مدیریت شهری
شماره ۴۱ زمستان ۹۴
No.41 Winter 2015
۲۰۵-۲۱۲
زمان دریافت مقاله: ۱۳۹۴/۵/۲۱ زمان پذیرش نهایی: ۱۳۹۴/۸/۲۲

سیستم‌های پیشرفته اطلاع‌رسانی به راننده در مدیریت ترافیک شهر تهران

امیرحسین فانی*- کارشناس ارشد مهندسی عمران گرایش راه وترابری، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تهران، ایران.
عباس بابازاده-استادیار دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تهران، ایران.

چکیده
سیستم‌های پیشرفته اطلاع‌رسانی به راننده (ATIS) می توانند در زمینه‌های مختلفی نظیر کمک به استفاده کنندگان برای تصمیم‌گیری در انتخاب مسیر، کاهش تراکم ترافیکی در شبکه و بهبود عملکرد آن موثر باشند. این سیستم‌ها می‌توانند بر پایه‌ی معیارها و اهداف مختلف، اطلاعات متفاوتی را به استفاده کنندگان ارائه دهند. در این مقاله، جهت بهبود عملکرد شبکه، فرض می‌شود که کلیه وسایل نقلیه شهر تهران مجهز به ATIS هستند و به کاربران شبکه اطلاعات مسیرها برمبنای تعادل سیستم ارائه می‌شود. با توجه به این که زمان سفرهای برخی از مسیرهای پیشنهادی از زمان سفر کوتاه‌ترین مسیرهای شبکه بیشتر است، تنها گروهی از استفاده‌کنندگان از آن اطلاعات پیروی می کنند و گروه دیگر از کوتاهترین مسیرها استفاده می‌کنند. بنابراین، استفاده کنندگان به این دو گروه تقسیم و به ترتیب بر مبنای تعادل سیستم و تعادل استفاده کننده به شبکه تخصیص داده می‌شوند. با تعمیم الگوریتم مطرح فرانک- ولف، روش حلی تکراری برای تخصیص همزمان تقاضای هر دو گروه ارائه شده، و تحلیل حساسیتی روی کل زمان سفر و سرعت متوسط شبکه برای درصدهای مختلف استفاده از اطلاعات مسیرها انجام می‌شود.
واژگان کلیدی: سیستم‌های پیشرفته‌ی اطلاع‌رسانی به راننده، انتخاب مسیر، تعادل استفاده کننده، بهینه سیستم.

Advanced traveler information systems (ATIS) for traffic management of Tehran road network

Abstract
The advanced traveler information systems (ATIS) are designed to be efficient in many aspects such as helping users in making travel route choice decisions, alleviating road congestion and enhancing network performance. These systems can propose a variety of information to users due to their criteria and objectives. In this paper, to enhance the performance of the network, it is assumed that all of the vehicles in Tehran network are equipped with ATIS and the information of system optimal (SO) routs is proposed to the users. By noting that the travel times of some suggested paths are more than those of the shortest paths of the network, simply a portion of the users follows the information while the other uses the shortest paths. Accordingly, users are divided into two groups, and assigned to the network based on system optimal and user equilibrium, respectively. An iterative method is presented for assigning the demand of both groups simultaneously based on extending the well-known Frank-Wolf algorithm. Moreover, a sensitivity analysis of total travel time and average travel speed is performed regarding the different percentages of using the information of routes.
Keywords: ATIS, Route Choice, User Equilibrium, System Optimal.

* نویسنده مسوول مکاتبات، شماره تماس: ۰۹۱۲۴۸۵۵۵۴۵، رایانامه: amir.fani@ut.ac.ir

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-01-29]

مقدمه

پدیـده تراکـم ترافیکـی یکی از مشـکلات حمـل و نقل درون شـهری بـه خصـوص در شـهرهای بـزرگ اسـت. رشـد روزافـزون جمعیـت و مالکیـت وسـیله نقلیـه شـخصی و متعاقـب آن‌هـا افزایـش تقاضـای سـفر و همچنیـن عدم توزیـع بهینه جریان ترافیکی در سـطح شـبکه معابـر علاوه بـر افزایـش تراکـم، می تواند منجر بـه افزایـش آلودگی‌هـای زیسـت محیطـی، آلودگـی صوتـی، تصادفـات و اتـلاف وقـت اسـتفاده کنندگان شـود. بنابرایـن یکـی از اهـداف مطالعـات حمـل و نقل شـهری ارائـه سیاسـت‌های مدیریتـی جهـت توزیـع نزدیـک بـه بهینـه‌ی جریـان در شـبکه اسـت کـه می‌توانـد تـا حـدودی اثـرات نامطلـوب حمـل و نقـل شـهری را کاهش دهـد. یکی ازجدیدتریـن و موثرترین راهکارهـای مدیریـت ترافیک که از فـن آوری اطلاعات نشـأت می گیـرد، ایـده بکارگیـری سیسـتم‌های حمل و نقـل هوشـمند (ITS) اسـت کـه می‌توانـد بـرای دسـتیابی بـه تحـرک پویـا و روان ارتباط مناسـبی بین کاربر و مسـیر انتخاب شـده توسـط او برقرار کند (آدلر و بلـو، ۱۹۹۸، ص ۱۵۷).

