فصلنامه علمی مهندسی ترافیک
| JOURNAL OF TRAFFIC ENGINEERING |

مدل اولویت‌بندی راه‌های برون‌شهری در شرایط پیش از بحران با استفاده از شاخص استحکام شبکه

بابک میربهاء[1]، علیرضا ماهپور[2]

۱- استادیار، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی(ره)

۲- علیرضا ماهپور (نویسنده مسئول)، دانشجوی دکتری برنامه‌ریزی حمل‌ونقل و کارشناس‌ارشد پژوهشگاه حمل و نقل طراحان پارسه

چکیده

حوادث و بلایای طبیعی و غیرطبیعی نتایج بسیار زیان‌باری در زمینه‌های گوناگون اقتصادی و اجتماعی در پی خواهند داشت. عملکرد زیرساخت‌های مهمی چون شبکه‌های حمل‌ونقل، انرژی (آب، برق و گاز) و ارتباطات نیز می‌تواند در اثر وقوع این بحران‌ها و حوادث تحت‌تاثیر قرار گرفته و باعث تشدید خسارات وارده گردد. با وجود عدم توانایی انسان برای پیش‌بینی (به طور دقیق) و جلوگیری از وقوع حوادث و بلایایی مانند زلزله (حداقل در زمان حاضر)، می‌توان با اتخاذ تصمیم‌های مناسب پیش از وقوع بحران باعث کاهش خسارات وارده گردید. در همین راستا، در مطالعه‌ی پیش‌رو، بررسی عملکرد شبکه جاده‌ای با تاکید بر ظرفیت کمان‌ها از طریق سناریوسازی برای حالات محتمل وقوع بحران (با در نظر گرفتن بحران احتمالی وقوع زلزله) صورت می‌پذیرد. در این خصوص کمان‌های موجود در استان تهران در هر مرحله و به صورت تک تک قطع شده و ماتریس مبدا- مقصد به شبکه تخصیص داده می‌شود. خروجی‌های همفزون شبکه، که شامل وسیله- ساعت طی شده در شبکه است، بدست آمده و ملاک اولویت‌بندی قرار می‌گیرد. کمانهای شبکه بر پایه میزان تاثیر منفی بر وسیله- ساعت شبکه، به چهار اولویت خیلی زیاد بحرانی، خیلی بحرانی، بحرانی و متوسط بحرانی تقسیم شدند.

واژگان کلیدی: تخصیص شبکه، بحران، اولویت‌بندی.

۱- مقدمه

حوادث و بلایای طبیعی و غیرطبیعی نتایج بسیار زیان‌باری در زمینه‌های گوناگون اقتصادی و اجتماعی در پی خواهند داشت. عملکرد زیرساخت‌های مهمی چون شبکه‌های حمل‌ونقل، انرژی (آب، برق و گاز) و ارتباطات نیز می‌تواند در اثر وقوع این بحران‌ها و حوادث تحت‌تاثیر قرار گرفته و باعث تشدید خسارات وارده گردد. در چند دهۀ اخیر، به دلیل وقوع بحران‌های وسیع طبیعی (از قبیل سیل و زلزله) و غیرطبیعی (مانند تصادفات شدید) در نقاط مختلف دنیا و مشخص شدن آسیب‌پذیری بالای شبکه‌های حمل‌ونقل در برابر این گونه بحران‌ها و حوادث، توجه خاصی به موضوع تاثیر بحران در زیرساخت‌های حمل‌ونقل معطوف شده است.

چنان‌چه شبکه حمل‌ونقل در زمان عادی عملکرد مطلوب و قابل‌قبولی نیز داشته باشد، به دلایل مختلفی مانند تغییر شرایط شبکه و رفتار استفاده‌کنندگان از آن در اثر وقوع بحران، عملکرد (مطلوب) آن قابل‌تسرّی به وضعیت پس از بحران نخواهد بود. این امر لزوم برنامه‌ریزی برای آمادگی در برابر تمامی شرایط، به ویژه شرایط بحرانی و مدیریت بحران را مشخص می‌کند. در ایران نیز به دلیل واقع شدن بخش‌های زیادی از کشور از جمله استان تهران بر روی کمربند زلزله و احتمال وقوع بحران‌های دیگری مانند سیل، مدیریت بحران در زمینه‌های گوناگون و از جمله مهم‌ترین آن‌ها در زیرساخت‌های حمل‌ونقل ضروری به نظر می‌رسد.

در میان شیوه‌های[1] مختلف حمل‌ونقل (جاده‌ای، ریلی، هوایی و دریایی)، اصولاً حمل‌ونقل جاده‌ای به دلیل ویژگی‌های متمایز خود به عنوان متداول‌ترین شیوه مطرح است. از جمله ویژگی‌های بارز این شیوه می‌توان به انعطاف‌پذیری در انتخاب مسیر، زمان سفر و نیز امکان دسترسی به کلیۀ مراکز تولید و جذب بار و مسافر اشاره نمود. علاوه بر این، موقعیت ویژۀ

1 Mode of transportation

جغرافیایی و توپوگرافی ایران از جمله گستردگی سرزمین، عدم وجود راه‌های آبی داخلی، کوهستانی بودن بخش‌های قابل‌توجهی از قلمرو کشور و عدم پوشش کافی شبکهٔ راه‌آهن موجب گشته تا میزان بسیار زیادی از حمل‌ونقل کالا و مسافر داخلی با استفاده از شیوهٔ حمل‌ونقل جاده‌ایِ بین‌شهری انجام شود، به طوری که در سال‌های اخیر، به طور متوسط، جابجایی نزدیک به ۹۰ درصد از کل بار و مسافر کشور از طریق جاده انجام شده است [۱].

