مدل‌سازی میزان امکان‌پذیریِ دورکاری برپایه فعّالیّت‌های شغلی

امیر رضا ممدوحی
دانشجوی دکتری

محمّد کرمانشاه
دانشیار

حسین پورزاهدی
دانشیار
دانشکده‌ی مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شریف

چکیده

دورکاری به عنوان یک راهبردِ مدیریّت تقاضای حمل و نقل، دارای آثار چشمگیری است و می‌تواند سبب حذف شمار قابل توجّهی از سفرها در ساعت اوج ترافیک شود، و با کاهش تقاضا از سرمایه‌گذاری‌های کلان برای ایجاد و گسترش ظرفیّت‌های متناظر، جلوگیری کند. این مطالعه به مدل‌سازی میزان امکان‌پذیریِ دورکاری برای انواع مشاغل بر پایه‌ی فعّالیّت‌های شغلی می‌پردازد و هدف آن، نمایش چگونگیِ کاربرد این مدل،برای برآورد شمار روزهای دورکاری مناسب برای مشاغل گوناگون است. این کار با استفاده از مدل‌های انتخاب گسسته از نوع لوجیت چندگانه و آشیانه‌ای صورت می‌گیرد. با استفاده از نتایج این شیوه می‌تواند فعّالیّت‌های شغلی را از نظر تناسب و امکان‌پذیری برای دورکاری شناسایی کرد. در این راهبرد، از یک نمونه‌ی آماریِ کوچک، برای نمایش روش مطالعه استفاده می‌شود.

کلمه‌های کلیدی

دورکاری، مدل‌های انتخاب گسسته، فعّالیّت‌های شغلی

Modeling Telecommuting Feasibility Based on Job-Tasks

A. R. Mamdoohi
Ph.D Candidate
M. Kermanshah
Associate Professor

H. Poorzahedy
Associate Professor
Civil Engineering Department,
Sharif University of Technology

Abstract

Teleworking, as a transportation demand management strategy, can have significant transportation impacts. This strategy can cause a reduction in number of trips at the traffic peak period, and thus, is equivalent to large investments for constructing and increasing the transportation network capacity. In this study, feasibility of teleworking for different jobs is modeled based on job tasks. This study aims to demonstrate the application of these ideas in order to estimate the number of feasible teleworking days for different jobs. This is done using discrete choice models such as multinomial and nested logit. Based on the results of this modeling, job tasks regarding suitability and feasibility for teleworking can be identified. A small sample is used to demonstrate how the method works.

Keywords

Teleworking, Discrete choice Nodels, Job Tasks

مقدّمه

راه حلّ سنّتی مسأله‌ی ترافیک، بیشتر ناظر بر ساخت بزرگراه و افزایش زیرساخت‌های حمل و نقلی است که هزینه‌ی سرمایه‌گذاری در آن بسیار زیاد است. گروهی از برنامه‌ریزانِ حمل و نقل، اعتقاد دارند که سیاست‌های مدیریّت عرضه و تقاضای حمل و نقل، جایگزینی مناسب برای راه‌حلّ‌هایی نظیر ساخت بزرگراه برای حلّ مسأله‌ی ترافیک است [۱،۲]. علّت این امر عمدتاً هزینه‌ی بسیار کمترِ این سیاست‌ها در پی آن اجرایی بودن بیشتر آن‌هاست. غالباً، ترافیک و مسائل آن را از دو راه می‌توان کاهش داد: (الف) افزایش ظرفیّت شبکه‌ی خیابانی (ب) استفاده‌ی کارآتر از ظرفیّت خیابان‌های با کاهش تقاضای سفر. مدیریّت تقاضای حمل و نقل[1]، شامل تمام سیاست‌ها و روش‌هایی است که تقاضای حمل و نقل را برای استفادهٔ کارآتر از امکانات و تسهیلات موجود تغییر می‌دهد، و باعث کاهش ترافیک و عوارض آن می‌شود [۳،۴]. علت دیگر، پیشرفت چشم‌گیر فناوری و سیستم‌های اطلاعاتی و ارتباطی است. این پیشرفت، به ویژه، در زمینه‌های اطلاعات و ارتباطات، برای بسیاری از راه‌حل‌های کم هزینه فراهم کرده است. هم‌چنین در بخش حمل و نقل، توسعه‌ی سیستم‌های اطلاعاتی و ارتباطی دارای آثار چشم‌گیر است و به عنوان شیوه‌های مقبول و کم‌هزینه در حوزه‌ی مدیریّت تقاضای حمل و نقل برای رفع تنگناهای آن مطرح است.

در روشِ دورکاری، با استفاده از فناوری پیشرفته‌ی ارتباطات، بخشی از تقاضای سفرهای روزانه به محل کار حذف می‌شود (دورکاری در منزل) و یا توزیع آن به مناطق محلی و نزدیک به منزل (دورکاری در دورمرکزها) تغییر می‌کند [۵،۶]. به بیان دیگر، استفاده از این روش باعث حذف سفر و یا تغییر مقصد سفر (به مکانی نزدیکتر به محّل سکونت فرد و آنگاه کاهش طول سفر) می‌شود. این تغییر مقصد، هم‌چنین ممکن است وسیله‌ی سفر را تغییر دهد؛ یعنی مسیر کوتاه با دوچرخه یا حتی پیاده پیموده شود. این روش‌ها به سرمایه‌گذاری و ساخت کلان نیازی ندارند، زیرا تسهیلات و سخت‌افزارهای مورد نیاز، برای اجرای این روش‌ها (رایانه‌ی شخصی، شبکه‌های محلّی و شبکه‌ی جهانی، رادیو و شبکه‌ی رادیویی) اغلب موجود است. آنچه برای اجرا ضروری می‌نماید، برنامه‌ریزی و مدیریّت است؛ یعنی استفاده‌ی مناسب و کارآ از منابع موجود که نیازمند پژوهش و شناخت روابط و مکانیزم‌های رفتاری است.

