Archive of SID

اثرسنجی روش تخصیص ترافیک بر دقت نتایج تصحیح ماتریس مبدا- مقصد در روش جریان فازی ترافیک

مقاله پژوهشی

علیرضا ماهپور*، استادیار، دانشکده عمران، آب و محیط‌زیست، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
امیررضا ممدوحی، دانشیار، دانشکده مهندسی عمران و محیط‌زیست، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: a_mahpour@sbu.ac.ir

دریافت: ۹۸/۰۳/۰۲- پذیرش: ۹۸/۰۷/۲۰
صفحه ۹-۱

چکیده

از روش‌های ارزان در تهیه ماتریس مبدا- مقصد برای سال پایه، تصحیح ماتریس مبدا- مقصدهای قدیمی بر اساس مقادیر مشاهده شده در برخی از کمان‌ها است. در هر یک از این روش‌ها به منظور بدست آوردن سهم حجم هر یک از کمان‌ها از تقاضای بین مبدا- مقصدهای موجود، ماتریس اولیه (و در تکرارهای بعدی، ماتریس اصلاح شده) به شبکه تخصیص داده می‌شود. از روش‌های نوین تصحیح ماتریس مبدا- مقصد، با وارد شدن مفهوم فازی، روش جریان فازی تصحیح شده است. این روش نیز همانند سایر روش‌ها در فرآیند تصحیح ماتریس، از تخصیص ماتریس بهره می‌گیرد. با توجه به اهمیت روش تخصیص استفاده شده در اصلاح ماتریس، این مقاله به اثرسنجی روش تخصیص ترافیک در روش تصحیح جریان فازی ترافیک می‌پردازد. نتایج نشان می‌دهد که استفاده از روش تعادل کاربر، نسبت به روش احتمالی و جزئی برتری داشته و مقدار ضریب خوبی برازش در روش تعادل کاربر برابر مقدار ۰/۸۲ است و این در حالی است که در روش احتمالی این شاخص برابر ۰/۷۲ و در روش جزئی دارای مقدار ۰/۶۷ است.

واژه‌های کلیدی: تصحیح ماتریس مبدا- مقصد، تخصیص ترافیک، روش جریان فازی، مشهد

۱-مقدمه

در انجام مطالعات و برنامه‌ریزی حمل‌ونقل یکی از مهم‌ترین اطلاعات مورد نیاز تعداد سفرهای انجام شده بین مراکز مختلف شهری است که از آن به عنوان اطلاعات تقاضای سفر یاد می‌شود. اطلاعات تقاضای سفر به صورت ماتریس‌های مبداء- مقصد از جایگاه و اهمیت خاصی در علم حمل‌ونقل برخوردار است به‌نحوی که می‌توان گفت سایر کارها و برنامه‌ریزی‌های بعدی منوط به دانستن این ماتریس است (Teodorovic, 1999). با توجه به اینکه هرچه اطلاعات از دقت و تازگی بیشتری برخوردار باشد به همان اندازه امکان برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری دقیق‌تری را در آینده فراهم می‌سازد، امروزه از مسائل مطرح در علم حمل‌ونقل به‌بدست آوردن ماتریس‌های تقاضا و به‌هنگام-سازی ماتریس‌های قبلی توسط کم‌هزینه‌ترین و سریع‌ترین روش‌ها است. لذا در سال‌های اخیر تصحیح و برآورد این ماتریس‌ها با استفاده از اطلاعات حجم شبکه که از سریع‌ترین و کم‌هزینه‌ترین روش‌های تصحیح و برآورد ماتریس‌های سفر است مورد توجه بسیاری از محققین قرار گرفته است (e.g. Ashok 1996; Yousefikia, 2012; Yousefikia, et al., 2013; Yousefikia, et al., 2016). مطالعات نسبتاً قابل توجهی در زمینه تصحیح ماتریس مبدا- مقصد صورت گرفته است. این مطالعات را می‌توان به دو دسته کلی تقسیم نمود: ۱- تصحیح ماتریس

www.SID.ir

Archive of SID

مبدا- مقصد در شبکه‌های غیر متراکم ۲- تصحیح ماتریس مبدا- مقصد در شبکه‌های متراکم (Willumsen, 1981).

