



مدل تحلیلی برنامه‌ریزی تولید سفر در شبکه حمل و نقل پس از بحران زلزله

مریم زینی^۱، علی ادیسی^{۲*}

۱- کارشناس ارشد دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی

۲- استادیار، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی

*edrisi@kntu.ac.ir

تاریخ پذیرش: [۹۵/۰۷/۱۹]

تاریخ دریافت: [۹۵/۰۴/۱۶]

چکیده

با توجه به آثار خاص وقوع بحران بر تقاضای سفر، مانند هجوم تقاضا به شبکه در دوره زمانی کوتاه و رفتار آشوبناک استفاده‌کنندگان شبکه حمل و نقل، بررسی مسأله تقاضای سفر پس از بحران امری ضروری به نظر می‌رسد. در این مطالعه بررسی شده است که سفرها بلافاصله پس از وقوع زلزله با چه اهدافی خواهد بود و چه فاکتورهایی می‌تواند در تصمیم‌گیری افراد برای سفر پس از زلزله مؤثر باشد. عوامل مؤثر بر رفتار ترافیکی افراد تحت ۲ سناریو زلزله (شدید، متوسط) با استفاده از مدل لوجیت چندگانه بررسی شده است. کاربرد مدل ارائه شده در این پژوهش از نوع توصیفی است. سفرها پس از زلزله با ۴ هدف امدادسانی، بازگشتن به خانه، تخلیه اضطراری و نداشتن سفر تعریف شده‌اند. داده‌های جمع‌آوری شده نشان داد در صورت وقوع زلزله شدید ۹۰٪ از افراد ترجیح می‌دهند به منظور امدادسانی و یا بازگشت به خانه سفر داشته باشند. در صورت وقوع زلزله متوسط نیز این آمار حدود ۳۵٪ از افراد خواهد بود که برخلاف انتظار می‌تواند منجر به بحران ترافیکی در شبکه حمل و نقل شود. نتایج مدلسازی نشان داد داشتن فرزند و همچنین فاصله زمانی از محل کار به محل امداد از مهمترین عوامل تأثیرگذار بر انتخاب سفر امدادسانی هستند. به علاوه متغیر تحصیلات (غیرمرتبط با زلزله) تأثیری در رفتار افراد پس از بحران ندارد.

واژگان کلیدی: رفتار ترافیکی، مدل لوجیت چندگانه، تقاضای سفر پس از بحران، زلزله

۱. مقدمه

وقوع بحران بر رفتار افراد، نظیر هجوم تقاضا به شبکه در دوره زمانی کوتاه و رفتار آشوبناک استفاده‌کنندگان شبکه حمل و نقل، بررسی مسأله تقاضای سفر پس از بحران امری ضروری به نظر می‌رسد [3, 4]. در بیشتر پژوهش‌های موجود در زمینه امدادسانی برای مناطق آسیب‌دیده پس از وقوع بحران، مبحث تقاضای سفر ایجاد شده، فرض شده و سیاست‌های لازم برای مدیریت شبکه حمل و نقل منطقه بررسی شده است. برای نمونه چانگ برای تخمین تقاضای سفر پس از زلزله فرض کرد که همه افراد بلافاصله پس از

باتوجه به تاریخچه زمین‌لرزه و وجود گسل‌های فعال و لرزه‌خیز در گستره تهران، احتمال وقوع زمین‌لرزه ای با بزرگای بیشتر از ۷ ریشتر مسئله‌ای بسیار جدی است [1]. پس از وقوع زلزله، به دلیل ایجاد شدن تقاضای غیرمعمول در شبکه‌ای که قسمتهایی از آن نیز تخریب شده‌است، مشکلات ترافیکی بزرگی حتی در بخش‌های سالم شبکه حمل و نقلی دیده خواهد شد [2]. با توجه به آثار خاص

بحران ارائه کرده‌اند. بیکر^۲ و لیو^۳ پس از تحلیل ترافیک ناشی از ۱۲ طوفان مهمترین فاکتورهای مؤثر بر انتخاب تخلیه اضطراری را عوامل زیر دانسته‌اند: (۱) میزان خطر منطقه، (۲) فرمان تخلیه منطقه از طرف مقامات دولتی، (۳) نوع و میزان استحکام خانه، (۴) تجربه قبلی از خطر، (۵) میزان درآمد [8,9]. بیکر در پژوهش خود به این نتیجه رسید که ویژگی‌های اجتماعی مثل سن، جنسیت و نژاد افراد در تصمیم‌گیری برای تخلیه تأثیری ندارد [8]. درحالیکه، سالیس و همکاران^۴ این فاکتورها را از فاکتورهای مؤثر در اقدام برای تخلیه دانسته‌اند [10]. برای نمونه زنان به علت احساس خطر بیشتر و یا احساس مسئولیت بیشتر محافظت از فرزندان، نسبت به مردان تمایل بیشتری به تخلیه دارند. این تناقض می‌تواند به علت تأثیر شدت بحران و یا تجربه افراد هر منطقه از بحران و اتفاقات پس از آن باشد. بیشتر پژوهش‌های گذشته بر اساس داده‌های بدست آمده از تخلیه اضطراری برای طوفان بوده است، در حالی که هر بحرانی ویژگی‌های مربوط به خود را داشته و تأثیر آن بر رفتار افراد متفاوت خواهد بود. مدلسازی تقاضای سفر و ترافیک پس از زلزله بسیار پیچیده‌تر از خطر طوفان و یا انفجار هسته‌ای است. این پیچیدگی تا حدی به خاطر این واقعیت است که تقاضای سفر پس از زلزله به علت تخریب سازه‌ها با کاهش ظرفیت زیرساخت‌های حمل و نقل مواجه است. علاوه‌براین، عکس العمل مردم به زلزله متفاوت است، زیرا قبل از زلزله هیچ هشدار قبلی در مورد این بحران وجود ندارد [5]. بو و زای^۵ فاکتورهای زیر را مؤثرترین عوامل در تصمیم‌گیری افراد برای تخلیه منطقه پس از زلزله در چین دانسته‌اند: نوع ساختمان (ویلائی یا آپارتمان)، صاحبخانه بودن، تجربیات گذشته افراد از شرایط بحرانی (خسارت دیدن یا ندیدن)، دستور تخلیه اجباری، فاصله از محل وقوع بحران و ناحیه تأثیرپذیر (کمتر از ۱ مایل یا بیشتر)، سن ساکنین و وضعیت تأهل [11].

