



اعمال سیاست کنترل دروازه‌های شبکه بر اساس سنجش داخلی معابر

بهنام امینی، عضو هیات علمی گروه مهندسی عمران، دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه

بین‌المللی امام خمینی (ره)¹

مینا قنبری گرکانی، کارشناس ارشد برنامه ریزی حمل و نقل دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)²

¹ bamini@ikiu.ac.ir
² ghmina88@yahoo.com

چکیده

معمولا در سیستم‌های کنترل مرکزی هوشمند تقاطع‌ها هدف اصلی کاهش زمان تاخیر و توقف در کل شبکه می‌باشد و زمانبندی چراغ‌ها با استفاده از حجم تردد لحظه‌ای بجای از پیش برنامه ریزی شده یا ثابت انجام می‌گیرد. اگر در زمانبندی چراغ‌های راهنمایی تاثیر تقاطعات بالادست در نظر گرفته شود نتیجه بهتری در کل شبکه از نظر روانی ترافیک حاصل خواهد شد. به این ترتیب که در زمانبندی چراغ‌ها تنها کاهش همان تقاطع در نظر گرفته نشود، بلکه شرایط ترافیکی پیش رو مد نظر قرارگیرد.

در این مقاله الگوریتمی جهت کنترل دروازه‌های تقاطع‌های ورودی شبکه بر اساس سیاست پیمایش داخلی طول صف وسایل نقلیه ارائه شده است. در این الگوریتم با تغییر در زمانبندی تقاطع‌های ورودی به شبکه فوق اشباع، جریان ورودی با توجه به ظرفیت و تراکم معابر محدود می‌شود. با اعمال الگوریتم بهینه‌ساز براساس سیاست محدودسازی دیده می‌شود که جریان ورودی به شبکه کاهش یافته و از شدت تراکم کاسته شده است.

کلید واژه: سنجش داخلی معابر، الگوریتم بهینه ساز زمانبندی چراغ‌های راهنمایی، کنترل دروازه‌ای، نسبت طول صف، هماهنگ‌سازی چراغ‌های راهنمایی



1 - مقدمه

از وسایل کنترل ترافیک چراغ راهنمایی می‌باشد. چراغ‌های راهنمایی برای کنترل تقاطع‌های شهری بکار برده می‌شوند و بصورت کلی به دو نوع تقسیم می‌شوند. این تقسیم بندی شامل نحوه کنترل تقاطع می‌باشد که عبارت است از کنترل تقاطع با زمان ثابت و با زمان متغیر. در این مطالعه به راهکارهای کنترل چراغ‌های راهنمایی هوشمند اشاره می‌شود.

در روش‌های ارائه شده برای زمانبندی چراغ‌های راهنمایی موجود در شبکه به ظرفیت کل شبکه توجهی نمی‌شود. مثلاً تنها با هدف حداقل کردن تاخیر در هر تقاطع زمانبندی آن صورت می‌گیرد، درحالیکه می‌بایست ظرفیت شبکه را نیز در نظر گرفت. یعنی اگر شبکه توانایی عبوردهی وسایل نقلیه را ندارد با ایجاد محدودیت برای تقاطع‌ها می‌توان شبکه را در حالت متعادلی حفظ کرد. منظور از متعادل ساختن شبکه حفظ شرایط آن در حد ظرفیتش می‌باشد.

در بین مطالعات موجود، روش‌هایی برای زمانبندی تقاطع در شریانی‌ها ارائه شده است. در این روابط زمانبندی تقاطع‌ها براساس پایداری نسبت طول صف و با توجه به تقاطع بالادست و ظرفیت شریانی مورد محاسبه قرار می‌گیرد. این روابط به صورت برای ایجاد محدودیت دروازه‌ای در تقاطع‌های ورودی به شبکه قابل استفاده می‌باشند. در نتیجه نیاز است تا وضعیت ترافیکی درون شبکه معابر بصورت لحظه‌ای مورد بررسی قرار گیرد. به این ترتیب با رسیدن شبکه به حالت فوق اشباع کنترل دروازه‌ای بر روی تقاطعات ورودی صورت پذیرد.

2 - مروری بر سوابق

تاکنون مطالعاتی درباره کنترل ترافیک شبکه در داخل و خارج از ایران انجام شده است، که در ادامه درباره آنها صحبت شده است. قدس و رحیمی کیان در تحقیق خود به رفع مسئله کنترل لحظه‌ای جریان ترافیک در شبکه آزادراهی با استفاده از هماهنگ‌سازی و یکپارچه کردن کنترل‌های ترافیکی پرداخته‌اند. آنها از روش تئوری بازی‌ها جهت حل مسئله ذکر شده استفاده کرده‌اند. همچنین کارایی روش پیشنهادی خود را برای کنترل رمپ و کنترل محدودیت متغیر سرعت مورد بررسی و آزمایش قرار داده‌اند. همچنین عملکرد این روش را با توجه به دقت و سرعت آن نشان داده‌اند [1].