هدف این مقاله، بررسی مسأله‌ی دورکاری به عنوان یک از راهبردِ مدیریّت تقاضای سفر است. این راهبرد، مفهوم جدیدی است که شامل موضوعات مرتبط و محورهای مهم بسیاری است. یکی از این محورهای مهم، اثرسنجی است، یعنی بررسی آثار مثبت و منفی آن، از دیدگاه‌های مختلف اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی، زیست محیطی و حمل و نقلی. آنچه که در نهایت، آثار اجرای این روش را تعیین می‌کند، میزان امکان‌پذیری و استفاده از آن است. برای نمونه، میزان صرفه‌جویی در مصرف سوخت، رابطه‌ی مستقیم با میزان به کارگیری دورکاری دارد؛ هرچه به شمار تعداد افراد و روزهای دورکاری افزوده شود، میزان صرفه‌جویی نیز افزایش می‌یابد. بنابراین، عامل اصلی و تعیین‌کننده در میزان آثار این راهبرد، یعنی مدیریت تقاضای حمل و نقل، برآورد میزان تناسب و امکان‌پذیری آن است.

در این مطالعه، پس از ارائه‌ی مبانی نظری پیشنهادی، روند مدل‌سازی بررسی می‌شود و نحوه‌ی آمارگیری پیشنهادی، مطابق با نیازهای خاص این مطالعه در بخش بعد تحلیل می‌شود. آن گاه براساس اطّلاعات گردآوری شده در یک نمونه‌ی کوچک، چگونگی اجرا و کاربرد مفاهیم پیشنهادی، در روند مدل‌سازی، و نتایج مدل‌های انتخاب گسسته شامل لوجیت آشیانه‌ای و چندگانه ارائه و تحلیل می‌شوند. در پایان، خلاصه و نتایج حاصل از این مطالعه را ملاحظه خواهید کرد.

۱ـ مبانی نظری پیشنهادی این مطالعه

در مطالعه‌ی حاضر، مسأله‌ی میزان امکان‌پذیریِ دورکاری، در شرایط خاصّ یک کشور در حال توسعه، بررسی می‌شود. چند نکته‌ی مهم، این مطالعه را از مطالعات مشابه، دیگر متمایز می‌کند. نخست این که در مطالعات مشابه، نظرات کارفرمایان به عنوان کسانی که اجازه‌ی اجرای این شیوه‌ی کاری را صادر می‌کنند، در فرآیند بکارگیری دورکاری از بیشترین اولویّت برخوردار است. به بیان دیگر، وجود این گزینه‌ی کاری، برای کارمندان تصمیم کارفرمایان درباره ارائه‌ی آن وابسته است. اگر کارفرمایان این شیوه را ارائه نکنند، بی‌شک کارمندان حق انتخاب نخواهند داشت. در صورت ارائه‌ی این گزینه، محقّقین به بررسیِ انتخاب کارمندان درباره‌ی میزان بکارگیری بر اساس مطلوبیّت و علاقه‌ی آن‌ها می‌پردازند. هدف این مطالعه، سنجش بیشترین امکان

به کارگیری دورکاری براساس فعّالیّت‌های شغلی است. یعنی، مطالعه‌ی برنامه‌ریزی مرکزی با دیدگاه سیستمی برای همه‌ی جامعه و نه بیشینه‌سازی مطلوبیّت‌های فردی. از این رو در این مطالعه، از واژه‌ی امکان‌پذیری دورکاری استفاده می‌شود.

وجه تمایز دیگر، روش و نحوه‌ی در نظر گرفتن مشاغل است. در این مطالعه، برای فراگیری هرچه بیشترِ پژوهش و جامعیّت آن، به جای عنوان «مشاغل»، از فعّالیّت‌های تشکیل‌دهنده‌ی آن در تحلیل‌ها استفاده می‌شود. رویکرد پیشنهادی، دارای دو مرحله‌ی شکستن و تجزیه‌ی شغل به عناصر و فعّالیّت‌های تشکیل‌دهنده و آنگاه مدل‌سازی میزان تناسبِ دورکاری (بر حسب روز در هفته) براساس این فعّالیّت‌هاست. بدین ترتیب، می‌توان برای انواع مختلف مشاغل، میزان به کارگیری مناسب و یا امکان‌پذیری دورکاری را برآورد کرد. از این نظر، محدودیّتی در نوع مشاغل نیست و مشاغل جدید، و حتّی طبیعت متغیّر آنها را نیز می‌توان در این رویکرد در نظر گرفت.

۲ـ روند مدل‌سازی

تعداد روزهای دورکاری مناسب و امکان‌پذیر در هفته به عنوان یک مساله‌ی انتخاب مطرح است؛ بدین گونه که فرد به جای انتخاب براساس مطلوبیّت‌های فردی، بر اساس تناسب این شیوه ویژگی‌های شغلی، تعداد روز دورکاری را انتخاب می‌کند. با توجّه به طبیعت احتمالیِ مسأله، مدل‌های احتمالیِ انتخاب گسسته و به ویژه مدل لوجیت به علّت مبانی نظری محکم آن، برای توضیح این انتخاب، می‌شود. در این بخش، این مدل‌ها و ساختارهای مربوط به اجمال، بررسی می‌شوند. برای بررسی دقیق‌ترِ مبانی نظریِ مدل‌های انتخاب گسسته، منبع [۷] و برای نمونه‌ی کاربرد آن، منابع [۸،۹] پیشنهاد می‌شوند.گفتنی است که ممدوحی و کرمانشاه [۱۰] در یک تحلیل اوّلیّه، نظرات کارمندان و مدیران را مدل‌سازی کرده‌اند. نتایج مطالعه‌ی مذکور، حاکی از اعتبار بیشتر نظرات و داده‌های مدیران حکایت دارد. از این‌رو، در این مطالعه به بررسی بیشتر نظرات مدیران پرداخته می‌شود.