در روش‌های برآورد تقاضای مبداء- مقصد در شبکه‌های غیر متراکم، فرض می‌شود که زمان سفر کمان و مسیر با استفاده از مدل شبکه و مستقل از حجم ترافیک روی کمان قابل محاسبه است و بنابراین می‌توان براساس اطلاعات زمان سفر آزاد، سهم هر مسیر از میزان تقاضای مبدا- مقصد مختلف را ابتدا محاسبه نمود و عناصر ماتریس تخصیص قابل محاسبه خواهند بود (Willumsen, 1981). روش‌های ارائه شده در ادبیات برای برآورد تقاضای مبداء- مقصد استاتیکی روی شبکه‌های غیر متراکم شامل روش‌های کمینه‌سازی اطلاعات (Van Zuylen , 1978)، بی‌نظمی بیشینه (Van Zuylen and Willumsen, 1980)، درست‌نمایی بیشینه (Spiess, 1987; Cascetta and Postorino, 2001; Hyndman and Koehler 2006)، کمینه مربعات تعمیم یافته (Cascetta 1984؛ Bell, 1991) و روش استنتاجی بیزین (Maher, 1983) است. روش‌های برآورد اولیه براساس مدل جاذبه بودند (Ashok 1996). مدل جاذبه مسئله برآورد تقاضای مبداء- مقصد را به مسئله پرداخت تعداد کمی از پارامترهای مجهول تقلیل می‌دهد. ون‌زویلن و ویلامسون (۱۹۸۰) مدل جاذبه را گسترش داده و به تکنیک بی‌نظمی بیشینه تبدیل نمودند (Van-Zuylen and Willumsen, 1980). در این تکنیک بین یک ماتریس تخصیص مربوط به بهترین ماتریس تقاضای فعلی و به‌روز رسانی برآورد با استفاده از این ماتریس یک فرآیند تکراری انجام می‌شود. ماتریس مبداء- مقصد حاصل محتمل‌ترین ماتریسی است که با اطلاعات مشاهده شده سازگاری دارد. در این روش فرض می‌شود که شمارش حجم کمان‌ها سازگار هستند (یعنی حجم ورودی کل به هر گره برابر حجم خروجی کل از آن گره است). علاوه بر این، سازگاری داخلی بین شمارش حجم کمان‌ها و نسبت‌های انتخاب مسیر ضروری است. هر چند مدل درست‌نمایی بیشینه ارائه شده توسط اسپایس (۱۹۸۷) به لحاظ مبنایی با این مدل متفاوت است، اما الزامات یکسانی دارد (Spiess, 1987). این الزامات در موارد واقعی به ندرت ارضا می‌شوند زیرا شمارش حجم کمان‌ها از منابع مختلفی حاصل می‌شود که هریک قابلیت اطمینان متفاوتی دارند. روش‌های پیشرفته‌تر، اطلاعات مشاهده شده را با آگاهی از ماتریس‌های مبداء- مقصد تاریخی ترکیب می‌نماید. بل (۱۹۹۱) ماتریس واریانس- کواریانس برآورد کننده بی‌نظمی بیشینه را ارائه نمود (Bell, 1991). ماهر (۱۹۸۳) برآوردکننده بیزین ماتریس تقاضای مبداء- مقصد را ارائه نمود که در آن توزیع نرمال چند متغیره برای توزیع جریان مشاهده شده و ماتریس تقاضای تاریخی فرض شده است (Maher, 1983). کاستا (۱۹۸٤) برآوردکننده کمینه مربعات تعمیم یافته را برای ترکیب اطلاعات مختلف به‌کار گرفت. در این روش وجود خطای اندازه‌گیری و تغییرپذیری زمانی در جریان مشاده شده به‌طور صریح لحاظ شده است. کاستا و پوستورینو ادعا کردند که در صورت فرض توزیع نرمال چند متغیره برای تقاضای برآورد شده و حجم ترافیک کمان‌ها، برآوردکننده کمینه مربعات تعمیم یافته و درست‌نمایی بیشینه بر یکدیگر منطبق خواهند بود (Cascetta and Postorino, 2001). امکان ارائه برآوردهای منفی برای برخی اعضای ماتریس سفر، یکی از مشکلات این روش است. بل (۱۹۹۱) برای حل این مشکل شرط نامنفی بودن را به این روش اضافه نمود (Bell, 1991). در شبکه‌های متراکم، زمان سفر کمان‌ها به نسبت‌های انتخاب مسیر و در نتیجه نسبت‌های تخصیص به حجم جریان کمان‌ها وابسته هستند. به‌طور معمول، نه زمان سفر و نه حجم برای تمامی کمان‌های شبکه موجود نیستند و این اطلاعات تنها برای برخی از کمان‌های گردآوری می‌شوند. در مقابل، این کمیت‌ها باید با به‌کارگیری یک مدل تخصیص که خود به این عوامل وابسته است تعیین گردند. مسئله وابستگی متقابل بین برآورد ماتریس مبداء- مقصد و تخصیص ترافیک روی شبکه‌های متراکم توسط پژوهشگران متعددی بررسی شده است. این مدل‌ها با یک مدل تخصیص بهینه کاربر ترکیب شده و یک مدل ریاضی واحد را در اختیار می‌گذارند، که به صورت یک مسئله برنامه‌ریزی دو سطحی تاثیر تراکم ترافیک را در برآورد ماتریس تقاضای سفر منظور کند. مسائل برنامه‌ریزی دو سطحی معمولا به دشواری حل می‌شوند، زیرا ارزیابی تابع هدف سطح بالاتر نیازمند حل مسئله بهینه‌یابی سطح پایین‌تر است. علاوه بر این، از آنجا که مسئله سطح پایین‌تر یک مسئله محدودیت‌دار غیر خطی است، معمولا کل مسئله یک مسئله غیر کوژ تلقی

www.SID.ir

Archive of SID

می‌شود. غیر کوژ بودن وجود پاسخ‌های محلی را به‌دنبال دارد و از این‌رو یافتن بهینه جهانی دشوار خواهد بود. در این دسته مسائل سطح بالایی، مربوط به مسئله برآورد ماتریس سفر و سطح پایینی بیانگر مسئله تخصیص تعادلی شبکه است. الگوریتم ژنتیک (یک روش جست‌وجوی جهانی احتمالی) نیز می‌تواند برای حل مدل‌های برنامه‌ریزی دو سطحی مورد استفاده قرار گیرد (Yang et al., 1992; Yang et al., 1994; Yang, 1995; Yang et al., 2001; Kim et al., 2001).