وقوع زلزله از جایی که هستند تخلیه اضطراری خواهند داشت، زیرا وقوع زلزله قابل پیش‌بینی نبوده و به همین علت افراد فرصتی برای بازگشتن به خانه نخواهند داشت [5]. در حالی که بسیاری افراد پس از زلزله ابتدا به دنبال افراد خانواده خود خواهند رفت [6]. تعدادی دیگر از پژوهشگران برای برنامه‌ریزی‌های پس از بحران، از تقاضای سفر قبل از زلزله استفاده نموده و پس از اصلاح آن برای استراتژی‌های مدیریتی اقدام کرده‌اند [7, 5]. در حالی که باید توجه شود برای محاسبه تغییرات الگوهای ترافیکی پس از زلزله باید عملکرد شبکه حمل و نقلی پس از وقوع بحران زلزله ارزیابی شود. برای تحلیل و پیش‌بینی تقاضای سفر پس از زلزله ابتدا لازم است چگونگی رفتار افراد در شرایط بحران زلزله بررسی شود، تا بتوان تأثیر رفتار افراد بر ترافیک شبکه حمل و نقل را تحلیل کرده و مدیریت لازم صورت گیرد.

بطور خلاصه این مقاله به بررسی موارد زیر می‌پردازد:

* تعیین اهداف سفرهای احتمالی پس از وقوع زلزله

* مشخص کردن سهم هر یک از این سفرها

* تعیین فاکتورهای مؤثر در انتخاب هر هدف سفر

کاربرد مدل ارائه شده در این پژوهش از نوع توصیفی^۱ است و در نتیجه آن سهم هر یک از اهداف سفر و همچنین عوامل مؤثر در انتخاب آنها تعیین می‌شود. بدین منظور جامعه‌ای از افراد شاغل در منطقه ۱۰ تهران انتخاب شد. داده‌های موردنظر به روش مصاحبه‌ای گردآوری شده و طی آن با طراحی ۲ سناریو زلزله، از هر پرسش‌شونده در ارتباط با هدف سفر پس از زلزله، مشخصات سفر و مشخصات اجتماعی-اقتصادی پرسیده شد. سفرها پس از زلزله با ۴ هدف بازگشت به خانه، امداد رسانی، تخلیه اضطراری و نداشتن سفر تعریف شده‌اند.

۲. مروری بر مطالعات گذشته

در دهه‌های گذشته بسیاری از پژوهشگران فاکتورهای مؤثر بر تصمیم‌گیری افراد در انتخاب سفرها و عوامل مؤثر بر تقاضای سفر برای بحران‌های مختلف را بررسی کردند و مدل‌های تحلیلی مختلفی در زمینه بررسی رفتار افراد پس از

2 Baker

3 Sirui Liu

4 Solís, D., Thomas, M., Letson, D.

5 Bu F., Xie Q.

1 descriptive

ادارات و مدارس^{۱۲}. در طول مدت ۲ هفته‌ای پس از وقوع بحران، به منظور تخمین تقاضای سفر مردم پس از زلزله، سهم هر یک از اهداف سفر تعیین شده است. در این زمان، تعداد زیادی سفر بازگشت به خانه تولید شده که بررسی مصاحبه‌ای شامل این هدف سفر نشده است [14]. این فرض به منظور ساده‌سازی بوده و ممکن است صحیح نباشد. همچنین بیشتر پژوهش‌ها بر اساس فرضیاتی در مورد رفتار افراد پس از وقوع زلزله هستند که ممکن است دور از واقعیت باشد، یا امکان دارد در همه کشورها قابل استفاده نباشد و یا تنها برای ساده‌سازی استفاده شده باشد. با اینکه در بیشتر پژوهش‌ها اذعان شده است که اهداف سفر مختلفی در سفرهای پس از زلزله وجود دارد، تا به حال مطالعه‌ای که اهداف سفر مختلف پس از زلزله و عوامل مؤثر در انتخاب هر یک را در بر داشته باشد، ارائه نشده است. در این پژوهش تلاش شده است تا ترکیبی از عوامل تأثیرگذار در انتخاب سفرهای ممکن پس از زلزله بررسی شود.

۳. روش مطالعه

۳-۱ سناریوی زلزله

بر اساس مطالعات جایکا مدل گسل ری شدیدترین زلزله و پس از آن گسل شمال تهران است [1]. در صورت فعال-شدن گسل‌های نامبرده، به ترتیب زلزله با بزرگای ۷ و ۵/۵ ریشتر در جنوب تهران اتفاق خواهد افتاد که به عنوان سناریوهای زلزله در این پژوهش در نظر گرفته شده‌اند. در این مطالعه فرض شده است زلزله در صبح یک روز کاری که تمام افراد شاغل در محل کار خود بوده و در ایامی که مدارس باز هستند رخ خواهد داد. با در نظر گرفتن این شرایط بحرانی‌ترین حالت برای ترافیک در شبکه حمل و نقل اتفاق خواهد افتاد. در ادامه خسارات ناشی از این دو زلزله بررسی شده است [1]:

(۱) مشخصات زلزله با بزرگای ۵/۵ ریشتر (متوسط): به ساختمان‌های متوسط و معمولی آجری-فلزی و یا با عمر بیش از ۳۰ سال (نوع ب) خسارات جزئی و متوسط وارد

متاراک و همکاران^۶ در پژوهشی دیگر به این نتیجه رسیدند که کسانی که تحصیلات مرتبط با بحران داشته‌اند از قبل برای شرایط بحرانی خود و خانواده خود را آماده کرده و برای آن برنامه‌ریزی کرده‌اند و تحصیلات بالا (دکتری) در زمینه غیر مرتبط با بحران تأثیری در رفتار آنان ندارد [12]. لیو در پژوهش خود به این نکته توجه کرده است که در هنگام وقوع بحران هنگام روز، خانواده‌ها ابتدا به دنبال فرزندان خود خواهند رفت و بعد تصمیم می‌گیرند همه با هم منطقه را ترک کنند. جنسیت، داشتن اتومبیل شخصی و مسافت سفر (بین والدین و فرزندان) از فاکتورهای اصلی تأثیرگذار بر رفتار ترافیکی افراد در این پژوهش بودند [9]. در کل در مطالعات گذشته مجموعه‌ای از ویژگی‌های اقتصادی-اجتماعی، تأثیر دستور تخلیه توسط مسئولین و مشخصات سفرها به عنوان عوامل مؤثر در سفرهای پس از زلزله شناسایی شده‌اند. باید توجه شود افراد در هر کشور رفتاری متناسب با فرهنگ جامعه خود خواهند داشت و لازم است تا رفتار افراد جامعه در هر کشور بطور جداگانه مطالعه شود.

