

فرآیند برآورد تقاضای حمل و نقل سفرهای کاری در شرایط دورکاری

امیررضا ممدوحی¹، حسن کوهی²
استادیار، دانشگاه تربیت مدرس
مریی، موسسه عالی بانکداری ایران

چکیده

مدیریت تقاضای حمل و نقل یکی از راهکارهای عملی و مفید برای جلوگیری از افزایش بی‌رویه تقاضای حمل و نقل و کنترل هرچه بهتر آن است. از آنجا که تقاضای حمل و نقل یک تقاضای مشتق شده است، می‌توان با استفاده از روش‌های مدیریتی مناسب، به نحوی رفتار سفر را تغییر داد که کارایی سیستم حمل و نقل موجود بدون صرف هزینه‌های زیاد افزایش یابد. در سال‌های اخیر، دورکاری به عنوان یکی از راهبردهای مدیریت تقاضای حمل و نقل مطرح شده است که با پیشرفت فناوری و سیستم‌های اطلاعاتی و ارتباطی هم‌بستگی زیادی دارد. با اعمال برنامه دورکاری از منزل یا از دورمرکز، الگوی سفر کاری و پیرو آن، تقاضای سفرهای مربوطه تغییر خواهد کرد. هدف اصلی این مقاله ارائه روشی ابتکاری برای برآورد تقاضای حمل و نقل سفرهای کاری در شرایط دورکاری است که در مراحل ایجاد، توزیع و تفکیک سفر بررسی می‌شود. در این روش، با فرض ماتریس مبدا- مقصد دورکاری، فرآیند برآورد تقاضای حمل و نقل شهری و جایگاه ماتریس مبدا- مقصد دورکاری در این فرآیند مورد بحث و بررسی قرار گرفته و جزئیات روش پیشنهادی در چهار گام معرفی می‌گردد.

کلید واژه: فرآیند برآورد تقاضا، ماتریس مبدا- مقصد، دورکاری، سفرهای کاری، روش ابتکاری.

1- مقدمه

تلاش‌های گسترده‌ای در چند دهه اخیر برای حل مشکل راه‌بندان در شهرها صورت گرفته است و روش‌های گوناگونی تجربه شده‌اند. یکی از این راهکارهای عملی و مفید، جلوگیری از افزایش بی‌رویه تقاضای حمل و نقل از طریق مدیریت کردن آن است. با عنایت به این مساله که تقاضا برای سفر یک **تقاضای مشتق شده** است، می‌توان با استفاده از روش‌هایی مناسب، به نحوی رفتار سفر را تغییر داد که تقاضای سفر جدید از طریق اعمال سیاست‌های مدیریتی مناسب پاسخ داده شود. در این صورت، کارایی سیستم حمل و نقل موجود افزایش یافته، ضمن اینکه از به کارگیری گزینه‌های پرهزینه اجتناب می‌شود. مجموعه این اقدامات و سیاست‌ها **مدیریت تقاضای حمل و نقل** نام دارد. در سال‌های اخیر، دورکاری به عنوان یکی از راهبردهای مدیریت تقاضای حمل و نقل مطرح شده است که با پیشرفت فناوری و سیستم‌های اطلاعاتی و ارتباطی هم‌بستگی زیادی دارد. علاوه بر این، دورکاری به عنوان یک سبک جدید کاری هم مطرح است که می‌تواند اثرات کوتاه‌مدت و بلندمدت مختلفی بر الگوی کار و کیفیت زندگی دورکاران داشته باشد.

1 عضو هیات علمی، 82884925، armamdoohi@modares.ac.ir

2-عضو هیات علمی، 22881701، has_koohi@yahoo.com

هدف اصلی این مقاله ارائه روشی ابتکاری برای برآورد تقاضای حمل و نقل سفرهای کاری در شرایط دورکاری است. برای این منظور ابتدا مفهوم و پیشینه دورکاری ارائه شده، سپس با اشاره‌ای مختصر به فرآیند برنامه‌ریزی حمل و نقل شهری و جایگاه تقاضای حمل و نقل در آن، روش ابتکاری پیشنهادی در مراحل ایجاد و توزیع سفر و سپس در مرحله انتخاب وسیله در قالب 4 گام معرفی می‌گردد. در انتها نیز، نتیجه‌گیری و پیشنهادهای برای ادامه مطالعات ارائه خواهد شد.

