راهور
۲۱
فصلنامه
علمی- ترویجی راهور
سال هشتم- شماره ۱۳

توسعه روشی جهت کاهش تأخیر و بهبود سطح سرویس تقاطع‌های چراغ‌دار پیش زمان‌بندی شده با استفاده از آنالیز حساسیت

منصور امراللهی زرندی، دانشجوی کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی حمل و نقل دانشگاه علوم تحقیقات تهران

دکتر سید محمد سیدحسینی، استاد دانشگاه علوم تحقیقات تهران

از صفحه ۲۱ تا ۳۸

تاریخ دریافت: ۸۹/۸/۸ تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۱/۱۵

Archive of SID

چکیده

با توجه به تأثیر عمده‌ای که تقاطع‌های چراغ‌دار با افزایش زمان تاخیر، بر زمان سفر در معابر شهری می گذارند، توجه به کاهش زمان تأخیر و بهبود سطح سرویس تقاطع‌های چراغ‌دار امری لازم می‌نماید. در این تحقیق سعی شده تا با توجه به آثار نامطلوبی که افزایش زمان تأخیر بر شرایط ترافیکی، زیست محیطی، مصرف سوخت و... در جامعه دارد، به راهکاری جهت کاهش زمان تأخیر در تقاطع‌ها پرداخته شود. در تحقیق حاضر سعی شده تا حد امکان شرایط ترافیکی و رانندگی در ایران (شهر تهران)، در نرم‌افزار Synchro شبیه‌سازی شود؛ و با استفاده از آنالیز حساسیت از بین آیین نامه‌های طراحی چراغ که در ایران بیشتر مورد استفاده قرار می گیرند، مناسب‌ترین روش شناسایی شود و در مرحله آخر اقدام به کالیبره کردن ضرایب رابطه منتخب تحت شرایط ترافیکی و رانندگی حاکم بر شهر تهران می کنیم و در نهایت رابطه یا روابطی حاصل می‌شود که در شرایط ترافیکی ایران نتایج بهتری از لحاظ کاهش زمان تأخیر و بهبود سطح سرویس در تقاطع می‌دهد.

www.SID.ir

راهور
۲۲
فصلنامه
علمی- ترویجی راهور
سال هشتم- شماره ۱۳

مقدمه

نصب چراغ‌های راهنمایی در تقاطع‌ها با هدف اولویت‌بندی و اعطای حقوق برابر به کلیه وسایل نقلیه، مسائل عمده‌ای را در پی دارد. مکان‌هایی که سطح و حریم تقاطع نامیده می‌شوند، محل عبور چندین استفاده‌کنندگان از وسایل نقلیه و عابرین پیاده با تنوعی از حرکات هستند. بدیهی است که امکان عبور همزمان کلیه حرکات در شرایطی که حجم رفت و آمد زیاد است، به راحتی امکان‌پذیر نیست. بنابراین در اینگونه از تقاطع‌ها همیشه دسته‌ای از وسایل نقلیه در انتظار اخذ خدمت از تقاطع هستند. در نتیجه بنا به تعریف،تقاطعی دارای کارایی مناسب است که اولا ظرفیت آن بتواند پاسخ‌گوی نیاز تقاضای عبور و مرور باشد و ثانیا حقوق برابری را به وسایل نقلیه با شرایط یکسان اعطا نماید [۱]. بدون هیچ تردیدی تأخیر، مهمترین معیار عملکرد حرکت‌های ترافیکی یک تقاطع است. تأخیر سبب افزایش مصرف سوخت، آلودگی هوا، افزایش هزینه‌ها شامل هزینه عملیاتی وسایل نقلیه به اضافه ارزش وقت استفاده کنندگان، فشار روانی بر رانندگان و تصادف می‌شود. یک علت مهم دیگر جهت استفاده از تأخیر در مطالعات مربوط به تقاطع‌های با چراغ راهنمایی، کاربردی بودن آن است. تأخیر، زمان از دست رفته‌ی خارج از کنترل رانندگان می‌باشد که ناشی از دو عامل اصلی است. اول، تأخیر عملیاتی که در نتیجه معاوضه و برخورد بین جریان‌های مختلف ترافیک به‌وجود می‌آید و دوم، تأخیر ثابتی که به علت سیستم کنترل چراغ راهنمایی بر وسایل نقلیه تحمیل می‌گردد [۲].

مدت زمانی که رانندگان و سرنشینان خودروها در طی مدت تردد، به علت عدم کارایی چراغ در تقاطع از دست می‌دهند، به مراتب ناخوشایندتر و خسته کننده تر از زمانی است که در حین حرکت از دست می‌رود و پر واضح است در شهری مثل تهران با تعداد روزانه ۱۱ میلیون سفر[۳]، حتی یک ثانیه صرفه جویی در زمان چه میزان کمک به منابع انسانی و اقتصادی کشور در بر دارد. حال اگر چراغ‌های راهنمایی درست طراحی و نصب نشوند و یا به هر دلیلی عملکرد مناسبی نداشته باشند، آثار سوء مختلفی به بار می‌آورند.

بنابر مسائل مطرح شده، رویکرد اصلی در پیشبرد این پژوهش، استفاده از تحلیل حساسیت زمان‌بندی چراغ‌های راهنمایی نسبت به پارامترهای موثر بر آن، جهت بهبود زمان‌بندی

Archive of SID

www.SID.ir

چراغ‌ها با بهره گیری از نرم‌افزارهای کامپیوتری موجود می‌باشد.

انتخاب نمونه مورد مطالعه

در تحقیق حاضر تعداد هشت تقاطع چراغ‌دار از منطقه پنج شهر تهران انتخاب شد که عبارتند از:

۱- بلوار ۳۵ متری گلستان- بلوار سردار جنگل

۲- بلوار ۳۵ متری گلستان- بزرگراه شهید ستاری

۳- بلوار ۳۵ متری گلستان- بلوار جنت آباد

۴- بلوار سردار جنگل- بلوار میرزابابایی

۵- بلوار جنت آباد- بزرگراه ایران پارس

۶- بلوار جنت آباد- بلوار آیت الله کاشانی

۷- بزرگراه اشرفی اصفهانی- خیابان سازمان آب

۸- بزرگراه اشرفی اصفهانی- بلوار مرزداران

با توجه به اینکه هدف این تحقیق مطالعه بر روی تقاطع‌های چراغ‌دار و کاهش تأخیر و بهبود سطح سرویس این گونه از تقاطع‌ها می‌باشد، با اینکه از شروع این تحقیق تغییراتی در طرح هندسی تقاطع شماره ۶ ایجاد شده، خللی در دستیابی به هدف این تحقیق نخواهد داشت. زیرا این تقاطع، با آمار و اطلاعات در دسترس شبیه‌سازی شده است.

