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 می‌کنند 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 2026-11-03]

مقدمه

پدیده تراکم ترافیکی یکی از مشکلات حمل و نقل درون شهری به خصوص در شهرهای بزرگ است. رشد روزافزون جمعیت و مالکیت وسیله نقلیه شخصی و متعاقب آن ها افزایش تقاضای سفر و همچنین عدم توزیع بهینه جریان ترافیکی در سطح شبکه معابر علاوه بر افزایش تراکم، می تواند منجر به افزایش آلودگی های زیست محیطی، آلودگی صوتی، تصادفات و اتلاف وقت استفاده کنندگان شود. بنابراین یکی از اهداف مطالعات حمل و نقل شهری ارائه سیاست های مدیریتی جهت توزیع نزدیک به بهینه ی جریان در شبکه است که می تواند تا حدودی اثرات نامطلوب حمل و نقل شهری را کاهش دهد. یکی ازجدیدترین و موثرترین راهکارهای مدیریت ترافیک که از فن آوری اطلاعات نشأت می گیرد، ایده بکارگیری سیستم های حمل و نقل هوشمند (ITS) است که می تواند برای دستیابی به تحرک پویا و روان ارتباط مناسبی بین کاربر و مسیر انتخاب شده توسط او برقرار کند (آدلر و بلو، ۱۹۹۸، ص ۱۵۷).

سیستم حمل و نقل هوشمند (ITS) به کاربرد ترکیبی پردازش اطلاعات، ارتباطات و تکنولوژی های حساس به ساختار حمل و نقل و عملکرد آن به منظور دستیابی به حمل و نقل روان، کارا و ایمن اطلاق می شود. ابزارهای ITS از طریق بهبود عملکرد سیستم باعث صرفه جویی در وقت، کاهش تصادفات، بهبود کیفیت زندگی و محیط‌زیست و افزایش کارایی فعالیت های اقتصادی می شود. به کارگیری سیستم‌های پیشرفته اطلاع‌رسانی به راننده (ATIS) یکی از روش های استفاده از ابزارهای ITS می باشد که مطالعات گسترده ای برای اجرای مناسب آن انجام شده است (هال، ۱۹۹۲، ص ۸۹). در سال‌های اخیر، تلاش‌های زیادی برای گسترش سیستم‌های پیشرفته اطلاع‌رسانی به راننده هم از سوی گردانندگان سیستم‌های حمل و نقل و هم از سوی مجامع علمی صورت گرفته است. ATIS به استفاده‌کنندگان (رانندگان) کمک می‌کند تا اطلاعات محدود خود از شبکه را بهبود ببخشند و از این طریق هم بهتر انتخاب مسیر کنند و هم از استرس و نگرانی ناشی از مسیریابی بکاهند. همچنین از فواید ATIS برای گردانندگان سیستم حمل ونقل می‌توان به کاهش تاخیر، زمان سفر، مصرف سوخت و انتشار گازهای آلاینده در سیستم نام برد. (کروس و همکاران، ۲۰۰۶، ص ۱۲۷)

تاکنون تحقیقات زیادی بر روی مدلسازی تاثیرات ATIS و ارزیابی آن روی شبکه‌های شهری انجام شده است. در این تحقیقات عموماً از سه نوع تعادل شامل تعادل استفاده‌کننده (UE)، تعادل سیستم (SO)، و تعادل استفاده‌کننده تصادفی (SUE) یا ترکیبی از آنها برای مدلسازی شبکه‌های با ATIS استفاده شده است. زیرا واضح است که رانندگان دارای وسایل نقلیه مجهز به ATIS نسبت به سایر رانندگان رفتار متفاوتی در تصمیم گیری برای انتخاب مسیر خواهند داشت، و به علاوه کیفیت اطلاعات داده شده نیز بر این تصمیم‌گیری مؤثر خواهد بود (سان و همکاران، ۲۰۱۴، ص ۱۲۱). همچنین در دسته مطالعات دیگری بر روی موضوع اطلاع رسانی به رانندگان، تأثیر اطلاعات داده شده به کاربران شبکه در مدل انتخاب مسیر آن ها مورد بررسی قرار گرفته است (ممسنی و لیو، ۱۹۹۹، ص ۹۱) (لو و همکاران، ۲۰۱۱، ص ۸۹) (بن الیا و همکاران، ۲۰۱۳، ص ۱۴۶) (وو و هوانگ، ۲۰۱۰، ص ۲۷۱).

کنافانی و الدیک (۱۹۹۱، ص ۱۹۱) کارایی سیستم‌های اطلاع‌رسانی را با مقایسه‌ی کل زمان سفر شبکه در دو حالت UE و SO تخمین زدند. هارکر (۱۹۸۸، ص ۳۹) و بنت (۱۹۹۳، ص ۱۷۷) استفاده‌کنندگان مجهز به ATIS را بر اساس SO و سایر استفاده‌کنندگان را بر اساس UE مدل کردند. بن اکیوا و همکاران (۱۹۹۱، ص ۲۵۱) و کوتسپولوس و لوتان (۱۹۹۰، ص ۱۴۵) با در نظر گرفتن این نکته که با پیشرفت سیستم‌های اطلاع‌رسانی و کیفیت اطلاعات، رانندگان دارای این سیستم‌ها مسیرهای مناسب‌تری

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-03]

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 سیستم های اطلاع رسانی 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 2026-11-03]

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:

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

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-03]

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 کامپیوتر(Intel(R) Core(TM 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.