2- پیشینه دورکاری

کاربرد سیستم‌های اطلاعاتی و ارتباطی به میزان زیادی تابع شرایط اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی و میزان گسترش و نفوذ فناوری مربوط در جامعه و سبک زندگی است. بر این اساس، نتایج حاصل از به کارگیری فناوری‌های مختلف نیز می‌تواند متفاوت باشد. به عنوان مثال، فناوری‌های ارتباطی با هدف جایگزینی سفر با ارتباطات، از طریق روش‌هایی مانند خرید از راه دور (دورخرید)¹ یا کار از راه دور (دورکاری) با استفاده از شبکه‌های رایانه‌ای برای ارائه برخی خدمات شهری، علاوه بر نتایج مستقیم حمل و نقلی چون کاهش مصرف انرژی و آلودگی هوا، تقویت مبانی اجتماعی و تغییر سبک زندگی را نیز در پی دارد. طبیعی است که سرمایه‌گذاری در این زمینه دارای بازدهی صعودی به مقیاس است، چراکه از تجهیزات مربوطه می‌توان برای مقاصد و شیوه‌های مختلف استفاده کرد.

دورکاری عبارت است از: انتقال کار به سمت انجام‌دهنده کار، به جای حرکت انجام‌دهنده کار به سوی محل کار، و جایگزینی کل یا بخشی از کار با فناوری اطلاعات و ارتباطات، احتمالاً به کمک رایانه، و برای سفرهای کاری (Niles 1990). در یک جمع‌بندی، می‌توان گفت که دورکاری روشی برای سازماندهی کار بر مبنای ایجاد انعطاف زمانی و مکانی در انجام کار، با استفاده از قابلیت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات است. دورکاری عمدتاً به دو شیوه اصلی کار از خانه یا کار از مراکز دورکاری صورت می‌گیرد. دورمرکزها، مراکز اختصاصی هستند که به منظور استفاده ویژه کارکنان ایجاد شده‌اند. هدف از این نوع دورکاری، کاهش انزوا و موانع ارتباطی است که ممکن است کار از خانه را تهدید کند. دورمرکزها ممکن است به وسیله چند شرکت مختلف برای استفاده مشترک دورکاران ایجاد شوند. دورکاری در کل هفته یا روزهایی از هفته قابل انجام است. در ابتدای اجرای برنامه دورکاری، خصوصاً برای کشورهای در حال توسعه، دورکاری در کل روزهای هفته پیشنهاد نمی‌شود.

نایلز و همکاران (Niles et al. 1976) دورکاری را راهی برای کاهش مصرف سوخت در زمان بحران نفت دانستند. آن‌ها تخمین زدند که اگر از هر هفت مسافر شهری یکی حذف شود، ایالات متحده دیگر نیازی به واردات نفت نخواهد داشت. موج سوم (Toffler 1981) جایگزینی دوره صنعتی

¹ Tele-Shopping

تمدن (موج دوم) را با عصر اطلاعات (موج سوم) تشریح می‌کند و با ارائه دیدگاه کلبه الکترونیکی¹ به پیش‌بینی تعداد فزاینده‌ای از افراد به دورکاری می‌پردازد.