محاسبات طول سیکل و زمان بندی

در تحقیق حاضر به این دلیل که ابتدا بایستی به مقایسه سه روش ذکر شده (HCM۲۰۰۰، وبستر و آیین‌نامه ایران) می‌پرداختیم و هدف تحقیق بهینه‌سازی زمان‌بندی و طول سیکل جهت بهبود سطح سرویس تقاطع بود، در ابتدای امر مناسب‌ترین فازبندی (با توجه به نظر مهندسی و استفاده از راهنمایی‌های کتاب Shane.Mc) برای تقاطع‌های مذکور انتخاب شد و باتوجه به مراحل زمان‌بندی تقاطع‌ها که در هر کدام از آیین‌نامه‌ها ذکر شده، اقدام به محاسبات

Archive of SID
www.SID.ir

راهور
۲۴
فصلنامه
علمی- ترویجی راهور
سال هشتم- شماره ۱۳

طول سیکل و تخصیص زمان سبز مورد نیاز هر فاز نمودیم. سپس در نرم‌افزار Synchro تقاطع‌های مورد مطالعه شبیه‌سازی شد و در این شبیه‌سازی سعی شد تا حد امکان شرایط موجود در شهر تهران لحاظ گردد. ز جمله: وجود پارک خودروها در محدوده تقاطع، اقدام به گردش خودروها از خطوط غیر مختص به آنها و... . پس از شبیه‌سازی طول سیکل و زمان‌بندی محاسبه شده، توسط هر کدام از آیین نامه‌ها به نرم‌افزار وارد شد و اطلاعات مورد نیاز جهت ادامه تحقیق از خروجی این نرم‌افزار استخراج گردید.

آنالیز حساسیت

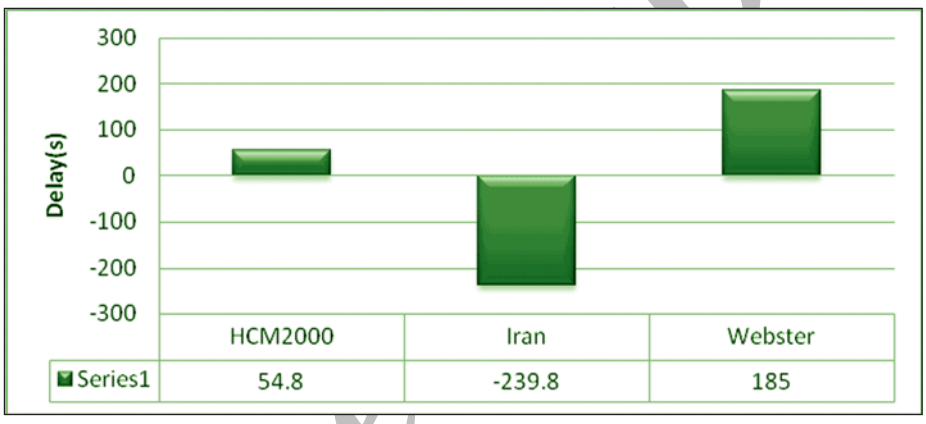
در تحلیل و بررسی خروجی نرم‌افزار (Synchro) ملاحظه شد که روش ارائه شده در آیین نامه کشور انگلستان (وبستر) بهترین زمان‌بندی تقاطع را از لحاظ کمینه کردن تأخیر به ما می‌دهد و پس از آن روش ارائه شده در آیین نامه HCM۲۰۰۰ ، و در نهایت روش آیین نامه کشور ایران در بین سه آیین نامه مذکور نامناسب‌ترین زمان‌بندی و طول چرخه را از لحاظ میزان تأخیر به ما می‌دهد. اگر برای این هشت تقاطع میزان کاهش تأخیر را برای هر رابطه نسبت به دو رابطه دیگر با هم مقایسه کنیم، خواهیم دید که مقدار کاهش و یا افزایش تأخیر در مجموع هشت تقاطع در یک سیکل چراغ چقدر است؛ که در جدول ۱ و شکل ۱ نشان داده شده است. به همین منوال اگر تعداد تقاطع‌ها زیاد تر شود، می‌توان میزان کاهش تأخیر و کاهش هزینه‌های اعمالی را تخمین زد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱: میزان تأخیر محاسبه شده در هر روش نسبت به دو روش دیگر در یک سیکل چراغ(s)

میزان تأخیر محاسبه شده در هر روش نسبت به دو روش دیگر (s)	روش‌های بررسی شده در زمان‌بندی شده در چراغ
۵۴/۸	HCM2000 (آیین نامه ایالات متحده آمریکا)
-۲۳۹/۸	آیین نامه کشور ایران
۱۸۵	آیین نامه کشور انگلستان (روش وبستر)



شکل۱: میزان تأخیر محاسبه شده در هر روش نسبت به دو روش دیگر در یک سیکل چراغ (s)

بنابراین اقدامات لازم برای بهبود سطح سرویس و تأخیر تقاطع‌های چراغ‌دار را جهت بهینه نمودن روش وبستر برای شهر تهران با استفاده از آنالیز حساسیت انجام می‌دهیم. که در صورت بهبود و توسعه این روش برای ایران به روشی دست خواهیم یافت که از دو روش دیگر نیز مناسب‌تر می‌باشد.