به طور کلّی، مدل‌های لوجیت، دو نوع ساختارِ آشیانه‌ای و چندگانه دارند (شکل (۱)). در ساختار آشیانه‌ای، فرض اساسی این است که انتخاب در دو سطح مطرح است: در آشیانهٔ[۲] (سطح) بالا، انتخاب، بین ۰ (صفر) روز دورکاری (امکان ناپذیری دورکاری) و بیش از ۰ روز دورکاری (امکان‌پذیری دورکاری) صورت می‌گیرد و در سطح (آشیانهٔ) پایین، انتخاب بین ۱، ۲ و ۳ روز دورکاری. (شکل (۱-الف)). در این ساختار، فرض می‌شود که تصمیم بین ۱، ۲ و ۳ روز دورکاری دارای ویژگی‌های مشترک است. برای مدل‌سازی، نخست آشیانه‌ی پایین و آنگاه آشیانه‌ی بالا، مدل می‌شود. شکل (۱ـ ب) ساختار چندگانه را نشان می‌دهد. در این ساختار، انتخاب در یک سطح بین ۰ ، ۱، ۲، و ۳ روز دورکاری صورت می‌گیرد و فرض می‌شود که گزینه‌ها[۳] مستقل از یکدیگر و مدل‌ها از نوع احتمالی هستند؛ بدین معنی که برای هر گزینه مطلوبیّت تعریف می‌شود که یک متغیّر تصادفی (U_i) است. این متغیّر قابل تفکیک به یک بخش معیّن[۴] یا سیستماتیک (V_i) و یک بخش نامعیّن یا تصادفی[۵] (e_i) به شکل زیر است[۷،۱۱]:

$$U_i = V_i + e_i \qquad (۱)$$

فرض توزیع احتمالی گامبل[۶] برای جمله‌ی تصادفی ساختار زیر را به مدل لوجیت می‌بخشد:

$$P(i) = \frac{e^{V_i}}{\sum_{j \in J} e^{V_j}} \qquad (۲)$$

که در آن، $P(i)$ احتمال انتخاب گزینهٔ i ، و J مجموعه‌ی گزینه‌هایِ ممکن است. محدودیّت اصلی این مدل، استقلال گزینه‌های نامرتبط[۷] است که برای رفع آن از ساختار آشیانه‌ای استفاده می‌شود. در این ساختار، گزینه‌های دارای همبستگی در آشیانه‌های (سطوح) جداگانه در نظر گرفته و بطور مستقل پرداخت می‌شوند. برای هر آشیانه، متغیّری به نام بیشینهٔ مطلوبیّت قابل انتظار[۸] (EMU_k) آن آشیانه، به صورت لگاریتم مجموع توابع نمایی مطلوبیّت‌های گزینه‌های آن آشیانه (M_k) به شکل زیر تعریف می‌شود[۱۲]:

$$EMU_k = \ln \sum_{m \in M_k} \exp(V_m) \quad (۳)$$

این متغیّر به عنوان یک متغیّر توضیحی در تابع مطلوبیّت آشیانه‌ی مذکور (که در آشیانهٔ بالا حکم یک گزینه را دارد) در پرداخت مدل انتخاب آشیانه‌ی بالا مورد استفاده است. ضریب این متغیّر باید بین مقادیر ۰ و ۱ (به عبارت دیگر، متعلّق به بازه‌ی (۱،۰)) برآورد شود. در غیر این صورت، ساختار آشیانه‌ای مورد استفاده، ساختار مناسبی برای مسأله‌ی مورد نظر نیست و باید از ساختارلوجیت چندگانه استفاده شود. علاقه‌مندان به آگاهی بیشتر از این مدل‌ها و ویژگی‌های آن می‌توانند به منابع [۷،۱۲] مراجعه کنند.

برای پرداخت این نوع مدل‌ها، با توجّه به طبیعت احتمالی تابع انتخاب، روش درست‌نمایی بیشینه[۹] مورد نظر است. [۱۳،۱۲]. در این روش، تابع احتمال وقوع همزمان مشاهدات (تابع درست‌نمایی[۱۰]) براساس پارامترهای مدل، محاسبه و بیشینه می‌شود. برای بهینه‌سازی از لگاریتم این تابع (لگاریتم تابع درستنمایی[۱۱]) استفاده می‌شود؛ از این‌رو این تابع، در پرداخت و اعتباریابی مدل از اهمّیّت ویژه‌ای برخوردار است. مقدار این تابع برای شرایطی که تمام ضرایب برابر صفر باشند ($L(0)$) به معنای احتمال سهم مساوی برای گزینه‌های مختلف است و به عنوان مبنایی برای ارزیابی مدل استفاده می‌شود. مقدار این تابع برای سهم بازار[۱۲] ($L(C)$)، یعنی شرایطی که توابع مطلوبیّت فقط شامل جملات ثابت هستند، مبنایی دیگر برای ارزیابی است. بیشینه‌ی این تابع ($L(\beta)$) در نقطهٔ همگرایی[۱۳] روی می‌دهد (β بردار پارامترهای مدل است) و تفاوت آن با مقادیر فوق می‌تواند قدرت توضیح‌دهندگی مدل را ازسهم مساوی یا سهم بازار نشان دهد. براساس این مقادیر، شاخص‌های برازندگی[۱۴] به نام شبه ضریب تعیین[۱۵] (ρ^2) و مقدار تعدیل شده‌ی[۱۶] آن (ρ_c^2) به صورت زیر تعریف می‌شوند[۷]:

$$\rho^2 = 1 - \frac{L(\beta)}{L(0)} \quad (۴)$$

$$\rho_c^2 = 1 - \frac{L(\beta)}{L(C)} \quad (۵)$$

ρ^2 در رابطهٔ (۴)، در واقع، تفاوت میزان تابع درست‌نمایی را برای پارامترهای β در همگرایی، نسبت به میزان $\beta = 0$ می‌سنجد. ρ^2 عددی بین ۰ و ۱ است و هرچه مقدار آن بزرگتر باشد، برازندگی مدل بر مشاهدات بیشتر می‌شود. تفسیر مشابهی برای ρ_c^2 وجود دارد. تفاوت بین ρ^2 و ρ_c^2 در مبنای مقایسه در این دو رابطه است.