والتون و لمب در مطالعه‌ای دیگر رفتار ترافیکی افراد پس از دو سناریوی زلزله شدید و متوسط را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که سفرهای ایجاد شده تنها برای بازگشت به خانه نبوده و با هدف‌های دیگری نیز صورت می‌گرفته است. از آنجا که بسیاری از سفرها به علت نداشتن اطلاعات از دیگر بخش‌ها صورت می‌گرفته است، می‌توان گفت برنامه‌ریزی‌ها و آمادگی‌های مناسب برای شرایط غیر عادی می‌تواند تا حد زیادی سفرهای ایجاد شده را کاهش دهد [13]. تاناکا و همکاران در مطالعه‌ای سناریوی وقوع زلزله در توکیو را بررسی کردند که در این پژوهش اهداف سفرها به شش دسته تقسیم شده است: تخلیه فوری^۷ (در مدت ۴۸ ساعت)، امداد و نجات بخشی^۸، بررسی‌های امنیتی^۹، تخلیه به منظور اسکان موقت^{۱۰}، بدست آوردن مواد غذایی و پوشاک^{۱۱}، سر زدن به

6 Muttarak R., Pothisiri W.

7 Immediate Evacuation

8 Relief & Rescue

9 Inquiry On Safety

10 Evacuation For Temporal Stay

11 Acquisition Of Food & Clothes

در این مطالعه حجم جامعه آماری برابر است با تعداد شاغلین در منطقه ۱۰ که براساس سرشماری جمعیت ۱۳۹۰، برابر است با ۱۱۰۰۰۰ نفر [16]. بنابراین تعداد نمونه مورد نیاز برابر است با: ۳۶۴ نفر.

از آنجا که تا بحال زلزله شدیدی در تهران رخ نداده است تنها با توضیح دادن شرایط احتمالی پس از زلزله برای افراد امکان این وجود داشت تا شرایط را درک کرده و سفری که در آن شرایط خواهند داشت را پیش بینی کنند. همچنین با توجه به مطالعات گذشته استفاده از شیوه رجحان بیان شده^۳ (SP) پاسخ‌های منطقی و واقعی به دنبال خواهد داشت [7]. پس در این راستا ۳۶۴ پرسشنامه (پیوست) به شیوه رجحان بیان شده جمع‌آوری شد.

در هر پرسشنامه در بخش اول سؤالاتی در مورد نوع ساختمان منزل هر فرد پرسیده شد (اسکلت ساختمان و عمر آن)، تا برای فرد مشخص شود که منزلش در برابر زلزله شدید و متوسط تا چه میزان خسارت خواهد دید. در بخش دوم با توضیح سناریوهای زلزله و خسارات ناشی از آنها، در مورد اولین سفری که فرد بلافاصله پس از وقوع زلزله خواهد داشت پرسیده شد. سفرها با ۴ هدف تعریف شده‌اند:

الف) امداد رسانی: سفرهایی که برای نجات افراد خانواده خارج از خانه توسط فرد انجام می‌شود. مانند رفتن به دنبال فرزندان در مدارس و یا رفتن به دنبال همسر و یا والدین جایی خارج از خانه.

ب) بازگشت به خانه: سفر از محل کار به خانه.

ج) تخلیه اضطراری: سفر به منظور ترک محلی که فرد در زمان وقوع زلزله آنجاست و رفتن به محل امن. منظور از محل امن نزدیکترین پارک یا فضای باز به محل کار و یا محلی نزدیک تعیین شده توسط سازمان مدیریت بحران می‌باشد.

د) نداشتن سفر: افرادی که هیچ سفری نخواهند داشت.

در ادامه پرسشنامه در بخش سوم مشخصات فردی (از جمله سن، جنسیت، وضعیت تأهل، داشتن فرزند، تحصیلات

می‌شود (تا ۱۰٪). خساراتی در ساختمان‌های ضعیف و بد طراحی شده تمام آجری (نوع ج) شامل ترک و فروافتادن گچکاری‌ها، وارد می‌شود (تا ۴۰٪). آسیب زیادی به شریان‌های حیاتی وارد نشده و تلفن قابل استفاده خواهد بود [1].

۲) مشخصات زلزله با بزرگای ۷ ریشتر (شدید): ساختمان‌های اسکلتی خوب طراحی شده (نوع الف) کج می‌شوند و روی پی تغییر مکان می‌دهد. ساختمان‌های نوع (ج) ویران می‌شود و بر ساختمان‌های نوع (ب) خسارت سنگین وارد می‌شود و گاهی کاملاً فرو می‌ریزند (تا ۸۵٪). مسیرهای با عرض کمتر از ۶ متر بسته خواهند شد. برخی پل‌های سواره رو آسیب می‌بینند. خطوط تلفن، آب، برق و گاز قطع خواهند شد. پس از زلزله احتمال آتش‌سوزی و انفجار در پمپ بنزین و گاز وجود دارد [1].

۳-۲ جمع‌آوری داده‌های تحقیق

به منظور طراحی پرسشنامه در این پژوهش، به علت اینکه لازم بود شرایط سناریوهای مختلف زلزله با جزئیات برای افراد توضیح داده شود، مصاحبه به صورت حضوری انجام شد. تعداد جامعه آماری بر اساس روابط (Cochran, 1977) محاسبه شده است [15].

$$n = \frac{Z^2 pqN}{d^2(N-1) + Z^2 pq} \quad (1)$$

که در آن:

N : حجم جامعه آماری؛ n : حجم نمونه؛

Z : مقدار متغیر نرمال واحد استاندارد، که در سطح اطمینان

۹۵ درصد برابر ۱/۹۶ است؛

P : مقدار نسبت صفت موجود در جامعه است. اگر در اختیار

نباشد می‌توان بر اساس پیشنهاد کچران مقدار ۰/۵ را برای آن در نظر گرفت. در این حالت، مقدار واریانس به بیشینه مقدار خود می‌رسد؛

q : درصد افرادی که فاقد آن صفت در جامعه هستند.

d : مقدار اشتباه مجاز که معمولاً ۰/۰۵ گرفته می‌شود.