روش‌های حل متنوعی برای حل مسئله برنامه‌ریزی دو سطحی پیشنهاد شده است. فیسک (۱۹۸۹) مدل بی‌نظمی بیشینه را با شرایط تعادلی ترکیب نمود و از فرمول‌بندی نامعادلات تغییری برای حل آن استفاده نمود. الگوریتم‌های تکراری ابتکاری دیگری نیز توسط پژوهشگران متعددی برای حل این مسئله برآورد دو سطحی به‌کار گرفته شده است (e.g. Mussone and Mattuecci, 2013; Wong and Yu, 2012; Perrakis, et al., 2012; Bera and Roa, 2011; Xie, et al., 2010; Ren and Rahman, 2009; Shafahi and Faturechi, 2009; Joshi, et al., 2009; Lundgren and Peterson, 2008; Vortisch and Mohl, 2003; Friedrich, et al., 2000;). اسپایس (۱۹۸۷) مسئله برآورد دو سطحی زیر را همراه با یک رویکرد ابتکاری بر اساس روش گرادیان برای حل آن پیشنهاد داد (Spiess, 1987):

(۱)

$$Min\ Z(x) = \frac{1}{2}\sum_{l\in L}(y_l - \tilde{y}_l)$$
$$s.t. \quad y = assign\ (x)$$

که در این رابطه تابع $assign\ (x)$ برای نگاشت ماتریس تقاضای مبداء- مقصد x به جریان ترافیک کمان‌ها y استفاده شده است؛ L مجموعه کمان‌های شبکه و $\tilde{y}$ بردار جریان ترافیک مشاهده شده؛ l نیز نشان کمان است. بعدها محققان دیگر مدل‌هایی را ارائه کردند که با مدل‌های پیشین مبتنی بر فرض تعادل کاربر متفاوت بودند. یانگ و همکاران روشی ابتکاری پیشنهاد دادند که مسئله حداقل مربعات تعمیم یافته/ حداکثر بی‌نظمی را با یک مدل تخصیص تعادلی ترافیک در قالب یک مسئله بهینه‌سازی دو سطحیِ کوژ حل می‌کرد. یانگ این مسئله برنامه‌ریزی دو سطحی را با اضافه کردن تاثیر اندرکنش جریان کمان‌ها بسط داده و مدلی با الگوریتم ابتکاری اصلاح شده ارائه کرد (Yang et al., 1992). کیم و همکاران (۲۰۰۱) در مدل ارائه شده توسط یانگ و همکارانش (۱۹۹۲) کنکاش بیشتری انجام دادند و مدل جایگزینی را ارائه کردند که در سطح بالایی خود به‌کمک یک روش حل ترکیبی توسط الگوریتم ژنتیک به حل مسئله می‌پرداخت (Kim et al., 2001). اما اثبات ریاضی بهینه بودن روش حل آن‌ها مورد مطالعه قرار نگرفت. کاستا و پوستورینو (۲۰۰۱) مسئله برآورد ماتریس تقاضا را به‌کمک تخصیص تعادلی احتمالی و به‌صورت یک مسئله نقطه ثابت مدل کردند (Cascetta and Postorino, 2001):

(۲)

$$\hat{x} = \arg\min[F_1(x, x^H) + F_2(A(\hat{x})x, \tilde{y})]\ ;\ x \geq 0$$

که در آن x^H و $\hat{x}$ به ترتیب تقاضای تاریخی تقاضای برآورد شده، $\tilde{y}$ بردار شمارش حجم کمان‌ها، A ماتریس تخصیص و F_1 و F_2 توابع سنجش فاصله هستند. برای حل مسئله برآورد تقاضای مبداء- مقصد نقطه ثابت، رویکردهای تکراری براساس روش میانگین‌های متوالی به‌کار گرفته شده است. در هر تکرار، برآوردکننده ترتیبی بر پایه کمینه مربعات تعمیم یافته برای ایجاد تقاضای به‌روز شده استفاده شده است.

۲- روش‌شناسی

بسیاری از مسائل روزمره در حوزه برنامه‌ریزی حمل‌ونقل و کنترل ترافیک توسط سیستم‌هایی با منطق فازی حل می‌شوند، که کاربرد آن در برآورد ماتریس مبداء- مقصد سفر نیز قابل مشاهده است.

منطق فازی برای مدل‌سازی شرایطی که تصمیم کاربران دارای پیچیدگی‌های زیادی بوده و امکان ارتقاء مدل ریاضی مقدور نیست استفاده می‌شود. در این راستا، ژو و چن (۱۹۹۳) به برآورد ماتریس مبداء- مقصد توسط وزن‌دهی فازی پرداختند (Xu and Chan, 1993). ردی و چاکروبورتی (۱۹۹۸) ماتریس برآورد دو سطحی با الگوریتم تخصیصی وابسته به جریان مبتنی بر منطق فازی را پیشنهاد کردند (Reddy and Chakroborty, 1998). با فرض فازی بودن جریان ترافیک مشاهده شده، مشکل ناسازگاری