٤ـ روند آمارگیری پیشنهادی

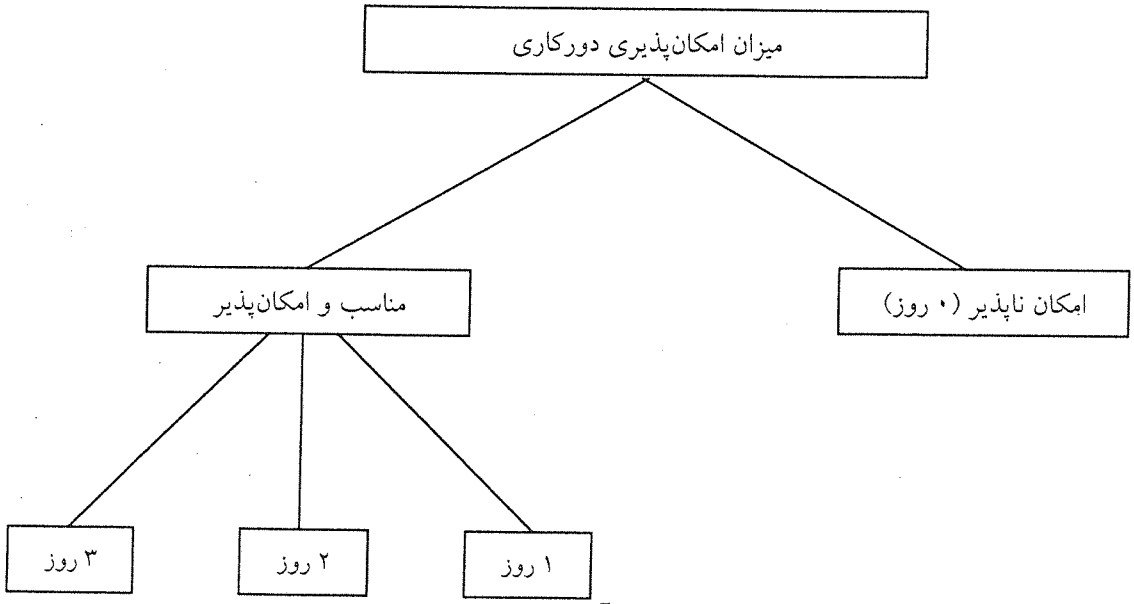
در روند مدل‌سازی، برای اجرای مدل‌ها نیاز به تعیین روال آمارگیری، طراحی و تدوین پرسشنامه و تشکیل پایگاه داده‌هاست. روند کار و نحوه‌ی توزیع پرسشنامه‌ها بدین گونه طراحی شد که نخست، ادارات مناسب برای تکمیل پرسشنامه‌ها انتخاب می‌شوند. سپس، پرسشنامه‌ی سازمان، شامل اطّلاعات انواع و تعداد کارمندان برای این ادارات توسط مدیر کارگزینی تکمیل، و براساس اطّلاعات آن نمونه‌ی آماری مشخّص می‌شود (نوع هر شغل و تعداد آن‌ها). برای افراد انتخاب شده (نمونهٔ آماری)، پرسشنامه‌ی کارمندان از طریق مدیر یا سرپرست مستقیم (فردی که کاملاً در جریان وظایف شغلی کارمند باشد) توزیع، و پس از تکمیل توسط کارمندان به مدیران یا سرپرستان بازگردانده می‌شود. هر مدیر یا سرپرست به ۳ پرسش که حالت محوری دارد و از اهمّیّت ویژه برخوردار است، در قسمت هاشور خورده پاسخ می‌دهد. بدین‌ترتیب، نظر مدیران یا سرپرستان نیز در مورد این ۳ پرسش اصلی گردآوری می‌شود. از این پرسشنامه اطلاعات زیر به دست می‌آید:

۱ـ ویژگی‌های شغلی، فعّالیّت‌های تشکیل‌دهنده‌ی شغل، و تجهیزات مورد نیاز آن، ۲ـ خصوصیّات فردی و اقتصادی ـ اجتماعی فرد مانند: سن، جنس، وضعیّت تأهّل، بعد خانوار، سواد، مالکیّت وسیله، و دارا بودن گواهی‌نامه‌ی رانندگی ۳ـ ویژگی‌های سفر شغلی فرد مانند: مبدأ، مقصد، وسیله، زمان و هزینه‌ی سفر، ۴ـ میزان مناسب دورکاری (متغیّر مورد مدل‌سازی

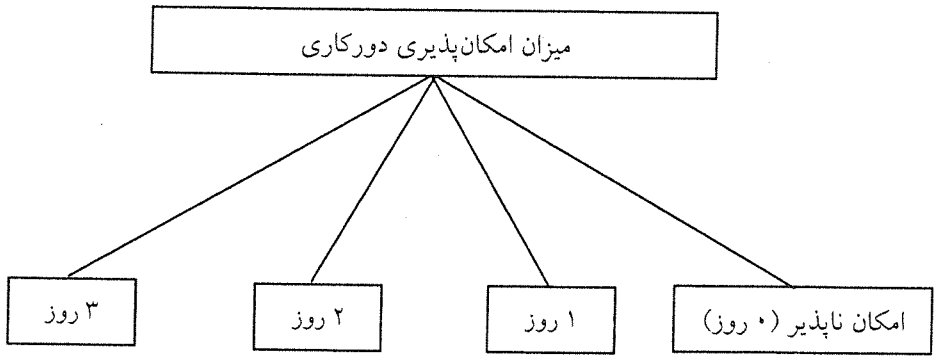
یا متغیّر وابسته).

