

اصلاح روش سنتی کنترل ترافیک شهری و مقایسه آن با یک کنترل کننده فازی

رضا قادری¹، سارا میناگر²

1 - مقدمه

یکی از مشکلات شهرهای بزرگ ترافیک شهری است. برای کنترل ترافیک شهری از روشهای مختلف استفاده می‌شود که یکی از آنها کنترل چراغ راهنمایی در چهارراه‌ها است. منظور از کنترل چراغ راهنمایی این است که زمان چراغ سبز و قرمز هر مسیر به گونه‌ای تنظیم شود که بار ترافیک هر چهارراه به حداقل برسد. در این مقاله مسأله کنترل مجزای ترافیک در یک چهارراه را مورد بررسی قرار می‌دهیم. ابتدا روش های سنتی به کار رفته برای کنترل مجزای یک چهارراه را معرفی می‌کنیم (در متن کامل) و سپس معیار جدیدی برای کنترل زمان چراغ سبز پیشنهاد می‌کنیم. به علاوه کنترل کننده فازی را برای چهارراه به کار می‌بریم و با استفاده از شبیه سازی نتایج روشهای مختلف را با یکدیگر مقایسه می‌کنیم.

2 - تعریف مسأله:

برای مقایسه روش‌های مختلف ساده ترین چهارراه ممکن را شبیه‌سازی کرده‌ایم. چهارراه مورد بررسی دارای دو مسیر شمال- جنوب و شرق- غرب است و چراغ راهنمایی دارای دو فاز A و B می‌باشد. در فاز A چراغ برای مسیر شرق- غرب سبز و برای مسیر شمال- جنوب قرمز است. در فاز B چراغ برای مسیر شمال- جنوب سبز و برای مسیر شرق- غرب قرمز است. حداقل و حداکثر زمان مجاز برای هر چراغ سبز، همچنین زمان چراغ زرد در هر چهارراه از پیش تعیین می‌شود. در شروع هر چراغ سبز یک زمان تلف شده در نظر گرفته می‌شود که نمایانگر تأخیری است که برای شتاب گرفتن وسایل نقلیه و شروع به گذشتن از چهارراه لازم است.

3 - بهبود روش کنترل با توجه به ترافیک

در این روش که آنرا کنترل با توجه به ترافیک 2 می‌نامیم، تصمیم گیری در فواصل زمانی کوتاه Δt انجام می‌گیرد، به این ترتیب که با توجه به طول صف در زمان t تصمیم گیری می‌شود که فاز فعلی برای مدت زمان Δt آینده ادامه یا خاتمه یابد. برای چهارراه‌هایی که در آنها ترافیک مسیرهای مختلف دارای اهمیت یکسان می‌باشد (تقاطع اصلی- اصلی) قانون زیر نتیجه مطلوبی به دست می‌دهد: "هر چراغ سبز تا زمانی که طول صف به صفر برسد یا حداکثر زمان مجاز هر فاز به پایان برسد، سبز باقی می‌ماند." به کار بردن این روش به دلایل مختلف (ذکر شده در متن کامل) تأخیر متوسط و تعداد توقف‌ها را کاهش می‌دهد. در تقاطع های اصلی- فرعی قانون کنترل چراغ باید اصلاح شود، زیرا وقتی ترافیک ورودی مسیر اصلی سنگین است، لازم است چراغ سبز برای مسیر اصلی حتی پس از صفر شدن طول صف ادامه یابد تا تأخیر متوسط حداقل شود. برای چنین مواردی کنترل کننده فازی مناسب است که در بخش بعد به آن می‌پردازیم.

