

بهینه‌سازی حمل و نقل درون‌شهری یزد و علل وقوع تصادفات رانندگی

حسن حکمت‌نیا* - استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه پیام نور، رضوانشهر (صدوق)

ژینوس انصاری - کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه پیام نور مرکز یزد

سعید گیوه‌چی - استادیار گروه برنامه‌ریزی و مدیریت محیط زیست، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران

پذیرش مقاله: ۱۳۹۱/۱۲/۰۹ تأیید نهایی: ۱۳۹۲/۰۲/۲۳

چکیده

حمل و نقل پیش‌نیاز و زیربنای توسعه پایدار است و نقش اساسی و کارآمدی در باروری امکانات و استعدادهای بالقوه دارد که این نقش و اهمیت را به‌منزله یکی از مؤثرترین شاخص‌های رشد و توسعه، نمایان می‌کند. امروزه تعداد تصادفات در شهرهای کشور ما رو به افزایش است و در نتیجه خسارت‌های مالی ناشی از آنها که بر خانواده‌ها و دولت تحمیل می‌شود، بسیار بالا بوده و با توجه به اینکه خسارت‌های مالی، جانی، روانی و اجتماعی در مواردی جبران‌پذیر نیست، ضرورت دارد به‌منظور جلوگیری از خسارت تصادفات رانندگی راهکارهای مؤثری به‌اجرا گذارده شود. هدف از این مقاله بهینه‌سازی حمل و نقل درون‌شهری یزد با رویکرد توسعه پایدار است. نوع پژوهش بنیادی - توسعه‌ای و روش بررسی توصیفی - تحلیلی است که از مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره برای بهینه‌سازی حمل و نقل استفاده شده است. یافته‌های پژوهش مبین آن است که سالانه حدود ۱۱۰۰۰ تصادف در نواحی مختلف یزد رخ می‌دهد که کمابیش ۵ درصد از این تعداد مربوط به عابران پیاده است. تحلیل این آمار حاکی از آن است که در هر کیلومتر از راه‌های درجه ۱، درجه ۲ و خیابان‌های جمع و پخش‌کننده این شهر، به ترتیب ۶۰، ۴۰ و ۵ تصادف در سال رخ می‌دهد. نتایج این پژوهش همچنین دلالت بر آن دارد که گزینه‌های مرتبط با تغییر جهت معابر و یک‌طرفه‌سازی برخی معابر منطقه مورد مطالعه، مؤثرترین شیوه برای بهینه‌سازی حمل و نقل در محدوده مرکزی شهر یزد است. گفتنی است، نسبت تعداد تصادفات به‌ازای هر ۱۰۰۰۰ وسیله نقلیه، کمابیش حدود ۴۰۰ کیلومتر طی مسیر است.

کلیدواژه‌ها: بهینه‌سازی، حمل و نقل، شهر یزد، علل تصادف، مدل‌های چند معیاره.

مقدمه

طرح و اجرای یک سیستم حمل و نقل شهری، نه تنها زمینه تحرک و جابه‌جایی مردم و کالا در سطح شهر را فراهم می‌کند، بلکه در درازمدت، الگوی رشد شهر و سطح فعالیت‌های اقتصادی - اجتماعی را به سبب فراهم کردن قابلیت دستیابی به مناطق شهری، تحت تأثیر قرار می‌دهد. با رشد روزافزون وسایل نقلیه در شهرهای کشور و نیز، گسترش تعداد کاربران شبکه حمل و نقل شهری، سطح ایمنی راه‌ها در حال کاهش بوده و آمار تصادفات رشد فزاینده‌ای را نشان می‌دهد. اگرچه در حوادث و تصادفات شهری سه عامل انسان، وسیله نقلیه و راه، تأثیرگذارند، ولی در این میان شبکه راه‌های درون‌شهری نقش مؤثری را در افزایش تصادفات درون‌شهری ایفا می‌کنند. براساس آمار منتشره از سازمان بهداشت جهانی، کشور ما از لحاظ وقوع حوادث رانندگی رتبه بالایی دارد؛ به گونه‌ای که تقریباً در هر ۲۰ دقیقه یک نفر در حوادث رانندگی می‌میرد؛ یعنی سالانه به ازای هر یک میلیون نفر، ۴۵۰ نفر بر اثر تصادفات رانندگی کشته می‌شوند. از این رو انجام مطالعاتی به منظور شناخت سازوکارهای برنامه‌ریزی و طراحی شهری برای کاهش تصادفات درون‌شهری و افزایش ایمنی معابر، یک ضرورت به‌شمار می‌رود (حکمت‌نیا، گیوه‌چی، ۱۳۸۷: ۷).