مدل‌سازی، براساس داده‌های این پرسشنامه صورت می‌گیرد. متغیّر مدل شده در این پژوهش، میزان مناسب دورکاری (بر حسب تعداد روز در هفته) است. گزینه‌های پاسخ شامل ۰، ۱، ۲، و ۳ روز دورکاری در هفته می‌شود. دورکاری بیش از ۳ روز در هفته (دست کم در ابتدای اجرای برنامه‌ی دورکاری) پیشنهاد نشده است. متغیّرهای توضیح‌دهنده عبارتند از فعّالیّت‌های تشکیل‌دهنده‌ی شغل. این پرسش‌ها و پاسخ‌ها در شکل (۲) ارائه شده‌اند. در این پرسش، نظرات مدیران علاوه بر نظرات کارمندان گردآوری می‌شود.

برای نشان دادن روش‌های پیشنهادی این مطالعه، یک نمونه‌ی آماری مورد استفاده است. نمونه‌ی آماری در این مطالعه، شامل ۵۴ پرسشنامه مربوط به کارمندان یک شرکت خصوصی در زمینه‌ی فعّالیّت‌های رایانه‌ای و اتوماسیون و یک شرکت نیمه‌خصوصی در زمینه‌ی فعّالیّت‌های تحقیقاتی و پژوهشی در تهران می‌شود. یادآور می‌شود که از نظر نوع کار و فعّالیّت شرکت‌ها، شرکت اول دارای فعّالیّت‌های مختلف شامل تولید، خدمات، سیستم‌دهی، فروش، تبلیغات و بازاریابی، و شرکت دوم عمدتاً دارای فعّالیّت‌های تحقیقاتی و پژوهشی است و هر دو شرکت دارای بخش اداری و مالی هستند. به بیان دیگر، این شرکت‌ها از نظر سازمانی دارای بخش‌های عمده‌ی تشکیلاتی هستند. بخش عمده‌ی فعّالیّت این شرکت‌ها مبتنی بر رایانه بوده و رایانه برای عمده‌ی فعّالیّت این شرکت‌ها لازم و پیش‌نیاز است.



(الف) ساختار آشیانه‌ای



(ب) ساختار چندگانه

شکل (۱): ساختارهای مدل لوجیت مورد استفاده در این مطالعه.

به طور میانگین چه میزان از وقت روزانه شما صرف هر یک از موارد زیر در ارتباط با کارتان می‌شود؟

نوع فعّالیّت		میانگین مدت زمان روزانه							گزینه مورد نظر مدیر	توسط مدیر تکمیل شود
		۱۰ تا ۱۵ دقیقه	۱۵ تا ۳۰ دقیقه	۳۰ تا ۶۰ دقیقه	۱ تا ۲ ساعت	۲ تا ۳ ساعت	۳ تا ٤ ساعت	بیش از ٤ ساعت		
		۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷		
۱	خواندن یا نوشتن گزارشات، مکاتبات، ...									
۲	کار با رایانه شخصی									
۳	صحبت با تلفن									
٤	صحبت و محاوره با ارباب رجوع و همکاران									
٥	کار گروهی و شرکت در جلسات									
٦	ماموریت در خارج از اداره									

شکل (۲): فعّالیّت‌های مهم تشکیل‌دهندهٔ مشاغل در ارتباط با بکارگیری دورکاری.

۵ـ نتایج مدل‌سازی

در این بخش از مقاله، برای نشان دادن روش اجرا و تحلیل و تفسیر نتایج، با استفاده از نمونه‌ی آماری گردآوری شده، مدل‌سازی به مورد اجرا درمی‌آید، اگرچه نتایج عددی این مدل‌ها، به علّت محدود بودن داده‌ها، قابل تعمیم و گسترش به کّل نیروی کار کارمندی در سطح شهر تهران نیست، هدف از ارائه‌ی این مدل‌ها نمایش روش کار در زمینه‌ی تشخیص مناسبت دورکاری برای کارمندان است نه نتیجه‌گیری از نتایج به دست آمده برای تعمیم آن در سطح یک شهر. البته، نتایج به دست آمده منطقی و قابل انتظار هستند، و برآوردی از وزن و میزان اهمّیّت هر یک از فعّالیّت‌های شغلی برای نمونه‌ی آماری مورد استفاده ارائه می‌کنند.

در فرآیند مدل‌سازی، نخست باید آشیانه‌ی پایین مدل شود. در این آشیانه (سطح از مدل) که تصمیم بین ۱، ۲، و ۳ روز دورکاری در هفته مورد نظر است، گزینه‌ی ۱ روز دورکاری مبنا در نظر گرفته می‌شود؛ یعنی، ضرایب برآورد شده، تفاوت ضرایب تابع مطلوبیّت گزینه‌ی مورد نظر را با گزینه‌ی پایه نشان می‌دهد. گفتنی است که انتخاب گزینه‌ی پایه اختیاری است و تفاوتی اساسی در محاسبات ایجاد نمی‌کند. به بیان دیگر، می‌توان هر گزینه‌ای را به عنوان گزینه‌ی مبنا برگزید.