www.SID.ir

Archive of SID

آمار تردد در کمان‌های شمارش شده که در اکثر روش‌های غیرفازی حل نشده است برطرف می‌شود، زیرا جریان ترافیک مشاهده شده یک کمیت قطعی نیست بلکه یک مقدار فازی است. شفاهی و فتوره‌چی (۲۰۰۹) مدلی را ارائه دادند که در آن جریان مشاهده شده دارای مقداری فازی است. مدل آن‌ها به‌صورت یک مسئله بهینه‌سازی دو سطحی فرمول‌بندی شده است که در سطح بالاتر یک معادله غیرخطی استفاده می‌شود تا فاصله فازی بین حجم ترافیک مشاهده شده و تخصیص یافته کمینه شود و سطح پایین‌تر مدل شامل فرآیند تخصیص ترافیک فازی است (Shafahi and Faturechi, 2009). شفاهی و فتوره‌چی (۲۰۰۹) برای مقایسه اعداد فازی اندیس مقایسه فازی جدیدی پیشنهاد کردند. آن‌ها برای کنترل میزان تغییرات ماتریس تقاضای مبداء- مقصد از یک روش ابتکاری مبتنی بر قوانین فازی استفاده کردند. برای بررسی عمل‌کرد الگوریتم پیشنهادی، آن‌ها تقاضای سفر را روی شبکه کوچک سایوکس فالز و شبکه نسبتا بزرگ شهر مشهد پیاده نموده و کارآیی روش را در برآورد تقاضای مشاهده شده با آزمون آماری R^2 مورد بررسی قرار دادند. بر اساس مشاهده آن‌ها میزان R^2 برای مقادیر جریان ترافیک مشاهده شده و تخصیص داده شده برای دو شهر سایوکس فالز و مشهد بیش از ۰٫۹۹ و میزان R^2 برای مقادیر تقاضای برآورد شده و واقعی برای هر دو شهر بیش از ۰٫۸۹ است که حاکی از عمل‌کرد بسیار خوب الگوریتم استفاده شده است (Shafahi and Faturechi, 2009). در مدل‌هایی که تا پیش از این قسمت در قالب روش بی‌نظمی بیشینه به آن‌ها پرداخته شد فرض براین بود که مقدار حجم ترافیک شمارش‌شده در کمان‌ها بدون خطا و ثابت است و مدل به‌دنبال ماتریسی بود که دقیقا حجم‌های برداشت شده را پس از تخصیص بازتولید نماید. با این فرض مدل‌های ارائه شده اصالت را به بردار $\hat{v}$ می‌دهند و هیچ انحرافی از آن را اجازه نمی‌دهند و در عوض به مقادیر ماتریس هدف t کم‌ترین اصالت داده می‌شود. فرموله کردن مسئله تصحیح ماتریس تقاضا به روش های نشان داده شده، دارای یک نقص اساسی است و آن اینکه حجم شمارش‌شده در شبکه، مقداری ثابت و بدون هیچگونه خطایی فرض شده است. حجم شمارش شده تنها بیان‌گر وضعیت لحظه‌ای از شبکه است که این مسئله خود باعث ایجاد خطایی در فرآیند تصحیح ماتریس تقاضا خواهد شد. بر همین اساس بر پایه تحقیقات رزینوفسکی (۱۹۹٤) بر روی مدل‌سازی مقادیر شمارش‌شده به صورت غیرصریح بر اساس نظریه مجموعه‌های فازی کار کرده بود، به اصلاح فرآیند تصحیح ماتریس تقاضا پرداخته خواهد شد (Rosinowski, 1994). برای اینکار در مسئله تصحیح ماتریس مبداء- مقصد مقادیر دقیق شمارش‌شده در لینک‌ها (v) با مجموعه‌ای فازی ($\tilde{v}$) دارای تغییرات در محدوده مشخص جایگزین می‌شود. برای محاسبه سهم هر کمان از تبادل سفر مبادی و مقاصد ($P_{ij,a}$) ماتریس مبداء- مقصد پایه بر روی شبکه تخصیص داده می‌شود سپس با داشتن سهم کمان‌ها در هر تکرار ماتریس مبداء- مقصد بر اساس حجم ترافیک کمان‌های شمارش شده به‌صورت فازی برآورد خواهد شد. الگوریتم گام به گام این فرآیند به‌صورت زیر است (Friedrich et al., 2000):

گام ۰- تعیین محدوده تغییرات قابل قبول در آرایه‌های ماتریس مبداء- مقصد (ε) و حداکثر تعداد تکرار در صورت برآورده نشدن شرایط توقف الگوریتم (n_{max}).

گام ۱- انجام فرآیند تخصیص ترافیک و محاسبه سم هر کمان از تبادل سفر مبادی و مقاصد ($P_{ij,a}$).

گام ۲- برآورد ماتریس مبداء- مقصد.

$$\text{Min} \sum_{ij} {T_{ij}}^n . (\ln\left(\frac{{T_{ij}}^n}{\hat{t}_{ij}}\right) - 1)$$

$$s.t. \quad \sum_{ij} {T_{ij}}^n P_{ij,a} = \tilde{v}_a \qquad \forall a$$

$$T_{ij}^n \geq 0 \qquad \forall ij$$

$$E = \sum_{ij} ({T_{ij}}^n - {T_{ij}}^{n-1}) \; if \; E \leq \varepsilon \; or \; n = n_{max} \; STOP$$

$$\text{Otherwise} \quad {T_{ij}}^n = \frac{{T_{ij}}^n + {T_{ij}}^{n-1}}{2}, n = n+1 \; go \; to \; step \; 2$$

که در آن:

$\tilde{v}_a$: نرخ جریان فازی شمارش شده در شبکه

T_{ij}: نرخ جریان بین مبداء i و مقصد j

$\hat{t}_{ij}$: نرخ جریان بین مبداء i و مقصد j پایه

P_{ij}^a: سهم کمان a از تبادل سفر بین مبداء i و مقصد j

www.SID.ir

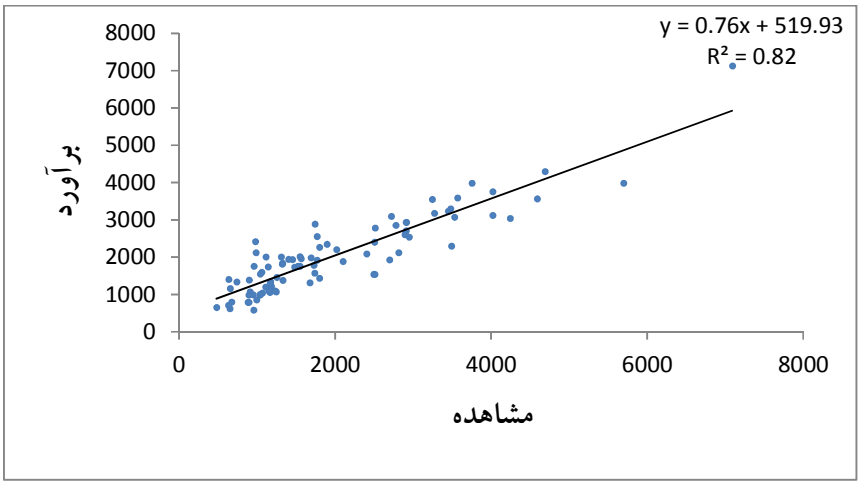
Archive of SID

n: شمارنده تکرار

این مقاله به بررسی و اثرسنجی روش‌های مختلف تخصیص ترافیک (گام یک) بر دقت نتایج ماتریس تصحیح شده می‌پردازد. در این راستا روش‌های مختلف تخصیص ترافیک تعادلی، احتمالی و جزئی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۳- بحث

همان‌طور که در فصل سوم شرح داده شد، در برآورد ماتریس مبداء- مقصد از ماتریس تخصیص استفاده می‌گردد. این ماتریس تقاضای مبداء- مقصد را به حجم در کمان‌ها نگاشت می‌کند و هر عنصر آن (P_{ij}^{a}) بیانگر سهم کمان مورد بررسی از حجم جریان بین یک زوج مبداء و مقصد خاص است. این نگاشت معمولا از طریق یک مدل بارگذاری شبکه که چگونگی توزیع تقاضای مبداء- مقصد در مجموعه مسیرهای بین آن مبداء- مقصد را بازسازی می‌کند حاصل می‌شود. بنابراین، دانش رفتار انتخاب مسیر و زمان سفر کمان‌های شبکه برای این نگاشت ضروری است. چنانچه اثرات متراکمی روی شبکه قابل صرف‌نظر فرض شود، زمان سفر کمان و مسیر را می‌توان مستقل از حجم ترافیک روی کمان‌های شبکه محاسبه نمود و اطلاعات زمان سفر آزاد مسیرها به‌صورت صریح امکان محاسبه سهم هر مسیر از تقاضای مختلف را فراهم می‌سازد. در این پژوهش مدل انتخاب مسیر برای شرایطی که از اثرات تراکم ترافیک در شبکه صرف‌نظر می‌شود، مدل انتخاب لوجیت فرض شده است. از سوی دیگر در شبکه‌های متراکم، زمان سفر به حجم جریان ترافیک در کمان‌ها بستگی دارد. و از سویی حجم جریان در کمان‌ها، خود تابع تقاضای مبدا- مقصد است (که مجهول مسئله است). در این حالت، برای حل مسئله برآورد ماتریس مبداء- مقصد در شبکه متراکم به یک روش حل تکراری که وابستگی‌های پیچیده بین تقاضای مبداء- مقصد و مدل بارگذاری شبکه را لحاظ می‌کند نیاز است. در این پژوهش برای اثرسنجی تاثیر تراکم ترافیک بر روی مدل برآورد ماتریس سفر، از سه روش تخصیص مختلف (تخصیص تعادل کاربر، احتمالی و جزئی) برای محاسبه سهم هر کمان از تقاضای مبداء- مقصد و از آن‌جا تاثیر آن‌ها بر نتایج برآورد تقاضای مبداء- مقصد استفاده شده است. بر اساس هریک از روش‌های تخصیص مفروض، با حداکثر بیست تکرار و شرط همگرایی کمتر بودن اختلاف درایه‌های از ۰/۱ سفر در هر تکرار، ماتریس تقاضای سفر به‌روش جریان فازی ترافیک اصلاح می‌شود. برای منظور کردن تاثیر تراکم ترافیک در فرآیند تصحیح ماتریس مبداء- مقصد از روش تخصیص تعادلی کاربر استفاده شده است. در شکل ۱ پراکندگی حجم جریان حاصل از تخصیص این ماتریس به شبکه و حجم‌های ترافیک شمارش‌شده مشاهده می‌شود. مقدار عرض از مبدا برای خط برازش شده برابر ۵۲۰ (وسیله در ساعت) و از نظر آماری معنی‌دار است که با توجه به مقدار بیشینه مشاهده (۷۰۹۱ وسیله در ساعت) حدود ۷ درصد مقدار مشاهده کل است. مقدار شیب خط ۰/۷۶۲ و از نظر آماری معنی‌دار است. مقدار R^2 یعنی مدل حدود ۸۲ درصد از مشاهدات را بازسازی می‌کند. معادله خط برازش شده به صورت خطی در نظر گرفته شده است.