مبانی نظری

حمل و نقل و جابه‌جایی کالا و مسافر یکی از اساسی‌ترین نیازهای بشر است که همواره به‌منزله شاخصی مطرح و بسیار مهم، در برنامه‌ریزی‌های کلان هر جامعه مورد توجه ویژه قرار دارد. در این میان افزایش مداوم جابه‌جایی مردم و حمل و نقل کالا در بسیاری از کشورها مشاهده می‌شود که در نهایت به اشباع زیرساخت‌های موجود حمل و نقل زمینی انجامیده است. این پدیده با ظهور و بروز تکنولوژی‌های حمل و نقل بهینه با عملکرد بالا و دوستدار محیط زیست همراه شده است که زمینه گرایش و هدایت سیستم‌های فرسوده ناوگان حمل و نقل زمینی موجود به سمت اصلاح و تغییر را فراهم آورده است، در این میان سیستم‌های جدید وارد شده به حمل و نقل شهری به دلیل تراکم مسافران و سفرهای درون‌شهری از اهمیت زیادی برخوردار است (ذوقی، طلوعی و سیامردی، ۱۳۸۳).

تحلیل تقاضای حمل و نقل درون‌شهری در طرح‌های شهری به این معناست که با توجه به نوع کاربری زمین از نقاط مختلف شهر، دریابیم که چه تعداد سفر، از کجا به کجا، با چه وسیله نقلیه و از چه مسیری انجام می‌شود. پس با توجه به میزان حجم وسایل نقلیه در هر مسیر، طراح خواهد توانست میزان عرض مورد نیاز برای عبور این حجم وسایل نقلیه در معابر گوناگون را هم برای وضع موجود و هم برای افق زمانی طرح توسعه شهری (طرح‌های تفصیلی، جامع و جزئیات و غیره) به دست آورد. در این صورت مقطع لازم برای حرکت وسایل نقلیه حاصل خواهد شد (شفیعی، ۱۳۸۴: ۸۴).

اکثر شهرهای موجود در کشور ایران دارای یک بافت شکل‌گرفته قدیمی هستند که با رشد جمعیت شهرنشینی، نیاز به بازبینی و نگرش مجدد دارند. بنابراین پیش‌بینی شبکه معابر اصلی مورد نیاز با سلسله‌مراتب عملکردی مناسب در طرح‌های توسعه شهر یا سازماندهی یک شهر، یکی از گام‌های اساسی در طرح‌های بهینه‌سازی حمل و نقل و ترافیک است (سیدحسینی، ۱۳۷۶: ۴۶).

شهر یزد شامل سه منطقه شهری بوده که محله‌های زیادی از منطقه یک و دو جزء هسته‌های اولیه و قدیمی شهر هستند. منطقه سه در سال‌های اخیر در پی گسترش و توسعه فیزیکی شهر یزد شکل گرفته است. برابر بررسی‌های صورت‌گرفته، منطقه سه پایدارترین منطقه (عدد پایداری ۰/۸۱) و منطقه دو ناپایدارترین منطقه (رقم پایداری ۰/۴۴) هستند و منطقه یک نیز که مرکز اصلی شهر بوده و بخش‌های داخلی و قسمتی از بافت قدیم در آن واقع شده، منطقه نیمه‌پایدار شناخته شده است (حکمت‌نیا، ۱۳۸۳: ۱۸۴)