3- پیشینه فرآیند برآورد تقاضای حمل و نقل

روش‌های برآورد تقاضای حمل و نقل به دلیل قدمت و اهمیت از پیشینه و ادبیات کلاسیک و وسیعی برخوردار است (Ortuzar & Willumsen 1994) و به چند دسته کلی تقسیم می‌شوند: روش‌های ساده برآورد تقاضا، روش چهار مرحله‌ای کلاسیک یا سیستم مدل‌های حمل و نقل شهری و روش مستقیم یا هم‌زمان (Meyer & Miller 1987). روش کلاسیک که رویکرد متداول در مدل‌سازی تقاضای سفر است، دارای چهار زیرمدل برای پیش‌بینی تعداد سفرهای درون‌شهری به تفکیک ساعت روز، هدف سفر، زوج مبدأ- مقصد، وسیله نقلیه و مسیر است. محصول نهایی این روش یک مجموعه جریان روی کمان‌های شبکه به تفکیک وسیله است. زیرمدل‌های این روش عبارتند از ایجاد سفر، توزیع سفر، انتخاب وسیله و انتخاب مسیر یا تخصیص ترافیک (Ortuzar & Willumsen 1994). در مدل‌های ایجاد سفر تعداد سفرهای تولید و جذب شده در سطح ناحیه‌های محدوده مورد مطالعه و در مدل‌های توزیع سفر، پخش یا توزیع سفرها بین زوج‌های مختلف مبدأ- مقصد مد نظر است. مدل‌های انتخاب وسیله یا تفکیک سفر به منظور پیش‌بینی سهم انواع وسایل نقلیه از سفرهای یک زوج مبدأ- مقصد به کار می‌رود که به دلیل سیاست‌پذیری، از اساسی‌ترین گام‌های برآورد تقاضاست. آخرین گام این روش، تخصیص ترافیک است که هدف آن پیش‌بینی جریان بین هر زوج مبدأ- مقصد با وسایل مختلف روی کمان‌های شبکه است.

4- برآورد تقاضای سفر در شرایط دورکاری

هدف اصلی این مقاله اعمال تغییرات لازم در فرآیند برآورد تقاضای حمل و نقل چهار مرحله‌ای کلاسیک در شرایط دورکاری است. به این ترتیب می‌توان اثر تقاضای دورکاری را در هر یک از مدل‌های چهارگانه کلاسیک محاسبه کرده و عملکرد نهایی شبکه حمل و نقل را مورد ارزیابی قرار داد. به عبارت دیگر، هدف بررسی فرآیند برآورد تقاضای سفر تا مرحله برآورد ماتریس‌های مبدأ- مقصد به تفکیک وسایل نقلیه مختلف با داشتن ماتریس سفرهای مبدأ- مقصد دورکاران بر حسب نفر- سفر است. طبیعی است که ماتریس تقاضای دورکاری (با توجه به ویژگی‌های دورکاران و سطح امکانات برای اجرای آن) در نهایت، ماتریس تقاضای مبدأ- مقصد به تفکیک وسایل نقلیه مختلف را تحت تاثیر قرار می‌دهد. در ادامه، تغییرات حاصل در مراحل ایجاد، توزیع و تفکیک سفر در اثر اجرای دورکاری بیان و بازخوردهای آن بر دیگر مراحل مورد بررسی قرار می‌گیرد.

¹ Electronic Cottage

4-1- ایجاد و توزیع سفر در شرایط دورکاری

با فرض اینکه ماتریس تقاضای دورکاری بالقوه (OD^{TW}) بر حسب نفر-سفر (ممدوحی و همکاران 1386 ب) بین نواحی ترافیکی مختلف یک شهر موجود باشد، نشان‌گر تعداد سفرهای بالقوه کارمندان شاغل در نواحی خاصی از شهر است که با هدف کار صورت می‌گیرد و در صورت محقق شدن دورکاری، حذف شده (دورکاری از منزل) یا تغییر مقصد (دورکاری از دورمرکز) می‌دهند. اجرای برنامه دورکاری خصوصاً در کشورهای در حال توسعه برای شاغلین مراکز دولتی از احتمال موفقیت بالاتری برخوردار است و با فرض اجرای برنامه دورکاری، OD^{TW} دارای ویژگی‌های اصلی به شرح زیر است:

- 1- OD^{TW} تعداد سفرهای مبدا- مقصد روزانه دورکاران بالقوه با هدف کار است،
- 2- این ماتریس مربوط به سفرهای اوج صبح (زمان انجام سفرهای کاری) است،
- 3- مبدأ سفرهای ماتریس OD^{TW} ، نواحی ترافیکی مسکونی و مقصد آن‌ها نواحی ترافیکی شامل دستگاه‌ها، سازمان‌ها و ادارات دولتی است،