۲- پیشینه‌ی پژوهش و مبانی نظری

در صورت آسیب دیدن شبکه حمل‌ونقل جاده‌ای در نتیجهٔ وقوع بحران‌ها و حوادث شدید، خسارات جانی و مالی زیاد و بعضاً جبران‌ناپذیری به وقوع خواهند پیوست. برای مثال، با قطع و وارد شدن خسارت به راه‌های ارتباطی با مناطق آسیب‌دیده در اثر وقوع بحران‌هایی مانند زلزله عملاً فعالیت‌های امدادرسانی با مشکل مواجه شده و عملکرد شبکه نیز افت خواهد کرد. علاوه بر این، بخش عمده‌ای از خسارات اقتصادی ناشی از زلزله در نتیجهٔ آسیب دیدن سیستم حمل‌ونقل است. برای مثال، در حدود ۲۵ درصد از خسارات اقتصادی برآورد شده ناشی از زلزله سال ۱۹۹۴ در نورث‌ریج[1] در لس‌آنجلس آمریکا (معادل ۱/۵ میلیارد دلار از مجموع ۶/۵ میلیارد دلار) به سیستم حمل‌ونقل نسبت داده شده است. این زلزله باعث خرابی ۲۸۶ پل بزرگراهی و قطع ارتباط چهار بزرگراه حساس و بحرانی در نواحی شرقی لس‌آنجلس گردید [۲]و [۳].

در بحران‌های دیگری همچون زلزله لوماپریتا[2] در سال ۱۹۸۹ و زلزله سال ۱۹۹۵ در کوبه[3] ژاپن نیز آسیب‌پذیری شبکه راه‌ها قابل‌ملاحظه بوده است، به طوری که زلزله لوماپریتا باعث خرابی ۹۱ پل بزرگراهی و وارد آمدن خسارات سنگین گردید. در این زلزله، به علت عدم نزدیکی راه‌های جایگزین، خسارات ناشی از مسدود شدن پل‌ها تشدید شده و بسیاری از کاربران شبکه مجبور به استفاده از شیوه‌های حمل‌ونقل جایگزین شدند [۴] و [۵]. در زلزلهٔ دی‌ماه سال ۱۳۸۲ هجری شمسی در بم (کرمان) نیز با وجود این که آسیب چندانی به جادهٔ ارتباطی با مرکز استان وارد نشده بود، اما به دلیل حجم بالای ترافیک برای کمک‌رسانی به منطقه، عملکرد راه‌های موجود نامناسب گزارش شد [۶].

با وجود عدم توانایی انسان برای پیش‌بینی (به طور دقیق) و جلوگیری از وقوع حوادث و بلایایی مانند زلزله (حداقل در زمان حاضر)، می‌توان با اتخاذ تصمیم‌های مناسب پیش از وقوع بحران باعث کاهش خسارات وارده گردید [۷] و [۸]. این مطلب بیان‌گر اهمیت تحقیق، مطالعه و بررسی در این زمینه است. با توجه به اهمیت موضوع و اینکه بخش‌های زیادی از کشور ایران از جمله استان تهران بر روی کمربند زلزله قرار داشته و هم‌چنین سابقهٔ وقوع بحران‌های دیگری مانند سیل، ریزش سنگین برف و سنگ‌ریزش، برنامه‌ریزی برای شرایط ویژه (علاوه بر حالت عادی) و مدیریت بحران در زمینهٔ زیرساخت‌های حیاتی کشور و از جمله مهم‌ترین آن‌ها، شبکه حمل‌ونقل جاده‌ای بین‌شهری ضروری به نظر می‌رسد.

اهداف متفاوتی برای برنامه‌ریزی پیش از وقوع بحران در پژوهش‌های مختلف مد نظر قرار گرفته که از آن جمله می‌توان به کاهش آسیب‌پذیری[4] [۹] و افزایش استحکام (قابلیت انطباق)[5] شبکه [۱۰]، افزایش قابلیت اطمینان[6] [۱۱] و هم‌چنین افزایش قابلیت بازگشت‌پذیری[7] شبکه اشاره نمود [۱۲]. هدف اصلی در این پژوهش، اولویت‌بندی کمان‌های شبکه به منظور افزایش استحکام و قابلیت انطباق شبکه حمل‌ونقل جاده‌ای استان تهران در برابر بحران‌های محتمل و در نتیجه، کاهش آسیب‌پذیری آن است. استحکام شبکه عبارت است از قابلیت آن برای مقاومت در برابر رویدادهای گوناگون، به طوری که هر چه میزان تغییرات حاصل از وقوع بحران کمتر باشد، آن شبکه دارای استحکام بیشتری خواهد بود. این تعریف، دقیقاً عکس تعریف آسیب‌پذیری شبکه است.