رابطه ارائه شده طول چرخه توسط وبستر مانند رابطه (۱) و (۲) است:

$$Co = \frac{1.5*L+5}{1-Y} \quad (۱)$$

$$Co = \frac{aL+b}{1-Y} \quad (۲)$$

که: $Y = \sum_i y_i$ و $a = ۱/۵$ و $b = ۵$

C_o : زمان چرخه بهینه نظری چراغ (ثانیه)

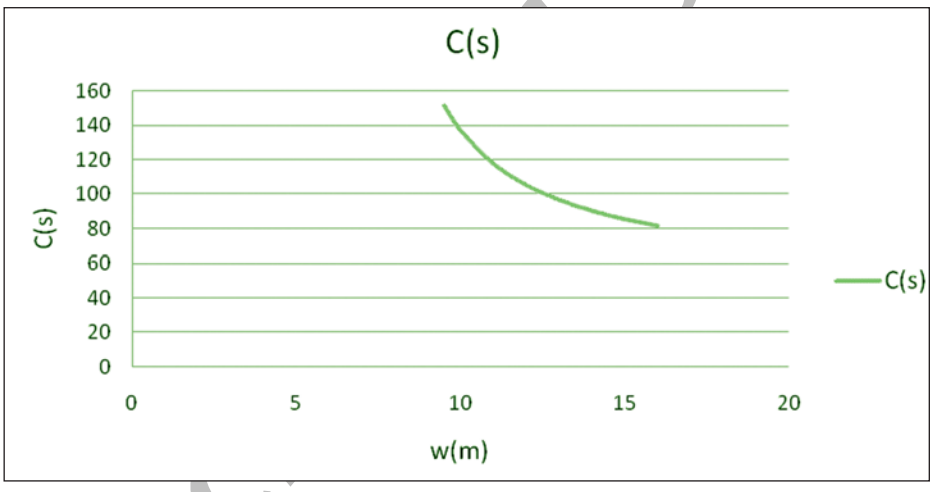
L : کل زمان هدر رفته در هر چرخه (ثانیه) است که از مجموع زمان‌های هدر رفته کلیه

Archive
www.SID.ir

راهور
۲۶
فصلنامه
علمی- ترویجی راهور
سال هشتم- شماره ۱۳

حرکت‌های بحرانی فازهای چراغ به‌دست می‌آید($L=\sum li$)

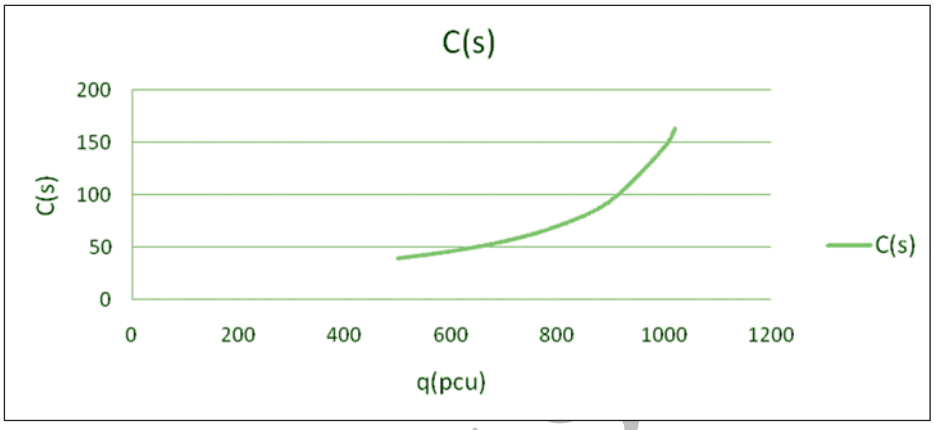
در این رابطه حداقل طول چرخه بهینه ۲۵ ثانیه و حداکثر آن را ۱۲۰ ثانیه و در بعضی شرایط خاص تا ۱۵۰ ثانیه محدود می‌کند. منحنی تغییرات طول سیکل نسبت به عرض خطوط (W)، حجم خودروهای ورودی به تقاطع (q) و همچنین شـــدت جریان اشـــباع (s)، در شکل‌های ۲، ۳ و ۴ نشان داده شده است. قابل ذکر است شکل‌های ارائه شده‌ی تغییرات طول سیکل چراغ نسبت به تغییرات هر پارامتر فقط برای تقاطع شماره ۱ (بلوار ۳۵ متری گلستان- بلوار سردار جنگل) ارائه شده است. سایر تقاطع‌ها نیز با اندکی اختلاف تقریبا مشابه هم می‌باشند.



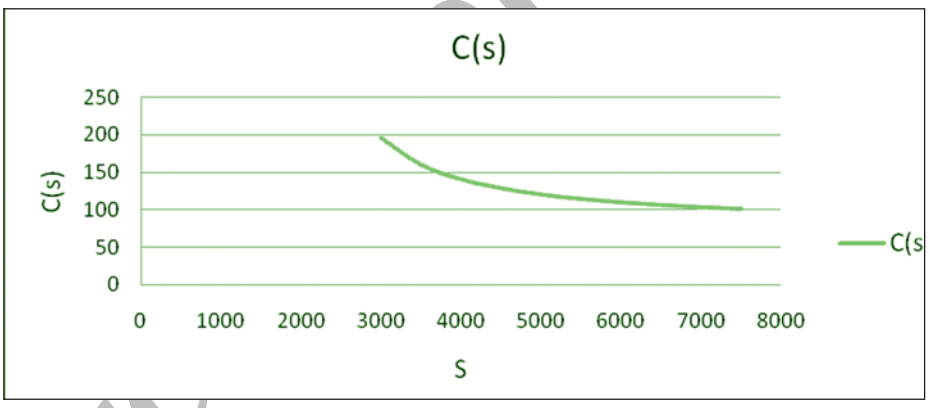
شکل ۲: منحنی تغییرات طول چرخه چراغ نسبت به عرض مسیر عبور