برنامه‌ریزی حمل و نقل، فضا و تسهیلات حمل و نقل را در ارتباط با فعالیت‌های انسانی مورد بحث قرار می‌دهد، لذا فعالیت، فضا و تسهیلات، اجزای اصلی در برنامه‌ریزی حمل و نقل به‌شمار می‌آیند (فرهنگ باقری، ۱۳۷۳: ۸۷). به‌طور مسلم، هر پژوهش در پی دستیابی به اهدافی است، بر همین اساس اهدافی که برای این پژوهش در نظر گرفته شده شامل موارد زیر است:

۱. شناسایی مشکلات حمل و نقل و ترافیک در مناطق پرتراکم شهر یزد و استخراج گزینه‌های بهینه‌سازی.
۲. برنامه‌ریزی و طراحی معابر به‌منظور کاهش میزان حوادث حمل و نقل درون‌شهری با توجه به مجموعه گزینه‌های جواب داده شده در شهر یزد.

روش پژوهش

رویکرد حاکم بر این پژوهش کاربردی - توسعه‌ای و روش بررسی آن، توصیفی - تحلیلی است که از مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره برای بیان عوامل دخیل در تصادفات و تعیین گزینه‌های متناسب در شهر استفاده شده است و با توجه به اسناد و مدارک موجود با بهره‌گیری از داده‌ها و آمارهای تصادفات مربوط به سال‌های مورد مطالعه، به تغییرات و تحولات تصادفات پرداخته می‌شود؛ زیرا روش سنجش و تحلیل و بررسی سال‌های گذشته می‌تواند اطلاعات خوبی را در مورد ریشه‌یابی و عوامل مؤثر در تصادفات فراهم کند و همچنین می‌تواند به‌منظور مدیریت تصادفات و تغییراتی که در آینده به‌وقوع خواهند پیوست، مورد استفاده قرار گیرد.

با توجه به مؤلفه‌های مورد بررسی، سطوح اندازه‌گیری متغیرها، فرضیه‌های مطرح شده و اهداف پژوهشی، به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از نتایج پرسشنامه با استفاده از روش آمار استنباطی، تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره رتبه‌بندی و ارزشیابی شده است تا با تحلیل نتایج به ارائه راهبرد مناسب برای بهینه‌سازی حمل و نقل درون‌شهری بپردازد. روش تجزیه و تحلیل مورد استفاده در این پژوهش مبتنی بر مراحل زیر است:

- استخراج عوامل و مشخصه‌های تصادفات سال‌های مورد مطالعه از منابع ذیربط؛
- استخراج مؤلفه‌ها و شاخص‌های مقایسه؛
- مقایسه بر مبنای شاخص‌های بند پیشین و استخراج تفاوت‌ها؛
- تحلیل تفاوت‌ها و بررسی میزان رشد یا کاهش و تبیین ارتباط آن با علل وقوع تصادفات.

محدوده مورد مطالعه

استان یزد با مساحت حدود ۱۲۹۲۱۴ کیلومترمربع (۷/۹۴ درصد از مساحت کل کشور)، سومین استان وسیع ایران بعد از استان‌های سیستان و بلوچستان و کرمان است. این استان از شمال به استان‌های اصفهان و سمنان، از شرق به استان خراسان و کرمان، از جنوب به استان کرمان و از غرب و جنوب غربی به استان‌های اصفهان و فارس منتهی می‌شود. این استان در ۲۹ درجه و ۵۲ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۱۰ دقیقه عرض شمالی و ۵۲ درجه و ۵۵ دقیقه تا ۵۸ درجه و ۱۶ دقیقه طول شرقی واقع شده است که به دلیل واقع شدن در حاشیه دشت‌های کویر و لوت، دربرگیرنده نامناسب‌ترین عوامل طبیعی غالب بر فلات مرکزی ایران است.