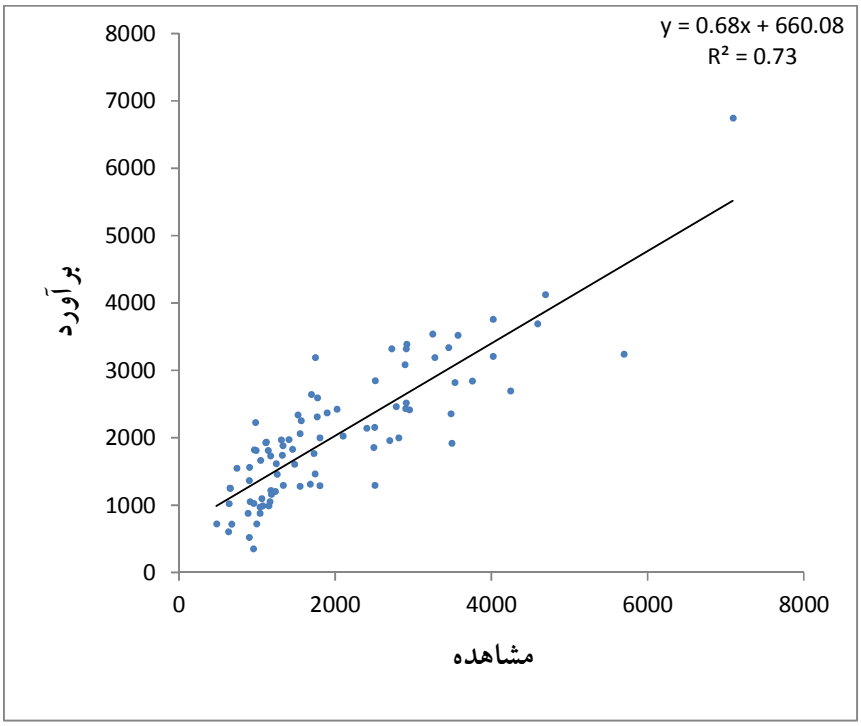


شکل ۱. پراکنش مشاهده- برآورد کمان‌های شمارش‌شده شبکه با فرض تخصیص تعادلی کاربر در فرآیند تصحیح ماتریس

www.SID.ir

Archive of SID

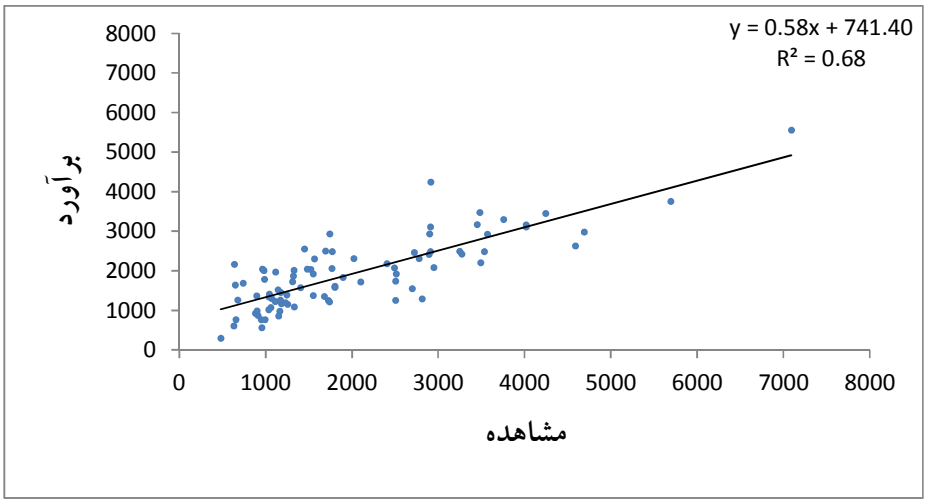
از سوی دیگر برای بررسی فرض صرف‌نظر کردن از اثرات متراکمی بر روی شبکه و محاسبه سهم هر کمان از تقاضای مبداء- مقصد و در نتیجه تاثیر این فرض بر دقت برآورد ماتریس مبداء- مقصد از تخصیص احتمالی با مدل انتخاب لوجیت و بر اساس زمان سفر آزاد کمان‌ها استفاده شده است. پراکندگی حجم جریان مشاهده نسبت به نتایج تخصیص ماتریس برآورد شده به این روش نیز در شکل ۲ مشاهده می‌شود. در این پراکنش نیز مقدار عرض از مبدا برای خط برازش شده برابر ٦٦٠ (وسیله در ساعت) و از نظر آماری معنی‌دار است که با توجه به مقدار بیشینه مشاهده حدود ۹ درصد مقدار مشاهده کل است. مقدار شیب خط ۰/٦٨٤ و از نظر آماری معنی‌دار است. مقدار R^2 یعنی مدل حدود ۷۲ درصد از مشاهدات را بازسازی می‌کند. با مقایسه این نتایج با نتایج تخصیص تعادل کاربر می‌توان به این نتیجه رسید که مقدار عرض از مبدا ۲۷ درصد افزایش، شیب خط ۱۰ درصد کاهش و ضریب خوبی برازش نیز ۱۰ درصد کاهش یافته است که همگی نشان از بدتر شدن نتایج است. شکل ۳ پراکنش مشاهده- برآورد کمان‌های شمارش‌شده را با فرض تخصیص جزئی نشان می‌دهد. در این روش ماتریس مبدا- مقصد به ٦ قسمت با گام اولیه ٦٠ درصد و مابقی برابر ۸ درصد تقسیم می‌شود. این نسبت دارای بالاترین ضریب خوبی برازش برای دوره اوج صبح مشهد در یک روز عادی و برای روش تخصیص جزئی است (ممدوحی و همکاران ۱۳۹۰). مشاهده می‌شود که با استفاده از تخصیص جزئی، مقدار ضریب خوبی برازش بازسازی مشاهدات برابر با ۰/٦٨ است که نسبت به دو روش تخصیص قبلی دارای کمترین مقدار است. نتایج حاصل از شکل که نتایج حاصل از برآورد ماتریس تقاضا با استفاده از تخصیص تعادلی کاربر که حجم ترافیک در کمان‌های شبکه را در تعیین سهم کمان‌های شبکه از جریان ترافیک بین مبداء- مقصد منظور می‌کند برازش بهتری نسبت به برآورد ماتریس سفر با تخصیص احتمالی دارد که مستقل از حجم جریان در کمان‌های شبکه است. تخصیص تعادلی با ضریب خوبی برازش به‌مقدار ۰/۸۲ نسبت به کمان‌های شمارش شده در شبکه است که نشان از نزدیکی بیشتر ماتریس برآورد شده به شرایط حقیقی نسبت به برآورد تقاضا به کمک احتمالی با ضریب خوبی برازش ۰/۷۳ است و همچنین هر دو روش دارای مقدار ضریب خوبی برازش بالاتری نسبت به روش تخصیص جزئی با مقدار ۰/٦٨ هستند.