سیسـتم حمـل و نقـل هوشـمند (ITS) بـه کاربـرد ترکیبی پـردازش اطلاعات، ارتباطـات و تکنولوژی‌های حسـاس بـه سـاختار حمـل و نقـل و عملکـرد آن بـه منظـور دسـتیابی بـه حمـل و نقـل روان، کارا و ایمـن اطـلاق می‌شـود. ابزارهـای ITS از طریـق بهبـود عملکـرد سیسـتم باعث صرفـه جویی در وقـت، کاهش تصادفـات، بهبـود کیفیـت زندگـی و محیط‌زیسـت و افزایـش کارایـی فعالیت‌هـای اقتصـادی می‌شـود. بـه کارگیـری سیسـتم‌های پیشـرفته اطلاع‌رسـانی بـه راننده (ATIS) یکی از روش‌های اسـتفاده از ابزارهای ITS می‌باشـد کـه مطالعات گسـترده‌ای بـرای اجرای مناسـب آن انجـام شـده اسـت (هـال، ۱۹۹۲، ص ۸۹). در سـال‌های اخیـر، تلاش‌هـای زیـادی برای گسـترش سیسـتم‌های پیشـرفته اطلاع‌رسـانی بـه راننـده هـم از سـوی گردانندگان سیسـتم‌های حمـل و نقـل و هـم از سـوی مجامـع علمـی صـورت گرفتـه اسـت. ATIS بـه اسـتفاده‌کنندگان (رانندگان) کمـک می‌کنـد تـا اطلاعـات محـدود خـود از شـبکه را بهبـود ببخشـند و از ایـن طریـق هـم بهتـر انتخاب مسـیر کننـد و هم از اسـترس و نگرانی ناشـی از مسیریابی بکاهند. همچنین از فوایـد ATIS برای گردانندگان سیسـتم حمل ونقل می‌تـوان بـه کاهش تاخیر، زمان سـفر، مصرف سـوخت و انتشـار گازهـای آلاینده در سیسـتم نام بـرد. (کروس و همـکاران، ۲۰۰۶، ص ۱۲۷)

تاکنـون تحقیقـات زیـادی بـر روی مدلسـازی تاثیرات ATIS و ارزیابـی آن روی شـبکه‌های شـهری انجـام شـده اسـت. در این تحقیقات عموماً از سـه نـوع تعادل شـامل تعـادل اسـتفاده‌کننده (UE)، تعـادل سیسـتم (SO)، و تعـادل اسـتفاده‌کننده تصادفـی (SUE) یـا ترکیبـی از آنهـا برای مدلسـازی شـبکه‌های بـا ATIS اسـتفاده شـده اسـت. زیـرا واضـح اسـت کـه رانندگان دارای وسـایل نقلیـه مجهـز به ATIS نسـبت به سـایر رانندگان رفتـار متفاوتی در تصمیم گیری برای انتخاب مسـیر خواهنـد داشـت، و بـه عـلاوه کیفیـت اطلاعات داده شـده نیـز بـر ایـن تصمیم‌گیـری مؤثـر خواهد بود (سـان و همـکاران، ۲۰۱۴، ص ۱۲۱). همچنیـن در دسـته مطالعات دیگری بـر روی موضوع اطلاع رسـانی بـه رانندگان، تأثیـر اطلاعـات داده شـده بـه کاربـران شـبکه در مـدل انتخـاب مسـیر آن‌هـا مـورد بررسـی قـرار گرفتـه اسـت (ممسـنی و لیـو، ۱۹۹۹، ص ۹۱) (لـو و همـکاران، ۲۰۱۱، ص ۸۹) (بـن الیـا و همکاران، ۲۰۱۳، ص ۱۴۶) (وو و هوانـگ، ۲۰۱۰، ص ۲۷۱).

