مدیریت شهری
شماره ۳۷ زمستان ۹۳
No.37 Winter 2015
۷-۱۸
زمان دریافت مقاله: ۱۳۹۳/۰۲/۰۴ زمان پذیرش نهایی: ۱۳۹۳/۰۹/۰۱

اولویت‌بندی معیارهای امکان سنجی چندسطحی‌سازی معابر شهری بر اساس روش تحلیل عاملی

هومن آل‌نوری*- کارشناسی‌ارشد راه و ترابری دانشگاه بین‌المللی امام خمینی(ره) قزوین، قزوین، ایران.
شیدا روشن‌خواه – کارشناسی مهندسی عمران دانشگاه بین‌المللی امام خمینی(ره) قزوین، قزوین، ایران.
سعید شرافتی‌پور – دانشجوی دکتری برنامه‌ریزی حمل و نقل دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
علیرضا ماهپور – دانشجوی دکتری برنامه‌ریزی حمل و نقل دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

چکیده
با گسترش شهرنشینی و افزایش تولید وسایل‌نقلیه، تمایل شهروندان به استفاده از خودروهای شخصی نیز افزایش یافته است. در نتیجه، همگام با پیاده‌سازی سیاست‌های مدیریت تقاضا، افزایش ظرفیت معابر شهری امری غیرقابل اجتناب خواهد بود. افزایش ظرفیت معابر در ابتدا با تکیه بر گسترش معابر از طریق افزودن خطوط اضافی به معابر انجام می‌گردید؛ اما با گذشت زمان و افزایش تقاضا، افزایش خطوط به علت معارضین ملکی امری غیرممکن می‌نماید. به منظور رفع محدودیت‌ها، اجرای معابر چندسطحی مورد توجه بسیاری از کلانشهرها واقع شده است. در این پژوهش، نویسندگان سعی نموده‌اند تا با بررسی نمونه‌هایی از این معابر و شناسایی معیارهای موثر، اقدام به تهیه پرسشنامه کارشناسی نموده و با اخذ نظریات کارشناسان حوزه حمل‌ونقل و شهرسازی، عوامل موثر برای امکان‌سنجی این نوع معابر را براساس روش تحلیل عاملی اولویت‌بندی نمایند. بررسی نتایج تحلیل‌ها نشان می‌دهد عواملی همانند سطح سرویس معبر در ساعت اوج، حفظ بافت باارزش تاریخی، آلودگی‌های صوتی، هزینه کلی اجرا، حفظ مراکز خطی-محله‌ای و شهری، تعداد گلوگاه‌های ترافیکی موجود در معبر، ملاحظات ایمنی و حجم روزانه شمارش‌شده در کمان به عنوان مهمترین عوامل موثر از بین ۳۰ معیار شناسایی شده است که با استفاده از این ۸ عامل می‌توان بدون انجام هزینه زیاد و صرف زمان طولانی، مطالعات امکانسنجی این نوع معابر را برای سایر شهرها به انجام رسانید.
واژگان کلیدی: ظرفیت، معابر چند سطحی، پرسشنامه، تحلیل عاملی، اولویت‌بندی

Criteria Prioritization for Feasibility Studies of Multilevel Urban Roads Construction by Factor Analysis

Abstract
It's not too hard to see how urbanization and boost of vehicle production have been increasing the tendency toward using private vehicles in decades. Consequently, demand rate have been increased and, now, traffic jam is an inseparable part of urban road networks. Therefore, beside demand management policies, expanding roads' capacity is also inevitable. Although road capacity could be easily increased by adding new lanes in past, various limitations make building multilevel roads more popular rather than constructing additional lanes in many metropolitans. In this paper, authors try to determine effective factors in urban multilevel road feasibility studies by studying other countries' experiences and designing a questionnaire based on collected data. Transportation and urban design experts are asked to fill the questionnaires and the factors are classified and prioritized by factor analysis. The results illustrate that "Road level of service in peak hours", "Historical places' preservation"," Noise pollution", "Capital cost", "protecting urban linear centers", "Number of bottlenecks", "safety considerations (number of accidents)", and "Link's daily volume" are the best 8 chosen factors for further studies. These factors could cover 30 proposed measures without wasting time and money.
Keywords: Capacity, Multilevel Roads, Questionnaire, Factor Analysis, Prioritization

* نویسنده مسئول مکاتبات، شماره تماس: ۸۸۰۳۵۳۲۳-۰۲۱؛ رایانامه: h.alenoori@Gmail.com

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-02]

۱. مقدمه

در دنیای امروز با گسترش زندگی شهری و توسعه اقتصادی که در جوامع به وقوع پیوسته است، تمایل شهروندان به استفاده از وسایل‌نقلیه شخصی نیز فزونی یافته و در نتیجه این افزایش تمایل، نرخ تقاضا و تراکم ترافیک معابر شهری به صورت روزانه در حال افزایش است. تراکم ترافیک به عنوان یکی از معضلات امروزی کلانشهرها، را می‌توان نتیجه تقابل نابرابر عرضه و تقاضای شبکه معابر شهری دانست زیرا با وجود آن که فضای شهری، فضایی محدودی است، تقاضای تردد با وسایل‌نقلیه شخصی به صورت روزانه در حال رشد می‌باشد. برای رفع این مشکل علاوه بر روش‌های مدیریت تقاضا (مانند قیمت‌گذاری معابر، اعمال محدودیت براساس شماره پلاک وسیله‌نقلیه و تغییر ساعات کاری) می‌توان اقدام به افزایش ظرفیت معابر نیز نمود.

افزایش ظرفیت معابر شهری در فاز ابتدایی با تکیه بر گسترش معابر موجود و افزودن خطوط به این معابر انجام می‌گردد اما پس از گذر زمان و رشد تقاضا، افزایش خطوط جدید به علت مشکلاتی از جمله محدودیت هزینه و لزوم تملک املاک مجاور، امری غیرممکن می‌نماید. از اینرو در بسیاری از کلانشهرها، توسعه حمل‌ونقل انسان‌مدار و در برخی دیگر توسعه معابر در سطوح مختلف (به صورت فراتراز یا فروتراز) موردبحث و بررسی قرار گرفته است. در این پژوهش، نویسندگان سعی نموده‌اند تا پس از مروری بر تجارب کشورهای دارای معابر چندسطحی در بخش دوم، معیارهای موثر در تصمیم‌گیری برای ساخت معابر چندسطحی را در بخش سوم شناسایی نموده و با اخذ نظرات کارشناسان مجرب حمل‌ونقل و شهرسازی در بخش چهارم با استفاده از روش تحلیل عاملی اقدام به اولویت‌بندی معیارها نمایند و عوامل موثر را شناسایی کنند. در بخش نهایی پژوهش نیز عوامل موثر در زمینه چندسطحی‌سازی معابر بیان گردیده و نتیجه‌گیری ارائه شده است.