ارائه شده است. ۷۷٪ نمونه آماری دارای اتومبیل شخصی هستند ولی تنها نیمی از آنها با اتومبیل شخصی به محل کار خود می‌روند. حدود ۲۰٪ از نمونه آماری تجربه قبلی از زلزله‌ای شدید را داشته‌اند که هیچکدام از آنها گزینه عدم سفر را انتخاب نکرده‌اند. با توجه به آمار جمع‌آوری شده در این مطالعه، حدود ۷۰٪ از افراد خانه‌ای مستحکم در حد گروه (ب) داشته‌اند که نشان‌دهنده بازسازی و بهبودخانه‌های این منطقه نسبت به آمار گذشته (۱۳۷۵) است.

۳-۳ مدل لوجیت

در این مطالعه با توجه به اطلاعات جمع‌آوری شده از پاسخ‌گویان، برای بررسی فاکتورهای مؤثر در انتخاب سفر پس از زلزله از مدل لوجیت چندگانه استفاده شد. صورت کلی مدل لوجیت چندگانه در رابطه (۲) نشان داده شده است [16].

$$P_n(i) = \frac{e^{U_{in}}}{\sum_{j \in C} e^{U_{jn}}} \quad (2)$$

U_{in} : مطلوبیت گزینه i برای شخص n

U_{jn} : مطلوبیت گزینه j برای شخص n

$P_n(i)$: احتمال انتخاب گزینه i برای شخص n از مجموعه

C گزینه ممکن است.

و همچنین داشتن تجربه قبلی از بحران) و همچنین مشخصات اقتصادی افراد (مثل تعداد اعضای خانوار، تعداد خودروی شخصی، وسیله نقلیه مورد استفاده برای رفتن به محل کار در شرایط عادی، صاحبخانه بودن) پرسیده شد. به منظور جمع‌آوری اطلاعات، پرسشگری از افراد شاغل در منطقه ۱۰ شهرداری تهران صورت گرفت. در این منطقه از تهران طول معابر محلی با عرض کمتر از ۶ متر حدود ۵۲٪ است، که پس از زلزله برای رفت و آمد با اتومبیل قابل استفاده نخواهند بود [1]. بر اساس داده‌های سرشماری سال ۱۳۷۵ مرکز آمار ایران منطقه ۱۰، دارای بیش از ۷۰ درصد ساختمان‌های از نوع سنتی (آجری) هستند [1]. با توجه به مطالعات جایکا این منطقه از نظر بافت فرسوده و میزان تلفات انسانی پس از زلزله بیشترین خسارت را خواهد داشت. به همین علت به عنوان منطقه مورد مطالعه در این تحقیق در نظر گرفته شده است. از آنجا که شیوه تصمیم‌گیری افراد هنگامی که خارج از خانه (در محل کار) هستند مدنظر بوده است، مصاحبه از افراد شاغل در محل کار آنها صورت گرفت. مخاطبان در این پژوهش، افراد دارای شغل دولتی (کارمند، فرهنگی و غیره) و مغازه دار (فروشنده‌هایی که صاحب مغازه هستند) بوده‌اند.

اطلاعات آمار توصیفی نمونه مورد مطالعه در جدول (۱)

جدول ۱. ویژگی‌های آماری داده‌های جمع‌آوری شده

| Variable | Average | Standard deviation |
|---|---------|--------------------|
| Gender (male=1, female=0) | 0.52 | 0.501 |
| Age | 36.11 | 10.111 |
| Marital status (single=0, married=1) | 0.71 | 0.456 |
| Education (High school diploma=0, Diploma=1, BS/BA/BE =2, MS/MA/ME=3, Ph.D./Doctor=4) | 1.86 | 0.781 |
| Having a child who goes to school (Yes=1, No=0) | 0.55 | 0.499 |
| Family size | 3.28 | 0.98 |
| Job (employee)=0, self-employment=1) | 0.18 | 0.382 |
| Car ownership (Yes=1, No=0) | 0.77 | 0.419 |
| Car ownership at work (Yes=1, No=0) | 0.42 | 0.495 |
| House/apartment ownership (Yes=1, No=0) | 0.68 | 0.467 |
| Past experience of a powerful earthquake (Yes=1, No=0) | 0.19 | 0.395 |
| stability of the building (Good (groups A and B) = 1, weak (group C) = 0) | 0.74 | 0.438 |
| the time interval from work to home (min) | 28.57 | 23.287 |
| the time interval from work to school (min) | 29.54 | 22.831 |

Table 1. The statistical characteristics of the collected data

شدید، ۲۳٪ از افراد سفرهایی به منظور امداد و نجات خواهند داشت، ۶۸٪ از افراد به سمت خانه‌های خود باز می‌گردند و بقیه به محل امن پناه می‌برند. پس از وقوع زلزله متوسط، ۱۰٪ از افراد سفرهایی به منظور امداد و نجات خواهند داشت، ۲۴٪ از افراد به سمت خانه‌های خود باز می‌گردند، ۱۲٪ به محل امن پناه می‌برند و ۵۴٪ از افراد جایی نمی‌روند. متغیرهایی که در مدل انتخاب سفر پس از زلزله استفاده شده‌اند، در جدول (۲) به همراه توضیح مختصری از آنها ارائه شده است. برحسب نیاز متغیرهای استفاده شده در شکل‌های متفاوت نیز تعریف شدند تا آثار مختلف ناشی از چگونگی تغییر متغیرها، نادیده گرفته نشود. برای نمونه متغیر سن به صورت چند متغیر مجازی در بازه‌های سنی زیر ۳۰ سال، بین ۳۰ تا ۴۰ سال، بین ۴۰ تا ۵۰ سال و بالاتر از ۵۰ سال تعریف شد. به منظور مدل‌سازی ابتدا متغیرهای دارای همبستگی با متغیر وابسته، از طریق آزمون همبستگی شناسایی شده و سپس از طریق استفاده از نرم‌افزار NLogit 4.0 مقادیر ضرایب متغیرها (β) برای مدل نهایی برای تعیین سهم هر یک از اهداف سفر پس از زلزله و همچنین مشخص شدن فاکتورهای مؤثر در انتخاب هر یک از اهداف سفر، پرداخت شد.

در پرداخت مدل‌های انتخاب گسسته با ساختار لوچیت از روش درست‌نمایی بیشینه که در رابطه (۳) نشان داده شده است، استفاده می‌شود.

$$LL(\beta) = \sum_n \sum_{i \in C} (y_{in} \ln(P_n(i))) \quad (3)$$

$LL(\beta)$: لگاریتم تابع درست‌نمایی بعد از پرداخت مدل؛

$y_{in}=1$ اگر شخص n گزینه i را انتخاب کند؛

$y_{in}=0$ در غیر اینصورت [16].