کنافانـی و الدیک (۱۹۹۱، ص ۱۹۱) کارایی سیسـتم‌های اطلاع‌رسـانی را با مقایسـه‌ی کل زمان سـفر شـبکه در دو حالـت UE و SO تخمین زدند. هارکر (۱۹۸۸، ص ۳۹) و بنت (۱۹۹۳، ص ۱۷۷) اسـتفاده‌کنندگان مجهز بـه ATIS را بر اسـاس SO و سـایر اسـتفاده‌کنندگان را بـر اسـاس UE مـدل کردنـد. بـن اکیوا و همـکاران (۱۹۹۱، ص ۲۵۱) و کوتسـپولوس و لوتان (۱۹۹۰، ص ۱۴۵) بـا در نظـر گرفتـن ایـن نکتـه کـه بـا پیشـرفت سیسـتم‌های اطلاع‌رسـانی و کیفیـت اطلاعـات، رانندگان دارای این سیسـتم‌ها مسـیرهای مناسـب‌تری

مدیریت شهری
فصلنامه مدیریت شهری
Urban Management
شماره ۴۱ زمستان ۹۴
No.41 Winter 2015

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-01-29]

را انتخاب می‌کنند، آن‌ها را بر اساس تعادل UE و سایر رانندگان را بر مبنای تعادل SUE مدل کردند. لو و زتو (۲۰۰۲، ص ۱۱۳)، یین و یانگ (۲۰۰۳، ص ۱۶۵) و هانگ و لی (۲۰۰۷، ص ۱۴۶۴) برای هر دو گروه مجهز و غیرمجهز به ATIS از دو مدل مختلف تعادل SUE بر مبنای لوجیت استفاده کردند. روش آن‌ها نزدیکی بیشتری به واقعیت رفتار تصادفی استفاده‌کنندگان دارد، زیرا هیچیک از آن دو گروه نمی‌توانند محاسبه‌ی کاملا دقیقی از زمان سفر مسیرها داشته باشند. همچنین اخیرا اجرای تخصیص دینامیکی برای بررسی وضعیت شبکه با توجه به وجود سیستم‌های اطلاع‌رسانی در شبکه مورد مطالعه قرار گرفته است (ژانگ و همکاران، ۲۰۱۳، ص ۱۱۸) (بیفولکو و همکاران، ۲۰۱۴، ص ۳۰) (میتساکیس و همکاران، ۲۰۱۵، ص ۸۶۶) (زتو، ۲۰۱۴، ص ۳۲۳).

تعریف مسأله

سیستم‌های اطلاع‌رسانی به استفاده‌کنندگان می‌توانند بر پایه‌ی معیارها و اهداف مختلف، اطلاعات متفاوتی را به کاربران ارائه دهند. به عنوان مثال، برخی از سیستم‌ها اطلاعات مربوط به کوتاه‌ترین مسیرها را در دسترس استفاده‌کنندگان قرار می‌دهند و در نتیجه آن‌ها را به سمت تعادل استفاده‌کننده سوق می‌دهند. در این حالت هر استفاده‌کننده مجهز به ATIS ، از مسیرهای پیشنهادی راضی می‌باشد، زیرا زمان سفرش کمتر یا مساوی زمان سفر مسیرهای دیگر بوده و در نتیجه تغییر مسیر به نفعش نیست (واردراپ، ۱۹۵۲، ص ۳۲۵). با این وجود، این وضعیت برای گردانندگان شبکه نامطلوب است، زیرا آن‌ها تمایل دارند با برقرارکردن تعادل SO کل زمان سفر در شبکه را می‌نیمم کنند.

در برخی دیگر از سیستم‌ها، اطلاعات مسیرها جهت برقراری SO به استفاده‌کنندگان مجهز ارائه می‌شود. در این نوع سیستمها همیشه این نگرانی وجود دارد که بعضی از استفاده‌کنندگان از مسیرهای پیشنهادی استفاده نکنند (ممسنی و پیتا، ۱۹۹۳، ص ۸۳). زیرا در این حالت، زمان سفر برخی از مسیرهای پیشنهادی از زمان سفر کوتاه‌ترین مسیرها بیشتر است، و در نتیجه رانندگانی که آشنایی بیشتری با شبکه دارند به خاطر منفعت فردی خود آن پیشنهادات را منصفانه نمی‌دانند.