۳- روش مطالعه

با توجه به اهمیت موضوع، مقاله جاری به بررسی عملکرد شبکه حمل و نقل جاده‌ای استان تهران در زمان بحران می‌پردازد. یکی از ویژگی‌های بحران[8] که باعث مشکل شدن مواجهه با آن می‌شود، ماهیت احتمالی آن است؛ بدین معنی که پیش از وقوع بحران، معمولا اطلاع دقیقی از نوع بحران (زلزله، سیل، طوفان و...)، محل وقوع و شدت آن در دست نیست. بنابراین، سناریوسازی می‌تواند در این زمینه مفید باشد.

پیش از وقوع بحران، اطلاع دقیقی از زمان، محل و شدت بحران موجود نیست و با اتخاذ فرض‌هایی معقول، سعی می‌شود که فعالیت‌های مناسب به‌منظور کاهش خسارات وارده پیشنهاد

1 Northridge
2 Loma Prieta
3 Kobe

4 Vulnerability
5 Robustness
6 Reliability
7 Resilience
8 Crisis

شود. پس از وقوع بحران، شرایط کاملا متفاوت است و اطلاعات نسبتا کاملی از محل و شدت بحران وجود دارد. بنابراین، پیش از وقوع بحران مسئله‌ای گسترده‌تر و با سطح کمتری از دقت و قطعیت (به‌علت ماهیت احتمالی پیش از بحران)، و پس از وقوع بحران، مسئله‌ای متمرکزتر با سطح بالاتری از دقت و قطعیت (به‌علت مشخص شدن بسیاری از اطلاعات مورد نیاز پس از بحران) وجود دارد. این تفاوت‌ها، باعث جدا بودن مباحث و هم‌چنین مدل‌های ارائه شده برای پیش و پس از بحران خواهد شد. در این مطالعه، جهت جامعیت بیشتر با توجه به اهمیت موضوع و اینکه اطلاعی از محل وقوع بحران قبل از وقوع حادثه در دست نیست لذا همه کمان‌های شبکه به نوبت قطع شده و ماتریس مبدا- مقصد به شبکه تخصیص داده شده است و اولویت‌بندی بر اساس اطلاعات بدست آمده از مراحل مختلف انجام می‌گیرد.

همان‌طور که در شکل ۱ ملاحظه می‌شود، این فرآیند یک فرآیند تکراری است. بدین ترتیب که در هر مرحله، یک کمان قطع شده، و ماتریس مبدا- مقصد به شبکه حمل و نقلی تخصیص داده می‌شود و در مرحله بعد کمان قطع‌شده جایگزین شده و کمان بعدی قطع می‌گردد و روند قبل تکرار می‌شود.

شاخص تاثیرگذاری کمان (شاخص استحکام (انطباق‌پذیری) شبکه (NRI)) به عنوان معیاری کمّی از مقاومت و استحکام شبکه در مقابل تغییرات ناشی از انسداد و یا کاهش ظرفیت یکی از کمان‌های شبکه است. به عبارت بهتر، این شاخص بیان‌گر میزان تاثیرگذاری یک کمان بر عملکرد کل شبکه (به صورت تجمعی [1] و سیستمی) است. این شاخص، کمان- مبنا[2] بوده و برای هر یک از کمان‌های شبکه به طور جداگانه محاسبه می‌شود [۷] و [۱۲].

این شاخص می‌تواند معیار مناسبی برای اولویت‌بندی اهمیت کمان‌ها از نظر تاثیرگذاری بر عملکرد شبکه بوده، به طوری که هر چه میزان تغییرات ناشی از مسدود شدن یک کمان بیشتر باشد (بزرگتر بودن مقدار شاخص)، به معنای اهمیت بیشتر آن کمان بر عملکرد کل شبکه بوده و در نتیجه باید در بحث سرمایه‌گذاری برای مقاوم‌سازی راه‌ها و یا اصلاح شبکه به آن کمان توجه بیشتری مبذول داشت.

همان‌گونه که در رابطه ۱ملاحظه می‌گردد، روند محاسبهٔ شاخص استحکام (انطباق‌پذیری) شبکه برای هر یک از کمان‌ها با حذف (یا کاهش ظرفیت) آن کمان شروع شده و پس از تخصیص ماتریس تقاضای مبدأ- مقصد به شبکهٔ جدید با استفاده از اجرای مدل تخصیص ترافیک تعادل کاربر توسط بستهٔ نرم‌افزاری VISUM ®، عملکرد شبکهٔ تغییریافته با عملکرد شبکهٔ پایه مقایسه می‌شود.

$$\left(NRI_a\right)_{Veh-hour} = T^a - T \qquad (۱)$$

$$T^a = \sum_i \left(x_i^a . t_i^a\right) \qquad (۲)$$

$$T = \sum_i x_i . t_i \qquad (۳)$$

که در آن‌ها:

$(NRI_a)_{Veh-hour}$: شاخص استحکام شبکه برای حالتی که ظرفیت کمان a حذف شود یا کاهش یابد (معیار عملکرد: وسیله- ساعت کلّ شبکه (تجمعی))