درک در تحقیقی روش‌های مختلف کنترل و مدیریت صف در شبکه معابر در زمان اوج را بررسی و دو روش را پیشنهاد کرده است: (1) مدیریت دروازه‌ای (2) تعیین اختلاف زمانبندی تقاطع‌ها در دوره اوج ترافیک. راتهی و لیبرمن در مقاله‌ای بیان می‌کنند که می‌توان برای هدایت و کنترل ترافیک شبکه، جریان ورودی به بخش‌های پرتراکم را مدیریت کرد. درک همچنین کنترل شبکه را در دو زیرمجموعه تقسیم بندی نموده است: الف. کنترل و محدود سازی داخلی، ب. کنترل و محدودسازی خارجی [2].





گازیس یک روش پیشنهاد کرده است که 2 تقاطع فوق اشباع نزدیک به هم را کنترل می کند، ولی محدودیت های طول صف مورد توجه قرار نگرفته است [3]. راتهی پیشنهاد کرده است که مسیر اصلی باید به صورت هماهنگ کنترل شود و مسیر فرعی (مقاطع) باید آفست مقاوم را جهت کنترل طول صف داشته باشد.

کیم و مسر یک بهینه سازی طراحی چراغ را برای تقاطع های لوزوی اشباع ایجاد کرده اند. گلتی - زور یک استراتژی کنترل حجم را برای شبکه های شهری فوق اشباع پیشنهاد کرده [4]، همچنین لین ژانگ برای شبکه های مترکم یک کنترلر فازی مرتبط با زمان بندی چراغ طراحی کرده است [5]. میشل اپلس و استفان اپلس یک روش زمان بندی دو مرحله ای به نام کنترل بنگ بنگ جهت کنترل تقاطع پیشنهاد کرده اند. این روش تلاش دارد که "نقطه تعویض بهینه" 1 را حین دوره فوق اشباع بیابد و زمان مورد نیاز هر فاز در رویکردها را تغییر دهد. روند کنترل به این ترتیب است: (1) بیشترین زمان سبز به رویکردی که دارای حداکثر نرخ ورود است و کمترین زمان سبز به رویکردی که دارای حداقل نرخ ورود می باشد، اختصاص داده می شود. (2) در نقطه تعویض بهینه، زمان سبز بیشینه برای رویکرد دارای حداقل ورودی و زمان سبز کمینه برای رویکرد دارای حداکثر ورودی در نظر گرفته می - شود. [6].

ارنست عضو سازمان حمل و نقل زوریخ، در سال 2000 یک چراغ راهنمایی با سیستم عملکرد جدیدی را معرفی کرد. در این روش از پیوستن جریان ترافیکی به منطقه فوق اشباع جلوگیری می - شود و جریان ترافیکی به سمت مناطق خلوت سوق داده می شود. این سیستم سعی می کند که از ایجاد شبکه راه های فوق اشباع جلوگیری کند. به این منظور مناطق ترافیکی را شناسایی کرده و جهت سهولت در عبور اتومبیل ها در شرایط پایدار، دسترسی ها را کنترل می کند [7].

برنامه های بهینه سازی برای کنترل چراغ های راهنمایی در شریانی ها مورد استفاده قرار می گیرد. تحت این برنامه، یک زمان سبز مستمر در مسیر شریانی سرعت مطلوبی را ایجاد می کند. محدودیت اصلی برنامه های پهنای باند، مشخص نکردن حجم ترافیکی دقیق و ظرفیت جریان در هر مسیر برای معیارهای بهینه سازی می باشد، همچنین برنامه ی مناسبی برای نمونه های جریان ترافیکی را تضمین نمی کنند. گارتنر و همکاران، یک روش بهینه سازی جدید برای بهبود شریانی ارائه کرده اند که در آن از یک معیار سیستماتیک وابسته به ترافیک استفاده شده است. این روش در بهبود عملکرد شریانی مؤثر بوده و قابل بسط برای شبکه های ترافیکی می باشد [8].