Archive of SID

www.SID.ir



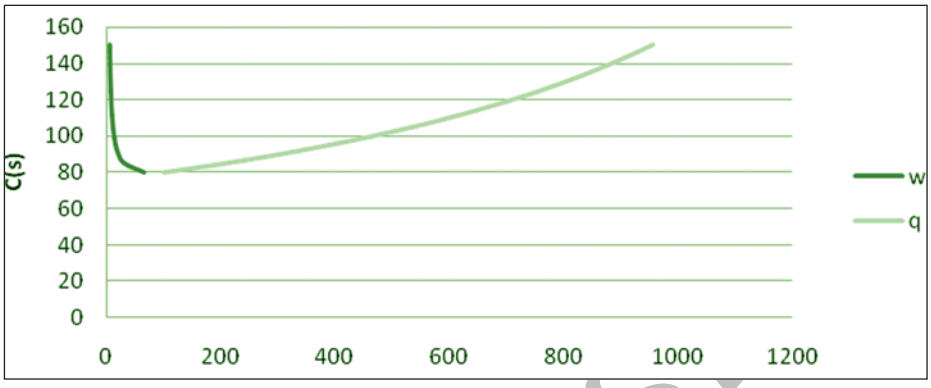
شکل ۳: منحنی تغییرات طول چرخه چراغ نسبت به حجم خودروهای ورودی به تقاطع



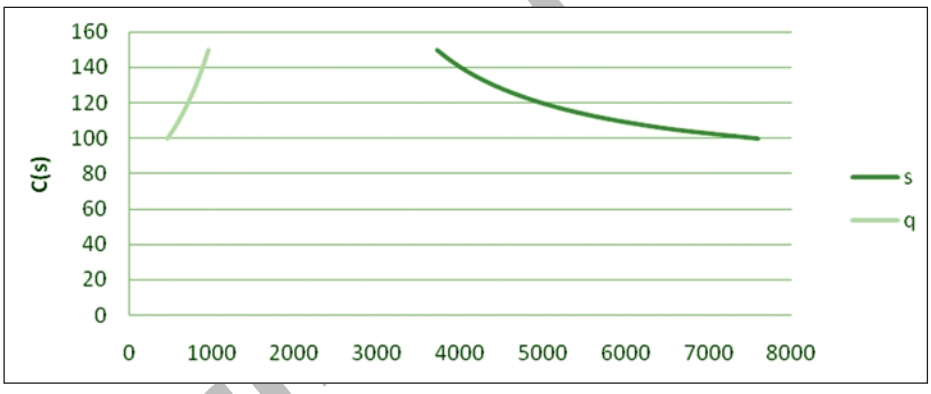
شکل ۴: منحنی تغییرات طول چرخه چراغ نسبت به شدت جریان اشباع

با آنالیز حساسیتی که بر روی تغییرات پارامترهای ذکر شده نسبت به طول سیکل انجام شد، در این رابطه طول چرخه بین سه پارامتر عرض مسیر (W)، حجم خودروهای ورودی به تقاطع (q) و همچنین شدت جریان اشباع (s) به ترتیب بیشترین حساسیت را نسبت به عرض خطوط (W)، حجم خودروهای ورودی به تقاطع (q) و همچنین شدت جریان اشباع (s) از خود نشان داد (شکل ۵ و شکل ۶).

www.SID.ir



شکل ۵: میزان حساسیت طول سیکل نسبت به حجم وسایل نقلیه و عرض مسیر



شکل ۶: میزان حساسیت طول سیکل نسبت به حجم و شدت جریان وسایل نقلیه

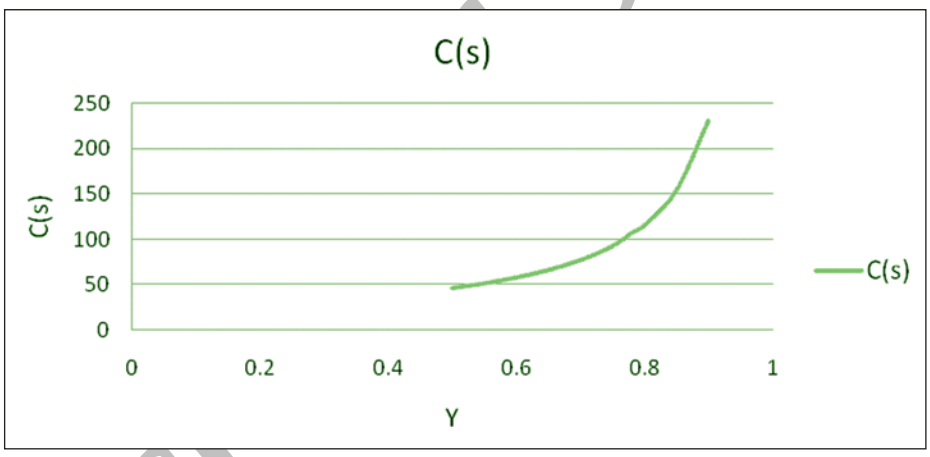
همان طور که در شکل ۵ و شکل ۶ مشاهده می‌شود، با توجه به شیب تند منحنی تغییرات طول سیکل نسبت به عرض مسیر و حجم وسایل نقلیه (q) مشخص می‌شود که طول سیکل نسبت به تغییرات عرض مسیر (W) و حجم وسایل نقلیه (q) حساسیت بیشتری در مقایسه با شدت جریان اشباع دارد. در این بین پارامتر دیگری در رابطه محاسبه طول چرخه چراغ (ارائه شـــده توســـط وبستر) وجود دارد. (Y) که در شکل‌ها، ۷ نمودار تغییرات طول سیکل را نسبت به آن مشاهده می‌کنید. همچنین در شکل ۸ میزان حساسیت طول سیکل نسبت به تغییرات

www.SID.ir

(Y) در مقایسه با عرض مسیر (W) قابل مشاهده می‌باشد. از شیب تند این منحنی استنباط می‌شود که در بین پارامترهای ذکر شده تا این لحظه، طول سیکل بیشترین حساسیت را نسبت به (Y) از خود نشـان می‌دهد. قابل ذکر اسـت که (Y) خود به سـه پارامتر عرض مسیر (W)، حجم خودروهای ورودی به تقاطع (q) و همچنین شدت جریان اشباع (s) وابسته می‌باشد و از رابطه (۳) محاسبه می‌شود.