در سال ۱۳۸۰ شهرستان طبس از استان خراسان جدا و به استان یزد ملحق شد. همچنین طی سال‌های گذشته، محدوده برخی از شهرستان‌ها تغییر یافته و تعدادی از آبادی‌ها نیز به شهر تبدیل شده‌اند. مرکز استان شهر یزد است و بر اساس آخرین تقسیمات سیاسی در سال ۱۳۸۵، دارای ۱۰ شهرستان، ۲۳ شهر، ۲۰ بخش و ۵۱ دهستان است (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان یزد، ۱۳۸۵) (جدول ۱). بسیاری از شهرهای جدید، در واقع روستاهای بزرگ، دارای شهرداری هستند. از جمله این شهرها می‌توان احمدآباد، نیر، شاهدهیه، حمیدیا و ندوشن را نام برد (حکمت‌نیا و افشانی، ۱۳۸۷).

جدول ۱. تقسیمات کشوری استان یزد بر حسب شهرستان (در سال ۱۳۸۵)

شهرستان	تعداد بخش	تعداد دهستان	مساحت Km ^۲	تعداد آبادی	نام شهرهای تابعه
ابركوه	۲	۴	۵۶۴۱	۴۴۸	ابركوه - مرودشت
اردكان	۳	۵	۲۳۵۲۵	۵۶۱	اردكان - احمدآباد - عقدا
بافق	۲	۶	۱۵۲۹۸	۵۹۱	بافق - بهاباد
تفت	۲	۱۰	۵۹۴۸	۱۴۴	تفت - نیر
خاتم	۲	۴	۷۹۳۱	۵۶۹	هرات - مروست
صندوق	۲	۳	۵۴۸۶	۳۱۲	اشكذر - خضرآباد - ندوشن
طبس	۳	۸	۵۵۰۰۰	۱۳۵	طبس - عشق‌آباد - دهبوك
مهریز	۱	۵	۶۷۱۷	۴۶۸	مهریز
میبد	۱	۲	۱۲۷۱	۱۳۱	میبد
یزد	۲	۴	۲۳۹۷	۱۸۵	حمیدیا - زارچ - شاهدهیه - یزد
جمع استان	۲۰	۵۱	۱۲۹۲۱۴	۴۸۴۶	-

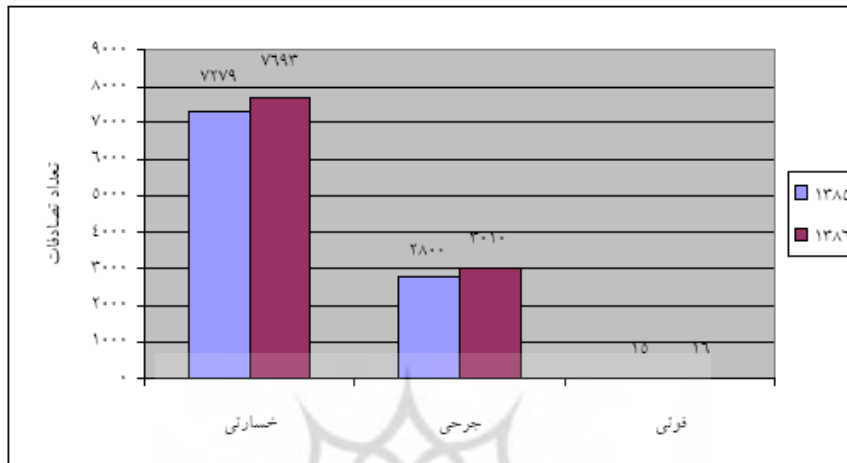
منبع: مرکز آمار ایران

بحث و یافته‌ها

آمار تصادفات به تفکیک شدت صدمه

بررسی‌ها نشان می‌دهد در سال ۱۳۸۶ نسبت به سال ۱۳۸۵، تعداد تصادفات خسارتی ۵/۶۹ درصد، تصادفات جرحی

۷/۵۰ درصد و تصادفات منجر به فوت ۶/۶۷ درصد رشد داشته است. همچنین تعداد کل تصادفات به وقوع پیوسته ۶/۱۹ درصد رشد داشته است (شکل ۱). بنابراین اگر اقدامات پیشگیرانه‌ای در راستای کاهش تصادفات شهری انجام نگیرد، شمار تصادفات در سال‌های آینده افزایش چشمگیری خواهد داشت.