3 - مبانی تحقیق

معمولاً چراغ های راهنمایی بطور مستقل و جداگانه برای کنترل تقاطع ها بکار برده می شوند. ولی گاهی بر حسب ضرورت و برای بازدهی بهتر می توان به کمک روش های کامپیوتری چراغ های



راهنمایی تقاطع‌های قسمتی از شهر یا تمام شبکه ترافیکی شهر را به هم ارتباط داده و هماهنگ کرد. این روش که کنترل منطقه‌ای ترافیک نامیده می‌شود، نیاز به مطالعات وسیع، دسترسی به تکنولوژی پیچیده و پیشرفته و صرف هزینه زیاد دارد. کنترل منطقه‌ای ترافیک برحسب معیارهایی مانند طول صف، آلودگی هوا، تأخیر، مصرف سوخت و ... انجام می‌شود. در اینجا کنترل طول صف به عنوان معیار کنترل ترافیک شبکه بکار برده شده است.

الگوریتم بهینه‌سازی زمانبندی تقاطع‌های همسطح چراغدار در شریانی‌ها توسط لیبرمن و حاصل شده است. این الگوریتم با استفاده از سیاست محدودسازی درونی برای شریانی‌های فوق اشباع که توسط لیبرمن و همکارانش پیشنهاد شده است، به منظور برآورده ساختن سه هدف اصلی صورت می‌گیرد، این اهداف عبارتند از: الف) حداکثر کردن عملکرد سیستم، ب) استفاده کامل از ظرفیت انبار، ج) ایجاد خدمات مساوی، اختصاص سرویس به ترافیک خیابان متقاطع و به گردش به چپ کننده‌ها، بنابراین تمام مسافران به میزان مناسب سرویس می‌گیرند و ایمنی لازم ترافیک رعایت می‌شود [9]. مبنای اساس الگوریتم فوق‌الذکر در شریانی‌ها برقراری تعادل در طول صف‌های مربوط به چرخه‌های متوالی می‌باشد. برای حصول صف‌های پایدار، تعداد وسایل نقلیه ورودی می‌بایست در هر چرخه i مساوی تعداد وسایل نقلیه خروجی از رویکرد فوق‌اشباع باشد.

4 - ارائه الگوریتم و حل آن

در این بخش با استفاده از روابط بهینه‌ساز شریانی، الگوریتمی برای محدودسازی طول صف در تقاطع‌های ورودی به شبکه حاصل می‌شود. در زیر روابط مربوط به کنترل شبکه ترافیکی ارائه شده است. این تنظیمات در مدت فاز چراغ می‌بایست نیازهای کنترل ترافیک سیستماتیک را برآورده کنند زیرا مدت فاز در یک تقاطع به تقاطعات مجاور آن بستگی دارد. محاسبه زمان سبز تقاطع در رابطه 1 ارائه شده است. (توضیح در مورد هریک از پارامترها در جدولی که انتهای مقاله آمده است، ارائه شده است)

$$G_B = \frac{G_A - P_B s - X_{C1}(C-s)P_{C1} \frac{(LN)_{C1}}{(LN)_A} - X_{C2}(C-s)P_{C2} \frac{(LN)_{C2}}{(LN)_A}}{1 - P_B - X_{C1}P_{C1} \frac{(LN)_{C1}}{(LN)_A} - X_{C2}P_{C2} \frac{(LN)_{C2}}{(LN)_A}} \quad (1)$$

محدودیت‌های مورد نظر مربوط به نسبت طول صف می‌شود که در ادامه ذکر شده‌اند. حداقل نسبت طول صف به طول مسیر در رویکرد شریانی $[r_0]_{\min}$ ، که توسط ترافیک ورودی از خیابان متقاطع برای تقاطع بالادست شکل می‌گیرد.

$$[r_0]_{\min} = \max \left[\frac{L_V}{L} N_C P_C \frac{(LN)_C}{(LN)_A}, \frac{2L_V}{L} \right] \quad (2)$$



حداکثر نسبت طول صف به طول مسیر $[r_0]_{\max}$ ، برای جلوگیری از افزایش طول انسداد در هر مرحله محاسبه می‌شود. صف طولانی‌تر منجر به توقف‌های غیر ضروری وسایل نقلیه می‌شود. عامل دیگر، نیاز به محدود کردن "از کار افتادگی" شناسگر می‌باشد. این محدودیت در جایی صورت می‌گیرد که طول صف روی شناسگر گسترش یافته و روی دقت الگوریتم تخمین صف اثر منفی بگذارد [9].

$$[r_0]_{\max} = \min \left[1 - \frac{W+F}{L}, 1.1 \frac{(G_A - s)L_V}{hL}, 1.1 \frac{L_D}{L} \right] \quad (3)$$

ارائه محدودیت‌های سیستم به طور معمول برای تنظیم تمام زمان‌های فاز چراغ ممکن نیست، بنابراین طول صف در تمام رویکردهای اشباع به مقادیر بهینه خود تنظیم می‌شود. در نتیجه تابع هدف زیر به دنبال تنظیم مدت فاز در یک وضعیتی است که در آن صف‌ها را بگونه‌ای تنظیم نماید که فاصله از مقدار بهینه‌ی آن حداقل شود. رابطه 4 تابع هدف و محدودیت‌های آن را ارائه کرده است.