جان و همکاران (۲۰۰۵، ص ۶۰۰)، با اضافه کردن محدودیت‌هایی به مسأله SO، شبکه‌های با ATIS را طوری مدل کردند که اولا کل زمان سفر در شبکه نسبت به حالت UE کمتر باشد، و در عین حال مسیرهای پیشنهادی ATIS نسبت به حالت SO منصفانه‌تر شوند. اعمال این محدودیت‌ها به مسأله از افزایش بیش از حد زمان سفر مسیرهای پیشنهادی نسبت به کوتاه‌ترین مسیرها جلوگیری می‌کند.

در این مقاله فرض می‌شود که تمام وسایل نقلیه معادل سواری شهر تهران مجهز به ATIS باشند و اطلاعات مسیرها با فرض برقراری SO به استفاده‌کنندگان ارایه شوند. به علاوه، با توجه به توضیحات ارایه شده در فوق، فرض می‌شود که بخشی از استفاده‌کنندگان از اطلاعات پیشنهادی پیروی می‌کنند و مابقی به دلایل مختلف (از جمله شناخت کافی نسبت کوتاهترین مسیرهای شبکه بر اساس تجارب کسب شده در استفاده‌های قبلی) این پیشنهادات را نپذیرفته و از همان کوتاهترین مسیرهای مربوط به UE استفاده می‌کنند. بر این اساس، شبکه معابر تهران برای سناریوهایی مختلف از درصد پذیرش اطلاعات SO مدل شده و سپس کل زمان سفر و سرعت شبکه نسبت به آن درصدها تحلیل حساسیت می‌شوند.

الگوریتم حل مسأله

همانطور که در بخش قبل اشاره شد، در تعریف مسأله این مقاله استفاده کنندگان شبکه به دو گروه تقسیم می‌شوند. گروه اول که از اطلاعات ارائه شده پیروی نمی‌کنند و در نتیجه در حالت UE مدل می‌شوند، و گروه دوم که از این اطلاعات استفاده می‌کنند و در حالت SO مدل می‌شوند. برای حل

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-01-29]

مسأله UE از الگوریتم معروف فرانک- ولف (فرانک و ولف، ۱۹۵۶، ص ۹۵) استفاده می‌شود. این الگوریتم روشی تکراری است که در آن از نوعی جستجوی خطی برای یافتن اندازه‌ی گام حرکت در هر تکرار استفاده می‌شود. در هر تکرار این الگوریتم، جهت نزول برابر با تفاضل بین جواب حاصل از تخصیص همه یا هیچ و جواب مرحله قبل به دست می‌آید. مسأله‌ی UE برای گروه اول به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$Min\ Z_u = \sum_w \int_0^{x_a^u} t_a(x_a^s + w)\,dw \qquad (۱)$$

$$s.t. \quad \sum_k f_k^{rs} = q_{rs}^u \qquad \forall r,s \qquad (۱-۱)$$

$$f_k^{rs} \geq 0 \qquad \forall r,s,k \qquad (۱-۲)$$

$$x_a^u = \sum_{r,s}\sum_k f_k^{rs}\delta_{ak}^{rs} \qquad (۱-۳)$$

که در آن q_{rs}^u تقاضای گروه اول (تقاضایUE)، x_a^u جریان a در کمان حاصل از تقاضایUE، x_a^s جریان در کمان a حاصل از تقاضای گروه دوم (تقاضای SO)، f_k^{rs} جریان در مسیر k از مبدا r به مقصد s مربوط به تقاضای UE، δ_{ak}^{rs} برابر است با ۱ اگر کمان a روی مسیر k از r به s واقع باشد، و در غیر این صورت برابر صفر است. در این مدل زمان سفر متوسط هر کمان a به صورت تابع $t_a(x_a)$ با $x_a = x_a^s + x_a^u$ تعریف شده است.

برای حل مسأله‌ی SO نیز از همان الگوریتم فرانک- ولف استفاده می‌شود، با این تفاوت که تابع زمان سفر حاشیه‌ای $\tilde{t}_a(x_a)$ جایگزین $t_a(x_a)$ می‌شود. زیرا حل مسأله‌ی SO با تابع زمان سفر $t_a(x_a)$، معادل است با حل مسأله‌ی UE با تابع زمان سفر $\tilde{t}_a(x_a)$ (شفی، ۱۹۸۵). با تعریف به صورت $t_a(x_a) = t_a(x_a) + x_a t'_a(x_a)$ مسأله‌ی SO برای گروه دوم به صورت زیر بیان می‌شود.