شکل ۲. پراکنش مشاهده- برآورد کمان‌های شمارش‌شده شبکه با فرض تخصیص احتمالی در فرآیند تصحیح ماتریس

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳. پراکنش مشاهده- برآورد کمان‌های شمارش‌شده شبکه با فرض تخصیص جزئی در فرآیند تصحیح ماتریس

٤- نتیجه‌گیری

تهیه ماتریس مبدا- مقصد برای سال پایه، با استفاده از تصحیح ماتریس مبدا- مقصدهای قدیمی بر اساس مقادیر مشاهده شده در برخی از کمان‌ها مساله‌ی مهمی است که مطالعات مختلفی در مورد چگونگی آن انجام گرفته است. در هر یک از این روش‌ها به منظور بدست آوردن سهم حجم هر یک از کمان‌ها از تقاضای بین مبدا- مقصدهای موجود، ماتریس اولیه (و در تکرارهای بعدی، ماتریس اصلاح شده) به شبکه تخصیص داده می‌شود. و این در حالی است که اثرسنجی روش تخصیص ترافیک کمتر مورد بررسی قرار گرفته است. با توجه به نقش تخصیص تقاضا به جریان کمان‌ها در فرآیند برآورد ماتریس مبداء- مقصد اهمیت مدل‌سازی انتخاب مسیر را پررنگ‌تر می‌کند. این فرض که عناصر ماتریس تخصیص برای هر زوج مبداء- مقصد ثابت بوده و مستقل از حجم جریان در کمان‌های شبکه هستند به‌صورت ذاتی فرضی فاقد انسجام تلقی می‌شود. سهم هر مسیر از نحوه تخصیص یک ماتریس تقاضا به شبکه و با استفاده از مدل تخصیص سفر تعیین می‌شود. چنان‌چه دو مسئله به‌صورت جداگانه حل شوند، نتایج برآورد ماتریس و تخصیص سفر ناهماهنگ خواهند بود. این ناهماهنگی در شرایطی که شبکه متراکم می‌شود بیشتر است. زیرا در این حالت انتخاب مسیر به ماتریس تقاضا وابستگی بیشتری دارد. لذا به‌منظور غلبه بر مشکل ناهماهنگی، برآورد ماتریس و تخصیص ترافیک به‌یکدیگر پیوند داده می‌شوند که این امر با تاثیر حجم کمان‌های شبکه در چگونگی توزیع تقاضا در آن‌ها میسر می‌شود. این مقاله به بررسی و اثرسنجی روش تخصیص بکارگرفته شده در تصحیح ماتریس پرداخته و دقت روش‌های مختلف را مورد برای یکی از جدیدترین روش‌های تصحیح یعنی روش جریان فازی بررسی می‌کند. این روش با وارد شدن مفهوم فازی به مساله تصحیح ماتریس مبدا- مقصد مطرح شد و تلاش برای واقعی‌تر نمودن میزان حجم در کمان‌ها دارد. نتایج نشان می‌دهد که استفاده از روش تعادل کاربر، نسبت به روش احتمالی و جزئی برتری داشته و مقدار ضریب خوبی برازش در روش تعادل کاربر برابر مقدار ۰/۸۲ است و این در حالی است که در روش احتمالی این شاخص برابر ۰/۷۳ و در روش جزئی دارای مقدار ۰/٦٨ است.

٥- سپاسگزاری

بدین‌وسیله از سازمان حمل و نقل و ترافیک شهر مشهد که برخی از داده‌ها و اطلاعات لازم را جهت بهره‌برداری‌های علمی، در اختیار دانشگاه تربیت مدرس گذاشتند، سپاسگزاری می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

٦-مراجع

-Ashok K., (1996), "Estimation and Prediction of Time-Dependent Origin-Destination Flows". Ph.D. thesis, Transportation Systems, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA, USA.

-Bell M., (1991), "The estimation of origin-destination matrices by constrained generalized least squares". Journal of Transportation Research Part B: Methodological 25(1): pp.13–22.

-Bera S and Rao KV., (2011), "Estimation of origin-destination matrix from traffic counts: the state of the art". Journal of European Transport 49: pp.3–23.

-Cascetta E., (1984), "Estimation of trip matrices from traffic counts and survey data: a generalized least squares estimator". Journal of Transportation Research Part B: Methodological 18(4–5): pp. 289–299.

Cascetta E and Postorino MN., (2001),"Fixed point approaches to the estimation of O/D matrices using traffic counts on congested networks". Journal of Transportation Science 35(2): pp.134–147.