$$Min = \sum_{i,j} (r_{0,i} - \hat{r}_{0,i})^2 + \sum_{i,j} (\bar{r}_{0,i} - \hat{r}_{0,i})^2 \quad (4)$$

S.T :

$$[r_{0,i}]_{\min} \leq r_{0,i} = [r_{0,i}]_{est} + \Delta r_{0,i} \leq [r_{0,i}]_{\max}$$

$$\Delta_{\min} \leq \Delta = L \left[\frac{1-r}{v_1} - \frac{r}{w} + R \left(\frac{1}{w} - \frac{1}{u} \right) \right] \leq \Delta_{\max}$$

$$\Delta_{\max} = \frac{L}{v_1} \left[1 - r \left(1 + \frac{v_1}{w} \right) \right] + \min \left[\frac{G_A - s}{1 - P_B}, \frac{L - W}{w} \right] \left(1 - \frac{w}{u} \right)$$

$$\Delta_{\min} = \frac{L}{v_1} \left[1 - \frac{rhv_1}{L_v} \right]$$

$$[G_{B,i}]_{\min} \leq G_{B,i} \leq [G_{B,i}]_{\max}$$

$$t = \left[(LN)_B^{C1} X_{C1} P_{C1} S^{C1} + (LN)_B^{C2} X_{C2} P_{C2} S^{C2} \right] \times (C - G_B - s)$$

$$R_i = \frac{(LN)_B^a}{(LN)_A^a}$$

Let:

Then

$$\Delta r_0 = (G_B - s) \left\{ R_A S^a (1 - P_A^i + P_A^i P_B - P_B) \frac{L_V}{L} \right\} - G_A S^a \frac{L_V}{L} - \frac{t}{(LN)_A^a} \frac{L_V}{L} + s S^a \frac{L_V}{L}$$

طول صف می‌تواند از چرخه‌ای به چرخه دیگر تغییر کند زیرا نرخ‌های خدمت، حرکات گردش و ترکیب ترافیک در مدت کوتاه تغییر می‌کند. برای این سیاست لازم است که از طریق کنترل ترافیک، طول صف حفظ شود. این فرمول برای تنظیم مدت زمان سبز شریانی طراحی می‌شود، $G_{i-1,j}$.

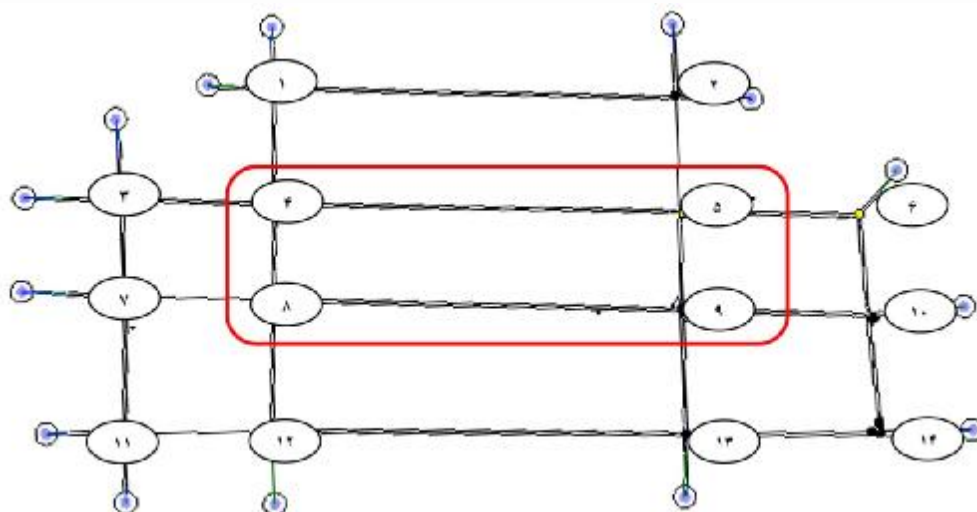


بنابراین صف‌های حقیقی شریانی $r_{0,i,j}$ و $\hat{r}_{0,i,j}$ ، در آغاز فاز سبز شریانی بعدی در هر رویکرد اشباع، تقریباً نزدیک ضرایب طول صف‌های بهینه محاسبه شده، $r_{0,i,j}$ و $\hat{r}_{0,i,j}$ هستند [9].