T^a: وسیله- ساعت کلّ شبکه (تجمعی) در نتیجهٔ حذف یا کاهش ظرفیت کمان a

T: وسیله- ساعت کلّ شبکه (تجمعی) در حالت عادی (عدم وقوع بحران)

x_i: حجم ترافیک در کمان i در حالت عادی (خروجی مدل تخصیص ترافیک تعادل کاربر)

t_i: زمان سفر در کمان i در حالت عادی (خروجی مدل تخصیص ترافیک تعادل کاربر)

x_i^a: حجم ترافیک در کمان i در صورت حذف یا کاهش ظرفیت کمان a (خروجی مدل تخصیص ترافیک تعادل کاربر)

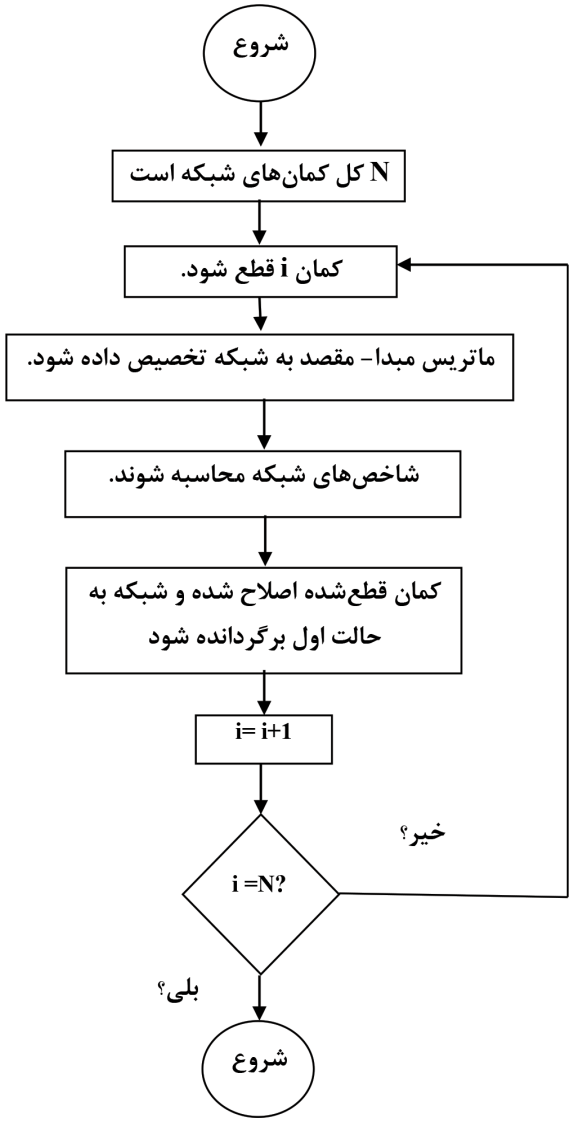
t_i^a: زمان سفر در کمان i در صورت حذف یا کاهش ظرفیت کمان a (خروجی مدل تخصیص ترافیک تعادل کاربر)

۴- یافته‌ها و نتایج پژوهش

در این پژوهش حالت پیش از بحران مد نظر است. در این خصوص کمان‌های موجود در استان تهران در هر مرحله و به صورت تک تک قطع شده و ماتریس مبدا- مقصد به شبکه تخصیص داده می‌شود. خروجی‌های همفزون شبکه، که شامل وسیله- ساعت طی شده در شبکه است، بدست آمده و ملاک اولویت‌بندی قرار می‌گیرد.

پس از بدست آوردن وسیله- ساعت طی شده در کل شبکه به ازای کمان‌های مختلف قطع‌شده، کمان‌هایی که باعث بیشترین تاثیر هستند، مشخص می‌شود. به عبارت دیگر وسیله- ساعت‌های مختلف بدست آمده به ترتیب نزولی (از بیشترین به کمترین) مرتب شده و ۲۰۰ کمان ابتدایی و مهم‌تر برداشت شده و در ادامه مطالعات اولویت-بندی شدند.

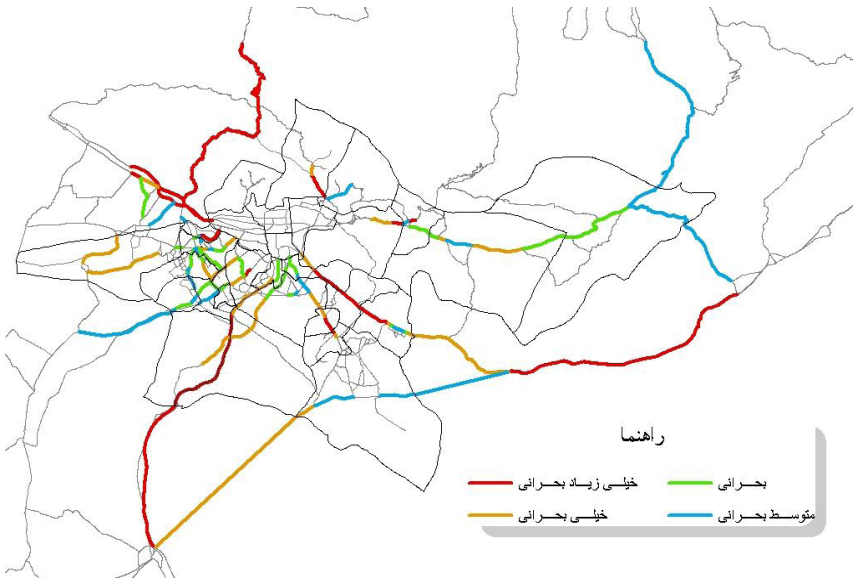
1 Aggregate
2 Link-based



شکل ۱- سناریو پیشنهادی در این مطالعه

این ۲۰۰ کمان، در قالب ۲۰ اولویت مورد مطالعه قرار می‌گیرند. همچنین به منظور ساده‌سازی اولویت‌های اول تا پنجم، به عنوان کمان‌های خیلی زیاد بحرانی، اولویت ششم تا دهم، خیلی بحرانی، اولویت یازدهم تا پانزدهم بحرانی و اولویت‌های شانزدهم تا بیستم به عنوان متوسط بحرانی تقسیم‌بندی شده‌اند (شکل ۲).