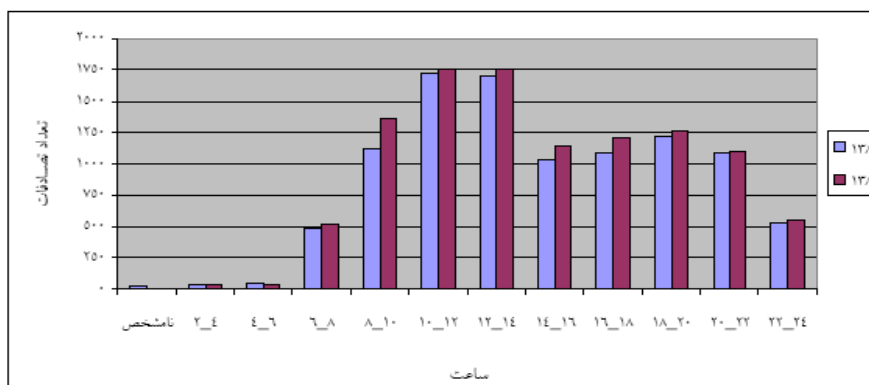


شکل ۱. نمودار تصادفات به تفکیک شدت صدمه

گفتنی است برای محاسبه هزینه تصادفات، دانستن تعداد واقعی کشته شدگان اثر قابل ملاحظه‌ای در تجزیه، تحلیل و نتیجه‌گیری‌ها خواهد داشت. به همین دلیل در مطالعات مربوط به بخش ایمنی ترافیکی و ارزیابی آثار اقتصادی آن برای مقایسه و انتخاب بهینه پروژه‌ها و طرح‌های اصلاح هندسی و شهرسازی تأثیرگذار در ایمنی ترافیک، کسانی را که تا یک سال پس از وقوع تصادفات فوت می‌شوند، جزء کشته‌شدگان تصادف هر پروژه به حساب می‌آورند. در سیستم ثبت اطلاعات تصادفات در ایران، هیچ سیستمی برای پیگیری وضعیت مجروحان تصادفات ترافیکی پس از وقوع حادثه و تصحیح آمار در گزارش‌های پلیس وجود ندارد و بدین ترتیب آمار مزبور فقط در بردارنده کشته‌شدگان و مجروحان در صحنه تصادف بوده و با تعداد واقعی تلفات فاصله دارد. بدیهی است این فاصله موجب بروز اختلاف‌هایی در ارزیابی وضعیت ایمنی ترافیک خواهد شد.