۲. پیشینه اجرای معابر چندسطحی

بررسی تجارب استفاده از معابر چندسطحی (فروتر از یا فراتر از) در سایر کشورها نشان می‌دهد، احداث چنین معابری اغلب در کشور ایالات متحده آمریکا و کشورهای جنوب شرق آسیا رواج یافته است و گزینه‌های محدود اروپایی به صورت فروتراز بوده است. از اینرو به صورت اجمالی تجارب شهرهای سئول، توکیو، کوالالامپور، سانفرانسیکو و بوستون مرور گردیده و نتایج اجرای طرح، اثرسنجی گردیده است.

بزرگراه طبقاتی چونگیچون سئول که در ابتدا با هدف کاهش بار ترافیکی مناطق مرکزی شهر طراحی شده بود، با گذر زمان، خود موجب ایجاد گره ترافیکی در شهر گردید که شدت آلودگی صوتی و هوای آن، بیش از حد قابل قبول توسط شهروندان بود (چوی، ۲۰۰۶). از اینرو، این بزرگراه با نظر موافق اکثریت شهروندان (۷۹/۱ درصد) در سال ۲۰۰۰، تخریب و بافت جدید شهری بر مبنای گسترش حمل و نقل عمومی بنا نهاده شد. این اقدام موجب گردید تا استفاده از وسایل‌نقلیه در این محدوده ۳۰ درصد کاهش یابد و در نتیجه، کاهش تعداد وسایل‌نقلیه موجب کاهش تولید ذرات معلق و دی‌اکسیدنیتروژن به میزان ۲۱ و ۱۸ درصد گردید. با تخریب این بزرگراه و بازسازی محدوده طرح، ارزش املاک مسکونی و تجاری مجاور طرح به ترتیب ۲۵٪ و ۳۰٪ افزایش یافت (کرورو، ۲۰۰۶). شبکه بزرگراهی شهر توکیو (شوتو[1]) نیز متشکل از ۲۴ بزرگراه به طولی در حدود ۳۲۲/۵ کیلومتر است که به علت طبیعت کوهستانی این شهر و کمبود زمین، اغلب به صورت بزرگراه‌های طبقاتی(فروتراز یا فراتراز) اجرا شده است (تارنمای رسمی سفارت ژاپن). از جمله دیگر شهرهای آسیای جنوب شرقی که سابقه‌ای در چندسطحی‌سازی دارد، می‌توان به کوالالامپور اشاره نمود که با احداث این نوع بزرگراه‌ها سعی در انتقال بخش اعظمی از ترافیک عبوری خود از یک سوی شهر به سوی دیگر داشته است. از جمله معابر چندسطحی این شهر می‌توان به بزرگراه فراتراز امپنگ و تونل دومنظوره اسمارت[2] اشاره

۱. شوتو در زبان ژاپنی به معنای راه های سریع السیر کلانشهر است

2. Smart Tunnel

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-02]

نمود (تارنمای رسمی تونل اسمارت).
برخلاف نمونه‌های ارائه شده در کشورهای جنوب شرق آسیا که اغلب از بزرگراه‌های طبقاتی به عنوان نماد مدرنیته و یا راهکاری جهت رفع معضل کمبود زمین برای احداث و توسعه بزرگراه‌ها (مدیریت عرضه) بهره می‌برند، در کشور ایالات متحده استفاده از این نوع بزرگراه‌ها اکثراً به منظور مدیریت وسایل‌نقلیه متعدد موجود است. تمایل به استفاده از وسایل‌نقلیه شخصی در این کشور به میزانی است که ۸۷ درصد سفرهای روزانه شهروندان و ۸۸ درصد سفرهای کاری در این کشور با وسیله‌نقلیه شخصی صورت می‌پذیرد و سالیانه، هزینه‌ای معادل با ۶۳ میلیارد دلار صرف مصرف سوخت و زمان تلف‌شده در ترافیک می‌گردد. (هئیت حمل‌ونقل ایالات متحده، ۲۰۰۲) در طی دهه‌های پیشین در ایالات متحده آمریکا به جای برنامه‌ریزی مدون برای رفع این معضل، تعریض معابر در پیش گرفته شده است به نحوی که در برخی ایالات این کشور بزرگراه‌های با ۸ خط و بیشتر مشاهده می‌گردد که حتی این نوع معابر نیز موجب نگردیده است تا مشکلات ترافیکی حل گردد و معضلات دیگری از جمله مشکلات ایمنی، لزوم احداث شیبراهه چندخطه در تقاطع آزادراه‌ها، نیاز به خطوط انتظار گردشی در تقاطع‌های شریانی و چرخه طولانی چراغ راهنمایی را درپی داشته است. به منظور رفع این معضلات و باتوجه به شرایط محیطی موجود، استفاده از بزرگراه‌های چندسطحی در برخی ایالت‌ها رواج یافته است. در بین ایالت‌ها، بزرگراه طبقاتی امبارکادرو از تجارب شکست‌خورده این نوع معابر است، در حالی که تونل شریانی مرکزی تجربه‌ای موفق به شمار می‌رود.
بزرگراه طبقاتی امبارکادرو سانفرانسیسکو به عنوان نخستین بزرگراه دوطبقه این کشور بنا گردید. هدف از ساخت این نوع بزرگراه‌ها در ابتدا ایجاد کریدوری با سرعت عملکردی بالا در شرایط بحران بود. احداث این بزرگراه، علیرغم مخالفت‌های مردمی شروع گردید ولی بعلت اعتراض‌های فعالان زیست‌محیطی، احداث آن به صورت نیمه‌کاره رها گردید. براثر وقوع زلزله و تغییرمسیر اجباری بوقوع پیوسته براساس تخریب پل، مسئولین شهری برآن شدند تا بجای بازسازی پل، اقدام به جایگزینی پل با مسیری همسطح نمایند. با تخریب این بزرگراه علاوه بر ایجاد تسهیلات شهری، نمای بصری شهر بهبود یافت و ارتباط شهر با ساحل برقرار گردید. به موجب تغییرات رخ‌داده، ارزش املاک مجاور بزرگراه نیز تا ۳۰۰ درصد افزایش یافت. (تارنمای اطلاع‌رسانی بزرگراه امبارکادرو) تونل شریانی مرکزی شهر بوستون (حفر بزرگ[1]) به منظور رفع معضلات ترافیکی و به عنوان جایگزین بزرگراه فراتراز (I-۹۳) تعریف گردیده است. احداث این تونل علاوه بر بهبود جریان ترافیک، بهبود وضعیت حمل‌ونقل انسان‌محور، کاهش تراکم ترافیک، کاهش ۶۲ درصدی زمان سفر به فرودگاه و کاهش ۱۲ درصدی آلودگی هوا، موجب تامین مصالح احداث جهت چندین پروژه عمرانی و همچنین کاهش هزینه تردد وسایل‌نقلیه نیز گردید. البته لازم به ذکر است اجرای این طرح موجب افزایش تقاضا در مسیر و انتقال گره‌های ترافیکی به مسیرهای منتهی به تونل نیز شده است (گزارش‌های اداره حمل‌ونقل فدرال).