$$MinZ_s = \sum_w \int_0^{x_a^s} \tilde{t}_a(w + x_a^u)\,dw \qquad (۲)$$

$$s.t. \quad \sum_k g_k^{rs} = q_{rs}^s \qquad \forall r,s, \qquad (۲-۱)$$

$$g_k^{rs} \geq 0 \qquad \forall r,s,k \qquad (۲-۲)$$

$$x_a^s = \sum_{r,s}\sum_k g_k^{rs}\delta_{ak}^{rs} \qquad (۲-۳)$$

که در آن تعریف نمادهای ریاضی شبیه تعاریف قبلی است با این فرق که رونویس s (به جای u) معرف حالت SO بوده و g_k^{rs} جریان در مسیر k از مبدا r به مقصد s مربوط به تقاضای SO است. دو مدل ارایه شده در فوق با توجه به تعریف توابع $t_a(x_a)$ و $\tilde{t}_a(x_a)$ نمی‌توانند به طور مستقل حل شوند. به همین منظور در این مقاله با تعمیم الگوریتم فرانک- ولف روشی تکراری برای حل همزمان آنها ارایه می‌شود. در هر تکرار این روش، تقاضاهای q_{rs}^u و q_{rs}^s به صورت همه یا هیچ به شبکه تخصیص داده می‌شوند تا جهات حرکت و سپس اندازه‌های گام در آن تکرار به دست آیند و الگوریتم تا رسیدن به جواب تعادلی تکرار می‌شود.

گام‌های این الگوریتم به به شرح زیر است:

گام ۰- مقادیر اولیه: جواب اولیه‌ی x_a^u و x_a^s را تعیین و دقت جواب ε را انتخاب کنید.

گام ۱- شرط توقف UE: قرار دهید $x_a = x_a^u + x_a^s$ برای هر کمان a کوتاه‌ترین مسیرها را بر اساس زمان‌های $t_a(x_a)$ حساب کنید و $u^u = (u_{rs}^u)$ را برابر بردار طول کوتاه‌ترین مسیرها بین زوج‌های مبدا- مقصد قرار دهید. شکاف نسبی RG_u را حساب کنید:

$$(۳)\ TC_u = \sum x_a^u t_a(x)$$

$$(۴)\ RG_u = (TC_u - u^u d^u)/TC_u$$

اگر $RG_u \leq \varepsilon$ به گام ۵ بروید.

گام ۳- جهت حرکت UE: با تخصیص تقاضای d^u به مسیرهای بدست‌آمده در گام ۱ جواب کمکی y_a^u را پیدا کنید.

گام ۴- اندازه گام: اندازه‌ی گام α را از حل مسأله‌ی زیر پیدا کن.

$$(۵)\ MinZ(\alpha) = \sum_a \int_0^{x_a^u + \alpha(y_a^u - x_a^u)} t_a(x_a^s + w)\,dw$$

$$s.t. \quad 0 \leq \alpha \leq 1$$

گام ۵- حرکت UE:

$$(۶)\ x_a^u = x_a^u + \alpha(y_a^u - x_a^u)$$

مدیریت شهری
فصلنامه مدیریت شهری
Urban Management
شماره ۴۱ زمستان ۹۴
No.41 Winter 2015

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-01-29]

گام ۶- شرط توقفSO : قرار دهید. $x_a = x_a^s + x_a^u$ برای هر کمان a کوتاه‌ترین مسیرها را بر اساس زمان‌های $\tilde{t}_a(x_a)$ حساب کنید. $u^s = (u_{rs}^s)$ را برابر بردار طول کوتاه‌ترین مسیرها بین زوج‌های مبدا- مقصد قرار دهید. شکاف نسبی RG_s را حساب کنید :

$$(۷) TC_s = \sum x_a^s \tilde{t}_a(x)$$

$$(۸) RG_s = (TC_s - u^s d^s) / TC_s$$

اگر $RG_s \le \varepsilon$ به گام ۹ بروید.

گام ۷- جهت حرکت SO : با تخصیص تقاضای d^s به مسیرهای بدست‌آمده در گام ۵ جواب کمکی y_a^s را پیدا کنید.