تعداد تصادفات در ساعات مختلف شبانه‌روز

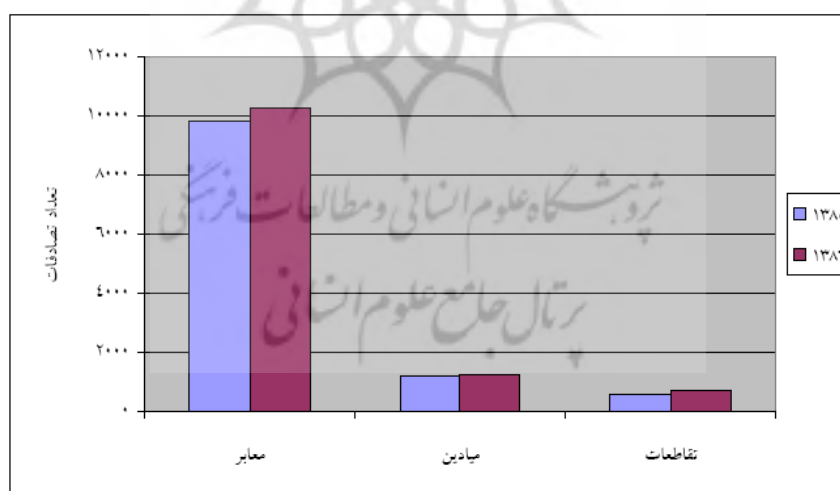
اطلاع از تعداد تصادفات به وقوع پیوسته در ساعات مختلف شبانه‌روز از اهمیت زیادی برخوردار است؛ زیرا می‌تواند در طرح‌های اجرایی بهبود وضعیت ایمنی، مؤثر باشد. برای مثال، درصد بالای تصادفات در شب می‌تواند نشان‌دهنده عدم روشنایی کافی معابر یا عدم رعایت سرعت مجاز رانندگی در شب باشد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که تعداد تصادفات در ساعات ۱۲ تا ۱۴ بیشتر از بقیه ساعات است. همچنین تعداد تصادفات به وقوع پیوسته در شب، به‌ویژه بین ساعات ۲۰ تا ۲۲ نیز مقدار قابل ملاحظه‌ای است (شکل ۲).



شکل ۲. نمودار تعداد تصادفات در ساعات مختلف شبانه‌روز

آمار تصادفات در معابر، میادین و تقاطعات

برای تحلیل وضعیت ایمنی معابر شهر یزد و شناسایی نقاط حادثه خیز، اطلاع از تعداد تصادفات رخ داده می‌تواند نتایج بسیار خوبی را در اختیار برنامه‌ریز قرار دهد، لذا با توجه به آمار موجود که در فاصله زمانی فروردین ماه ۱۳۸۵ تا پایان اسفند ماه ۱۳۸۶ است، آمار و اطلاعات برحسب اسامی محل‌های ذکر شده به گروه‌های معابر درون‌شهری، میادین و تقاطع‌ها تقسیم‌بندی شده است. در شکل ۳ آمار کل تصادفات رخ داده در معابر، میادین و تقاطع‌ها شهر یزد، نشان داده شده است.



شکل ۳. نمودار تعداد تصادفات در معابر، میادین و تقاطع‌ها

بررسی شبکه معابر موجود شهر یزد و سلسله‌مراتب آن

لازمه بررسی علل وقوع تصادفات و پراکندگی آن در یک شهر، بررسی شبکه معابر از دیدگاه سلسله‌مراتب عملکردی معابر است. به‌طور کلی طبقه‌بندی معابر در دو سطح مختلف انجام می‌پذیرد. در سطح اول، معابر با توجه به نهادی که وظیفه ساخت، نگهداری و کنترل آنها را برعهده دارد، به دو گروه اصلی شبکه معابر شهری و شبکه معابر برون‌شهری

تقسیم می‌شوند که براساس این تقسیم‌بندی در ایران، گروه اول در حوزه شهرداری‌ها و گروه دوم تحت نظارت و کنترل وزارت راه و ترابری و اداره‌های مربوطه قرار می‌گیرد.

به‌منزله یک قاعده کلی، خیابان‌ها و جاده‌ها به‌منظور دو هدف اصلی طراحی می‌شوند. این دو هدف عبارتند از: ۱. برقراری حرکت و جابه‌جایی؛ ۲. دسترسی.

هر دو هدف فوق‌نقشی مهم داشته و بدون وجود هر یک، هیچ سفری انجام نخواهد شد. هر اندازه سیستم شبکه معابر درون‌شهری و برون‌شهری ساختار منظم‌تری داشته باشد، بهره‌وری در شبکه به‌منظور محقق شدن اهداف فوق بیشتر خواهد بود. در واقع تمامی معابر دارای ترکیبی از هر دو وظیفه مذکور هستند که در صورت تناسب خصوصیات طراحی و ویژگی‌های وظیفه‌ای آنها، عملکرد مورد نظر را ارائه خواهند کرد.