۳. شناسایی چالش‌ها و فرصت‌های چندسطحی سازی معابر شهری

پس از مرور تجربیات سایر کشورها در احداث معابر چندسطحی سعی گردیده است تا چالش‌ها و فرصت‌های ناشی از چندسطحی‌سازی معابر شهری شناسایی شده و معیارهای موثر در زمینه انتخاب این نوع معابر معرفی گردد.

۳-۱. چالشهای ناشی از چندسطحی سازی معابرشهری

استفاده از معابر چندسطحی اگرچه در ظاهر موجب افزایش ظرفیت معابر شهری خواهد گردید، اما چالشهایی را نیز برای شهر به دنبال خواهد داشت که از جمله این چالش‌ها می‌توان به هزینه بالای ساخت، افزایش شدت آلاینده‌های صوتی و بصری، محدودیت‌های ارتفاعی تردد و جداسازی محیط شهری اشاره نمود.
معابر چندسطحی به دلیل نیاز به احداث سازه‌های عظیم، هزینه بیشتری نسبت به معابر همسطح دربرخواهند داشت به نحوی که برآوردهای انجام شده از پروژه‌های

1.Big Dig

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-02]

مشابه نشان می‌دهد در شرایط عادی اگر هزینه ساخت معبر همسطح را واحد در نظر بگیریم، هزینه احداث مسیر فراتراز ۲ برابر و هزینه احداث معابر فروتراز ۴/۵ برابر این مقدار خواهد بود. (ریلی و پارکر، ۲۰۰۷) از دیگر سوی با توجه به آن که معابر فراتراز در سطح بالاتری نسبت به معابر همسطح واقع هستند، محدوده پوشش وسیع‌تری را دربرمی‌گیرد و در نتیجه سطح آلودگی صوتی در مناطق مجاور این نوع معابر بیش از معابر همسطح خواهد بود، البته سطح آلودگی صوتی در معابر فروتراز که به صورت تونل اجرا شده است، تا حد زیادی، کمتر از معابر همسطح می‌باشد (شفرد و همکاران، ۲۰۰۲؛ بوفینگتون و همکاران، ۱۹۹۷). لازم به ذکر است، بزرگراه‌های فراتراز به دلیل مسدود نمودن میدان دید، موجب ایجاد آلودگی‌های بصری در محیط‌های شهری نیز خواهند گردید که میزان این نوع آلودگی بسته به روش اجرای سازه و طراحی معماری سازه آن متغییر است (ساموئل و همکاران، ۲۰۰۶). احداث چنین معابری اگرچه فرصتی نو را برای تردد وسایل‌نقلیه به همراه می‌آورد اما موجب می‌گردد تا با توجه به معارضین تاسیساتی موجود در بالا و زیر زمین، یا به دلیل روش و دستگاه‌های حفاری به کار گرفته شده، ارتفاع سازه‌ها محدود شده و محدودیت‌هایی برای تردد وسایل‌نقلیه به وجود آورد (گزارش بانک توسعه آسیایی، ۲۰۱۲). احداث معابر چندسطحی به‌ویژه معابر فراتراز، با هر تراز ارتفاعی موجب تقسیم مناطق شهری به چند بخش و ایجاد اختلال در زندگی ساکنین پیرامونی طرح نیز خواهد گردید. احداث این نوع معابر اگرچه موجب افزایش مقطعی ظرفیت معبر می‌گردد و شرایط ترافیکی محدوده را بهبود خواهد بخشید اما با ارائه خدمات بهتر به رانندگان، آنان را ترغیب به استفاده از وسیله‌نقلیه شخصی نموده و در نتیجه موجب افزایش مجدد تقاضای ترافیک و ایجاد گره‌های ترافیکی جدید می‌گردد.