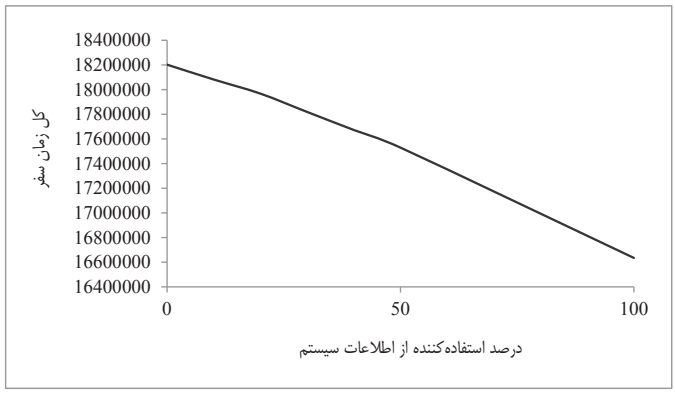
جدول ۱ نتایج حاصل از الگوریتم پیشنهادی را برای درصدهای مختلف استفاده از اطلاعات SO در شبکه تهران نشان می‌دهد. این نتایج شامل کل زمان سفر و سرعت متوسط، به عنوان شاخص‌هایی از عملکرد شبکه هستند. مشاهده می‌شود که کل زمان سفر با افزایش درصد استفاده از اطلاعات کم شده، و مقدار این کاهش در درصدهای بزرگتر کمی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

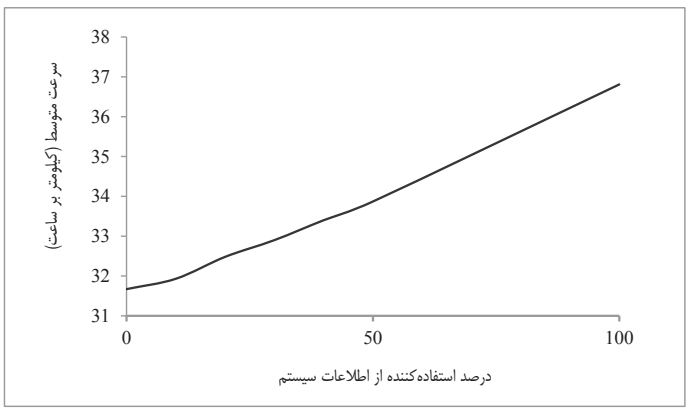
جدول ۱. کل زمان سفر و سرعت متوسط برای درصدهای مختلف استفاده از اطلاعات تعادل سیستم در شبکه تهران

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 2026-11-03]



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

نشـان دهنـده تعـادل UE می‌باشـد. به همیـن ترتیب با افزایش تعداد رانندگانی که از مسـیرهای پیشـنهادی پیـروی می‌کننـد، کل زمـان سـفر شـبکه کاهـش پیدا کـرده و همـراه بـا آن سـرعت متوسـط وسـایل نقلیـه افزایـش می‌یابـد. در تئـوری، وقتـی همـه رانـنـدگان از مسـیرهای SO اسـتفاده کنند، کل زمان سـفر شـبکه مینیمـم می‌شـود. امـا ایـن اتفـاق هیچـگاه در واقعیت رخ نخواهـد داد، زیـرا در شـهرهایی مثـل تهـران، تنهـا درصـدی از رانـنـدگان از تجهیـزات ATIS اسـتفاده می‌کننـد. امـا، همانطـور کـه شـکل های ۱ و ۲ نشـان می‌دهنـد، اگر بتـوان نیمـی از رانندگان شـهر تهران را تشـویق به برقـراری ارتباط بـا ATISو اسـتفاده از آن کـرد، کل زمان سـفر شـبکه بـه اندازه ۴ درصد نسـبت بـه وضـع موجـود کاهـش یافته و سـرعت متوسـط در شـبکه به انـدازه ۲ کیلومتر بر سـاعت افزایش می یابد.. نتایـج ایـن مقالـه اهمیـت اسـتفاده از سیسـتم‌های اطلاع‌رسـانی را بـه عنـوان یکـی از گزینه‌هـای نویـن حـل مشـکلات ترافیکـی شـبکه‌های شـهری نشـان می‌دهـد. قطعـاً، طراحـی مناسـب نـوع و میـزان اطلاع رسـانی توسـط ایـن سیسـتم‌ها موجـب مقبولیـت اجتماعـی و عملکـرد بهتـر آنها خواهـد بـود. از طرفی، این گزینه نسـبت به گزینه‌های سـاخت شـبکه بسـیار کـم هزینـه بـوده و بر خلاف آنها مشـکلات اجـرا ندارد. لـذا سیسـتم‌های پیشـرفته‌ی اطلاع‌رسـانی بـه رانـنـده می‌توانـد بـه عنـوان گزینـه‌ای کارا، کـم هزینـه و قابل اجـرا مطرح باشـد.

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-03]

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 2026-11-03]

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 2026-11-03]