به عبارت دیگر، کمانهای شبکه بر پایه میزان تاثیر منفی بر وسیله- ساعت شبکه، به چهار اولویت خیلی زیاد بحرانی، خیلی بحرانی، بحرانی و متوسط بحرانی تقسیم شدند. هریک از این گروهها شامل پنج زیرگروه هستند که اولویت‌بندی جزیی‌تری را نشان می‌دهند. بدین ترتیب که گروه کمانهای خیلی زیاد بحرانی به پنج زیرگروه تقسیم شده است که زیرگروه نخست نسبت به زیرگروههای بعدی تاثیر بیشتری بر وسیله- ساعت شبکه دارد و بنابراین بحرانی‌تر است و نسبت به زیرگروههای بعدی در اولویت بالاتری قرار دارد. گروه‌های خیلی بحرانی، بحرانی و متوسط بحرانی نیز به همین ترتیب هرکدام به پنج زیرگروه تقسیم شده‌اند. در شکل ۲ می‌توان تمامی دویست کمان بحرانی را مشاهده نمود. در این شکل، بحرانی‌ترین کمانها تحت عنوان کمانهای خیلی زیاد بحرانی با رنگ قرمز نشان داده شده‌اند. گروه بعدی کمانهای خیلی بحرانی هستند که با رنگ نارنجی نشان داده شده‌اند. گروههای بعدی با عنوانهای بحرانی و متوسط بحرانی به ترتیب با رنگهای سبز و آبی مشاهده می‌شود.



شکل ۲- اولویت‌های چهارگانه کمان‌های بحرانی استان تهران

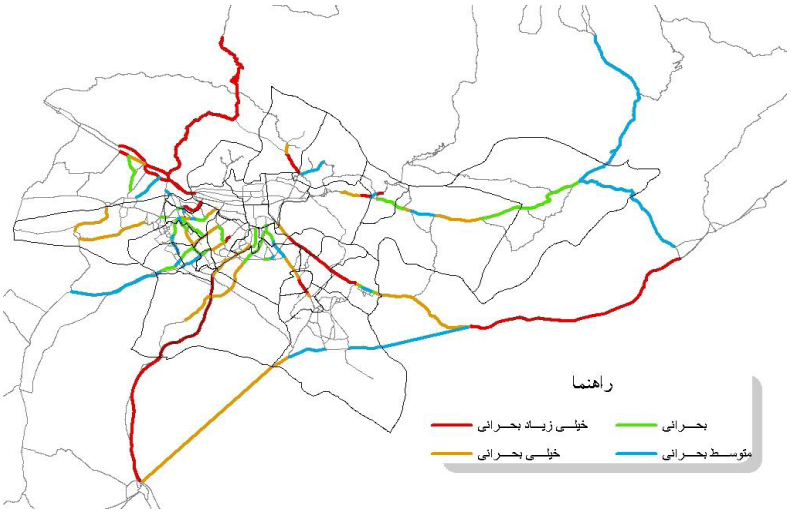
فصلنامه علمی مهندسی ترافیک
سال هفدهم / تابستان ۱۳۹۶ / شماره ۶۹

اولویت ۱– کمان‌های خیلی زیاد بحرانی

این گروه شامل پنجاه کمانی است که بیشترین تاثیر منفی را بر وسیله- ساعت شبکه دارند و به عبارت دیگر باعث افزایش وسیله- ساعت کل شبکه می‌شود. بازه تاثیرگذاری قطع شدن هریک از این لینک‌ها بر وسیله- ساعت شبکه از ۱۱/۳۸ درصد آغاز می‌شود. این میزان تاثیر بر وسیله- ساعت شبکه می‌تواند وضعیت آن را بسیار بحرانی کند چراکه بیشترین اثرگذاری را بر شبکه می‌گذارد. بنابراین این گروه کمانها در دسته کمانهای خیلی زیاد بحرانی قرار می‌گیرند که قطع شدن هریک از آنها می‌تواند تاثیر منفی بسزایی در افزایش وسیله-ساعت کل شبکه داشته باشد. موقعیت کمانهای این گروه در شبکه معابر موردمطالعه تهران در جدول ۱ نشان داده شده است. ملاحظه می‌گردد که قسمتهایی از مسیرهای منتهی به کرج، قم، ساوه، ورامین، قدس، شهریار، فیروزکوه، لواسانات و بزرگراه امام رضا در این گروه قرار گرفته‌اند.

