۰/۷۲۲	۰/۵۶	۸۰	۷۳	
۴۳/۸	۰/۸۰۷	۰/۶۴۲	۸۸	۸۹	
۵۰/۵	۰/۸۹	۰/۷۳۸	۱۰۵	۱۲۲	
۵۹	۱	۰/۸۴۱	۱۱۳	۲۰۱	
۶۹/۷	۱/۱۲۱	۰/۹۵۳	۱۲۰	۶۸۱	
۸۲/۴	۱/۲۴۱	۱/۰۸۲	۱۴۰	غیر قابل قبول	
۹۷/۴	۱/۳۸۱	۱/۲۱۷	۱۵۲	غیر قابل قبول	
۱۳۶/۶	۱/۷۲۲	۱/۵۴۱	۱۷۱	غیر قابل قبول	

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵ : نتایج رگرسیون و مقادیر R^2.

وضعیت تقاطع درنظر گرفته شده	رابطه به دست آمده	R^2
۱	$۱/۶۰۱.L.e^{(۱/۵۴۳Y)}$ (۸)	۰/۹۵۰
۲	$۱/۵۶۴.L.e^{(۱/۶۰۸Y)}$ (۹)	۰/۹۷۰
۳	$۲/۲۲۹.L.e^{(۱/۱۳Y)}$ (۱۰)	۰/۹۶۶
۴	$۲/۶۰۳.L.e^{(۱/۰۳۷Y)}$ (۱۱)	۰/۹۷۹
ترکیب چهار وضعیت تقاطع‌ها	$۱/۹۹۱.L.e^{(۱/۳۰۴Y)}$ (۱۲)	۰/۹۳۶

$\alpha.L.e^{(\beta.Y)}$: شکل عمومی رابطه
α و β : ثابت‌های رابطه
C: زمان چرخه بهینه(ثانیه)
L: زمان تلف شده در تقاطع در هر چرخه(ثانیه)
Y: مجموع نسبت بحرانی تقاطع

از نظر ترافیکی در مورد نسبت حجم گردش‌به‌چپ به حجم حرکت مستقیم وضعیت به شرح زیر می باشد:
- نسبت حرکت چپ گرد به حرکت مستقیم برای رویکرد شمال‌به‌جنوب: ۱ به ۶
- نسبت حرکت چپ گرد به حرکت مستقیم برای رویکرد جنوب‌به‌شمال: ۱ به ۲۰
- نسبت حرکت چپ گرد به حرکت مستقیم برای رویکرد شرق‌به‌غرب: ۲ به ۳
- نسبت حرکت چپ گرد به حرکت مستقیم برای رویکرد غرب‌به‌شرق: ۷ به ۴

در ادامه مقادیر مجموع حجم های ترافیک اعمال شده و نتایج به دست آمده برای ۵ زمان تلف شده و در هر ۴ وضعیت تقاطع در جداول (۱) تا (۴) آورده شده اند.
در این جداول حجم اولیه ترافیک درنظر گرفته شده (یعنی مجموع حجم ترافیک تمام حرکت های موجود در تقاطع) حدود ۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰ خودرو در ساعت در نظر گرفته شده و با ضریب رشد ۱ تا ۱/۹ (به صورت افزایش پلکانی ۰/۱) به تدریج افزایش یافته است که به صورت تعداد کل (خودرو در ساعت) در جداول مزبور مشاهده می‌شود.

جمع‌بندی اطلاعات

با توجه به رابطه وبستر، C متغیر وابسته به L,Y می باشد که به عنوان دو متغیر مستقل در نظر گرفته می‌شوند. برای ایجاد یک رابطه جدید، تعدادی از داده‌ها که مربوط به شرایط حالت فوق اشباع با درجه اشباع بحرانی بیشتر از ۱/۲ بودند، از میان داده‌های دیگر حذف شدند، زیرا هنگامی که درجه اشباع بحرانی تقاطع زیاد می شود، دیگر نظم منطقی بین افزایش زمان چرخه بهینه با افزایش حجم تردّد وجود نداشته و گاهی با افزایش حجم، زمان چرخه بهینه کم می‌گردد[i].

مدل سازی و نتایج آن

برای ایجاد رابطه جدید، چهار شکل فرضی مورد نظر قرار گرفت:

$$C = \frac{aL + b}{1 - Y} \quad (۴)$$

$$C = \frac{aL + b}{1 - Y} + d \quad (۵)$$

$$C = \frac{aL + b}{1 + de^{fY}} \quad (۶)$$

$$C = \alpha L e^{\beta Y} \quad (۷)$$

در روابط بالا $\alpha, \beta, a, b, d, f$ ثابت های هر مدل و e پایه لگاریتم نپری هستند. پس از تعیین شکل کلی روابط، باید رگرسیون غیر خطی[۸] برای محاسبه ثابت های هر رابطه انجام می‌شد. این کار به کمک نرم افزار

[i] به عنوان مثال به جدول (۲) رجوع شود.