۲،۳. فرصت‌های ناشی از چندسطحی‌سازی معابر شهری

احداث معابر چندسطحی علیرغم تمامی چالش‌هایی که در بخش پیشین بدان‌ها اشاره شد، موجب خواهد گردید تا با افزایش ظرفیت معبر، شرایط ترافیکی محدوده بهبود یافته، از زمان سفر کاسته شده و سطوح آلاینده‌ها، مصرف سوخت و هزینه استهلاک خودروها نیز کاهش یابد. مهمترین فرصت احداث معابر چندسطحی، بهبود شرایط ترافیکی معابر پرتردد و متراکم است که تاثیری مستقیم بر وضعیت ترافیک تمام محدوده شهری دارد. احداث این نوع معابر علاوه بر افزایش ظرفیت، موجب افزایش سرعت عملکردی وسایل‌نقلیه، کاهش تاخیر و کاهش طول صف در معابر پرتراکم نیز خواهد گردید (ساموئل و همکاران، ۲۰۰۶؛ شفرد و همکاران، ۲۰۰۲). لازم به ذکر است برای دستیابی به بهبود شرایط ترافیکی تنها نباید نگاه خود را به معطوف به محدوده طرح نمود و باید تمامی نقاط پیرامونی را مدنظر قرار داد تا با احداث این معابر گلوگاه ترافیکی جدیدی در معابر پیشروی ایجاد نگردد. بهبود شرایط ترافیکی در محدوده طرح موجب خواهد گردید تا مصرف سوخت روزانه تا چندین میلیون لیتر کاهش یابد و متعاقب آن، میزان آلاینده‌ها نیز کاهش یافته و شرایط زیست‌محیطی بهبود یابد. احداث این نوع معابر اگرچه نیازمند هزینه اجرایی افزونتری می‌باشد اما با توجه به مشکلات و هزینه‌های تملک معابر و املاک پیرامونی و یا قرارگیری طرح در بافت تاریخی شهر و لزوم حفظ یکپارچگی و هویت شهری در این مناطق، مزایای متعددی را برای شهر در برخواهد داشت. اجرای معابر چندسطحی علیرغم ایجاد آلودگی‌های بصری، با توجه به عدم دست‌خوردگی محدوده طرح و انتقال بار ترافیک به سطحی بالا یا زیر سطح زمین، بدون ایجاد مزاحمت برای سایر کاربری‌ها موجب ایجاد ظرفیتی جدید برای احداث مراکز شهری جدید خواهد گردید. به موجب احداث این نوع معابر و ایجاد مسیر دسترسی مستقیم بین مبادی و مقاصد سفر، خودروهای با سرعت تردد بالا به فضای غیرهمسطح انتقال یافته و در نتیجه فضای اختصاص‌یافته به عابرین پیاده افزایش یافته، سرعت تردد در معابر همسطح کاهش می‌یابد و در نتیجه ایمنی و راحتی عابرین پیاده در مسیر همسطح ارتقا می‌یابد (بوفینگتون، ۱۹۹۷؛ گزارش بانک توسعه

۱. نسبت هزینه‌های ارائه شده مربوط به احداث سازه اضافی می‌باشد و هزینه تملک را در برنمی‌گیرد.

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-02]

آسیایی، ۲۰۱۲). در نهایت نیز می‌توان چنین گفت که با کاهش تعداد رویکردهای تداخلی وسایل‌نقلیه میزان تصادفات کاهش یافته و وضعیت ایمنی معبر بهبود می‌یابد، این در حالی است که در صورت تعریض معابر شهری، برخوردهای ترافیکی افزایش یافته و در نتیجه از ایمنی معابر کاسته می‌شود.

پس از بررسی چالش‌ها و فرصت‌های احداث معابر چندسطحی، معیارهای متعددی (۳۰ معیار) در این زمینه شناسایی‌شده است که قابل تقسیم به چهار گروه معیارهای ترافیکی و حمل‌ونقلی، معیارهای اجتماعی و زیست‌محیطی، معیارهای اجرایی و اقتصادی و معیارهای شهرسازی و معماری می‌باشد که در جدول ۱ بدان اشاره شده است (پژوهشگاه حمل‌ونقل طراحان پارسه، ۱۳۹۱).

۴.اولویت‌بندی عوامل موثر در چندسطحی‌سازی معابر شهری

پس از شناسایی ۳۰ معیار موثر در این زمینه و تقسیم معیارها به چهار دسته کلی در این بخش سعی گردیده است تا با توجه به تعدد معیارها و همچنین روند وقت‌گیر و پرهزینه جمع‌آوری تمامی معیارها و دشواری تحلیل

جدول ۱. طبقه‌بندی معیارهای موثر در چندسطحی‌سازی معابر شهری

معیارهای ترافیکی و حمل‌ونقلی			
میانگین سرعت در شبکه	مسافت پیموده‌شده در شبکه	سطح سرویس (ساعت اوج)	متوسط زمان سفر در شبکه
متوسط زمان سفر(ساعت اوج)	گلوگاه‌های ترافیکی موجود	متوسط تاخیر در شبکه	حجم روزانه عبوری از معبر
میانگین سرعت خودروها در معبر	ملاحظات کاربری زمین	مدیریت بحران در اضطرار	ملاحظات ایمنی (تصادفات)
هماهنگی با مطالعات فرادست			
معیارهای اجتماعی و زیست‌محیطی			
راحتی و آسایش مردم در قالب زمان سفر	افزایش پتانسیل تبهکاری‌های اجتماعی	آلودگی صوتی	کاهش آلودگی هوا
معیارهای اجرایی و اقتصادی			
هزینه کلی اجرایی طرح	هزینه بالای تملک اراضی، قطعات اطراف محور و حریم راه جهت گسترش معابر موجود		تعارض با تاسیسات شهری (خطوط آب، برق، گاز)
معیارهای شهرسازی و معماری			
حفظ ساختمان های دارای ارزش بصری- هویتی	حفظ بافت با ارزش تاریخی	افزایش دید به بافت مسکونی اطراف محور	ملاحظات زیبایی شناختی و منظرآرایی
نمای بصری	حفظ بافت سنتی و جلوگیری از گسستگی و شکست بافت معماری سنتی محلات شهری		ایجاد ممانعت دید سازه‌های دارای چشم انداز خاص
حفظ مراکز خطی- محله ای و شهری	جداسازی نقش عبوری از نقش اجتماعی محور برای دسترسی آسان ساکنین به مراکز خرید		حفظ کاربری های خدماتی در کنار معابر فعالیتی

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-02]

و منظور نمودن آن‌ها، در راستای اولویت‌بندی معیارها و شناسایی عوامل پراهمیت گام برداشته شود. از اینرو پرسشنامه کارشناسی تهیه شده و در اختیار ۶۷ نفر از کارشناسان و مسئولین حوزه حمل‌ونقل و شهرسازی قرار گرفته است. در این پرسشنامه از تمامی کارشناسان خواسته شده است تا به هریک از متغیرهای موثر امتیازاتی از میان ۰ تا ۱۰۰ اختصاص دهند که هرچه میزان این امتیازات برای متغیری بیشتر باشد بدین معنا خواهد بود که اهمیت متغیر موردبحث در این زمینه بیشتر از سایر متغیرهای با امتیازات کمتر است.