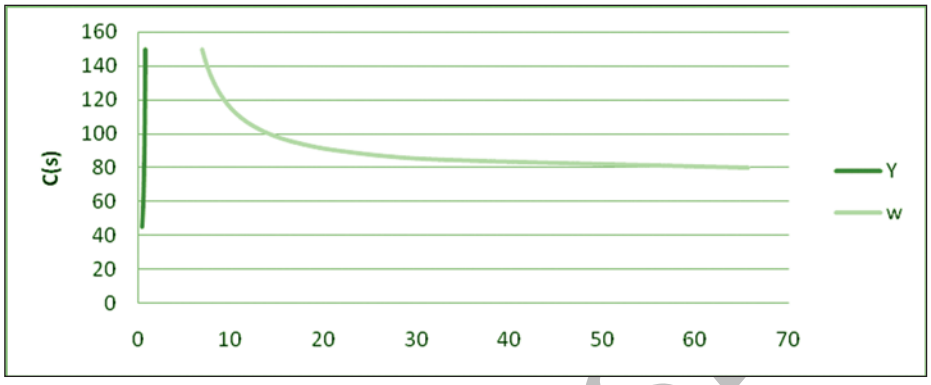
$$Y=\sum_i y_i \qquad \text{و} \qquad y_i=q_i/s \qquad (۳)$$

همه پارامترها قبلا معرفی شده اند.



شکل ۷: منحنی تغییرات طول چرخه چراغ نسبت به Y

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۸: میزان حساسیت طول سیکل نسبت به عرض مسیر و Y

رابطـه زیـر (۴) پس از اصلاح عرض عبور، شـدت جریان اشـباع (S) را در روش و بسـتر به ما می‌دهد. در آیین نامه کشـور ایران این ضریب ۴۹۰ برای جریان مسـتقیم اسـت، که برای شرایط تهران ۴۶۰ در نظر گرفته شده و برای حرکات گردش حمایت نشده مقدار ۳۵۰ را ارائه کرده که به نظر می‌رسد به دلیل مدت زمان زیادی که از به‌دست آوردن این ضرایب می‌گذرد (آخرین مطالعات برای محاسـبه این ضریب در سـال ۱۹۹۷ میلادی انجام گرفته[۳]) نیاز به اصلاح این ضرایب برای شـهر تهران باشـد. زیرا در این تحقیق مشخص شده طول سیکلی که از رابطه ۴ با ضریب ۴۶۰ (این ضریب در آیین نامه ایران) به‌دسـت می‌آید، بسـیار ناهمگون با سایر آیین‌نامه‌ها می‌باشد.

$$s=525\times W \qquad (۴)$$

همه پارامترها قبلا معرفی شده اند.

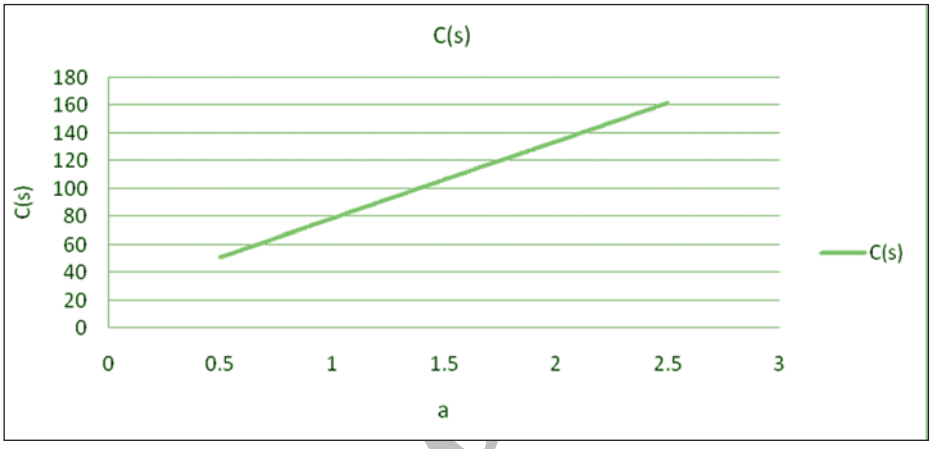
روند کالیبره کردن ضرایب رابطه وبستر برای ایران (شهر تهران)

در شکل‌های ۹ ، ۱۰ و ۱۱ نمودار تغییرات طول چرخه نسبت به پارامترهای a، b و L قابل مشاهده می‌باشد. در رابطه ۲ با توجه به آنالیز حساسیت انجام شده مشخص شد که حساسیت طول سیکل به پارامتر a نسبت به پارامترهای b و زمان‌های از دست رفته (L) بیشتر است. و

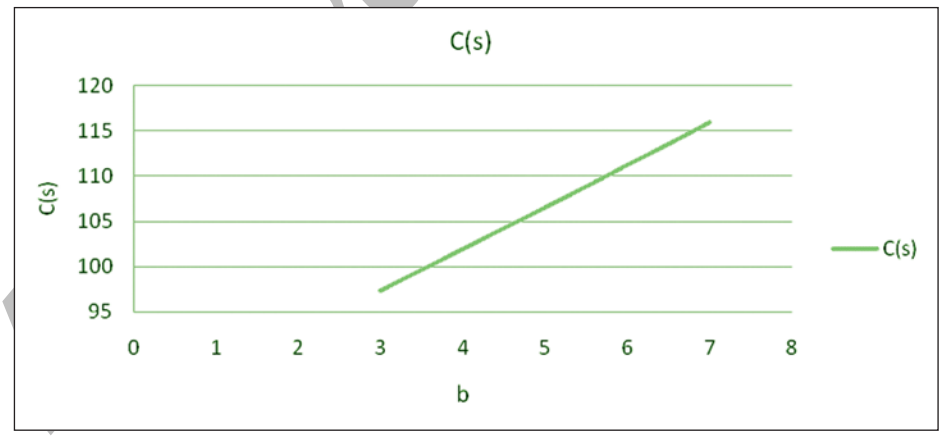
Archive of SID
www.SID.ir

۳۱
فصلنامه
علمی- ترویجی راهور
سال هشتم- شماره ۱۳

همین‌طور طول سیکل نسبت به پارامتر L در مقایسه با پارامتر b حساس‌تر است. این مطلب در شکل ۱۲ قابل مشاهده می‌باشد.