برای اعتبارسنجی مدل پیشنهادی از آزمون ضریب خوبی برازش^{۱۴} (شاخص ρ^2) استفاده شده است. این ضریب به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\rho^2 = 1 - \frac{LL(\beta)}{LL(0)} \quad (4)$$

$$\rho_c^2 = 1 - \frac{LL(\beta)}{LL(c)} \quad (5)$$

$LL(0)$: لگاریتم تابع درست‌نمایی^{۱۵} با فرض صفر بودن همه پارامترها است.

$LL(\beta)$: لگاریتم تابع درست‌نمایی بعد از پرداخت مدل؛ $LL(c)$:

مقدار تابع لگاریتم احتمال به ازاء جملات ثابت

۴. ساخت مدل و تحلیل نتایج

وضعیت اهداف سفر پس از وقوع زلزله به صورت ۴ گزینه در نظر گرفته شده است. نتایج تحلیل آماری اهداف سفر به تفکیک شدت زلزله نشان می‌دهد؛ پس از وقوع زلزله

جدول ۲. متغیرهای بکاررفته در مدل انتخاب سفر

| Independent variable | Variable Coding |
|---|---------------------------|
| Details about the trip: | |
| travel time* | In minutes |
| Having a private car at work | Yes: 1, No: 0 |
| Details about the earthquake: | |
| Earthquake magnitude | Powerful: 1, weak: 0 |
| Having a previous experience of a powerful earthquake | Yes: 1, No: 0 |
| stability of the building | fortified: 1, weak: 0 |
| Socioeconomic status: | |
| Gender | Female: 0, male: 1 |
| Age group 1 (years) | 20 to 30: 1, other: 0 |
| Age group 2 (years) | 30 to 40: 1, other: 0 |
| Age group 3 (years) | 40 to 50: 1, other: 0 |
| Age group 4 (years) | More than 50: 1, other: 0 |
| marital status | Single: 0, Married: 1 |
| Education | Diploma: 0, Upper: 1 |
| Parents of school children | Yes: 1, No: 0 |
| House/apartment ownership | Yes: 1, No: 0 |
| Family size | Number |

Table 2. The variables used in the trip choice model

جدول ۳. نتایج مدل لوجیت چندگانه انتخاب سفر

| Trip purposes | Variable | coefficient | P-value |
|--|---------------------------------|-------------|---------|
| Relief and rescue | Gender * having children | -3.1041 | 0.0000 |
| | Marital status* having children | 5.9301 | 0.0000 |
| | stability of the house | 1.4921 | 0.0114 |
| | Travel time | -0.0264 | 0.0256 |
| | Magnitude of the earthquake | 4.2188 | 0.0000 |
| Return-to-home | Constant coefficient | 3.5857 | 0.0002 |
| | Magnitude of the earthquake | 3.4206 | 0.0000 |
| | Family size | 0.3524 | 0.0219 |
| Immediate evacuation and going to a safe place | Constant coefficient | 6.0758 | 0.0000 |
| | Family size | -0.4643 | 0.0657 |
| | House/apartment ownership | -0.7725 | 0.0669 |
| | Age over 50* Gender | 2.4314 | 0.0002 |
| No travel | Constant coefficient | 5.3853 | 0.0000 |
| | LL(0) | -463.02086 | |
| | LL(c) | -415.0472 | |
| | LL(β) | -266.3161 | |
| | ρ^2 | 0.425 | |
| | ρ_c^2 | 0.358 | |
| | Accuracy of the estimation (%) | %67 | |

Table 3. Results of the trip choice multinomial Logit model

که مقدار مطلوبی است.

ضریب متغیر ترکیبی جنسیت والدین منفی بدست آمده است که نشان دهنده این موضوع است که زنانی که فرزند دارند (مادران) نسبت به پدران، تمایل بیشتری برای امداد رسانی از خود نشان می‌دهند، که مؤید نتایج ليو است. همچنین نتایج نشان می‌دهد افراد متأهلی که دارای فرزند هستند (والدین) تمایل بیشتری به امداد رسانی دارند که منطقی به نظر می‌رسد و این موضوع نیز با نتایج بدست آمده از پژوهش بو و زای هماهنگی دارد. در صورتی که زلزله رخ داده شدید باشد، افراد تمایل بیشتری برای انتخاب سفر امداد رسانی خواهند داشت و این به علت احساس خطر بیشتر است، همچنین با مقایسه ضریب متغیر شدت زلزله در دو تابع مطلوبیت امداد رسانی و بازگشت به خانه، مشخص می‌شود که در صورت رخداد زلزله شدید تمایل افراد بیشتر به امداد رسانی و بعد از آن بازگشت به خانه است و افراد در این وضعیت تمایلی برای تخلیه اضطراری و یا نداشتن سفر، بلافاصله پس از وقوع زلزله نخواهند داشت. افرادی که دارای خانه مستحکمی هستند تمایل بیشتری برای امداد رسانی دارند؛ علت این موضوع می‌تواند این باشد که این افراد به خاطر

متغیر زمان سفر در مدلسازی، برای سفرهای از خانه تا محل امداد (مانند مدرسه) برابر است با فاصله زمانی این مسافت برحسب دقیقه، برای سفر محل کار تا خانه برابر است با فاصله زمانی بین خانه تا محل کار، برای سفر تخلیه اضطراری در صورتی که افراد محلی را نزدیک به جایی که هستند انتخاب کنند، حدود ۱۰ دقیقه و در صورتی که جایی خارج از شهر را انتخاب کنند، حدود ۲ ساعت زمان سفر در نظر گرفته شده است. برای گزینه نداشتن سفر، زمان سفر، صفر در نظر گرفته شده است.