Archive of SID
www.SID.ir

SPSS(Ver 13)[i] صورت گرفت و علاوه بر ثابت ها مقدار ضریب پراکندگی[9] یا همان R^2 آنها نیز معین شد.

در مورد روابط شماره ۴ تا ۶ به دلیل این که رگرسیون به جواب مشخصی نرسید و یا اینکه مقدار R^2 کوچک (کوچکتر از ۰/۴) و یا حتی غیر مشخص بود و برای جلوگیری از اضافه نویسی در اینجا نتایج آنها ارائه داده نشده است. رابطه چهارم بسیار مناسب و به عنوان شکل نهایی رابطه موردنظر انتخاب گردید. با توجه به مقدار R^2 خوبی (بزرگتر از ۰/۹۵) که رابطه برای هر شکل کلی دارد، یک رگرسیون غیر خطی برای ترکیب ۴ وضعیت تقاطع نیز انجام پذیرفت. در ادامه نتایج رگرسیون و مقایر R^2 مربوط به هر رابطه در جدول (۵) گزارش شده‌اند.

نتیجه گیری

همان طور که از ضریب پراکندگی مشخص می‌شود، رابطه نمایی به دست آمده از رگرسیون غیر خطی برای هر چهار شکل کلی به‌صورت بسیار دقیقی بر نتایج HCM2000 حاصل از تحلیل نرم‌افزاری HICAP2000 منطبق بوده و با خطای بسیار ناچیزی می‌توان از این روابط ساده برای تعیین زمان چرخه بهینه در تقاطع‌های شبیه هر شکل کلی استفاده کرد.

نکته قابل توجه این که در ترکیب چهار شکل کلی نیز رابطه نمایی پاسخ قابل قبولی داده است(ضریب پراکندگی برابر ۰/۹۳۶). البته کاهش مقدار ضریب پراکندگی نشان‌دهنده این واقعیت است که با زیادتر شدن تعداد شکل های کلی این ضریب بازهم کاهش می‌یابد و امید حاصل شدن یک رابطه کلی جایگزین رابطه وبستر،درست نیست ولی از طرف دیگر بیان گر این واقعیت است که در تقاطع‌های مشابه با هرشکل کلی از نظر هندسی و فازبندی می‌توان با درصد خطای قابل اغماضی از رابطه مخصوص به آن استفاده کرد (زیرا در ترکیب چهار شکل کاملاً متفاوت تقاطع بازهم رابطه نمایی به خوبی پاسخگو بوده است). در هر صورت آنچه که مشخص می باشد، این است که انواع بسیار زیاد دیگری(مانند دسته تقاطع‌های سه راهی) وجود دارند که روابط متفاوتی برای آنها حاصل خواهد شد. مطالعات بعدی می‌تواند تکمیل کننده این روابط باشد تا روابطی جایگزین رابطه زمان چرخه بهینه وبستر حاصل گردند.

[i] SPSS نرم‌افزاری در زمینه آنالیز آماری و مدیریت داده در یک محیط گرافیکی است و از جمله قابلیتهای آن رگرسیون غیر خطی بوده که در این قسمت از آن استفاده شده است.

مراجع

1 - DingXin Cheng, Zong Z Tian (2003). *Modification of Webster's Minimum Delay Cycle Length Equation Based On HCM 2000*, TRB.

2 - Chang-Jen Lan, P.E. (2004). "New Optimal Cycle Length Formulation for Pretimed Signals at Isolated Intersections." *Journal of Transportation Engineering,* Vol. 130, No. 5, PP. 637 – 647.

3 - Webster, F. V. and Cobbe, B. M. (1958). ‘‘Traffic signals.’’ *Road Research Technical Paper No. 39*, Her Majesty’s Stationery Office, London.

4 - National Research Concil (2000), *Highway Capacity Manual*. TRB, Washington D.C

5 - Canadian Urban Transportation Capacity Guide. (1984). *Canadian Capacity Guide for Signalized Intersections*, University of Alberta.

6 - Urban same level intersections, technical essentials (1997). *Program & Budget Organization*, Technical Works Assistance, Tehran.

7 - Ghahremani, H. and Hosseingholian, M. (2002). *Road Engineering & Traffic Analysis*, Iran University of Technology, Tehran.

8 - Mehrazin, H. (1994). *Traffic Engineering*, Pendar Publication, Tehran.

9 - Saffarzadeh, M. (2002), *Transportation & Traffic Engineering*, 2nd Volume, Tarbiat Modares University, Tehran.

Archive of SID

www.SID.ir

واژه نامه انگلیسی به ترتیب استفاده در متن

1 - Near-Saturated
2 - Saturated
3 - Webster's Optimal Cycle Length Equation
4 - Summation of Critical Flow Ratios
5 - Delay
6 - Phasing
7 - Signalized Intersection
8 - Nonlinear Regression
9 - Coefficient of Determination or R-Square

Archive of SID

www.SID.ir