گام ۸- اندازه گام SO: اندازه‌ی گام α را از حل مسأله‌ی زیر پیدا کنید.

$$(۹) \quad MinZ(\alpha) = \sum_a \int_0^{x_a^s + \alpha(y_a^s - x_a^s)} \tilde{t}_a(w + x_a^u) dw$$

$$s.t. \qquad 0 \le \alpha \le 1$$

گام ۹- حرکت SO :

$$(۱۰) x_a^s = x_a^s + \alpha(y_a^s - x_a^s)$$

گام ۱۰-شرط توقف کلی:اگر $RG_u \le \varepsilon$ و $RG_s \le \varepsilon$ پایان. وگرنه به گام ۱ برگردید.

در این مقاله از ساختار مشابه برنامه‌ی نوشته شده توسط جوانی (۱۳۹۰) برای نوشتن الگوریتم فوق استفاده شده است.

نتایج عددی

الگوریتم ارائه شده در بخش ۳ به صورت یک برنامه کامپیوتری توسط کامپایلر MICROSOFT VISUAL C++ ویرایش ۶ نوشته و برای شبکه‌ی تهران روی یک کامپیوترTM(Intel(R) Core(Duo CPU ۲ با سرعت ۲/۵۳ GHz و حافظه RAM چهار گیگابایت و با در نظرگرفتن دقت نهایی برابر ۰/۲ و ماکزیمم تکرار برابر ۵۰ اجرا شد.

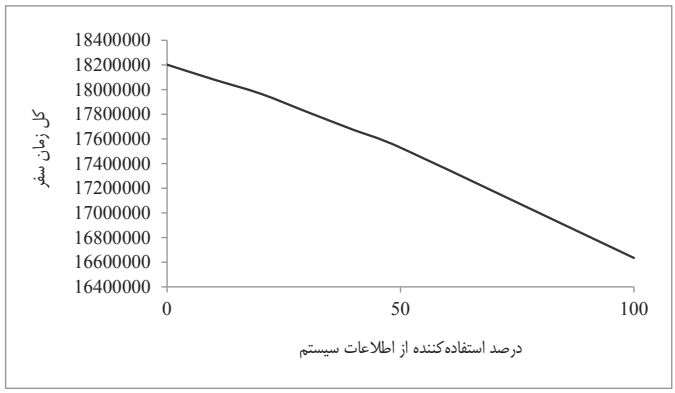
جدول ۱ نتایج حاصل از الگوریتم پیشنهادی را برای درصدهای مختلف استفاده از اطلاعات SO در شبکه تهران نشان می‌دهد. این نتایج شامل کل زمان سفر و سرعت متوسط، به عنوان شاخص‌هایی از عملکرد شبکه هستند. مشاهده می‌شود که کل زمان سفر با افزایش درصد استفاده از اطلاعات کم شده، و مقدار این کاهش در درصدهای بزرگتر کمی بیشتر است. این در حالی است که سرعت متوسط تقریبا به صورت خطی با افزایش درصد استفاده زیاد می‌شود. شکل‌های ۱ و ۲ به ترتیب روند کاهش کل زمان سفر و افزایش سرعت را برای درصدهای مختلف استفاده از اطلاعات نشان می‌دهند.

همانطور که جدول ۱ نشان می‌دهد، وقتی هیچ راننده‌ای از ATIS استفاده نمی‌کند، کل زمان سفر شبکه بیشترین مقدار خود را دارد که این حالت

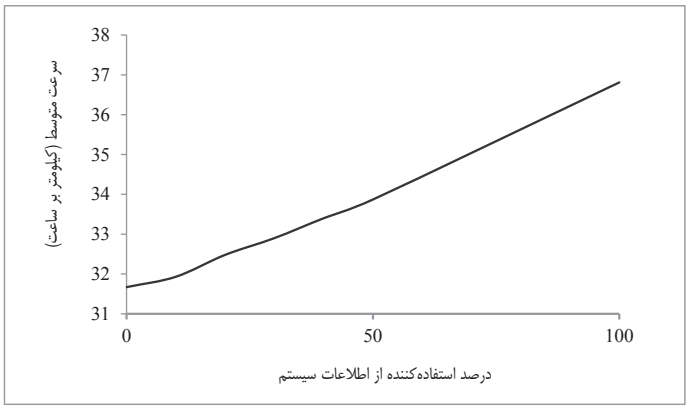
جدول ۱. کل زمان سفر و سرعت متوسط برای درصدهای مختلف استفاده از اطلاعات تعادل سیستم در شبکه تهران