5- اعمال الگوریتم در مسیرهای ورودی به شبکه

شبکه معابری شامل دو حلقه درونی و پیرامونی نیز طراحی گردیده تا اثر این سیاست در آن مشاهده گردد. این شبکه در شکل 1 نشان داده شده است. در این شبکه در حلقه دوم (پیرامونی) تعدادی تقاطع برای کنترل نرخ طول صف تعیین شده و با اجرای این الگوریتم، جریان ورودی به شبکه محدود می‌گردد. در اینجا مسیرهای اطراف شبکه تا یک تقاطع بعد از آن مورد بررسی قرار داده می‌شود. هدف این است که 4 تقاطع میانی (تقاطع‌های 4، 5، 8 و 9) را از طریق اعمال روش بهینه ساز زمانبندی چراغ‌ها، در مسیرهای ورودی به آن کنترل گردد و زمانیکه شبکه مرکزی به حالت متراکم رسید روند زمانبندی چراغ شریانی‌های ورودی تغییر کرده و به محدودسازی دروازه‌ای تبدیل شود. برای این منظور با استفاده از خروجی‌های شبکه در حالت پایه به روش دستی و با توجه به الگوریتم مورد نظر، زمان سبز هر تقاطع را با توجه به تقاطع بالادست آن محاسبه کرده و جهت بدست آوردن نتیجه شبکه، این نتایج وارد نرم‌افزار AIMSUN می‌گردد.

ابتدا شبکه مورد مطالعه بدون اعمال سیاست محدودیت و در حالت اولیه در نرم افزار Aimsun اجرا شده و پارامترهای آن را در جدول 1 ارائه شده‌اند. لازم به ذکر است زمانبندی شبکه در این حالت بصورت هوشمند می‌باشد.



شکل 1- کروکی شماره تقاطعات در طرح پایلوت



جدول 1 - نتایج شبیه سازی شبکه مجازی در نرم افزار Aimsun در شرایط پایه

مقدار	واحد	پارامتر
295/8	second/km	زمان تاخیر
55/2	veh/km	چگالی
7374	veh/h	جریان
15/76	km/h	سرعت
273/2	second/km	زمان توقف
4/61	#/veh/km	توقفها
10746	km	مجموع مسافت سفر
1143	hours	مجموع زمان های سفر
361/22	second/km	زمان سفر

همانطور که از نتایج جدول 1 مشاهده می شود زمان تاخیر در شبکه 4/9 دقیقه به ازای هر کیلومتر از مسیر می باشد و با توجه به چگالی شبکه، سطح سرویس F می باشد که نشان دهنده فوق اشباع بودن ترافیک در شبکه می باشد. سایر پارامترهای ارائه شده نیز موید همین موضوع می باشد.

6 - تجزیه و تحلیل نتایج

اجرای الگوریتم در مسیرهای ورودی به شبکه تحت بررسی (رینگ پیرامونی)، به منظور ایجاد محدودیت برای ورود جریان به داخل شبکه صورت گرفته است. در این روش با ایجاد تعادل در نرخ طول صف برای مسیرهای ورودی به شبکه، ورود جریان از طریق تقاطع های مرزی کنترل شده است. جداول مربوط به پارامترها و نرخ طول صف در مسیرها ارائه شده است. جدول 2 نتایج خروجی از نرم افزار Aimsun را پس از اعمال الگوریتم به مسیرهای ورودی به شبکه مرکزی نشان می دهد.

جدول 2 - نتایج شبیه سازی کل شبکه مجازی در نرم افزار Aimsun بعد از اعمال الگوریتم سنجش داخلی.

مقدار	واحد	پارامتر
312/1	second/km	زمان تاخیر
58/4	veh/km	چگالی
6504	veh/h	جریان
15/4	km/h	سرعت
287/8	second/km	زمان توقف
5/19	#/veh/km	توقفها
9385	km	مجموع مسافت سفر
1023	hours	مجموع زمان های سفر
377/49	second/km	زمان سفر



همانطور که از مقایسه جداول 1 و 2 مشخص است با اعمال الگوریتم سنجش داخلی مسیرهای ورودی به شبکه جریان ورودی به میزان 11/8% کاهش یافته است. از دیگر پارامترهای مهم جهت بررسی مزیت این روش نرخ طول صف و مقایسه آن با قبل است. نرخ طول صف قبل و بعد از اعمال الگوریتم کنترلی برای مسیرهای ورودی به شبکه، شامل تقاطعهای 1، 2، 3، 6، 7، 10، 11، 12، 13 و 14 در جدول 3 و برای شبکه 4 تایی، شامل تقاطعهای 4، 5، 8 و 9 که در شکل 1 با کادر مشخص شده‌اند، در جدول 4 ارائه شده است.