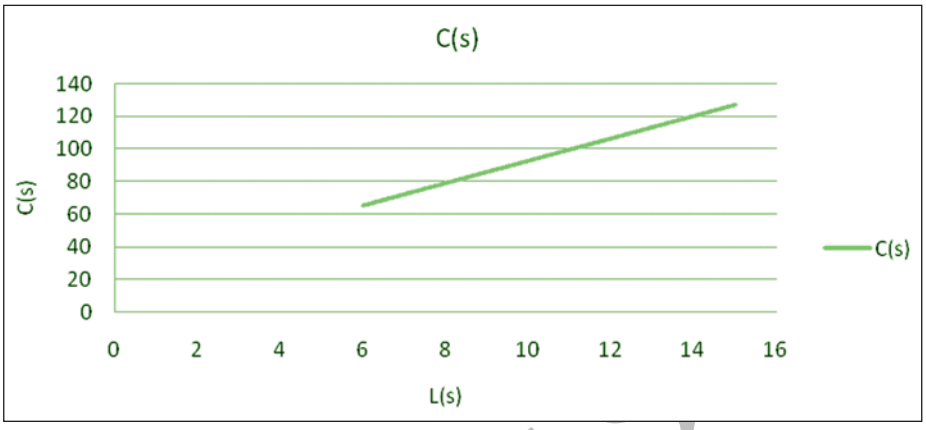


شکل ۹: منحنی تغییرات طول چرخه چراغ نسبت به ضریب a



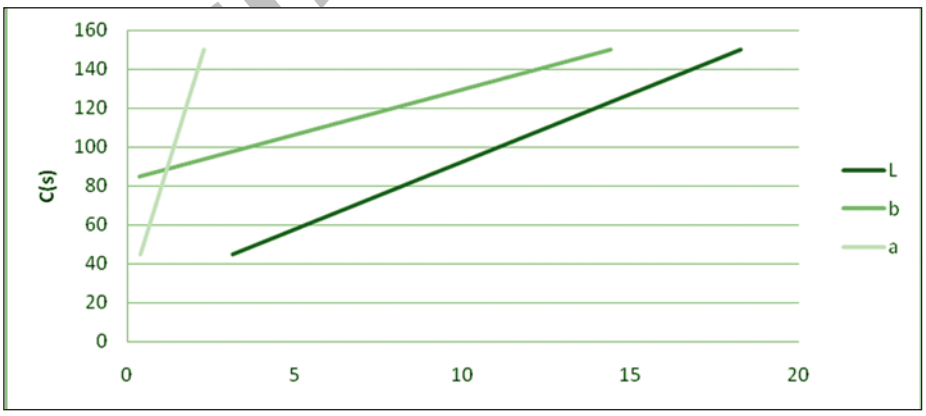
شکل ۱۰: منحنی تغییرات طول چرخه چراغ نسبت به پارامتر b

www.SID.ir



شکل ۱۱: منحنی تغییرات طول چرخه چراغ نسبت به زمان‌های از دست رفته L

اما زمان‌های از دست رفته (L) به دلیل متفاوت بودن از لحاظی همچون: نظر طراح، فازبندی (تعداد و نوع فاز)، نوع تقاطع (سه راه یا چهار راه و....) در حیطه این تحقیق قرار نمی‌گیرد. بنابراین در بین ضرایب اشاره شده، اقدام به کالیبره کردن پارامترهای a و b در رابطه ۲ می‌کنیم. با مد نظر قرار دادن اینکه در بین این دو پارامتر، طول سیکل نسبت به پارامتر a حساسیت بیشتری از خود نشان می‌دهد (شکل ۱۲).



شکل ۱۲: میزان حساسیت طول سیکل چراغ نسبت به پارامترهای a، b و L در رابطه (۲)

www.SID.ir

در این پروسه هشت حالت را بررسی می‌کنیم:

ابتدا با ثابت نگه داشتن پارامتر ثابت bضریب a را افزایش می‌دهیم.

با ثابت نگه داشتن پارامتر ثابت b ضریب a را کاهش می‌دهیم.

ضریب a ثابت نگه داشته می‌شود و پارامتر b افزایش داده می‌شود.

ضریب a ثابت نگه داشته می‌شود و پارامتر b کاهش داده می‌شود.

هر دو پارامتر افزایش داده می‌شوند.

هر دو پارامتر کاهش داده می‌شوند.

پارامتر b کاهش و ضریب a افزایش داده می‌شود.

ضریب a کاهش و پارامتر b افزایش داده می‌شود.

با روند فوق در نهایت طول سیکل چراغ برای تقاطع با هشت حالت محاسبه می‌شود و پس از ورود این محاسبات به نرم‌افزار (Synchro) بهترین سطح سرویس و کمترین زمان تأخیر در نظر گرفته می‌شود و پس از بررسی و تحلیل روابط هشت گانه، بهترین ضرایب و پارامترها برای رابطه ذکر شده انتخاب می‌شوند تا در نهایت زمان تأخیر کمتری نسبت به روابط HCM2000 ، وبستر و ایران به ما بدهند. پس از انجام تمامی این مراحل سه رابطه از کالیبره کردن رابطه وبستر استخراج شد. این روابط را با نامهای روابط اصلاحی ۱و ۲و ۳ (Modified Eq.1، Modified Eq.2و Modified Eq.3) نام گذاری می‌کنیم. رابطه‌های (۵) و (۶) و (۷) که در زیر بیان شده‌اند، روابط به‌دست آمده از ارزیابی تأخیر تقاطع‌ها می‌باشند.