جدول (۱) مدل این آشیانه را نشان می‌دهد. این مدل، شامل متغیّرهای «خواندن یا نوشتن گزارش‌ها، مکاتبات، ... »، «کار با رایانه شخصی»، «صحبت و محاوره با ارباب رجوع و همکاران»، «کار گروهی و شرکت در جلسات» و «مأموریّت در خارج از اداره» است. سه متغیّر اول به همراه جمله‌ی ثابت در گزینهٔ ۲ روز و همه‌ی متغیّرها به جز متغیّر سوم (همراه جمله‌ی ثابت) در گزینه‌ی ۳ روز وجود دارند. مطلوبیّت گزینه‌ی مبنای ۱ روز برابر ۰ در نظر گرفته شده است. علامت متغیّرهای «خواندن یا نوشتن گزارش‌ها، مکاتبات، ... » و «کار با رایانه شخصی» در دو گزینهٔ ۲ و ۳ روز دورکاری، مثبت و علامت سایر متغیّرهای این دو گزینه منفی‌اند. علامت تمام متغیّرها درست و قابل انتظار هستند.

جدول (۱) نتایج مدل لوجیت آشیانه‌ای براساس نظرات مدیران ـ آشیانه‌ی پایین.

شرح متغیّر		ضریب (و آماره‌ی t) متغیّر در تابع مطلوبیّت	
		گزینهٔ ۲ روز	گزینهٔ ۳ روز
جملهٔ ثابت		-۱/۸۱۳ (-۱/۲۱)	-۱۱/۸۷۸ (-۱/۲۴)
خواندن یا نوشتن گزارش‌ها، مکاتبات، ...		۰/۹۹۷ (۱/۳۱)	۳/۹۴۵ (۲/۳۸)
کار با رایانه شخصی		۰/۹۳۱ (۲/۲۶)	۴/۲۵۰ (۱/۸۵)
صحبت و محاوره با ارباب رجوع و همکاران		-۰/۶۵۳ (-۱/۱۵)	-
کار گروهی و شرکت در جلسات		-	-۵/۲۳۴ (-۲/۸۶)
ماموریت در خارج از اداره		-	-۴/۰۱۲ (-۱/۰۸)
مقدار تابع لگاریتم احتمال	برای سهم برابر	-۵۳/۸۳۲	
	برای سهم بازار	-۵۳/۵۶۱	
	در همگرایی	-۲۵/۲۹۳	
تعداد مشاهدات		۵۴	
شبه‌ضریب تعیین		۰/۵۳۰	
شبه‌ضریب تعیین تعدیل شده		۰/۵۲۸	
آماری مربع-کای		۵۷/۰۷۸	

از نظر آماری t، متغیّرهای با اهمیت آماری در دو تابع مطلوبیّت گزینه‌های ۲ و ۳ روز دورکاری شامل «خواندن یا نوشتن گزارشات، مکاتبات، ... » و «کار با رایانه شخصی» است. مقدار تابع لگاریتم احتمال برای این مدل برابر ۲۵/۲۹۳- است، که با توجه به مقدار آن برای سهم مساوی یعنی ۵۳/۸۳۲- ضریب خوبی برازش ۰/۵۳۰ را دربر دارد.

با داشتن مدل انتخاب برای آشیانهٔ پائین، گام بعد مدل‌سازی آشیانهٔ بالاست. در این سطح از مدل‌سازی که یک مدل دوتایی انتخاب بین انجام و عدم انجام دورکاری است، از تمام مشاهدات (۵۴ رکورد اطلاعات) برای پرداخت مدل استفاده می‌شود. تمام مشاهداتی که تعداد روز دورکاری آن‌ها بیش از صفر باشد با ۱ نشان داده شده و در برابر مشاهدات بدون دورکاری (۰ روز) مدل می‌شوند. در پرداخت مدل آشیانهٔ بالا هیچ متغیّری در تابع مطلوبیّت با اهمیت بدست نیامد. علاوه بر آن، ضریب متغیّر ارزش انتظاری بیشینه مطلوبیّت (EMU_k) در تابع مطلوبیّت گزینهٔ انجام دورکاری در بهترین شرایط برابر ۳/۸۷۵ بدست آمد، که هم از نظر آماری بی‌اهمیت بود، و هم مقدار آن در بازهٔ مورد قبول (۱،۰) قرار ندارد. بدین ترتیب، در این تلاش برای شاخهٔ بالا مدل مناسبی برای توضیح مشاهدات بدست نیامد. به نظر می‌رسد که این نتیجه ناشی از تعداد کم مشاهدات (۵ مورد از ۵۴ مورد) با انتخاب عدم انجام دورکاری (گزینهٔ ۰ روز دورکاری) باشد. به عبارت دیگر، از آنجا که براساس نظر اغلب مدیران حداقل ۱ روز دورکاری در هفته مناسب است، نمی‌توان به طور خیلی دقیق تفاوت کلان انجام یا عدم انجام دورکاری را بازسازی کرد، اگرچه تفاوت بین ۱، ۲ و ۳ روز دورکاری از طریق مدل به خوبی نشان داده می‌شود.

با توجه به عدم تناسب مدل‌های لوجیت آشیانه‌ای، برای تحلیل بهتر و بیشتر مسأله می‌توان از مدل‌های لوجیت چندگانه استفاده کرد. گزینهٔ مبنا، در این ساختار، صفر روز دورکاری در نظر گرفته می‌شود. یعنی، ضرایب برآورد شده تفاوت ضرایب تابع مطلوبیّت گزینهٔ مورد نظر (۱، ۲، یا ۳ روز دورکاری در هفته) را با گزینهٔ پایه (صفر روز دورکاری در هفته) نشان می‌دهد. منظور از تابع مطلوبیّت یک گزینه همان تفاوت ضرایب تابع مطلوبیّت گزینهٔ مورد نظر (۱، ۲، یا ۳ روز دورکاری در هفته) با گزینهٔ پایه است.