جدول 3- نرخ طول صف در مسیرهای اطراف شبکه قبل و بعد از استفاده از الگوریتم کنترل دروازه‌ای

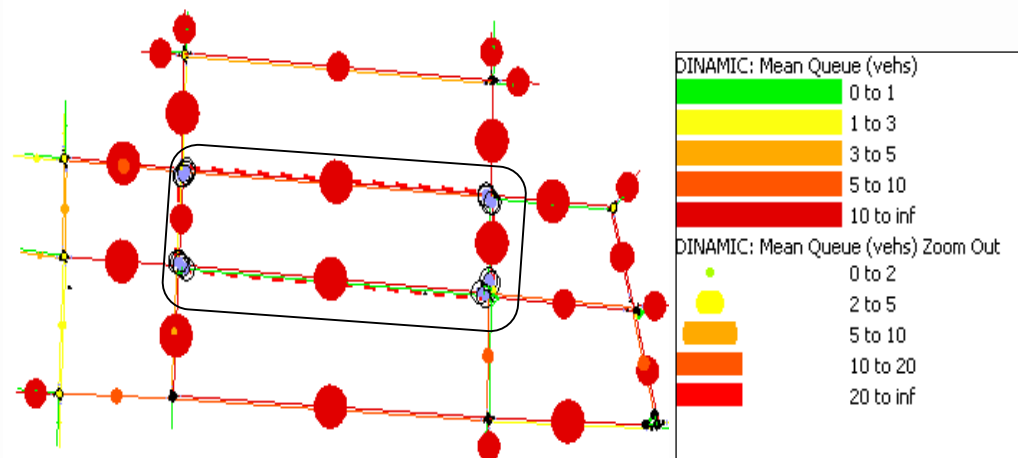
تقاطع	نرخ طول صف در شرایط پایه	نرخ طول صف بعد از اعمال الگوریتم سنجش داخلی
1	0/02	0/001
2	0/33	0/37
3	0/32	0/43
4	0/48	0/58
5	0/32	0/19
6	0/33	0/62
7	0/18	0/21
8	0/37	0/45
9	0/92	0/34
10	0/45	0/32
11	0/39	0/57
12	0/32	0/3
13	0/36	0/27
14	0/32	0/36
مجموع	0/35	0/36

همانطور که از جدول 3 مشخص شده است، نرخ طول صف در اکثر مسیرها کاهش است. بیشترین درصد افزایش نرخ طول صف مربوط به مسیر 6 به 5 بوده که دارای نرخ طول صف اولیه کمی می‌باشد. همچنین افزایش این نرخ در مسیرهایی رخ داده که دارای نرخ طول صف اولیه ناچیز و کمتر از 0/5 هستند. به عبارت دیگر پس از اعمال این الگوریتم، شبکه از نظر نرخ طول صف به حالت تعادل در بین مسیرهای خود، خواهد رسید.

جدول 4- نرخ طول صف در مسیرهای شبکه 4 تایی قبل و بعد از استفاده از الگوریتم سنجش داخلی و درصد تغییر در نرخ طول صف

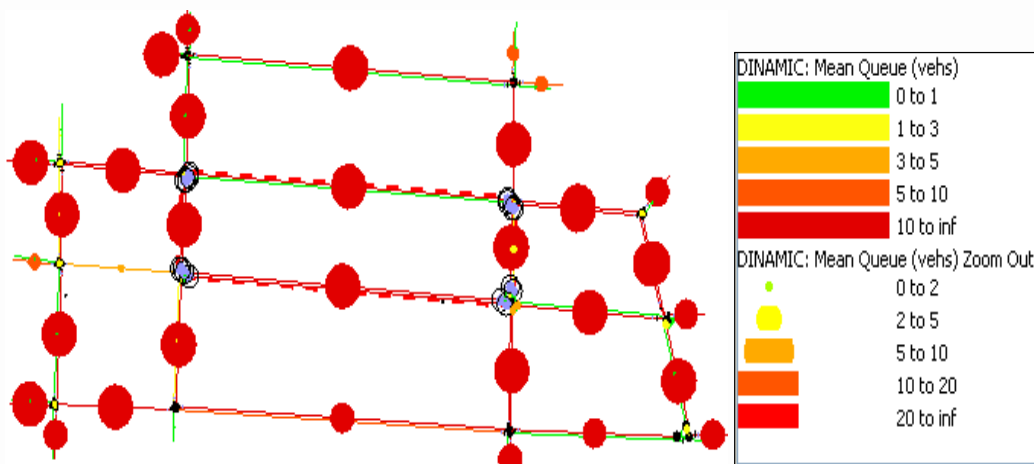
مسیر	نرخ طول صف در شرایط پایه	نرخ طول صف بعد از اعمال الگوریتم سنجش داخلی
4-5	0/06	0/05
5-4	0/55	0.597082
4-8	0/31	0.5405
8-4	0/72	0/68
5-9	0/61	0/53
9-5	0/54	0/33
8-9	0/05	0/05
9-8	0/51	0/43

علاوه بر نرخ طول صف که در جداول بالا ارائه شده‌اند، طول صف در تمامی مسیرها در قبل و بعد از اعمال سیاست مذکور در شکل‌های 2 و 3 نشان داده شده‌اند. همانطور که مشخص است با اجرای این سیاست از طول صف در شبکه مرکزی کاسته و به مسیرهای اطراف افزوده شده است.