درصد استفاده از اطلاعات سیستم	کل زمان سفر (وسیله- دقیقه)	سرعت متوسط (کیلومتر بر ساعت)
۰٪ (UE)	۱۸۲۰۲۵۶۸	۳۱,۶۷
۱۰٪	۱۸۰۸۲۱۱۳	۳۱,۹۳
۲۰٪	۱۷۹۶۷۵۷۵	۳۲,۴۸
۳۰٪	۱۷۸۱۹۰۳۴	۳۲,۹
۴۰٪	۱۷۶۷۲۷۲۶	۳۳,۴
۵۰٪	۱۷۵۲۹۵۴۴	۳۳,۸۷
۱۰۰٪ (SO)	۱۶۶۳۴۴۷۸	۳۶,۸۱

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-01-29]



شکل ۱. روند کاهش کل زمان سفر برای درصدهای مختلف استفاده از اطلاعات تعادل سیستم در شبکه تهران



شکل ۲. روند افزایش سرعت متوسط برای درصدهای مختلف استفاده از اطلاعات تعادل سیستم در شبکه تهران

فصلنامه مدیریت شهری
Urban Management
شماره ۴۱ زمستان ۹۴
No.41 Winter 2015

نشان دهنده تعادل UE می‌باشد. به همین ترتیب با افزایش تعداد رانندگانی که از مسیرهای پیشنهادی پیروی می‌کنند، کل زمان سفر شبکه کاهش پیدا کرده و همراه با آن سرعت متوسط وسایل نقلیه افزایش می‌یابد. در تئوری، وقتی همه رانندگان از مسیرهای SO استفاده کنند، کل زمان سفر شبکه مینیمم می‌شود. اما این اتفاق هیچگاه در واقعیت رخ نخواهد داد، زیرا در شهرهایی مثل تهران، تنها درصدی از رانندگان از تجهیزات ATIS استفاده می‌کنند. اما، همانطور که شکل های ۱ و ۲ نشان می‌دهند، اگر بتوان نیمی از رانندگان شهر تهران را تشویق به برقراری ارتباط با ATISو استفاده از آن کرد، کل زمان سفر شبکه به اندازه ۴ درصد نسبت به وضع موجود کاهش یافته و سرعت متوسط در شبکه به اندازه ۲ کیلومتر بر ساعت افزایش می یابد.. نتایج این مقاله اهمیت استفاده از سیستم‌های اطلاع‌رسانی را به عنوان یکی از گزینه‌های نوین حل مشکلات ترافیکی شبکه‌های شهری نشان می‌دهد. قطعاً، طراحی مناسب نوع و میزان اطلاع رسانی توسط این سیستم‌ها موجب مقبولیت اجتماعی و عملکرد بهتر آنها خواهد بود. از طرفی، این گزینه نسبت به گزینه‌های ساخت شبکه بسیار کم هزینه بوده و بر خلاف آنها مشکلات اجرا ندارد. لذا سیستم‌های پیشرفته‌ی اطلاع‌رسانی به راننده می‌تواند به عنوان گزینه‌ای کارا، کم هزینه و قابل اجرا مطرح باشد.

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-01-29]

نتیجه‌گیری و جمعبندی

به کمک الگوریتم فرانک- ولف تاثیر استفاده از سیستم‌های پیشرفته‌ی اطلاع‌رسانی به رانندگان (ATIS) در بهبود عملکرد شبکه تهران نشان داده شد. ATIS با برقراری ارتباط یکطرفه یا دوطرفه با رانندگان، مسیرهایی را برای سفر آنها پیشنهاد می‌دهد تا از این طریق بتواند در جهت هدفی مشخص مثل کاهش کل زمان سفر در شبکه حرکت کند. برای بررسی نحوه تاثیر ATIS بر عملکرد شبکه معابر، استفاده‌کنندگان به دو گروه UE و SO تقسیم شدند، به طوری که گروه اول از اطلاعات ATIS نمی‌کند و گروه دوم مسیرهای پیشنهاد شده توسط ATIS را می‌پذیرد. با تعمیم الگوریتم فرانک- ولف روشی تکراری برای تخصیص همزمان تقاضای هر دو گروه به شبکه ارایه، و برای درصدهای مختلف استفاده از ATIS روی شبکه تهران آزمایش شد. نتایج نشان دادند که هر چه نسبت تقاضای SO به UE بیشتر شود، عملکرد شبکه بهتر خواهد شد. بنابراین، سیستم‌های اطلاع‌رسانی در صورت طراحی مناسب می‌توانند به عنوان گزینه‌ای کارا برای کاهش مشکلات ترافیکی شهر تهران مطرح باشند.