اولویت ۲– کمانهای خیلی بحرانی

گروه کمانهای بعدی، مربوط به کمانهایی است که در صورت قطع شدن نسبت به کمانهای خیلی زیاد بحرانی وسیله- ساعت شبکه را به میزان کمتری افزایش می‌دهند. طول کل کمانهای قرار گرفته در این گروه ۳۲۳ کیلومتر است که بیش از ۲۰۰ کیلومتر آن داخل محدوده استان تهران قرار دارد. موقعیت قرارگیری این کمانها در جدول ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲- اولویت‌های چهارگانه کمان‌های بحرانی استان تهران

جدول ۱- محورهای موجود در اولویت یک

ردیف	نام محور	مرجع کیلومتراژ	کیلومتراژ	توضیحات
۱	آزادراه تهران- کرج	از ابتدا		تا هشتگرد
۲	جاده مخصوص	از وردآورد		تا پل کلاک و کیلوکتراژ ۲۵-۲۰ از پل کلاک
۳	آزادراه تهران- قم	از عوارضی		از کیلومتراژ ۲۰ تا قم
۴	جاده پردیس- بومهن	از انتهای آزادراه پردیس	۵- ۱	
۵	جاده گرمسار- سمنان	-		حد فاصل گرمسار تا سمنان
۶	جاده تهران- ساوه	از بزرگراه آزادگان	۱۰- ۶	
۷	جاده هراز	از سه راه آبعلی	۶- ۲	
۸	جاده چالوس	از ابتدا	تا چالوس	
۹	بزرگراه سعیدآباد	از بزرگراه فتح	۴- ۲و ۱۶-۱۴	
۱۰	جاده فشم	از سه راهی فشم		تا اوشان
۱۱	جاده قدس- شهریار	از جاده مخصوص	۱۱-۴	
۱۲	جاده قدیم تهران- کرج	از بزرگراه آزادگان		تا خروجی سعیدآباد
۱۳	جاده ورامین	کمربندی دوم تهران	۲۳-۱۴ و ۱۰-۹	
۱۴	بزرگراه امام رضا	کمربندی دوم تهران	۳۴-۰	

قسمتهای زیادی از بزرگراه امام رضا، آزادراه حرم تا حرم، محورهای منتهی به فیروزکوه، اخترآباد و قم نیز در این گروه کمانها قرار گرفته‌اند. قسمتهایی نیر از محورهای منتهی به ساوه، شهریار و ورامین در گروه کمان‌های خیلی بحرانی قرار گرفته‌اند.

اولویت ۳– کمانهای بحرانی

گروه کمانهای سوم، مربوط به کمانهای بحرانی است. طول کل کمانهای قرار گرفته در این گروه حدود ۱۷۲ کیلومتر است. بازه تاثیر قطع شدن هریک از کمانهای این گروه بر وسیله-ساعت کل شبکه بین ۰/۲۹٪ و ۰/۴۸٪ است. در جدول ۳ محل قرارگیری این کمانها نشان داده شده است. ملاحظه می‌شود که بخش عمده‌ای از محورهای جنوب‌غرب تهران مثل مسیرهای اطراف شهریار، چهاردانگه و اسلامشهر در گروه کمانهای بحرانی قرار گرفته‌اند. همچنین بخشهایی از محور خروجی شرق استان تهران به سمت فیروزکوه نیز در این گروه قرار دارند. بزرگراه بهشت زهرا، بخشهایی از محوروهای منتهی به قم، ساوه و قرچک و قسمتهای کوچکی از بزرگراه امام‌رضا و کمربندی دوم تهران نیز در گروه کمانهای بحرانی قرار دارند.

اولویت ۴– کمانهای متوسط بحرانی

این گروه آخرین گروه کمانهای شناسایی شده هستند که تحت عنوان کمانهای متوسط بحرانی دسته‌بندی شده‌اند. طول کل کمانهای قرار گرفته در این گروه بیش از ۳۲۵ کیلومتر است که در جدول ۴ قابل مشاهده است. همانطور که نشان داده شده است، قسمت عمده‌ای از محورهای مواصلاتی موجود در محدوده شهرستان رباط‌کریم در این دسته جای گرفته‌اند. از دیگر کمانهای جالب توجه قرار گرفته در این گروه، آزادراه حرم تا حرم و محورهای منتهی به استانهای مازندران و سمنان پس از شهرستان فیروزکوه هستند. قسمتهایی از محورهای منتهی به قرچک، شهریار، ساوه، پردیس، فیروزکوه و لواسانات نیز در گروه کمانهای متوسط بحرانی قرار دارند. بیشینه تاثیر قطع شدن هریک از کمانهای این گروه بر وسیله-ساعت شبکه ۰/۲۷٪ و کمینه آن ۰/۱۳٪ است.