-Fisk CS., (1988), "On combining maximum entropy trip matrix estimation with user optimal assignment". Journal of Transportation Research Part B: Methodological 22(1): pp.69–73.

Friedrich M, Nokel K and Mott P., (2000), " Keeping passenger surveys up-to-date; A fuzzy approach". Transportation Research Record 1735: pp.35–42.

Hyndman RJ and Koehler AB., (2006), "Ano ther look at measures of forecast accuracy". International Journal of Forecasting 22(4): pp.679–688.

Joshi C, Darwent C and Giese K., (2009), "Tr ansportation modeling for the 2010 winter Olympic Games". Proceedings of the 2009 Annual Conference of the Transportation Association of Canada, Vancouver, British Columbia, Canada, pp. 1–20.

-Kim H, Beak S and Lim Y., (2001) Origin-destination matrices estimated with a genetic algorithm from link traffic counts. Transportation Research Record 1771: pp.156–163.

-Lundgren JT and Peterson A., (2008), "A heuristic for the bi level origin-destination matrix estimation problem". Journal of Transportation Research Part B: Methodological 42(4): pp.339–354.

-Maher MJ., (1983), "Inferences on trip matrices from observations on link volumes: a Bayesian statistical approach". Journal of Transportation Research Part B: Methodological 17(6): pp.435–447.

-Mussone L. and Mattuecci M., (2013), "OD matrices network estimation from link counts by neural networks. Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology 13(4): pp.84–93.

-Perrakis K., Karlis D., Cools M. et al., (2012), "A Bayesian approach for modeling origin-destination matrices". Journal of Transportation Research Part A: Policy and practice 46(1): pp.200–212.

-Reddy KH and Chakroborty P., (1998), "A fuzzy inference based assignment algorithm to estimate O-D matrix from link volume counts". Journal of Computers, Environment and Urban Systems 22(5): pp.409–423.

-Ren, J. and Rahman, A., (2009), "Automatically balancing intersection volumes in a highway network".12th TRB Transportation planning application conference.

-Shafahi Y. and Faturechi R., (2009), "A practical OD matrix estimation model based on Fuzzy set theory for large cities. Proceedings of the 23rd European Conference on Modeling and Simulation", Madrid, Spain, pp.77–83.

-Spiess H., (1987), "A maximum-likelihood model for estimating origin-destination matrices. Journal of Transportation Research Part B: Methodological 21(5): 395–412.

www.SID.ir

Archive of SID

-Yang, H., (1995), "Heuristic algorithms for the bi-level origin-destination matrix estimation problem". Journal of Transportation Research Part B: Methodological 29(4): pp.231–242.

Yang H, Meng Q. and Bell MGH., (2001), "S imultaneous estimation of the origin-destination matrices and travel-cost coefficient for congested networks in stochastic user equilibrium. Journal of Transportation Science 35(2): pp.107–123.

-Yang H, Sasaki T. and Iida Y., (1994), "The equilibrium-based origin-destination matrix estimation problem". Journal of Transportation Research Part B: Methodological 28(1): pp.23–33.

-Yang H, Sasaki T., Iida Y. and Asakura Y., (1992), "Estimation of origin-destination matrices from link traffic counts on congested networks". Journal of Transportation Research Part B: Methodological 26(6): pp.417–433.

-Yousefikia, M., (2012), "Estimation of Origin-Destination Matrix from Link Volume Counts Using TF low Fuzzy Method: Implemented for Mashad City. MSc thesis, Transportation Planning and Engineering, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

-Yousefikia, M., Mamdoohi, A. R. and Noruzoliaee, M. H., (2016), "A Iterative update of route choice proportions in OD estimation, Journal of the proceedings of the institution of civil engineering (ICE)-Transport, 169 (1), pp.53-60.

-Yousefikia M., Mamdoohi A. R., Moridpour S., Noruzoliaee M. H. and Mahpour A. R., (2013), "A study on the generalized T Flow Fuzzy O-D estimation", Australasian Transport Research Forum 2013 Proceedings, Brisbane, Australia.

-Teodorovic D., (1999), "Fuzzy logic systems for transportation engineering: the state of the art". Journal of Transportation Research Part A: Policy and Practice 33(5): pp.337–364.

-Van Zuylen JH., (1978), "The information minimizing method: validity and applicability to transport planning". In New Developments in Modeling Travel Demand and Urban Systems (Jansen GRH, Bovy PHL, vanEst JPJM and l e Clerq F (eds)). Saxon, Farnborough, UK.

VanZuylen JH and Willumsen LG., (1980), "The most likely trip matrix estimated from traffic counts. Journal of Transportation Research Part B: Methodological 14(3): pp.281–293.

-Vortisch P. and Mohl P., (2003), "Traffic state estimation in the traffic management center of Berlin". Proceedings of the 82nd Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, DC, USA.

-Willumsen LG., (1981), "Simplified transport models based on traffic counts". Journal of Transportation 10: pp.257–278.

-Wong KL and Yu S., (2011), "Estimation of origin-destination matrices for mass event: a case study of Macau Grand Prix". Journal of King Saud University-Science 23(3): pp.281–292.

Xie C, Kockelman KM and Waller ST., (201 0), "A maximum entropy method for origin-destination trip matrix estimation. Transportation Research Record 2196: pp.111–119.

-Xu, W. and Chan, Y., (1993), "Estimating an origin-destination matrix with fuzzy weights". Part 1: Methodology, Transportation Planning and Technology17, pp.127-144.

www.SID.ir