منابع و ماخذ

جوانی، بابک (۱۳۹۰) الگوریتم خطی سازی مبتنی بر مسیر برای مسایل تخصیص ترافیک بزرگ مقیاس. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، دانشکده مهندسی عمران.

Adler, J. L., Blue, V. J., (1988), Toward the design of intelligent traveler information systems, Transportation Research C, 6, 157-172.

Ben-Akiva, M., de Palama, A., Kaysi, I., (1991), Dynamic network models and driver information systems. Transportation Research A 25, 251–266.

Ben-Elia, E., Di Pace, R., Bifulco, G. N., Shiftan, Y., (2013), The impact of traveler information's accuracy on route-choice, Transportation Research C, 26, 146-159.

Bennett, L., (1993), The existence of equivalent mathematical programs for certain mixed equilibrium traffic assignment problems. European Journal of Operational Research 71, 177–187.

Bifulco, J. N., Cantarella, G. E., Simonelli, F., (2014), Design of signal setting and advanced traveler information systems. Journal of Intelligent Transportation Systems: technology, Planning and Operations, 18(1), 30-40.

Chorus, C. G., Molin, E. J. E., Wee, B. V., (2006), Use and effects of advanced traveler information services (ATIS): a review of the literature, Transportation Reviews: A Transnational Transdisciplinary Journal, 26(2), 127–149.

Frank, M., Wolfe, P., (1956), An algorithm for quadratic programming. Naval Res. Logist. Quart. 3, 95–110.

Hall, R. W., (1992), Non-recurrent congestion: how big is the problem? are traveler information systems the solution?, Transportation Research C, 1(1), 89-103.

Harker, P., (1988), Multiple equilibrium behaviors in networks. Transportation Science 22, 39–46.

Huang H J, Li Z C. (2007), A multi-class, multi-criteria logit-based traffic equilibrium assignment model under ATIS. European Journal of Operational Research, 176(3), 1464–1477.

Jahn, O., Mohring, R., Schuls, A. S., Stier Moses, N. E., (2005), System-Optimal Routing of Traffic Flows with User Constraints in Networks with Congestion,Operations Research, 53(4), 600–616.

Kanafani, A., Al-Deek, H., (1991), A simple model for route guidance benefit. Transportation Research B, 25, 191–202.

Koutsopoulos, H.N., Lotan, T., (1990), Motorist

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-01-29]

information systems and recurrent traffic congestion: sensitivity analysis of expected results. Transportation Research Record 1281, 145–158.

Lo, H., Szeto, W., (2002), A methodology for sustainable traveler information services. Transportation Research B 36, 113–130.

Lu, X., Gao, Z., Ben-Elia, E., (2011), Information impacts on route choice and learning behavior in a congested network: an experimental approach, Transportation Research Record, 2243, 89–98.

Mahmassani, H. S., Liu, Y., (1999), Dynamics of commuting decision behavior under advanced traveler information systems, Transportation Research C, 7, 91-107.

Mahmassani, H. S., Peeta, S., (1993), Network performance under system optimal and user equilibrium dynamic assignments: Implications for advanced traveler information systems. Transportation Research Record, 1408, 83–93.

Mitsakis, E., Grau, J. M., Stamos, I., Aifadopoulou, G., (2015), An integrated framework for embedding large-scale dynamic traffic assignment models in advanced traveler information systems, Journal of Intelligent Transportation Systems: technology, Planning and Operations, 38(8), 866-877.

Sheffi, Y., (1985), Urban Transportation Networks. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.

Sun, H., Wu, J., Wang, W., Gao, Z., (2014), Reliability -based traffic network design with advanced traveler information systems, Information Sciences, 287, 121-130.

Szeto, W., (2014), Dynamic modelling for intelligent transportation system applications, Journal of Intelligent Transportation Systems: technology, Planning and Operations, 18(4), 323-326.

Wardrop, J. G. (1952), Some theoretical aspects of road traffic research. Proc. Inst. Civil Engineers, Part II, Vol. 1, 325–378.

Wu, W., Huang, H., (2010), A new model for studying the SO-based pre-trip information release strategy and route choice behavior. Transportmetrica, 6(4), 271-290.

Yin, Y., Yang, H., (2003), Simultaneous determination of the equilibrium market penetration and compliance rate of advanced traveler information systems. Transportation Research A 37, 165–181.

Zhang, X., Guo, H., Liu, H., Li, Y., Pu, Y., (2013), Perception updating based stochastic dynamic assignment model, Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology, 13(1), 118-123.

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-01-29]