در صورت محقق شدن برنامه دورکاری، همه یا بخشی از سفرهای ماتریس OD^{TW} انجام نمی‌شوند؛ گروهی از کارمندان وظایف کاری خود را در منزل انجام می‌دهند که موجب حذف سفرهای کاری آنها خواهد شد و گروهی دیگر که وظایفشان را در دورمرکزها انجام می‌دهند دارای الگوی جدید سفر کاری با تغییر مقصد خواهند بود. ماتریس مبدا- مقصد جدید دورکاری پس از اجرای آن (OD_C^{TW}) ماتریسی است که پس از اعمال تغییرات فوق بر OD^{TW} بدست آمده و در آن، مبدأ سفرها بدون تغییر، اما مقصد آنها، نواحی ترافیکی شامل دورمرکزها یا منزل شخص دورکار خواهند بود (که در این حالت، سفر شخص دورکار از کل سفرهای روزانه حذف خواهد شد). بدین ترتیب، ماتریس OD_C^{TW} به صورت رابطه (1) تعریف می‌شود.

$$OD_C^{TW} = OD_{CO}^{TW} + OD_{CH}^{TW} \quad (1)$$

که در آن :

OD_{CO}^{TW} : تعداد سفرهای دورکاری (TW) به محل دورمرکزها (نفر-سفر)،

OD_{CH}^{TW} : تعداد سفرهای دورکاری (TW) از منزل (نفر-سفر).

ماتریس OD_{CO}^{TW} می‌تواند براساس تصمیم‌هایی که از سوی مدیریت مراکز دولتی برای دورکاران اتخاذ می‌شود (تعیین محل دورمرکز برای هر یک از دورکارها) یا براساس تصمیم شخص دورکار نسبت به انتخاب دورمرکز مشخص شود. ویژگی‌های فوق این فرض را نیز به طور ضمنی در بردارد که

شخص دورکار در حین انجام وظایف کاری خود در منزل یا دورمرکزها سفر دیگری را تولید نخواهد کرد.

مطالعات نشان داده که سفرهای ماتریس OD_C^{TW} ترجیحاً به صورت پیاده و درون ناحیه‌ای (OD_{CO}^{TW}) به دورمراکز انجام می‌شوند (ممدوحی و همکاران 1386 الف)، یا (در صورت دورکاری از منزل $OD_{CH}^{TW} = 0$) اصولاً حذف می‌شوند. لذا، در صورت تحقق دورکاری، سفرهای دورکاران بالقوه (OD^{TW}) از کل سفرهای اوج صبح حذف شده، و به جای آن‌ها سفرهای پیاده (یا با دوچرخ و به طور کلی، با هزینه کمتر) صورت می‌گیرد. ماتریس جدید تقاضای سفر که در اثر اعمال برنامه دورکاری تغییر می‌کند، به صورت رابطه (2) محاسبه می‌شود.

$$OD_n = OD_o - OD^{TW} + OD_C^{TW} = OD_o - OD^{TW} + OD_{CO}^{TW} \quad (2)$$

که در آن:

OD_n : ماتریس تقاضای سفر (جدید) پس از اجرای دورکاری (نفر - سفر)،

OD_o : ماتریس تقاضای سفر (قبلی) پیش از اجرای دورکاری (نفر - سفر)،

OD^{TW} : ماتریس تقاضای سفر دورکاری بالقوه پیش از اجرای آن (نفر - سفر)،

OD_C^{TW} : تعداد سفرهای دورکاری به محل دورمرکزها (نفر - سفر)،

رابطه (2) تغییر در ایجاد و توزیع سفر را بطور همزمان و در صورت اجرای برنامه دورکاری نشان می‌دهد. به این ترتیب، با داشتن ماتریس‌های OD_o ، OD^{TW} و OD_{CO}^{TW} می‌توان ماتریس جدید تقاضا را پس از اجرای دورکاری محاسبه کرد. ماتریس‌های OD^{TW} و OD_{CO}^{TW} بر اساس سناریوهای مختلف که منعکس‌کننده شرایط و فروض مربوط به اجرای برنامه‌های مختلف دورکاری هستند، قابل محاسبه و تحلیل هستند (ممدوحی و همکاران 1386 پ).