نتایج مدل نهایی لوجیت چندگانه برای مدیران در جدول (۲) ارائه شده است. همانطور که ذکر شد، در این جدول منظور از گزینه، تعداد روز مناسب برای دورکاری است. با توجه به این جدول مشاهده می‌شود که متغیّر «کار با رایانه شخصی» در هر ۳ گزینه با علامت درست و مثبت وجود دارد. مقدار این ضریب برای گزینه‌های ۱، ۲ و ۳ روز دورکاری نسبت به عدم دورکاری فزاینده (به ترتیب برابر ۱/۷۰۴، ۲/۵۴۱ و ۵/۷۸۹) است که نتیجه‌ای معقول و قابل انتظار است. متغیّر «خواندن یا نوشتن گزارشات، مکاتبات، ... » در گزینهٔ ۲ و ۳ روز با علامت درست و مثبت و روندی فزاینده (به ترتیب برابر ۰/۹۳۲ و ۳/۷۰۷) ظاهر شده که باز امری منطقی و قابل انتظار است. ۲ متغیّر «کار گروهی و شرکت در جلسات»، و «مأموریت در خارج از اداره» فقط در گزینهٔ ۳ وجود دارند که هر ۲ دارای علامت منفی و درست هستند. بنابراین، فعّالیّت‌هایی که باعث افزایش امکان‌پذیری

دورکاری می‌شوند، به ترتیب اهمیت، عبارتند از «کار با رایانه شخصی» و «خواندن یا نوشتن گزارشات، مکاتبات، ... » که فعّالیّت اول دارای ارزش و وزن بیشتری نسبت به فعّالیّت دوم است. «خواندن یا نوشتن گزارشات، مکاتبات، ... » نیز فعّالیّتی است که فارغ از مکان خاص و ادارهٔ معمول بوده و در دورمرکزها (محلی اداری در همسایگی منزل) نیز قابل انجام است. فعّالیّت‌هایی که باعث کاهش امکان‌پذیری دورکاری می‌شوند عبارتند از «کار گروهی و شرکت در جلسات»، و «مأموریت در خارج از اداره» که فعّالیّت اول اثر منفی بزرگتری دارد. هر ۲ این متغیّرها فقط در گزینهٔ ۳ روز دورکاری معنی‌دار شده‌اند. این فعّالیّت‌ها آنهایی هستند که قابل انجام در دورمرکزها نیستند: «کار گروهی و شرکت در جلسات» باید با حضور سایر افراد شرکت باشد و مناسب برای ادارهٔ معمولی است و «مأموریت در خارج از اداره» نیز باید در محل خاص مأموریت انجام شود و در دورمرکزها قابل انجام نیست.

مقدار تابع لگاریتم احتمال در همگرایی برای این مدل برابر ۳۶/۵۸۲- است که با توجه به مقدار این تابع برای سهم مساوی (۷۴/۸۶۰-) ضریب خوبی برازش (شبه ضریب تعیین) معادل ۰/۵۱۱ بدست می‌دهد. شایان ذکر است که مقدار تابع لگاریتم احتمال برای سهم بازار برابر ۷۰/۲۲۰- است یعنی، شاخص خوبی برازش نسبت به این سهم (شبه ضریب تعیین تعدیل شده) معادل ۰/۴۷۹ است. مشاهده می‌شود که اُفت زیادی در این ضریب به وجود نیامده است. علت این است که سهم بازار با سهم مساوی خیلی متفاوت نیست.

جدول (۲) نتایج مدل لوجیت چندگانه براساس نظرات مدیران.

شرح متغیّر		ضریب (و آماری t) متغیّر در تابع مطلوبیّت		
		گزینهٔ ۱ روز	گزینهٔ ۲ روز	گزینهٔ ۳ روز
جملهٔ ثابت		-	۲/۴۹۷- (۱/۹۱-)	۱۲/۰۲۳- (۱/۳۴-)
خواندن یا نوشتن گزارشات، مکاتبات، ...		-	۰/۹۳۲ (۱/۴۲)	۳/۷۰۷ (۲/۲۴)
کار با رایانه شخصی		۱/۷۰۴ (۱/۲۳)	۲/۵۴۱ (۱/۶۷)	۵/۷۸۹ (۲/۲۷)
کار گروهی و شرکت در جلسات		-	-	۴/۶۳۹- (۲/۹۱-)
ماموریت در خارج از اداره		-	-	۳/۶۲۸- (۱/۱۴-)
مقدار تابع لگاریتم احتمال	برای سهم برابر		۷۴/۸۶۰-	
	برای سهم بازار		۷۰/۲۲۰-	
	در همگرایی		۳۶/۵۸۲-	
تعداد مشاهدات			۵۴	
شبه‌ضریب تعیین			۰/۵۱۱	
شبه‌ضریب تعیین تعدیل شده			۰/۴۷۹	
آماری مربع-کای			۷۶/۵۵۶	

۶ـ خلاصه و نتیجه‌گیری

در این مقاله، مسألهٔ میزان امکان‌پذیری دورکاری به عنوان یکی از راهبردهای مدیریت تقاضای حمل و نقل برای شرایط خاص یک کشور در حال توسعه مورد بررسی قرار گرفته است. وجه عمدهٔ تمایز این مطالعه از سایر مطالعات مشابه روش و نحوهٔ در نظر گرفتن مشاغل است که به جای استفاده از عنوان مشاغل، از فعّالیّت‌های تشکیل‌دهندهٔ آن‌ها استفاده می‌شود. بدین ترتیب، انواع مختلف مشاغل را می‌توان در مدل‌سازی وارد کرده و از این نظر محدودیت روی نوع مشاغل نبوده، و مشاغل جدید آینده و طبیعت متغیّر مشاغل را نیز می‌توان در نظر گرفت. در این مطالعه، با استفاده از مدل‌های انتخاب گسسته از نوع مدل‌های لوجیت آشیانه‌ای و چندگانه فعّالیّت‌های شغلی مشاغل از جهت تناسب و امکان‌پذیری برای دورکاری برای یک نمونهٔ آماری کوچک شناسایی شده‌اند. اگرچه نتایج عددی این مدل‌ها به علت محدود بودن داده‌ها، قابل تعمیم و گسترش به کل نیروی کار کارمندی در سطح یک شهر نیست، ولی نتایج حاصله منطقی و قابل انتظار به نظر می‌رسند. این نتایج برآوردی از وزن و میزان اهمیت هر یک از فعّالیّت‌های شغلی را برای نمونهٔ آماری مورد استفاده ارائه می‌کند، و چگونگی کاربرد و اجرای رویکرد پیشنهادی این مطالعه را در عمل نشان می‌دهد.