جدول ۲- محورهای موجود در اولویت دو

ردیف	نام محور	مرجع کیلومتراژ	کیلومتراژ	توضیحات
۱	جاده مخصوص تهران- کرج	از پل کلاک		تا کیلومتراژ ۲۰
۲	آزادراه تهران- قم	از عوارضی		تا کیلومتراژ ۲۰
۳	جاده قدیم تهران- قم	از بزرگراه آزادگان	۱۴-۳۸	
۶	بی‌بی سکینه تا اخترآباد	-	-	از ابتدا تا انتها
۷	ملارد تا اخترآباد	-	-	از ابتدا تا انتها
۸	جاده سعیدآباد- شهریار	از بزرگراه فتح	۱۲-۱۷ و ۰-۶	
۹	جاده ورامین	از کمربندی دوم تهران	۲۳-۲۶ و ۱۰-۱۴ و ۳-۹	
۱۰	بزرگراه امام رضا	از بزرگراه آزادگان		تا کمربندی دوم تهران
۱۱	بزرگراه امام رضا	از کمربندی دوم تهران	۴۱-۸۵ و ۳۴-۳۶	
۱۲	جاده قدیم دماوند	از انتهای بابایی	۱۵-۲۳	
۱۳	جاده دماوند- فیروزکوه	بعد از سه راه آبعلی	۱۴-۱۸ و ۴۶-۲۷	
۱۴	آزادراه تهران- ساوه	از بزرگراه آزادگان	۵-۱۶	
۱۵	جاده قدیم تهران- ساوه	از بزرگراه آزادگان	۹-۱۷ و ۱۹-۲۱	
۱۶	جاده اوشان- شمشک	از اوشان		تا کیلومتراژ ۴
۱۷	جاده آدران	بعد از بزرگراه سعیدآباد	۵-۱۳	
۱۸	قم- گرمسار	از قم		تا چرمشهر

جدول ۳- محورهای موجود در اولویت سه

ردیف	نام محور	مرجع کیلومتراژ	کیلومتراژ	توضیحات
۱	شهریار- ملارد			حدفاصل شهریار تا ملارد
۲	شهریار- آدران	از شهریار	۰-۶	
۳	بزرگراه بهشت زهرا			از ابتدا تا انتها
۶	جاده قدیم قم	از بزرگراه آزادگان	۸ تا کمربندی دوم و ۳-۵	
۷	جاده دماوند- فیروزکوه			از سیدآباد تا آب‌باریک
۸	جاده فیروزکوه تا امریه			از فیروزکوه تا امریه
۹	رودهن تا دماوند			از رودهن تا دماوند
۱۰	جاده دماوند- فیروزکوه			از امین‌آباد تا فیروزکوه
۱۱	آزادراه تهران- ساوه	از بزرگراه آزادگان	۱۶-۲۳ و ۲۷-۳۴	
۱۲	جاده قدیم تهران- ساوه	از بزرگراه آزادگان	۱۷-۲۰	
۱۳	جاده شهریار- دهشاد پایین	-	-	از شهریار- دهشاد پایین
۱۴	جاده فرارت	-	-	از وحیدیه تا شهریار
۱۵	جاده احمدآباد مستوفی- اسلام‌شهر	-	-	از آزادراه ساوه تا اسلامشهر
۱۶	سعیدآباد- شهریار	از بزرگراه فتح	۵-۱۱	-
۱۷	جاده ورامین	از بزرگراه آزادگان	۳-۸	-
۱۸	قدس- شهریار	از بزرگراه فتح	۱۲-۱۰	-
۱۹	جاده فرارت	-	-	۱ کیلومتر قبل و بعد از فرارت
۲۰	کمربندی دوم تهران	از بزرگراه امام رضا	۱۱-۱۵	-
۲۱	تهران ری	-	-	-
۲۲	جاده آدران- گلستان			از آدران- گلستان
۲۳	جاده شریف آباد تا ایوانکی	از کمربندی دوم تهران	۳۵-۳۷ و ۴۰-۴۳	

جدول ۴- محورهای موجود در اولویت چهار

ردیف	نام محور	مرجع کیلومتراژ	کیلومتراژ	توضیحات
۱	جاده ورامین	کمربندی دوم	۰-۴	
۲	جاده فیروزکوه- سمنان			از فیروزکوه تا سمنان
۳	آزادراه ساوه	بزرگراه آزادگان	۲۳-۲۷	
۶	جاده قدس			خروجی رضی‌آباد تا کیلومتر ۳
۷	جاده قدیم تهران ساوه	بزرگراه آزادگان	۲۸-۳۰	
۸	جاده فیروزکوه	از سه راه آبعلی	۱۷-۲۷	
۹	جاده فیروزکوه- مازندران			
۱۰	شریف‌آباد- ایوانکی	کمربندی دوم تهران	۳۷-۴۰	
۱۱	سعیدآباد- شهریار	بزرگراه فتح	۱۰-۱۳	
۱۲	جاده فرارت	از شهریار		دو کیلومتر بعد از فرارت
۱۳	کمربندی دوم تهران	بزرگراه امام رضا	۱۰-۱۲	
۱۴	جاده ورامین	از بزرگراه آزادگان	۸-۱۲	
۱۵	جاده هراز	از سه راه آبعلی		تا کیلومتراژ ۳
۱۶	آزادراه قم- سمنان	چرمشهر تا گرمسار		
۱۷	فردیس- هفت جوی			از فردیس تا هفت جوی
۱۸	سعید آباد شهریار			کیلومتراژ انتهایی
۱۹	جاده فرارت- رباط کریم	فرارت	۳-۷	
۲۰	لشکرگ تا افجه			
۲۱	جاده قدیم دماوند	جاده تلو	۰-۲	

۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادات اجرایی

با وجود عدم توانایی انسان برای پیش‌بینی (به طور دقیق) و جلوگیری از وقوع حوادث و بلایایی مانند زلزله (حداقل در زمان حاضر)، می‌توان با اتخاذ تصمیم‌های مناسب پیش از وقوع بحران باعث کاهش خسارات وارده گردید. این مطلب بیان‌گر اهمیت تحقیق، مطالعه و بررسی در این زمینه است. همچنین با توجه به این واقعیت که بخش‌های زیادی از کشور ایران از جمله استان تهران بر روی کمربند زلزله قرار داشته و هم‌چنین سابقهٔ وقوع بحران‌های دیگری مانند سیل، ریزش سنگین برف و سنگ‌ریزش، برنامه‌ریزی برای شرایط ویژه (علاوه بر حالت عادی) و مدیریت بحران در زمینهٔ زیرساخت‌های حیاتی کشور و از جمله مهم‌ترین آن‌ها، شبکه حمل‌ونقل جاده‌ایِ بین‌شهری ضروری به نظر می‌رسد. در همین راستا، در مطالعه‌ی پیش‌رو، بررسی عملکرد شبکه جاده‌ای با تاکید بر ظرفیت کمان‌ها از طریق سناریوسازی برای حالات محتمل وقوع بحران (با در نظر گرفتن بحران احتمالی وقوع زلزله) صورت می‌پذیرد. در این پژوهش سناریوی پیش از بحران مد نظر است به این دلیل که نقاط ضعف شبکه قبل از وقوع اتفاق، شناسایی شوند. در این خصوص کمان‌های موجود در استان تهران در هر مرحله و به صورت تک تک قطع شده و ماتریس مبدا- مقصد به شبکه تخصیص داده می‌شود. خروجی‌های همفزون شبکه، که شامل وسیله- ساعت طی شده در شبکه است، بدست آمده و ملاک اولویت‌بندی قرار می‌گیرد.کمانهای شبکه بر پایه میزان تاثیر منفی بر وسیله- ساعت شبکه، به چهار اولویت خیلی زیاد بحرانی، خیلی بحرانی، بحرانی و متوسط بحرانی تقسیم شدند.

۶- منابع

۱- مطالعات طرح جامع حمل‌و نقل کشور، (۱۳۸۵)، وزارت راه و ترابری، تهران.

2- Davis, B. (1998), Transport-related impacts of the Northridge earthquake, Journal of Transportation and Statistics, Vol. 1, pp. 21-36.

3- Shanjiang, Z. and Levinson, D., (2011), Disruptions to transportation networks: A review, University of Minnesota, USA.

4- Chang, S. E. and Nojima, N., (2001), Measuring post-disaster transportation system performance: The 1995 Kobe earthquake in comparative perspective., Journal of Transportation Research Part A, Vol. 35, pp. 475-494.

5- Chang, S. E. and Nojima, Seattle N., (1997), Highway system performance measures and economic impact,tThe 7th US-Japan workshop on earthquake disaster prevention for lifeline systems. Washington, USA.

۶- محمود، یعقوبی وایقان، فریبرز، حسینی، (۱۳۸۸)، ارائه یک روش ارزیابی سریع خطرپذیری لرزه‌ای برای سامانه‌های حمل‌ونقل برون‌شهری، پژوهشنامه حمل‌ونقل، ۶، شماره ۱.

7- Sullivan, J.L., Novak, D.C., Aultman-Hall L. and, Scott, D.M. (2010), Identifying critical road segments and measuring system-wide robustness in transportation networks with isolating links: A link-based capacity-reduction approach, Transportation Research Part A 44, 323–336.

8- Miller-Hooks E, Zhang X. and Faturechi R, (2011), Measuring and maximizing resilience of freight transportation networks, Computers & Operations Research, In Press.

9- Ukkusuri S. V. & Yushimito W. F., (2009), A methodology to assess the criticality of highway transportation networks, Journal of Transportation Security, 2, 29–46.

10- Smith J. M., Sullivan J L. and Grover R., (2009), Critical links supporting Vermont's bulk milk transportation: a novel application of the Network Robustness Index, TRB 2010 Annual Meeting, USA.

11- Nagurney A. and Qiang Q, (2007), Robustness of transportation networks subject to degradable links, A letters Journal Exploring the Frontiers of Physics, 80, 1-6.

12-There are no sources in the current document.

فصلنامه علمی مهندسی ترافیک
سال هفدهم / تابستان ۱۳۹۶ / شماره ۶۹

Prioritization Model for Rural Roads network in disaster situation, based on NRI

Babak Mirbaha[۱], Alireza Mahpour[۲]

1-B.Mirbaha, Associate Professor, Engineering Faculty , Imam Khomeini International Universit, Qazvin, Iran.
2- PHD candidate, Highway Engineering,Tarahan Parseh Transportation Research Institute.

Abstract

Natural and Non- Natural disasters have harmful results in various fields of society such as socio- economic. Infrastructure performance have a huge impact in disaster situation and can increase or decrease effects of damage. Considering the unpredictable feature of intensity of disaster, appropriate decisions can reduce failure. In this regards, this paper for the case of Tehran Province Transportation network roads, investigate the important links based on Network Robustness Index (NRI). For that, Tehran intercity networks links, are disconnected in each iteration and OD matrix assigned. Aggregate results on network such as Vehicle hour (VHT) are calculated and used for prioritization. Based on reduced VHT, links are categorized in 4 classes.

Keywords: Prioritization, Disaster Management, Assignment