شکل 2- طول صف قبل از اجرای سیاست سنجش داخلی.





شکل 3 - طول صف بعد از اجرای سیاست سنجش داخلی

با مقایسه دو شکل که طول صف را قبل و بعد از اجرای الگوریتم در تمامی مسیرهای شبکه نشان می‌دهد، طول صف در شبکه مرکزی که در شکل 3 با کادر نشان داده شده است، بعد از اعمال الگوریتم تقریباً ثابت مانده به این معنی که با اعمال محدودیت از ورود جریان تا حدی به داخل آن جلوگیری گردیده است.

برای بررسی محدوده مرکزی که کنترل آن مد نظر می‌باشد، یکبار آن محدوده را انتخاب و اجرا کرده تا مشخص شود که تأخیر، سرعت، چگالی و جریان در شبکه 4 تایی قبل و بعد از اعمال الگوریتم سنجش داخلی هر یک چه تغییری کرده‌اند.

اعمال این الگوریتم همانطور که انتظار می‌رفت تقریباً موجب ثابت ماندن قسمت مرکزی شده و تغییر پارامترهای آن ناچیز بوده چنانکه پارامترهای تأخیر 5%، چگالی 5%، جریان 3% در این شبکه درونی افزایش و سرعت 0/2% کاهش یافته‌اند. برای مثال مقدار سرعت از 53/8 به 53/7 (km/h) تغییر کرده است.

7 - نتیجه‌گیری

در این مقاله الگوریتمی برای کنترل دروازه‌ای در تقاطع‌های ورودی به شبکه فوق اشباع ارائه شد. این الگوریتم با اعمال محدودیت در قسمت مسیرهای ورودی به شبکه (رینگ پیرامونی) از تراکم و انسداد شبکه معابر جلوگیری به عمل آورده است.

این الگوریتم صرفاً در شریانی‌های ورودی به شبکه مرکزی اعمال گردید تا با ایجاد محدودیت برای نرخ طول صف در این شریانی‌ها جریان ورودی به شبکه مرکزی کنترل شود. با ارائه این الگوریتم



نتیجه می‌شود که شرایط شبکه مرکزی تحت کنترل (4 تقاطع داخلی) بهتر شده زیرا مقدار جریان محدود شده و از این طریق زمان تأخیر و چگالی نسبت به حالت اولیه کاهش داده شده است. همچنین نرخ طول صف در مسیرهای اطراف شبکه که از طریق آنها محدودیت به شبکه مرکزی اعمال شده افزایش و در داخل شبکه مرکزی که هدف کنترل و جلوگیری از افزایش تراکم ترافیک در داخل آن بوده، نرخ طول صف کاهش یافته است.

کنترل لحظه‌ای ترافیک برای شبکه‌های فوق اشباع جهت افزایش عملکرد سیستم و استفاده کامل از ظرفیت انباره صورت می‌گیرد. سیاست این کنترل جلوگیری از رشد صف در رویکردهای فوق اشباع است. برای این منظور می‌بایست طول صفوف کنترل شود. از طریق محدود کردن نرخ طول صف بین حداقل و حداکثر مقدار قابل قبول، می‌توان زمان سبز چراغ‌ها و در نتیجه طول سیکل آنها را تغییر داد و با توجه به شرایط موجود جریان ورودی به شبکه را محدود کرد، تا به این ترتیب طول صف از مقدار غیر قابل قبولی تجاوز نکرده و شبکه در رسیدن به حد فوق اشباع به صورت لحظه‌ای کنترل شود. همانطور که از نتایج ارائه شده برمی‌آید با استفاده از این روش طول صف در مسیرهای شبکه به مقدار قابل قبولی رسیده و تا حدودی کاهش یابد.