4-2- انتخاب وسیله در شرایط دورکاری

از آنجا که برای بررسی عملکرد شبکه باید ماتریس تقاضای جدید از رابطه (2) به شبکه تخصیص داده شود، ابتدا لازم است ماتریس‌های مبدا- مقصد جدید به تفکیک شیوه‌های مختلف حمل و نقل در شرایط دورکاری برآورد گردد. برای این منظور و پس از تخمین ماتریس تقاضای جدید (OD_n) نحوه انتخاب وسیله دورکاران باید تعیین می‌شود. چهار گام زیر به منظور تعیین نحوه انتخاب وسیله دورکاران پیشنهاد می‌شود (ممدوحی و همکاران 1386 پ).

گام 1

با استفاده از ماتریس‌های OD^{TW} و مدل‌های انتخاب وسیله، تعداد سفرهای دورکاران بالقوه با وسایل مختلف حمل و نقل پیش از اجرای دورکاری طبق رابطه (3) محاسبه می‌شود.

$$OD_i^{TW} = P_i \otimes OD^{TW} \quad \forall i \in M \quad (3)$$

که در آن:

OD_i^{TW} : تعداد سفرهای دورکاران بالقوه با وسیله نوع i پیش از اجرای دورکاری،
 M : مجموعه کلیه وسایل نقلیه مورد استفاده دورکاران، و
 P_i : ماتریس سهم وسیله i از کل وسایل نقلیه.

ماتریس P_i یک ماتریس مربع است که درایه‌های آن احتمال سفر با وسیله i را از هر مبدأ به مقاصد مختلف نشان می‌دهد. عملگر \otimes در رابطه (3) نشان‌گر ضرب المان در المان یا درایه در درایه بوده و درایه‌های ماتریس P_i را در درایه‌های متناظر ماتریس OD^{TW} ضرب می‌کند. درایه‌های ماتریس P_i را می‌توان با استفاده از مدل‌های انتخاب وسیله برآورد کرد.

گام 2

با استفاده از ماتریس‌های OD_{CO}^{TW} و مدل‌های انتخاب وسیله، تعداد سفرهای دورکاران در صورت اجرای برنامه دورکاری با وسایل مختلف حمل و نقل مطابق رابطه (4) بدست می‌آید.

$$OD_{Ci}^{TW} = P_i^1 \otimes OD_{CO}^{TW} \quad \forall i \in M \quad (4)$$

که در آن:

OD_{Ci}^{TW} : تعداد سفرهای دورکاران با وسیله نوع i در صورت اجرای برنامه دورکاری (نفر - سفر)،
 M : مجموعه کلیه وسایل نقلیه مورد استفاده دورکارها، و
 P_i^1 : ماتریس سهم وسیله i (از کل وسایل) در صورت اجرای برنامه دورکاری.

در صورت عدم دسترسی به اطلاعات انتخاب وسیله دورکاران (پس از اجرای دورکاری)، می‌توان با استفاده از اطلاعات گردآوری شده از مصاحبه با دورکاران، درایه‌های ماتریس P_i^1 را بدست آورد، به این ترتیب که از دورکاران اطلاعات مربوط به نوع وسیله منتخب برای سفر به محل کار خود جمع

آوری شود (ممدوحی و همکاران 1386 الف). علاوه بر این، می‌توان ماتریس P_i^1 را در قالب سناریوهای مختلف طراحی کرد. در واقع، P_i^1 یکی از پارامترهایی است که جهت ارزیابی عملکرد شبکه در سناریوهای مختلف، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و نتایج ارزش‌مندی را به همراه دارد