(۵) برای چهار راه‌ها $C=(1-Y)/(4,96+1,75L)$

برای سه راه‌ها $C=(1-Y)/(4,97+1,93L)$

برای تقاطع شماره۷ (چهار راه یک طرفه) $C=(1-Y)/(5,03+1,17L)$

(۶) برای سه راه‌ها و چهار راه‌ها $C=(1-Y)/(4,97+1,76L)$

(۷) برای چهار راه‌ها $C=(1-Y)/(4,97+1,63L)$

برای سه راه‌ها $C=(1-Y)/(4,98+1,76L)$

در این تحقیق پس از بررسی هر تقاطع، میزان تغییرات تأخیر در هر کدام از این تقاطع‌ها

Archive of SID
www.SID.ir

راهور
۳۴
فصلنامه
علمی- ترویجی راهور
سال هشتم- شماره ۱۳

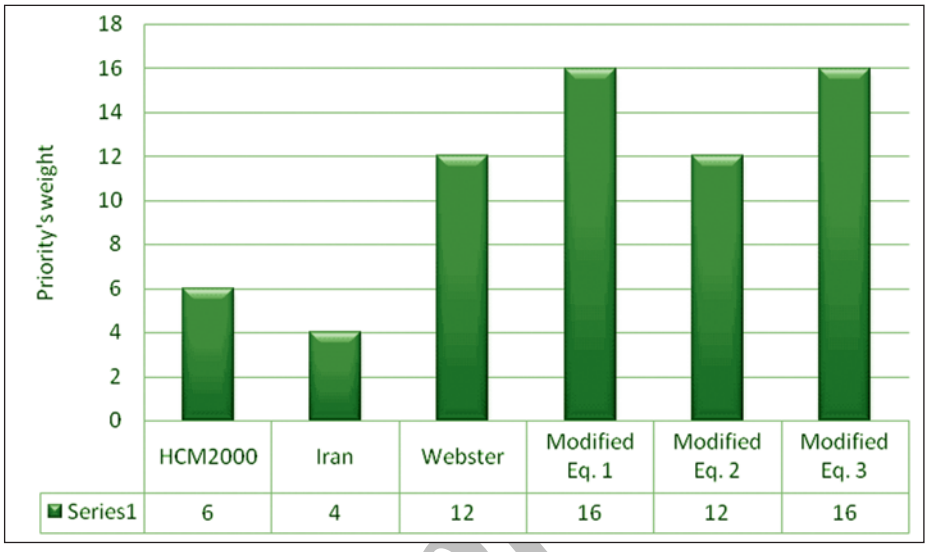
تحت رابطه‌های گفته شـده (HCM2000، وبسـتر، ایران و سـه رابطه بهبود یافته از رابطه وبسـتر) مـورد ارزیابی قرار گرفـت و مقادیر تأخیر از کم تا زیاد، وزن‌دهی شـد و طبق جدول (۲) به کمترین مقدار تأخیر در هر تقاطع، رتبه اول و ضریب ۳ داده شـد. به همین ترتیب به دومین و سومین رتبه به ترتیب اعداد ۲ و ۱ اختصاص داده شد. تا در نهایت با جمع‌بندی اوزان اختصاص داده شده بهترین رابطه که در مجموع کمترین تأخیر و مناسب‌ترین سطح سرویس را به ما بدهد، انتخاب شـود. این مطلب در شـکل (۱۳) قابل مشاهده می‌باشد. همانطور که در جدول (۲) و شکل (۱۳)مشاهده می‌شود، رابطه اصلاحی ۱ و ۳ با مجموع وزنی ۱۶ که در بین روابط دیگر از همه بالاتر اسـت، شـانس بیشتری برای انتخاب به عنوان رابطه مناسب تر جهت بهبود سطح سرویس و کاهش تأخیر را داراست.

جدول ۲: مقادیر وزن دهی روابط جهت انتخاب مناسب‌ترین رابطه برای کمترین تأخیر

	×۳	×۲	×۱	
Method	رتبه اول (کمترین تاخیر)	رتبه دوم (تاخیر متوسط)	رتبه سوم (تاخیر بیشتر)	مجموع اوزان
HCM2000	۱	۰	۳	۶
Iran	۰	۲	۰	۴
Webster	۲	۲	۲	۱۲
Modified Eq.1	۳	۳	۱	۱۶
Modified Eq.2	۰	۶	۰	۱۲
Modified Eq.3	۲	۴	۲	۱۶

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱۳: نمودار وزن دهی روابط جهت انتخاب مناسب‌ترین رابطه برای کمترین تأخیر

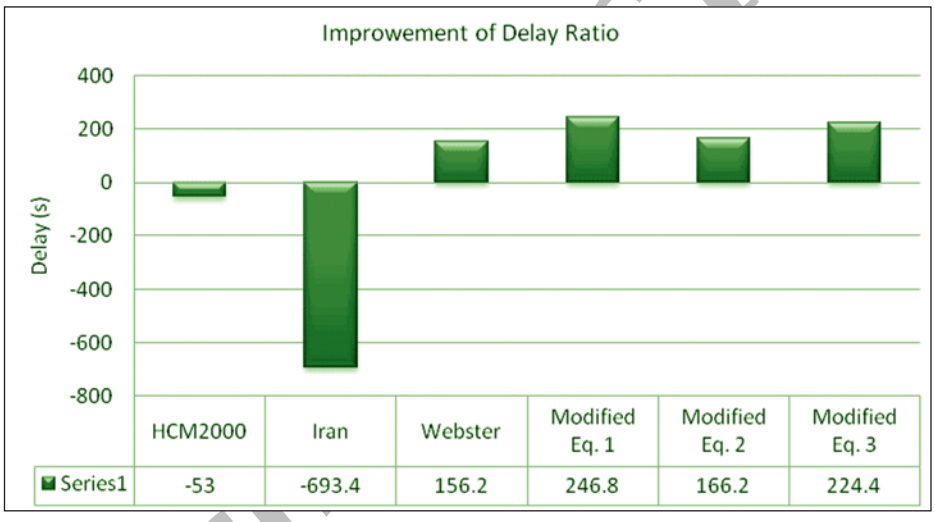
در مرحله بعد میزان تغییرات (بهبود یا عدم بهبود تأخیر) برای هر رابطه نسبت به روابط دیگر در هر تقاطع مورد بررسی قرار گرفت. در این مرحله برای هر تقاطع، کاهش تأخیر با استفاده از هر رابطه نسبت به روابط دیگر با عدد مثبت و افزایش تأخیر با عدد منفی در نظر گرفته شد.