- [1] Ghods, Amir Hosein. Rahimi-Kian, Ashkan. (2010) "An Efficient Optimization Approach to Real-Time Coordinated and Integrated Freeway Traffic Control", IEEE Transactions On Intelligent Transportation Systems.
- [2] Derek, Quinn. (1992) "A Review of Queue Management Strategies", ITS University Of Leeds
- [3] Gazis, D.C. (1964). "Optimum control of a system of oversaturated Intersections", Operations Research 12, 815-831.
- [4] Gal-Tzur, A. Mahalel, D. Prashker, J.N. (1993) "Signal design for congested networks based on metering".
- [5] Cheng, Wei. Wang, Dianhai. Chen, Yuguang. Yuan, Manrong. Li, Xuemin. (2009) "Research on Signal Control Methods of Traffic Bottlenecks in City Road Network", IEEE computer society, DOI 10.1109/GCIS.2009.416
- [6] Tang-Hsien, Chang. Guey-Yin Sun. (2004) "Modeling and optimization of an oversaturated signalized network", Transportation Research Part B 38 (2004) 687-707.
- [7] Toshio, Yoshii. Yuji, Yonezawa. Ryuichi, Kitamura. (2010) "Evaluation of an Area Metering Control Method Using The Macroscopic Fundamental Diagram", Lisbon, Portugal.
- [8] Gartner ,Nathan H. Assman, Susan F. Lasaga, Fernando. Hou, Dennis L. (2002) "A multi-band approach to arterial traffic signal optimization", Published by Elsevier Ltd.
- [9] Lieberman, Edward B. Chang, P.E. Jinil. Shenk Prassas, Dr. Elena. (2000) 'Formulation of a Real-Time Control Policy for Oversaturated Arterials'.

علائم اختصاری استفاده شده در مقاله

G_A = زمان سبز تقاطع بالادست.(Sec).	G_B = زمان سبز تقاطع پایین دست.(Sec).
h = متوسط سرفاصله تخلیه صف (sec/veh).	L = طول مسیر .
L_r = متوسط فضایی که وسیله نقلیه در صف اشغال می کند.	$(LN)_{C1,C2}$ = تعداد خطوط در رویکردهای خیابان متقاطع.
$(LN)_{A,B}$ = تعداد خطوط رویکردها در تقاطع های A و B.	$N_{C1,C2}$ = متوسط تعداد وسایل نقلیه در خیابان متقاطع که در یک چرخه برای رویکردهای خیابان متقاطع سرویس می گیرند.
P_B = نسبت گردش کننده ها از مسیرهای فرعی به رویکرد اصلی به کل تغذیه کننده های رویکرد اصلی.	$P_{C1,C2}$ = نسبت کل ترافیک در خیابان متقاطع که وارد خیابان اصلی می شوند.
W = عرض تقاطع بالادست در رویکرد اصلی	S = زمان هدر رفته برای هر فاز سبز (sec).
L_D = فاصله بین شناسگر و خط ایست.	F = ضریب اطمینان برای محافظت در مقابل پس زدگی بر حسب واحد طول.
Δr = اختلاف در نسبت های صف.	$(LN)_x^j$ = تعداد خطوط در رویکرد j در تقاطع x .
P_A^j = درصد گردش به چپ کننده ها از تقاطع بالادست.	S^j = متوسط نرخ تخلیه وسایل نقلیه (veh/sec) .
$P_{C1,C2}$ = درصد گردش کنندگان از خیابان متقاطع.	$X_{C1,C2}$ = درصد اشباع در خیابان متقاطع.
$[r_{0,i}]_{est}$ = نسبت طول صف محاسبه شده در رویکرد i .	$[r_{0,i}]_{min}$ = حداقل نسبت طول صف در رویکرد i .
$[r_{0,i}]_{max}$ = حداکثر نسبت طول صف در رویکرد i .	V_1 = متوسط سرعت اولین وسیله نقلیه در گروه وسایل نقلیه ورودی، که مقدار آن مساوی 6 m/sec فرض شده است.
W = سرعت موج شوک، که مقدار آن مساوی 8 m/sec فرض شده است.	u = سرعت موج تخلیه، که مقدار آن 10 m/sec فرض شده است.

Implementation of gating control policy in an urban network based on roads internal metering

Behnam.Amini, Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Imam
Khomeini International University¹
Mina.Ghanbari Garakani, M.Sc., Department of Engineering, Imam Khomeini
International University²
bamini@ikiu.ac.ir¹
ghmina88@yahoo.com²

ABSTRACT

The purpose of the actuated systems is to minimize delay and stop times in an intersection. For signals timing in these systems, the real time traffic volume is used instead of pre timed systems. This method is used by delay computing. But the better results will be obtained if some coordinate parameters are used. In this paper, an algorithm has been presented to do gating control in entrance intersections in an urban network. In this algorithm the network inflow is metered by entrance intersections based on capacity of the arterials. By implementing this optimization algorithm, the network inflow and congestion have been decreased.

Key words: *network internal metering, optimized algorithm in signals timing, gating control, queue length ratio, traffic signals coordination.*