جدول (۳) نتایج پرداخت مدل لوجیت چندگانه انتخاب سفر را نشان می‌دهد. متغیر وابسته در این مدل، هدف سفر پس از وقوع زلزله در یک روز کاری است. از آنجا که تعدادی از متغیرها بصورت ترکیبی مدل را بهبود بخشیده و همچنین تفسیر آنها بصورت ترکیبی ممکن و منطقی برای تحلیل و مدلسازی علاوه بر متغیرهای تعریف شده، از تعدادی متغیرهای ترکیبی نیز استفاده شد. شاخص برازندگی مدل ۰/۴۲۵ بدست آمده که شاخص نسبتاً خوبی برای مدل‌های انتخاب گسسته محسوب می‌شود. همچنین مدل توانسته است اهداف سفر را در ۶۷ درصد مشاهدات صحیح پیش‌بینی کند

خانواده در محلی خاص جمع شوند. این محل جایی نزدیک به همه افراد خانواده، قابل دسترسی آسان و سریع انتخاب شده بود. از آنجا که تعداد این افراد بسیار کم بود در مدل تأثیری نداشته است. متغیر تجربه قبلی از زلزله شدید در مدل معنی دار نشده است، این موضوع می‌تواند به این علت باشد که تنها تعداد کمی از افراد پرسش‌شونده دارای تجربه‌ای از زلزله شدید بودند، با این حال هیچ‌کدام از این افراد در دو زلزله متوسط و شدید گزینه نداشتن سفر را انتخاب نکردند. همچنین داشتن اتومبیل شخصی در محل کار نیز تأثیری در رفتار افراد نداشت، زیرا بر طبق باور آنها، بخاطر خسارات وارد شده بر مسیرها در اثر زلزله شدید، استفاده از اتومبیل در شرایط بحرانی غیرممکن خواهد بود.

5. نتیجه‌گیری و پیشنهادات

تقاضای سفر پس از بحران یکی از مسائل مهم برای آمادگی به منظور مدیریت بحران است. از آنجا که تاکنون در ایران مطالعه‌ای در مورد اینکه سفرهای پس از زلزله چگونه خواهد بود صورت نگرفته است، این مطالعه با هدف کمک به تصمیم‌گیران در زمینه مدیریت بحران و برنامه‌ریزی تقاضای سفر، برای آگاهی از رفتار ترافیکی استفاده‌کنندگان از شبکه حمل و نقل و تخمین تقاضای سفر، بلافاصله پس از وقوع بحران زلزله، صورت گرفته است. در این پژوهش بحرانی-ترین منطقه تهران مورد مطالعه قرار گرفته و با استفاده از مدل توصیفی لوجیت چندگانه ارائه شده، سهم هر یک از سفرها و عوامل مؤثر در انتخاب هر سفر مشخص شد. در حالتی که از افراد مختلف در مناطق مختلف تهران آمارگیری جامعی صورت گیرد، می‌توان مدلی برای پیش بینی تعداد سفرهای تولید شده در مسیرهای مختلف تهران پس از زلزله ارائه داد. این مدل می‌تواند بر حسب بافت فرسوده هر منطقه، تراکم جمعیت، میزان فضای باز موجود و سایر، برای هر منطقه پرداخت شود.

در این مطالعه با توجه به اطلاعات بدست آمده، ۴ هدف عمده برای سفر بلافاصله پس از وقوع زلزله روزهای بعد برای افراد در نظر گرفته شد: امدادسانی، بازگشت به خانه، تخلیه

اطمینان بیشتری که به وضعیت خانه خود دارند تمایل کمتری برای سر زدن به خانه دارند. این در حالی است که افرادی که صاحبخانه هستند به علت تعلق خاطر بیشتر به خانه و اموال خود، ترجیح می‌دهند ابتدا به خانه و اموال خود سر بزنند. منفی شدن ضریب متغیر زمان سفر نشان دهنده این است که هرچه فاصله زمانی افراد تا محل امداد بیشتر باشد، تمایل افراد برای امدادسانی کاهش می‌یابد، این موضوع نیز با نتایج لیو یکسان است. کوچک بودن ضریب این متغیر به علت این است که زمان سفر در این مدل با واحد دقیقه گذاشته شده است و بازه زمانی از بین ۳ تا ۱۲۰ دقیقه بوده و به علت بزرگ بودن اعداد، ضریب آن کوچک بدست آمده است. همچنین نتایج نشان می‌دهد که هر چه تعداد افراد خانواده بیشتر باشد، تمایل افراد برای بازگشت به خانه پس از زلزله بیشتر است و این افراد تمایل کمتری به این دارند که نخستین جایی که پس از زلزله می‌روند برای نجات خود و رفتن به محلی امن باشد. از آنجا که این افراد تعلق خاطر بیشتر به خانواده خود دارند این موضوع منطقی بنظر می‌رسد. مردانی که سن بالای ۵۰ سال دارند، نسبت به زنان در این سن پس از وقوع زلزله، تمایل بیشتری برای رفتن به محل امن را دارند، این موضوع علاوه بر نشان دادن تأثیر جنسیت بر هدف سفر، نشانگر این موضوع است که متغیر سن در انتخاب سفر پس از زلزله تأثیرگذار است و بیشتر افراد با سن کمتر تمایل دارند ابتدا به خانواده خود بیوندند، این موضوع با نتایج تحقیقات گذشته نیز هماهنگی دارد [11] و برخلاف نتایج بیکر است.

نتایج نشان داد متغیر تحصیلات در چگونگی تصمیم‌گیری افراد تأثیری ندارد. از آنجا که افراد با توجه به میزان احساس خطر و همچنین اطلاعات خود در زمینه زلزله، در انتخاب سفر پس از زلزله تصمیم‌گیری می‌کنند، این موضوع با میزان تحصیلات دانشگاهی (غیر مرتبط با زلزله) ارتباطی ندارد. در مصاحبه‌های انجام شده تنها تعداد کمی از افراد (۶ نفر) تحصیلات بالا (فوق لیسانس و دکتری) در زمینه زلزله داشتند که این افراد تنها کسانی بودند که برای خانواده خود به منظور آمادگی برای زلزله برنامه‌ریزی کرده و با افراد خانواده خود قرار گذاشته بودند که پس از وقوع زلزله همه اعضای

پس از بحران نداشته و تنها افرادی که اطلاعات کافی در زمینه زلزله داشتند، برنامه‌ریزی مناسبی برای سفرهایشان پس از زلزله داشتند. با توجه به زمان سفر از محل کار تا خانه و یا محل امداد، غیر قابل استفاده بودن اتومبیل شخصی پس از زلزله شدید و یا نداشتن اتومبیل در محل کار (۴۲٪ از افراد در این مطالعه) پیشنهاد می‌شود مسیرهای اصلی قابل استفاده حمل و نقل عمومی پس از بحران به مردم اطلاع‌رسانی شود.