گام 3

با استفاده از ماتریس‌های بدست آمده در گام‌های 1 و 2 و متوسط سرنشین هر وسیله در مجموعه M ، تعداد سفرهای انجام شده با وسایل نقلیه مختلف بین مبدأ- مقصدهای مختلف برای ماتریس‌های OD_i^{TW} و OD_{Ci}^{TW} به صورت روابط (5) و (6) بدست می‌آیند.

$$OD_{ia_i}^{TW} = \frac{OD_i^{TW}}{a_i} \quad (5)$$

$$OD_{Cia_i}^{TW} = \frac{OD_{Ci}^{TW}}{a_i^1} \quad (6)$$

که در آنها:

a_i : متوسط سرنشین وسیله نقلیه i ،

a_i^1 : متوسط سرنشین وسیله نقلیه i مورد استفاده دورکاران،

$OD_{ia_i}^{TW}$: ماتریس وسیله- سفر با وسیله i ، پیش از اجرای دورکاری، و

$OD_{Cia_i}^{TW}$: ماتریس وسیله- سفر با وسیله i ، برای دورکاران پس از اجرای دورکاری.

اگرچه a_i و a_i^1 را می‌توان به علت تشابه آنها یکسان فرض کرد، ولی در اینجا حالت کلی و بدون محدودیت در نظر گرفته شده است.

گام 4

با استفاده از نتایج بدست آمده در گام‌های 2 و 3 می‌توان ماتریس مبدأ- مقصد جدید را به تفکیک وسایل نقلیه مختلف با استفاده از رابطه (7) بدست آورد.

$$OD_n^i = OD_o^i - OD_{ia_i}^{TW} + OD_{Cia_i}^{TW} \quad (7)$$

که در آن:

OD_n^i : ماتریس مبدا- مقصد (جدید) برای وسیله نوع i پس از اجرای دورکاری، و
 OD_o^i : ماتریس مبدا- مقصد (قبلی) برای وسیله نوع i پیش از اجرای دورکاری.

ماتریس OD_n^i که خروجی فرآیند پیشنهادی این مقاله است را می‌توان در مدل تخصیص ترافیک جهت تحلیل و ارزیابی عملکرد شبکه تحت تقاضای جدید تحلیل و بررسی نمود.

5- نمونه‌ای از پیاده‌سازی روش

به منظور پیاده‌سازی روش پیشنهادی، می‌توان سناریوهای مختلفی را در سه محور اساسی زیر مد نظر قرار داد:

- 1- تقاضای دورکاری،
- 2- سطح و چگونگی عرضه امکانات دورکاری، و
- 3- پارامترهای مورد استفاده به منظور برآورد تعداد وسایل نقلیه دورکاران.

یکی از سناریوهای محتمل، فرض 2 روز دورکاری برای همه دورکاران در هفته و دیگر پارامترهای لازم به شرح جدول (1) است.

جدول (1): پارامترهای لازم برای برآورد تقاضای مبدا- مقصد دورکاری برای یک سناریو فرضی

نوع وسیله	پیاده	موتور	سواری شخصی	تاکسی و مسافرخش	مینیبوس	اتوبوس واحد	مینیبوس سرویس	اتوبوس سرویس	سرویس سواری
احتمال انتخاب	0/02	0/01	0/27	0/15	0/02	0/12	0/04	0/30	0/08
متوسط سرنشین	1/0	1/5	1/57	2/17	23/0	46/5	23/0	46/0	1/57

با استفاده از جدول (1) می‌توان ماتریس $OD_{ia_i}^{TW}$ را برای وسایل نقلیه مختلف برآورد کرد که به علت بزرگ بودن ماتریس‌های مبدا-مقصد وسایل نقلیه تنها بخشی از این ماتریس‌ها برای تعداد محدودی از وسایل نقلیه در جدول‌های (2) و (3) گزارش شده‌اند.