4 - کنترل کننده فازی برای سیگنال ترافیک

کنترل کننده فازی می‌تواند روش تصمیم گیری یک پلیس خبره را شبیه سازی کند. ورودی های این کنترل کننده طول صف و نرخ ترافیک ورودی مسیرهای مختلف و خروجی آن تصمیم "ادامه" یا "خاتمه" فاز فعلی است. قوانین کنترل کننده فازی برای تقاطع اصلی- فرعی به شرح زیر است:

If (Green_Q is not Small) then (output is extend)(1)

If (Green_Q is Small) then (output is terminate)(0.5)

If (Green_in is Large) then (output is extend)(0.5)

در این قوانین $Green_Q$ طول صف پشت چراغ سبز و $Green_in$ نرخ ترافیک ورودی مسیر چراغ سبز می‌باشد. قانون اول دارای وزن 1 و دو قانون

¹ استادیار دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر مجتمع فنی و مهندسی نوشیروانی بابل r_ghaderi@nit.ac.ir

² مربی دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر مجتمع فنی و مهندسی نوشیروانی بابل minagar@nit.ac.ir

بعدی دارای وزن 0.5 می‌باشند.

5 - نتایج شبیه سازی

در این بخش نتایج شبیه سازی کامپیوتری را ارائه کرده‌ایم. برای مقایسه روش‌های مختلف، مقادیر تأخیر متوسط و درصد اتومبیل‌های دارای توقف ناشی از به کارگیری هر روش محاسبه و گزارش شده است. از این پس برای اختصار روش کنترل با توجه به ترافیک را TA و روش کنترل با توجه به ترافیک 2 را TA2 می‌نامیم.

5-1 - ترافیک یکنواخت، تقاطع اصلی - فرعی

جدول 1 نتایج شبیه سازی چهارراه را برای ترافیک یکنواخت در تقاطع اصلی - فرعی نمایش می‌دهد. نسبت نرخ ترافیک ورودی اصلی به فرعی 8 در نظر گرفته شده و در مدت یک ساعت برای ترافیک سنگین 9700، برای ترافیک متوسط 6100 و برای ترافیک سبک 3000 اتومبیل وارد چهارراه شده‌اند. ملاحظه می‌شود که با افزایش بار ترافیک، برتری دو روش TA2 و فازی نسبت به TA بیشتر مشخص می‌شود. برای ترافیک سنگین روش TA قادر به کنترل چهارراه نبوده است؛ هر اتومبیل به‌طور متوسط 7.15 مرتبه پشت چراغ متوقف شده و دارای 498.12 ثانیه تأخیر بوده است. اما دو روش TA2 و فازی به خوبی ترافیک را کنترل کرده‌اند و به تأخیر متوسط به ترتیب 47.96 و 44.18 ثانیه و توقف کمتر از یک مرتبه منجر شده‌اند. روی هم رفته در تقاطع اصلی - فرعی کنترل فازی کمی بهتر از کنترل TA2 عمل کرده است.

6 - نتیجه گیری و پیشنهاد

با توجه به حالت های مختلف ترافیک چهارراه که بررسی شد، روش TA2 به طور قابل ملاحظه‌ای کاراتر از روش TA عمل می‌کند (در شرایط مختلف بین 9.20% تا 90.37% کاهش در میانگین تأخیر و بین 6.44% تا 86.78% کاهش در درصد توقف). کنترل فازی در تقاطع اصلی - فرعی کمی بهتر از TA2 و در تقاطع اصلی - اصلی کمی ضعیف‌تر از آن عمل می‌کند.

جدول 1: مقایسه روش‌های مختلف کنترل برای ترافیک ورودی یکنواخت در تقاطع اصلی - فرعی

Traffic Volume	Performance Measure	Traffic Actuated	Traffic Actuated 2	Fuzzy Control
Low	Avrg Delay(S)	7.00	6.28	6.43
	Diff%		-10.29%	-8.14%
	Stopped%	50.91	43.38	42.26
	Diff%		-14.79%	-16.99%
Medium	Avrg Delay(S)	21.27	10.34	10.07
	Diff%		-51.39%	-52.66%
	Stopped%	75.69	30.08	29.88
	Diff%		-60.26%	-60.52%
High	Avrg Delay(S)	498.12	47.96	44.18
	Diff%		-90.37%	-91.13%
	Stopped%	715.77	94.63	88.24
	Diff%		-86.78%	-87.67%