References

۶. مراجع

- [1] Japan International Cooperation Agency (JICA), Centre for Earthquake and Environmental Studies of Tehran (CEST) 2000 The Study of Seismic Micro zoning of The Greater Tehran Area in The Islamic Republic of Iran, Tehran Municipality, Final Report.
- [2] Aksu, D. T., Ozdamar, L. 2014 A mathematical model for post-disaster road restoration: Enabling accessibility and evacuation. *Transportation Research Part E*, 61, 56-67.
- [3] Lee J. B., Zheng Z., Kashfi S., Chia J., and Yi R. 2013 Observation of Bus Ridership in the Aftermath of the 2011 Floods in Southeast Queensland, Australia. *9th Annual International Conference of the International Institute for Infrastructure Renewal and Reconstruction*, Brisbane, Qld. (In Press).
- [4] Edrissi A., Poorzahedy H., Nassiri H., Nourinejad M. 2013 A multi-agent optimization formulation of earthquake disaster prevention and management. *European Journal of Operational Research*, 229, 261-275.
- [5] Chang L., Elnashai A.S., Spencer Jr. B.F. 2012 Post-earthquake modelling of transportation networks. *Structure and Infrastructure Engineering*, 8(10), 893-911.
- [6] Hara Y. 2013 Returning-Home Analysis in Tokyo Metropolitan Area at the time of the Great East Japan Earthquake using Twitter Data. *Proceedings of the Workshop on Language Processing and Crisis Information, 2013 Asian Federation of Natural Language Processing, Nagoya, Japan*, 44-50.
- [7] Oshima D., Tanaka, Sh., Oguchi, T. 2012 Evaluation of traffic control policy in disaster case by using traffic simulation model. *19th ITS World Congress, Vienna, Austria*, 22-26.
- [8] Baker, E. J. 1991 Hurricane Evacuation Behavior. *International Journal of Mass Emergencies and Disasters*, 6, 287-31.
- [9] Liu S., Murray-Tuite P.M., Schweitzer L. 2014 Uniting multi-adult households during emergency evacuation planning. *Disasters*, 38(3), 587-609.
- [10] Solís, D., Thomas, M., Letson, D. 2010 An Empirical Evaluation of the Determinants of Household Hurricane Evacuation Choice. *Journal of*

اضطراری و نداشتن سفر. تحلیل آماری نشان داد در صورت وقوع زلزله شدید ۹۰٪ از افراد ترجیح می‌دهند به منظور امداد رسانی به دنبال افراد خانواده خود خارج از خانه (مدرسه یا محل کار همسر) بروند و یا ابتدا به خانه‌های خود بازگردند. پس بیشتر سفرهای پس از زلزله شدید به سمت مناطق مسکونی خواهد بود. این در حالی است که در مطالعات گذشته، این هدف سفر کمتر مورد توجه بوده و در بسیاری پژوهش‌ها فرض شده است که پس از وقوع زلزله، اولین سفری که افراد خواهند داشت تخلیه اضطراری است. با توجه به داده‌های جمع‌آوری شده در این مطالعه، تنها ۷٪ افراد پس از زلزله شدید و ۱۲٪ از افراد پس از زلزله متوسط ترجیح می‌دهند تخلیه اضطراری را به عنوان اولین سفر خود انتخاب کنند. این موضوع می‌تواند به علت ویژگی‌های رفتاری افراد در کشورهای مختلف باشد. از آنجا که در ایران وابستگی عاطفی زیادی بین افراد خانواده وجود دارد، بازگشت به خانه و امداد رسانی اولین انتخاب افراد پس از وقوع بحران خواهد بود؛ معنی دار شدن متغیر تعداد افراد خانواده در مدل نیز بیانگر این موضوع است. آمار نشان می‌دهد در صورت وقوع زلزله متوسط نیز حدود ۳۵٪ از افراد با دو هدف بازگشت به خانه و امداد رسانی سفر خواهند کرد. باید توجه شود با اینکه وقوع زلزله متوسط ممکن است آسیب زیادی به شریانهای حیاتی وارد نکند، ولی هجوم جمعیت به خیابانها، به علت احساس خطر و تجربه قبلی افراد از زلزله، می‌تواند منجر به بحران ترافیکی در شبکه حمل و نقل شود.

مدل بدست آمده در این مطالعه نشان می‌دهد که داشتن فرزند و همچنین فاصله زمانی از محل کار به محل امداد از عوامل تأثیرگذار بر انتخاب سفر امداد رسانی است. همچنین یکی از عواملی که باعث می‌شود اولین سفری که افراد انتخاب می‌کنند امداد رسانی باشد اطمینان از استحکام خانه است. مؤثر شدن متغیر سن افراد بالای ۵۰ سال در انتخاب سفر تخلیه اضطراری در مدل بدست آمده نشان می‌دهد در صورت بالا رفتن سن افراد جامعه، تمایل به تخلیه اضطراری بلافاصله پس از زلزله بیشتر خواهد شد. نتایج مدلسازی نشان داد که تحصیلات (غیرمرتبط با زلزله) تأثیری در رفتار افراد

- [14] Tanaka, Sh. and Kuwahara, M. and Yoshii, T. and Horiguchi, R. and Akahane, H. 2001 Estimation of Travel Demand and Network Simulators to Evaluate Traffic Management Schemes in Disaster, *AVENUE (an Advanced & Visual Evaluator for road Networks in Urban arEas)*, 1-16.
- [15] Cochran W. G. 1977 Sampling Techniques. *3rd Edition, John Wiley & Sons.*
- [16] Ben-Akiva, M., Lerman, S.R. 1985 Discrete choice analysis: Theory and application to travel demand. *Cambridge, MA: MIT Press.*
- Development and Agricultural Economics*, 2, 188-196.
- [11] Bu F., Xie Q. 2010 Research on Emergency Evacuation Traffic Trip Generation Forecasting Based on Logistic Regression. *The National Natural Science Foundation of China*, 60275018.
- [12] Muttarak R., Pothisiri W. 2013 The role of education on disaster preparedness: case study of 2012 Indian Ocean earthquakes on Thailand's Andaman Coast. *Ecology and Society* 18(4): 51.
- [13] Walton D., Lamb S., 2009 An experimental investigation of post-earthquake travel behaviors: the effects of severity and initial location. *International Journal of Emergency Management*, 6(1), 14-32.