جدول (2): بخشی از ماتریس وسیله-سفر با سواری شخصی پیش از اجرای دورکاری

$j \backslash i$	1	2	3	13	14	15	17	18
1	2/7	0/8	0/1	0/1	0/0	2/5	0/0	2/2
2	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
3	0/3	0/0	0/7	0/0	1/1	0/0	0/0	2/0
4	0/3	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/1	0/0
5	0/4	0/8	0/1	0/1	0/0	0/0	0/0	2/6
6	0/4	0/7	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	2/1
7	0/3	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
8	0/4	0/6	0/0	0/0	1/0	0/0	0/0	0/0
9	0/4	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
10	0/3	0/6	0/0	0/1	0/0	0/0	0/0	0/0

جدول (3): بخشی از ماتریس وسیله-سفر با تاکسی و مسافرکش پیش از اجرای دورکاری

$j \backslash i$	1	2	3	13	14	15	17	18
1	1/1	0/3	0/1	0/0	0/0	1/0	0/0	0/9
2	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
3	0/1	0/0	0/3	0/0	0/5	0/0	0/0	0/8
4	0/1	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/1	0/0
5	0/2	0/3	0/1	0/0	0/0	0/0	0/0	1/1
6	0/2		0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/9
7	0/1	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
8	0/2	0/3	0/0	0/0	0/4	0/0	0/0	0/0
9	0/2	0/3	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
10	0/1	0/2	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0

رفتار دورکاران نسبت به انتخاب دورمرکز و وسیله نقلیه برای محاسبه ماتریس $OD_{Cia_i}^{TW}$ نیز می‌تواند مطابق جدول (4) در قالب یک سناریو فرضی مطرح شود. در این سناریو، همچنین فرض این است که 50 درصد دورکاران به دورمرکز می‌روند.

جدول (4): رفتار انتخاب وسیله دورکاران برای یک سناریو فرضی

نوع وسیله	پیاده	دوچرخ	سواری شخصی	تاکسی و مسافرکش
احتمال انتخاب	0/5	0/3	0/1	0/1

6- خلاصه، نتیجه‌گیری و پیشنهادات

در سال‌های اخیر، دورکاری به عنوان یکی از راهبردهای مدیریت تقاضای حمل و نقل مطرح شده است که با پیشرفت فناوری و سیستم‌های اطلاعاتی و ارتباطی هم‌بستگی زیادی دارد. با اعمال برنامه دورکاری از منزل یا از دورمرکز، الگوی سفر کاری تغییر خواهد کرد. در این مقاله روشی ابتکاری برای برآورد تقاضای حمل و نقل در فرآیند چهار مرحله‌ای کلاسیک به خصوص در مراحل ایجاد، توزیع و تفکیک سفر در شرایط تحقق دورکاری ارائه شد. در این روش، با فرض ماتریس مبدا- مقصد دورکاری، فرآیند برآورد تقاضای حمل و نقل شهری و جایگاه ماتریس مبدا- مقصد دورکاری در این فرآیند مورد بحث و بررسی قرار گرفته و جزییات روش پیشنهادی معرفی شد.

از جمله مزایای روش مذکور این است که برای برآورد این ماتریس تنها اطلاعات ماتریس مبدا- مقصد وسیله منتخب دورکاران لازم است جمع‌آوری شود. از اینرو، استفاده از روش پیشنهادی دارای هزینه‌های زیادی نخواهد بود. از طرف دیگر، با استفاده از این روش می‌توان تغییر در الگوی سفرهای کاری دورکاران را شناسایی و اثرات آن را بر کل تقاضا برآورد نمود. اهمیت این مساله وقتی بیشتر جلوه می‌کند که فرضیه وجود تفاوت اساسی بین الگوی سفرهای کاری دورکاران و دیگر افراد جامعه قبل از اجرای برنامه دورکاری، از قابلیت اعتماد بالایی برخوردار باشد. روش مذکور دارای محاسبات خیلی پیچیده نبوده و لذا هزینه (زمان) محاسبات آن پایین است. چنین ویژگی امکان تحلیل و بررسی سناریوهای مختلف و متعدد (برای شرایط متفاوت) را با هزینه (زمان) کم مقدور می‌سازد، که با استفاده از آن می‌توان به برآورد آثار دورکاری بر عملکرد شبکه مورد استفاده قرار داد. همچنین محاسبات ساده در روش پیشنهادی، این امکان را برای تحلیل تقاضای حمل و نقل در شرایط دورکاری و برای شبکه‌های بزرگ با هزینه کم فراهم می‌سازد.