۱،۴. روش تحقیق

پس از جمع‌آوری پرسشنامه‌ها، جهت رتبه‌بندی معیارهای مذکور و تعیین الویت هریک از این معیارها از روش تحلیل عاملی استفاده می‌گردد که روشی چندمتغییره است که در آن بحث متغییرهای مستقل و وابسته مطرح نبوده و جزء روش‌های هم‌وابسته به شمار می‌رود یعنی کلیه متغییرها در آن نسبت به هم وابسته هستند. در این روش همواره سعی می‌گردد تا بدانیم که آیا می‌توان تعداد زیادی از متغییرها را به مجموعه کوچکتری از متغییرها تقلیل داد به نحوی که کمترین میزان ریزش اطلاعاتی را شاهد باشیم؛ در واقع می‌توان چنین گفت که از این تکنیک برای خلاصه‌نمودن داده‌ها استفاده می‌گردد (زارع چاهوکی، ۱۳۸۹). برای استفاده از این روش تحلیلی، ابتدا باید کیفیت نمونه‌ها با استفاده از تعیین مقدار شاخص KMO در آزمون بارتلت با استفاده از رابطه (۱) بررسی شود. در این پژوهش میزان شاخص KMO برای ۳۰ معیار مورد مطالعه، برابر با ۰/۷۳۷ است که بیانگر برآورده شدن حداقل کفایت لازم برای انجام این نوع تحلیل در زمینه چندسطحی‌سازی معابر شهری می‌باشد (بیمونت، ۲۰۱۰).

رابطه (۱)

$$KMO = \frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} r_{ij}^2}{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} r_{ij}^2 + \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} a_{ij}^2}, i \neq j$$

که در آن:

r_{ij}: ضرایب همبستگی ساده بین متغیرهای اولیه i و j؛

a_{ij}: ضرایب همبستگی جزئی بین متغیرهای اولیه i و j؛

برای بررسی اعتمادپذیری عامل‌ها نیز از ضریب آلفای کرونباخ استفاده می‌شود که نشان‌دهنده همبستگی درونی بین متغیرهای اولیه است. مقادیر قابل‌قبول برای این ضریب بیش از ۰/۴۵ است. مقادیر بین ۰/۵ و ۰/۶مقبولیت مشروط دارند، مقادیر بین بازه ۰/۶ تا ۰/۷ قابل قبول، ۰/۷ تا ۰/۸ خوب و بزرگتر از ۰/۸ بسیار خوب ارزیابی می‌شود. در این پژوهش مقدار آلفای کرونباخ برابر ۰/۹۱۲ به‌دست آمده است که در محدوده بسیار خوب قرار می‌گیرد. این موضوع نشان‌دهنده اعتمادپذیری کافی عامل‌های استخراج شده است (عبدی و ویلیامز، ۲۰۱۰).

در این پژوهش از بین روش‌های گوناگونی که برای تحلیل عاملی استفاده می‌گردد سعی شده است تا از روش تحلیل مولفه‌های اصلی استفاده شود. در این روش، همبستگی از طریق ماتریس M که با نام ماتریس همبستگی خوانده می‌شود، ارزیابی می‌گردد. این ماتریس با استفاده از متغییرهای تبدیل‌یافته تشکیل می‌شود و مقادیر ویژه (λ_i) و بردار ویژه (e_i) آن براساس رابطه (۳) محاسبه می‌گردد.

رابطه (۳)

$$M.e_i = \lambda_i.I.e_i$$

که در آن:

I: درجه ماتریس، در صورتی که تعداد متغیرهای اولیه برابر n باشد، درجه ماتریس برابر n خواهد بود.

در نهایت مقدار واریانس توضیح‌داده شده توسط عامل اصلی i با استفاده از رابطه (۴) محاسبه می‌گردد.

رابطه (۴)

$$Var(e^i X) = \lambda_i$$

۲،۴. اولویت‌بندی و گروه‌بندی معیارهای حاصل از پرسشنامه‌ها

به منظور انجام تحلیل عاملی، پس از جمع‌آوری پرسشنامه های تکمیل شده کارشناسان، داده‌های موجود وارد نرم‌افزار SPSS گردیده و از این نرم‌افزار برای تحلیل اطلاعات استفاده می‌شود. در نتیجه تحلیل

فصلنامه مدیریت شهری
Urban Management
شماره ۳۷ زمستان ۹۳
No.37 Winter 2015

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-02]

عاملی انجام‌شده توسط این نرم‌افزار بر روی متغییرهای پرسشنامه، این متغییرها به هشت گروه تقسیم شدند. گروه‌های بدست‌آمده و امتیازات عاملی مربوط به آنها در جدول ۲ نمایش داده شده است. بررسی این جدول نشان می‌دهد دسته‌بندی متغییرها از منطق قابل‌قبولی پیروی می‌کند و این موضوع خود نمایانگر اعتبار کافی داده‌های جمع‌آوری‌شده و روش بکاررفته است. لازم به ذکر است عامل‌های استخراج‌شده مجموعاً ۷۵/۳ درصد کل متغییرها را توضیح می‌دهد که درصد قابل قبولی برای پوشش ۳۰ معیار اولیه به شمار می‌رود.