با استفاده از رویکرد پیشنهادی این مطالعه می‌توان برآوردی از دورکاری مناسب و امکان‌پذیر برای انواع مشاغل براساس

ویژگی‌های آن‌ها، و درپی آن، برآوردی برای عرضهٔ دورکاری داشت. برنامه‌ریزی و اجرای شیوهٔ دورکاری در شهر در پی چنین مطالعه‌ای می‌تواند باعث کاهش سفرهای سواره، به خصوص در ساعت اوج ترافیک شود. این نتیجه از ارزش بالایی برخوردار بوده و معادل سرمایه‌گذاری‌های کلان برای ایجاد یا گسترش ظرفیت در شبکهٔ حمل و نقل است.

قدردانی

بدین‌وسیله از پژوهشکده حمل و نقل شریف که بخش اصلی هزینه‌های این مطالعه را تأمین کرد، سپاسگزاری می‌شود. همچنین، از مدیریت محترم شرکت کدایران و مدیریت محترم و سرپرست محترم روابط عمومی شرکت مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک تهران و کارکنان محترم این دو شرکت، به خاطر همکاری صمیمانه در تکمیل پرسشنامه‌های دورکاری، کمال تشکر را دارد.

فهرست علائم

e_i	بخش نامعین یا تصادفی مطلوبیّت گزینهٔ i	M_k	مجموعهٔ گزینه‌های آشیانهٔ k
(ρ_c^2)	بیشینهٔ مطلوبیّت قابل انتظار آشیانهٔ k	$P(i)$	احتمال انتخاب گزینهٔ i
J	مجموعهٔ گزینه‌های امکان‌پذیر	U_i	مطلوبیّت تصادفی گزینهٔ i
$L(0)$	لگاریتم تابع احتمال برای سهم برابر	V_i	بخش معین یا سیستماتیک مطلوبیّت گزینهٔ i
$L(C)$	لگاریتم تابع احتمال برای سهم بازار	ρ^2	شبه ضریب تعیین
$L(\beta)$	لگاریتم تابع احتمال در همگرایی	ρ_c^2	شبه ضریب تعیین تعدیل شده

زیرنویس‌ها

1- Transportation Demand Management (TDM)
2- Nest
3- Alternatives
4- Deterministic
5- Stochastic
6- Gumbel Distribution Function
7- Independence of Irrelevant Alternatives
8- Expected Maximum Utility
9- Maximum Likelihood Method
10- Likelihood Function
11- Log-likelihood Function
12- Market Share
13- Convergence
14- Goodness of Fit Measures
15- Pseudo R-square
16- Adjusted Pseudo R-square

مراجع

[1] T. Litman, Shifting Gears, Transportation Demand Management in the Vancouver Region, Victoria Transport Policy Institute, www.vtpi.org, (2000),.

[2] C. J. Khisty, and B. K. Lall, Transportation Engineering: An Introduction, Second Edition, Prentice Hall, New Jersey, (1998).

[3] B. Wallace, F. Mannering, and G. S. Rutherford, Evaluating Effects of Transportation Demand Management Strategies on Trip Generation by Using Poisson and Negative Binomial Regression, Transportation Research Record 1682, pp. 70-77, (1999).

[4] R. G. Clegg, and A. J. Clune, MUSIC Project: Urban Traffic Control for Traffic Demand Management, Transportation Research Record 1682, pp. 55-61, (1999).

[5] P. L. Mokhtarian, S. L. Handy, and I. Salomon, Methodological Issues in the Estimation of the Travel, Energy, and Air Quality Impacts of Telecommuting, Transportation Research A,. Vol. 29A, No. 4, pp. 283-302, (1995).

[6] D. K. Henderson, and P. L. Mokhtarian, Impacts of Center-Based Telecommuting on Travel and Emissions: Analysis of the Puget Sound Demonstration Project, Transportation Research D, Vol. 1, No. 1, pp. 29-45, (1996),.

[7] M. Ben-Akiva, and S. R. Lerman, Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand, The MIT Press, 5th printing, (1993).

[۸] محمد کرمانشاه، و امیررضا ممدوحی، مدل‌های استفاده از اطلاعات ترافیکی و زمان ترجیحی حضور در محل کار، مجموعه مقالات پژوهشی دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شریف، ۱۳۷۸.

[۹] امیررضا ممدوحی، و حسین پورزاهدی، مدل‌های انتخاب وسیله نقلیه برای سفرهای شغلی: مطالعه موردی شهر مشهد، برنامه و توسعه، دوره ۳،

شماره ۲، ۱۳۸۱.

[۱۰] امیررضا ممدوحی، و محمد کرمانشاه، نقش دورکاری در مدیریت تقاضای حمل و نقل: مدل‌سازی میزان یکارگیری دورکاری، ارسال شده برای اولین کنگرهٔ ملی مهندسی عمران، دانشکدهٔ مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شریف.

[11] A. Kanafani, Transportation Demand Analysis, McGraw-Hill Book Company, New York, (1983).

[12] J. D. Ortuzar, and L. G. Willumsen, Modelling Transport. (2nd ed.), John Wiley and Sons, New York, (1994).

[13] J. S. Long, Regression Models for Categorical and Limited Dependent Variables, SAGE Publications, London, (1997).