مطابق استانداردهای جهانی، مجموعه معابر درون‌شهری و برون‌شهری به‌لحاظ سلسله‌مراتب عملکردی به چهار گروه اصلی، شامل معابر دارای دسترسی محدود، معابر شریانی، جمع و پخش‌کننده‌ها و راه محلی تقسیم می‌شوند. معمولاً در تقسیم‌بندی‌ها، معابر دارای دسترسی محدود به دو گروه آزادراه و بزرگراه‌ها گفته می‌شود (وزارت راه و ترابری، ۱۳۸۴).

وضع موجود شبکه معابر شهر یزد

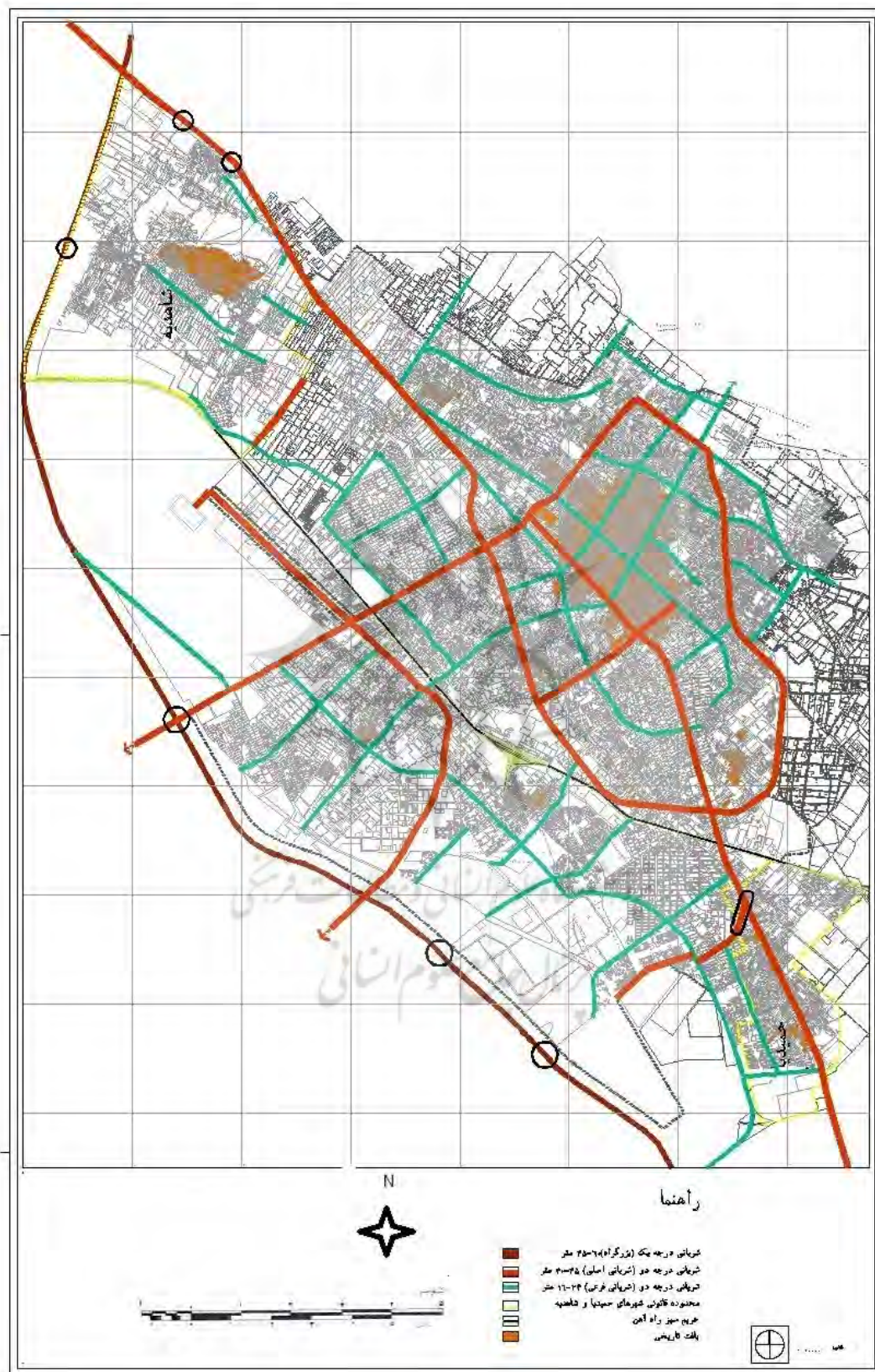
اجزای شبکه معابر واقع در محدوده مورد مطالعه (شهر یزد) با توجه به موقعیت، وضعیت مقطع عرضی و کاربری حاشیه‌ای، وظایف متفاوتی دارند. از این رو با تعریف ضوابطی که پیش از این گفته شد، تلاش شده است معابری که از انطباق بیشتری با تعاریف و عملکرد خیابان‌های شریانی و جمع و پخش‌کننده برخوردار بودند، مشخص شوند. شکل ۴ وضعیت معابر شهر یزد را نشان می‌دهد. همچنین در جدول ۲ کل طول، سطح و سهم انواع شبکه معابر شهر یزد از نظر سلسله‌مراتب عملکردی آورده شده است.