جدول ۲. دسته‌بندی شاخص‌ها با استفاده از روش تحلیل عاملی

عامل					
۱	سطح سرویس معبر در ساعات اوج	۷۸/۷۶	۱۴/۶۸	۰/۷۸۶	۰/۷۳۹
	متوسط زمان سفر در معبر در ساعت اوج	۷۵/۲۶	۱۷/۸۳	۰/۷۴۹	۰/۷۵۱
	متوسط زمان سفر در شبکه	۷۷/۳۵	۱۶/۴۰	۰/۷۳۵	۰/۷۷۰
	میانگین سرعت در شبکه	۷۸/۳۳	۱۴/۷۸	۰/۷۳۱	۰/۶۹۸
	راحتی و آسایش مردم (زمان سفر جابجایی های بزرگ درون شهری)	۸۵/۴۵	۱۶/۲۷	۰/۷۱۸	۰/۶۹۰
	میانگین سرعت خودروها در معبر	۶۹/۸۵	۱۵/۷۰	۰/۶۷۳	۰/۶۳۰
	متوسط تاخیر در شبکه	۷۵/۵۱	۱۹/۴۴	۰/۵۹۵	۰/۸۴۲
۲	حفظ بافت با ارزش تاریخی	۸۳/۴۷	۱۹/۵۳	۰/۷۹۹	۰/۷۶۲
	حفظ ساختمان های زیبا و دارای ارزش های بصری و هویتی	۷۶/۳۲	۱۹/۳۱	۰/۷۸۷	۰/۷۹۴
	حفظ بافت سنتی و جلوگیری از گسستگی و شکست بافت معماری سنتی محلات شهری	۷۷/۵۳	۲۰/۰۶	۰/۷۷۴	۰/۷۳۴
	ملاحظات زیبایی شناختی و منظرآرایی	۷۷/۷۹	۱۷/۸۶	۰/۶۷۱	۰/۷۹۱
	نمای بصری	۴۷/۷۱	۲۱/۶۰	۰/۴۶۹	۰/۶۱۳
	ایجاد ممانعت دید برای سازه های با ارزش و دارای چشم انداز خاص	۶۵/۰۰	۲۳/۱۳	۰/۴۵۵	۰/۶۵۵
۳	پتانسیل ایجاد فضایی ناامن (بزهکاریهای اجتماعی)	۶۸/۹۱	۲۳/۳۳	۰/۷۷۰	۰/۷۶۰
	آلودگی صوتی	۷۲/۲۷	۲۰/۵۱	۰/۷۴۴	۰/۷۹۵
	مدیریت بحران (استفاده از تسهیلات طبقاتی در مواقع اضطرار و بحران)	۷۳/۰۶	۲۲/۲۱	۰/۶۷۳	۰/۷۶۰
	ملاحظات کاربری زمین	۷۶/۴۱	۲۰/۴۲	۰/۶۳۱	۰/۷۰۴
	آلودگی هوا	۷۸/۵۷	۱۹/۵۸	۰/۵۷۶	۰/۷۱۸
۴	هزینه بالای تملک اراضی، قطعات اطراف محور و حریم راه جهت گسترش معابر موجود	۷۱/۹۴	۲۰/۶۸	۰/۸۶۷	۰/۸۱۶
	تعارض با تاسیسات شهری	۷۲/۱۲	۲۲/۹۶	۰/۸۵۶	۰/۷۹۴
	هزینه کلی اجرا (Capital Cost)	۷۱/۷۳	۲۲/۵۶	۰/۸۰۹	۰/۸۲۰
	افزایش دید به بافت مسکونی اطراف محور (با توجه به موقعیت محور)	۶۵/۴۴	۲۳/۲۳	۰/۶۸۲	۰/۷۲۸
۵	حفظ مراکز خطی- محله ای و شهری	۶۸/۶۸	۲۱/۱۴	۰/۷۹۶	۰/۷۳۹
	حفظ کاربری های خدماتی در کنار معابر فعالیتی	۶۵/۰۰	۲۱/۹۲	۰/۷۲۱	۰/۷۳۱
	جداسازی نقش عبوری از نقش اجتماعی محور برای دسترسی آسان ساکنین به مراکز خرید	۷۹/۴۵	۱۸/۸۸	۰/۶۰۳	۰/۷۶۸
۶	تعداد گلوگاه های ترافیکی موجود در معبر	۷۴/۷۰	۱۸/۲۲	۰/۷۸۱	۰/۷۷۳
	مسافت پیموده شده در شبکه	۶۹/۸۵	۱۷/۷۸	۰/۷۳۱	۰/۷۴۲
۷	ملاحظات ایمنی (تعداد تصادفات)	۷۵/۰۰	۲۳/۱۱	۰/۸۱۰	۰/۸۶۶
	هماهنگی و همخوانی با برنامه های بلند مدت حمل و نقلی	۸۱/۵۶	۲۱/۲۶	۰/۶۸۷	۰/۸۲۹
۸	حجم روزانه شمارش شده در کمان	۶۵/۱۹	۱۸/۶۰	۰/۷۴۶	۰/۷۷۲

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-02]

در جدول۱، میانگین و انحراف از معیار امتیازات اختصاص‌یافته از سوی کارشناسان و مسولین به هریک از متغیرها ارائه شده است. با توجه به این جدول ملاحظه می‌گردد که معیارهایی مانند «راحتی و آسایش مردم (زمان سفر جابجایی های بزرگ درون شهری)»، «حفظ بافت با ارزش تاریخی» و «هماهنگی و همخوانی با برنامه‌های بلند مدت حمل و نقلی» که میانگین امتیازات اکتسابی آنها به ترتیب ۸۵/۴۵، ۸۳/۴۷ و ۸۱/۵۶ درصد است، رتبه‌های اول تا سوم را به خود اخصاص داده‌اند. این موضوع بدین معناست که این سه متغیر از نظر کارشناسان و مسولین حمل‌ونقل و شهرسازی مهمترین معیارها در امکان‌سنجی چندسطحی‌سازی معابر هستند.

ستون امتیاز عاملی نیز نشان‌دهنده همبستگی هر متغیر با عاملی است که در آن قرار گرفته است و همچنین نشان‌دهنده توانایی هر متغیر در پذیرفتن نمایندگی هر عامل است. هر متغیر در عاملی قرار می‌گیرد که امتیاز عاملی بالاتر و معنی داری در آن داشته باشد. این مقدار باید حداقل برابر ۰/۳۵ باشد.در این پژوهش امتیاز عاملی تمامی متغییرها بالاتر از این مقدار و معنادار است. در هر عامل، متغیری که امتیاز عاملی بیشتری داشته‌باشد، نماینده بهتری برای آن دسته از متغیرهاست. اگرچه در دسترس بودن اطلاعات و سهولت در تهیه اطلاعات در مرحله بعدی از اهمیت قرار دارد. به عنوان مثال، با نگاهی به جدول ۲ می‌توان دریافت در گروه ۳ این جدول امتیاز عاملی مرتبط با پتانسیل ایجاد فضایی ناامن و بروز بزهکاری‌های اجتماعی بیش از آلودگی صوتی می‌باشد ولی با توجه به سهولت تهیه اطلاعات، آلودگی صوتی به عنوان عامل برتر انتخاب می‌گردد. لازم به ذکر است پس از انتخاب عامل مربوطه در هر گروه، آن عامل انتخابی باید به خوبی قابلیت بیان سایر پارامترهای هم‌گروه خود را داشته باشد تا بتواند بخوبی بیانگر تمامی آن متغییرها باشد.