از آنجا که هدف اصلی این مقاله، پیشنهاد روشی سازگار برای برآورد تقاضای حمل و نقل در شرایط دورکاری بود، پارامترهایی همچون سهم وسایل مختلف و متوسط سرنشین آنها برای دورکاران پیش و پس از اجرای برنامه دورکاری در قالب یک سناریو فرضی (ولی امکان‌پذیر و محتمل) در نظر گرفته شد. انجام مطالعاتی برای برآورد چنین پارامترهایی می‌تواند بر غنای نتایج حاصل از روش پیشنهادی بیفزاید. از اینرو، پیشنهاد می‌شود ساختاری مناسب برای جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات مبتنی بر رفتار دورکاران تدوین گردد تا با درجه اطمینان بالا پارامترهای مورد نظر این روش محاسبه گردد. همچنین، بکارگیری این روش در فرآیند چهار مرحله‌ای کلاسیک حمل و نقل و استفاده از نرم-

افزارهای تخصیص برای تخصیص نتایج مدل به شبکه در شرایط واقعی از دیگر پیشنهادات این مطالعه است که می‌تواند در برآورد آثار دورکاری در قالب حجم ترافیک روی شبکه و ارزیابی عملکرد سناریوهای مختلف مربوطه مفید فایده واقع شود.

7- قدردانی

مقاله حاضر برگرفته از بخشی از پروژه اترسنجی دورکاری به عنوان یک راهبرد کاهش تقاضای سفر در سطح شهر تهران است که در موسسه عالی آموزش و پژوهش مدیریت و برنامه‌ریزی و با حمایت مالی آن صورت گرفته است. مولفین خود را مکلف به تشکر صمیمانه از ریاست و معاونین وقت موسسه، مسئولین سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی وقت و همچنین، گروه پژوهش و کلیه افرادی که در گردآوری اطلاعات همکاری مجدانه داشتند، می‌دانند.

8- منابع

- 1- ممدوحی، امیررضا و همکاران (1386 الف)، مقدمات، تشکیل پایگاه‌های اطلاعاتی و تحلیل‌های اولیه، طرح پژوهشی اترسنجی دورکاری به عنوان یک راهبرد کاهش تقاضای سفر در سطح شهر تهران، گزارش نهایی مرحله اول، موسسه عالی آموزش و پژوهش مدیریت و برنامه‌ریزی.
- 2- ممدوحی، امیررضا و همکاران (1386 ب)، مدل‌سازی و برآورد تقاضای دورکاری، طرح پژوهشی اترسنجی دورکاری به عنوان یک راهبرد کاهش تقاضای سفر در سطح شهر تهران، گزارش نهایی مرحله دوم، موسسه عالی آموزش و پژوهش مدیریت و برنامه‌ریزی.
- 3- ممدوحی، امیررضا و همکاران (1386 پ)، مدل‌های تخصیص ترافیک و اترسنجی دورکاری، طرح پژوهشی اترسنجی دورکاری به عنوان یک راهبرد کاهش تقاضای سفر در سطح شهر تهران، گزارش نهایی مراحل سوم و چهارم، موسسه عالی آموزش و پژوهش مدیریت و برنامه‌ریزی.
- 4- Meyer MD & Miller EJ (1987), Urban Transportation Planning, a Decision Oriented Approach, McGraw-Hill Book Company, New York, USA.
- 5- Nilles J, Carlson F, Gray P & Hanneman G (1976), The Telecommunications Transportation Trade-off, New York, John Wiley.
- 6- Nilles J (1990), The State of California Telecommuting Pilot Project Final Report, JALA Associates, Inc., 971 Stonehill Lane, Los Angeles, CA, 90049-1412.
- 7- Ortuzar J D & Willumsen L G (1994), Modeling Transport, 2nd edition, John Wiley and Sons, New York.
- 8- Toffler A (1981), The Third Wave, Pan, London.