Attachment: The questionnaire

پیوست: پرسشنامه

| | | | |
|--|---|---|--|
| (۲) چند سال از ساخت منزل شما میگذرد؟..... | | (۱) نوع ساختمان منزل: اسکلت فلزی یا بتنی آجری-فلزی | |
| (۳) با فرض اینکه زلزله ظهر یک روز کاری اتفاق خواهد افتاد و در هنگام وقوع زلزله شما در محل کار خود هستید، در حالت زلزله با شدت متوسط و بزرگ، بلافاصله پس از وقوع زلزله، به ترتیب کدامیک از سفرهای زیر را خواهید داشت؟ الف) امداد رسانی و نجات بخشی، ب) بازگشتن به خانه، ج) تخلیه اضطراری، د) هیچکدام | | | |
| روزهنگام | | سناریو زلزله | |
| وسیله سفر | هدف | | |
| | | ۷ ریشتر: - قطع خطوط تلفن، آب، برق و گاز تا ۳ روز - احتمال غارت مغازه ها - خسارت تا ۸۵٪ به ساختمانهای نامبرده و خسارت به پی ساختمانهای خوب طراحی شده - ایجاد ترک در زمین و بسته شدن راههای با عرض ۳-۶ متر و ریختن پل سواره رو - احتمال آتش سوزی و انفجار در پمپ بنزین و گاز | |
| | | ۵/۵ ریشتر: - آب، برق، تلفن (موبایل)، قابل استفاده خواهند بود. - خسارت تا ۱۰٪ به ساختمانهای آجری و فلزی، بتنی ساخته شده بعد از ۱۳۷۰ با یک یا دو طبقه، بتنی ساخته شده قبل از ۱۳۷۰ یا با بیش از ۳ طبقه - آسیب زیادی به خیابانها وارد نخواهد شد. | |
| (۴) چه مکانی را به عنوان محل امن برای پناه بردن انتخاب می‌کنید؟ نزدیکترین پارک به محل زندگی یا محل کار خارج از شهر سایر آدرس تقریبی: خیابان اصلی.....کوچه فرعی..... | | | |
| مشخصات اجتماعی-اقتصادی: | | | |
| (۹)نسبت: پدر مادر فرزند سایر | (۸)تحصیلات: کارشناسی کارشناسی ارشد دکتری و پزشک | (۷)تأهل: متاهل مجرد | (۵)جنسیت زن <input type="checkbox"/> مرد <input type="checkbox"/> |
| (۱۱)مالک چه تعداد اتومبیل شخصی هستید؟..... | (۱۰)شغل: دانشجو مغازه دار فرهنگی پزشک/پرستار راننده/مسافرکش کارگر/کارمند بازنشسته/بیکار فروشنده سایر | | |
| (۱۳)تعداد افراد خانواده زیر ۱۸ سال در حال حاضر:..... | | (۱۲)تعداد افراد خانواده که در حال حاضر با شما زندگی می‌کنند: | |
| (۱۵)آیا تا شعاع ۵۰۰ متری خانه شما پمپ بنزین یا گاز وجود دارد؟..... | | (۱۴)آیا صاحبخانه هستید؟ بله خیر | |
| | | (۱۶)آیا تا بحال تجربه یک زلزله را داشته اید؟ بله خیر | |
| مشخصات سفرها: | | | |
| (۱۸)معمولاً این مسیر را با چه وسیله ای طی می‌کنید؟..... | | (۱۷)فاصله زمانی از محل کار تا خانه در حالت عادی؟..... | |
| (۲۰)آدرس منزل: خیابان اصلی..... | | (۱۹)آدرس محل کار: خیابان اصلی..... | |
| (۲۲)معمولاً این مسیر را با چه وسیله ای طی می‌کنید؟..... | | (۲۱)فاصله زمانی از محل کار تا مدرسه در حالت عادی؟..... | |
| (۲۳)آدرس تقریبی مدرسه: خیابان اصلی.....کوچه فرعی..... | | | |

Analytical Model of Trip production in Transportation Network after Earthquake

Maryam Zeini¹, Ali Edrissi²

1- M.Sc. of Civil Engineering, Faculty of Civil Eng., K.N. Toosi University

2- Assistant professor, Faculty of Civil Engineering K.N. Toosi University

*edrissi@kntu.ac.ir

Abstract:

Unexpected events always occur without any alert of where or when they will happen. According to history of earthquake in Tehran, Iran, the probability of a huge earthquake (about 7 Richter) is high. The Unpredictable human behavior in disasters can affect the performance of transportation networks. Considering the specific effects of an earthquake on travel demand, the issue of post-earthquake travel demand needs to be investigated. Since travel behavior would be quite different in such situation compared to normal situation, this research proposes a method to estimate the demand based on a survey. The goal of this study is to determine trip purposes immediately after earthquake, and the factors affecting the individuals' decisions about their trip purposes. In most previous studies, the majority of policies which have been modeled are based on unrealistic assumed demand. Many previous studies have acknowledged that in response to earthquake there are more trip purposes. However, few, if any, have examined it in depth. For example, Since an earthquake cannot be predicted, in a study to estimate the post-earthquake travel demand, it is assumed that people will evacuate their current locations immediately after earthquakes, because under the no-notice earthquake scenarios, there is no time or considerably less time for people to return home or go to other places to pick up their relatives or friends [Chang et al. 2012], while most people will return to home to rescue their family [Hara, 2013]. This research developed discrete choice (Multinomial Logit) model to represent effective factors on travel demand behavior after 2 earthquake scenarios (Strong and weak) in a workday, with 4 trip purposes (rescue and inquiry on safety, return to home, evacuation and no action). This study investigated travel behavior after an earthquake, based on a statistical analysis on stated preference (SP) questionnaires which were answered by 364 interviewees in Tehran. The survey data indicated that, 90% of people may prefer to make trips in order to return to home or to rescue survivals, after a powerful day earthquake. The collected data expressed that although it is not expected to have a problem in transportation network after a weak earthquake, about 35% of people will travel with different purposes because of their fear. Despite the fact that a moderate earthquake will not destroy transport infrastructures, heavy traffic congestion will cause an emergency situation in transportation network. The goodness of fit (ρ^2) of the model was obtained to be 0.425, that is a fairly good indicator for the discrete choice models. The model has also predicted the trip purposes correctly, in 67% of the observations. The results of the model show that the most effective factors on destination choice behavior are gender, age, travel time, magnitude of earthquake, house ownership and family number. Also unrelated training about earthquake is not effective on travel behavior. Informing people about probable open routs after earthquake in advance would help planners in disaster management.

Keywords: Travel behavior, Multinomial logit model, Travel demand after disaster, Earthquake