ستون بعدی این جدول نیز میزان اشتراک عامل‌ها و متغیرها را نشان می‌دهد. این عدد برابر مجموع مجذورات امتیاز عاملی هر متغیر در تمامی عامل‌ها است و در واقع، نشان‌دهنده توانایی عامل‌های استخراج‌شده در تبیین واریانس متغیرهای اولیه است. این مقدار نباید کمتر از ۰/۵ باشد یعنی عامل‌های استخراج شده باید حداقل قابلیت پوشش ۵۰ درصد واریانس متغییر مربوطه را داشته باشد که در این پژوهش تمامی مقادیر جدول بالاتر از ۰/۵ می‌باشد. ستون آخر این جدول نیز نشان‌دهنده سهم واریانس توضیح داده شده توسط هر عامل است. همانطور که پیش از این ذکر شده، هشت عامل استخراجی قادرند مجموعاً بیش از ۷۵٪ داده‌های جمع‌آوری‌شده مربوط به متغیرهای اولیه را توضیح دهند. در این ستون می‌توان نقش کلی هر عامل را به صورت جداگانه در توضیح متغیرهای اولیه مشاهده نمود. برای مثال، عامل استخراجی نخست، بیش از ۱۱٪ اطلاعات مربوط به متغیرهای اولیه را توضیح می‌دهد. بدین ترتیب، با ۸ عامل استخراجی می‌توان تا ۷۵٪ واریانس ۳۰ متغیر اولیه را پوشش داد و در تصمیمات بعدی مورد استفاده قرار داد. در ادامه سعی گردیده است تا با توجه به امتیاز عاملی بدست آمده، عامل منتخب هر گروه انتخاب گردیده و چرایی انتخاب این گزینه شرح داده شود. در مورد عامل اول (سطح سرویس معبر در ساعات اوج) و چرایی انتخاب این گزینه می‌توان دریافت که سطح سرویس معبر به تنهایی می‌تواند بیانگر تمامی متغییرهای واقع در این گروه باشد به نحوی که متغیر سطح سرویس با زمان سفر، زمان تاخیر، سرعت و راحتی و آسایش کاربران اثرات متقابل دارند و کاهش یا افزایش زمان سفر، تاخیر، سرعت و راحتی وابسته به تغییرات سطح سرویس می‌باشد. پیرامون عامل دوم (حفظ بافت با ارزش تاریخی) نیز می‌توان دریافت با توجه به اهمیت بالای حفظ بافت تاریخی و جلوگیری از تخریب آن در نتیجه اجرای پروژه‌های شهری، مدنظر قرار دادن این متغیر در تصمیم‌گیری حول ساخت معابر چندسطحی نیز حائز اهمیت بالایی است. همچنین محاسبه این متغیر با توجه به قدمت و ارزش بافت تاریخی بسیار دقیق‌تر از محاسبه متغیرهای دیگری همچون آلودگی بصری است. برای مثال می‌توان شاخصی باتوجه به میزان قدمت بناهای تاریخی نیز

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-02]

تعریف نمود که با افزایش قدمت بنا، میزان این شاخص نیز فزونی یابد. بنابراین دخیل نمودن معیار مربوط به حفظ بافت تاریخی می‌تواند به عنوان نماینده این دسته معیارها برگزیده شود.

در گروه سوم همانطور که پیش از این ذکر شد، میزان آلودگی صوتی ارتباط نزدیک‌تری با موضوع طرح دارد و از آنجا که علاوه بر داشتن امتیاز بالا در گروه، قابل تهیه نیز می‌باشد به عنوان پارامتر نهایی این گروه انتخاب گردیده است. در گروه چهارم سه متغیر نخست با کسب امتیازات عاملی نزدیک به هم، هرکدام می‌توانند به عنوان نماینده این دسته برگزیده شوند و انتخاب هریک از پارامترها بویژه معیارهای «هزینه بالای تملک اراضی، قطعات اطراف محور و حریم راه جهت گسترش معابر موجود» و «هزینه کلی اجرا» می‌تواند پوشش‌دهنده دیگر متغیرها نیز باشد. اما به علت جامعیت بیشتر هزینه کلی اجرا این متغییر به عنوان متغییر برتر انتخاب گردیده است.

در گروه پنجم نیز، با توجه به این که عبور معابر اصلی بیشتر از میان بافت‌های یکپارچه فرهنگی- اجتماعی موجب ایجاد گسستگی در این بافت‌ها می‌شود، متغیر «حفظ مراکز خطی- محله‌ای و شهری» از اهمیت بالایی برخوردار است ضمن آن که توجه به این متغیر منجر به حفظ کاربری‌های خدماتی در کنار معابر فعالیتی نیز می‌شود و با جداسازی کاربران عبوری و محلی راه، دسترسی آسان ساکنین محلات را به مراکز خرید میسر می‌سازد. این اقدامات در حالی رخ می‌دهد که تنها با حفظ کاربری‌های خدماتی در کنار معابر فعالیتی نمی‌توان به دو معیار دیگر دست یافت. بنابراین معیار «حفظ مراکز خطی- محله ای و شهری» بهترین عامل این گروه است.

در مورد گروه ششم می‌توان مشاهده نمود که با احداث معابر چندسطحی مسافت پیموده‌شده تغییرچندانی نخواهد یافت بلکه با کاهش تعداد گلوگاه‌های ترافیکی سفرهای با مسافت طولانی با سهولت انجام می‌پذیرد از اینرو تعداد گلوگاه‌های ترافیکی نکته مهمتری بوده و باید مدنظر قرار گیرد. از آنجا که بسیاری از طرح‌های حمل‌ونقلی بلندمدت به منظور بهبود شرایط تردد و افزایش ایمنی معابر و در نتیجه کاهش تعداد تلفات ناشی از تصادفات تعریف می‌گردد، استفاده از ملاحظات ایمنی به عنوان عامل منتخب گروه هفتم قابل تعریف است. بدین ترتیب علاوه بر مدنظر قرار گرفتن طرح‌های بلندمدت، سنجش شرایط ایمنی نیز صورت می پذیرد؛ در نهایت نیز عامل حجم روزانه شمارش‌شده در کمان که در واقع عامل اصلی انتخاب طرح معابر چندسطحی به جای استفاده از معابر همسطح می‌باشد به علت اهمیت خود در یک گروه مجزا قرار گرفته است.