در گام بعدی جهت انتخاب روش برتر در زمان‌بندی چراغ راهنمایی به نحوی که هدف کمینه کردن تأخیر و بهبود سطح سرویس باشد، همه تقاطع‌ها را با هم در نظر گرفته و میزان بهبود و یا عدم بهبود تأخیر در تقاطع‌ها را بررسی می‌کنیم. در این گام مقدار بهبود یا عدم بهبود تأخیر را در هر رابطه نسبت به کلیه روابط در تمامی تقاطع‌ها محاسبه می‌کنیم. این روند در جدول ۳ و شکل ۱۴ نشان داده شده است. (با توجه به نقل از مرجع [۳]، که در مقدمه آورده شده، این عمل صرفا برای تخمین میزان بهبود شـرایط: مصرف سـوخت، هزینه‌های استفاده کنندگان، وضعیت روانی استفاده کنندگان، شرایط زیست محیطی و... آورده شده است.)

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۳: میزان تأخیر محاسبه شده در هر روش نسبت به پنج روش دیگر در یک سیکل چراغ (s)

روش‌های بررسی شده در زمان‌بندی چراغ	میزان تأخیر محاسبه شده در هر روش نسبت به پنج روش دیگر (s)
HCM۲۰۰۰ (آیین نامه ایالات متحده آمریکا)	-۵۳
آیین نامه کشور ایران	-۶۹۳/۴
آیین نامه کشور انگلستان (روش وبستر)	۱۵۶/۲
رابطه اصلاح شده ۱	۲۴۶/۸
رابطه اصلاح شده ۲	۱۶۶/۲
رابطه اصلاح شده ۳	۲۲۴/۴



شکل ۱۴: نمودار میزان تأخیر محاسبه شده

در هر روش نسبت به پنج روش دیگر در یک سیکل چراغ (s)

همان گونه که در شکل ۱۴ و جدول ۳ مشاهده می‌شود از بین روابط ارائه شده، به ترتیب رابطه اصلاحی ۱، رابطه اصلاحی ۳، رابطه اصلاحی ۲، رابطه وبستر و رابطه HCM۲۰۰۰ کمترین زمان تأخیر را موجب می‌شوند. در این بین رابطه محاسبه طول چرخه کشور ایران بیشترین تأخیر را در مجموع هشت تقاطع باعث می‌شود. بنابراین با توجه به اینکه رابطه اصلاحی ۳، تأخیر کم و استفاده از تنها دو رابطه جهت تقاطع‌های سه راهه و چهار راهه دارد،

Archive of SID
www.SID.ir

به عنوان رابطه برتر انتخاب می‌شود. در این بین رابطه اصلاحی ۱ به دلیل استفاده از سه فرمول، و رابطه اصلاحی ۲ به دلیل اختلاف کم آن با رابطه وبستر (از نظر تأخیر)، به عنوان رابطه برتر انتخاب نمی‌شوند.

نتایج

همان طور که در بخش‌های گذشته بیان شد، تقاطع‌های چراغ‌دار به عنوان بخش کلیدی از سیستم حمل و نقل، و تنظیم کننده جریان ترافیک می‌باشند. طراحی این نوع تقاطع‌ها معمولا با در نظر گرفتن چهار مورد انجام می‌گیرد.

حداقل نمودن تاخیر

حداقل نمودن هزینه (شامل ارزش ریالی تأخیر هم می‌شود)

حداقل نمودن مصرف سوخت

حداقل نمودن مجموع طول صف حرکت‌های بحرانی

در این تحقیق برای بهبود سطح سرویس در تقاطع‌های چراغ‌دار از هدف حداقل نمودن تأخیر استفاده شد. و میزان حساسیت طول سیکل چراغ به پارامترهای مختلف مورد بررسی قرار گرفت. در ادامه پارامترهایی که بیشترین تأثیر را بر طول چرخه دارند تا حدی شناخته شدند. در ادامه روند این تحقیق میزان تغییراتی را که تأخیر در تقاطع و به دنبال آن سطح سرویس تقاطع، به دلیل تغییرات در طول سیکل چراغ متحمل می‌شود بررسی شد. در تقاطع‌هایی که مورد مطالعه قرار گرفتند (چهار عدد چهار راه، سه عدد سه راه و یک چهار راه که یکی از خیابان‌های آن یک طرفه است)، مشخص شد میزان حساسیت تأخیر در تقاطع نسبت به طول چرخه به گونه‌ای است که در صورت عدم انتخاب مناسب طول سیکل تأخیر تغییرات قابل ملاحظه‌ای متحمل می‌شود. یعنی در نظر گرفتن طول چرخه‌ای بزرگتر و یا کوچکتر از مقدار مناسب آن می‌تواند باعث افزایش تأخیر در تقاطع و همچنین عدم مطلوبیت سطح سرویس در تقاطع شود (اگر میزان انحراف از طول سیکل مناسب قابل توجه باشد).

در انجام روند این تحقیق آنچه بیش از هر مورد دیگر خود را نمایان کرد، مناسب نبودن روش

Archive of SID
www.SID.ir

راهور
۳۸
فصلنامه
علمی- ترویجی راهور
سال هشتم- شماره ۱۳

آیین نامه ایران در طراحی زمان‌بندی چراغ راهنمایی و محاسبه طول چرخه چراغ است؛ که در بین روابط بررسی شده کمترین نمره را از لحاظ کاهش تأخیر در تقاطع به خود اختصاص داد. روابطی که از بهبود نسبی رابطه وبستر در محاسبه طول چرخه به‌دست آمدند نشان دادند که انتخاب مناسب این سیکل می‌تواند تا حدی به بهبود سطح سرویس در تقاطع‌ها کمک کند. یکی دیگر از موارد قابل ذکر رابطه ارائه شده توسط آیین‌نامه کشور ایران در محاسبه شدت جریان اشباع است که تفاوت زیادی با مقادیر بدست آمده از روابط دیگر دارد. (آخرین مطالعات برای محاسبه این ضریب در سال ۱۹۹۷ میلادی انجام گرفته[۱]).

منابع :

تقاطع‌های همسطح شهری جلد اول: توصیه‌ها و معیارهای فنی، معاونت امور فنی، دفتر امور فنی و تدوین معیارها، ۱۳۷۶.

محمود صفارزاده، مهندسی ترافیک و ترابری، جلد دوم ترافیک، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۸۱.

3- www.ite.org.

4- Highway Research Board, Highway Capacity Manual (HCM)-2000.

5- Roger P. Roess, Elena S. Prassas, William R. McShane, Traffic Engineering, 2004.

Archive of SID

www.SID.ir