در نهایت با مروری بر جدول ۲ و توضیحات ذکرشده پیرامون این جدول می‌توان دریافت که هشت عامل «سطح سرویس معبر در ساعات اوج»، «حفظ بافت با ارزش تاریخی»، «آلودگی صوتی»، «هزینه کلی اجرا»، «حفظ مراکز خطی- محله ای و شهری»، «تعداد گلوگاه های ترافیکی موجود در معبر»، «ملاحظات ایمنی (تعداد تصادفات)» و «حجم روزانه شمارش شده در کمان» به عنوان عوامل نهایی جهت امکانسنجی احداث

جدول ۳. بررسی میزان اهمیت هر یک از معیارهای موردمطالعه در مبحث چندسطحی‌سازی معابر شهری

معیارهای مورد مطالعه		
معیارهای حمل‌ونقل و ترافیکی	۳۲/۹۵	۴۳/۷۷
معیارهای شهرسازی و معماری	۲۰/۰۳	۲۶/۶۱
معیارهای اجتماعی و زیست‌محیطی	۱۱/۷۱	۱۵/۵۵
معیارهای اجرایی و اقتصادی	۱۰/۵۹	۱۴/۰۷

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-02]

معابر چندسطحی می‌تواند پوشش خوبی از ۳۰ پارامتر شناسایی‌شده داشته باشند و به منظور انجام مطالعات امکانسنجی احداث این نوع معابر می‌توان با استفاده از این هشت عامل، تصمیمی دقیق‌تر گرفت.

مروری بر این هشت عامل و گروه‌های انتخابی آنها در جدول ۳ نشان می‌دهد از میان عوامل موثر در چندسطحی‌سازی معابر شهری معیارهای ترافیکی و حمل‌ونقلی با ۳۲/۹۵ درصد اهمیت، معیارهای شهرسازی و معماری با ۲۰/۰۳ درصد اهمیت، معبارهای اجتماعی و زیست‌محیطی با ۱۱/۷۱ درصد اهمیت و معیارهای اجرایی و اقتصادی با ۱۰/۵۹ درصد اهمیت در رتبه‌های اول تا چهارم اهمیت قرار دارند.

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

با مروری بر تجارب سایر کشورهای مجری چندسطحی‌سازی معابر شهری می‌توان دریافت، در این زمینه تجارب مثبت و منفی بسیاری وجود دارد؛ از اینرو و با توجه به صرف هزینه‌های هنگفت برای احداث این نوع معابر (چه فروتر از و چه فراتر از)، بهتر آن است تا پیش از اتخاذ هرگونه تصمیم برای ساخت معابر چندسطحی، امکانسنجی در این خصوص انجام پذیرد. از آنجا که با توجه به ۳۰ معیار موثر شناسایی شده در این زمینه، جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها روندی سخت و وقت‌گیر خواهد بود، در این مقاله نویسندگان سعی در خلاصه‌نمودن پارامترها و انتخاب عواملی داشته‌اند که به بهترین نحو پوشش‌دهنده تمامی پارامترها باشد. از اینرو پس از طراحی پرسشنامه و اخذ نظرات کارشناسان حمل‌ونقل و ترافیک و شهرسازی و معماری، معیارهای شناسایی‌شده با استفاده از روش تحلیل عاملی مولفه‌های اصلی اولویت‌بندی گردیده است و در نهایت هشت عامل (سطح سرویس معبر در ساعات اوج، حفظ بافت با ارزش تاریخی، آلودگی صوتی، هزینه کلی اجرا، حفظ مراکز خطی- محله ای و شهری، تعداد گلوگاه های ترافیکی موجود در معبر، ملاحظات ایمنی (تعداد تصادفات) و حجم روزانه شمارش شده در کمان) به عنوان عوامل نهایی انتخاب گردیده است که دارای پوشش بیش از ۷۵ درصدی از معیارهای اولیه نیز می‌باشد. از آنجا که انتخاب این عوامل براساس امتیاز عاملی هر متغییر و همچنین در دسترس بودن اطلاعات صورت گرفته است، با استفاده از این هشت عامل می‌توان ارزیابی مناسبی از گزینه‌های موجود در این زمینه انجام داد و پیرامون چندسطحی‌سازی معابر شهری تصمیم‌گیری نمود.

منابع و مآخذ

Abdi, H., and Williams, L. J. (2010) "Principal component analysis", Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics.

Beaumont. R., (2010) "An introduction to Principal Component Analysis & Factor Analysis Using SPSS 19 (psych package)."

Buffington. Jesse L, Vadali. Sharada R, Womack. Katie N, Zimmer. Richard A, McCully. Wayne G, Nikolaou. Michael, Lewis. Carol A, (1997), "Social, Economic, and Environmental Effects of Elevated, Depressed, and At-Grade Level Freeways in Texas."

Bureau of Transportation Statistics, (2002)," National Household Travel Survey."

Cervero, R. (2006), "Freeway deconstruction and urban regeneration in the United States", international symposium for the 1st anniversary of the Cheonggyecheon restoration, Seoul, Korea.

Government of Jammu and Kashmir for the Asian Development Bank,)2012(, "Initial Environmental Examination- Construction of Elevated Expressway Corridor (Flyover) from Jehangir Chowk to Rambagh and Natipora in Srinagar City"

Choi, J. (2006). "Cheonggyecheon Restoration Project: A revolution in Seoul."

Reilly. John, Parker. Harvey, (2007). "Benefits and life-cycle costs of underground projects- Underground Space the 4th Dimension of Metropolises", Taylor & Francis Group, London.

Samuel. Peter, Robert W. Poole, Jr. (2006), "Innovative Roadway Design Making Highways More Likeable."

Shepard. Richard, Georgiadis. Andrew, Linn. Jess, (2002), "Assessment of the Miami Urban Watch Alternative for Rebuilding I-395."

پژوهشگاه حمل‌ونقل طراحان پارسه، (۱۳۹۱) مطالعات امکانسنجی ایجاد خیابان‌های چندسطحی در شهر مشهد، معاونت حمل‌ونقل و ترافیک شهر مشهد.

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-02]

تارنمای اطلاع‌رسانی سفارت ژاپن در ایران
http://www.ir.emb-japan.go.jp/fa/index.html
تارنمای رسمی تونل اسمارت
www.smarttunnel.com.my
تارنمای اطلاع‌رسانی بزرگراه امبارکادرو
http://en.wikipedia.org/wiki/Embarcadero_Freeway
زارع چاهوکی، م.ع. (۱۳۸۹) روش‌های تحلیل چندمتغیره در نرم افزار SPSS، انتشارات دانشگاه تهران
گزارش‌های اداره حمل‌ونقل فدرال
http://www.fhwa.dot.gov/publications/publicroads/۰۱julaug/bigdig.cfm

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-02]

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-02]