جدول ۲. کل طول، سطح و سهم انواع شبکه معابر شهر یزد

نوع معبر	مجموع طول (متر)	مجموع سطح (متر مربع)	درصد طول
آزادراه	.	.	۰/۰
بزرگراه	۹۷۰۱	۱۲۸۵۳۳	۷/۱
شریانی درجه ۱	۷۹۳۴۷	۹۸۲۵۹۸	۰/۱۳
شریانی درجه ۲	۱۸۱۷۶۳	۱۷۶۸۲۰۱	۵/۲۳
جمع و پخش‌کننده	۶۳۱۳۶۳	۴۶۵۲۰۸۹	۸/۶۱
دسترسی	-	-	
مجموع	۹۰۲۱۷۴	۷۵۳۱۴۲۱	۱۰۰

منبع: گزارش‌های ترافیک و حمل و نقل شهر یزد

از توجه به جدول ۲، به نظر می‌رسد با ارتقای کارکرد برخی از معابر جمع و پخش‌کننده به معابر شریانی از طریق محدودسازی دسترسی‌ها یا ارتقای مشخصات فیزیکی این معابر، امکان رسیدن به وضعیت مطلوب و کاهش تصادفات مهیا خواهد شد.



شکل ۴. نقشه وضعیت شبکه معابر شهر یزد

شناسایی تنگناها و گلوگاه‌های شبکه معابر شهر یزد

اگرچه معابر شهر یزد با توجه به شبکه عریض و مناسب شهر، به لحاظ ترافیکی و سرویس‌دهی به انواع وسایل نقلیه، از شرایط نسبتاً مطلوبی برخوردارند، ولی توضیحات بیان‌شده در تعدادی از خیابان‌های مرکزی شهر، مانند امام خمینی، (حداصل میدان مجاهدین و امیرچخماق)، امامزاده جعفر (حداصل رجایی و انقلاب)، دهم فروردین و کاشانی (حد فاصل امام جعفر صادق و میدان ابوذر)، در ساعت اوج صبح یا بعدازظهر در حالت اشباع شده یا نزدیک به اشباع قرار دارند و به‌منزله محورهای بحرانی شهری مطرح هستند که به شرح زیر است:

تقاطع کاشانی - فلاحی (میدان ابوذر)، تقاطع آیت‌الله کاشانی - بلوار دانشجو، تقاطع بلوار منتظر قائم - دهم فروردین، تقاطع فرخی - دهم فروردین، تقاطع امامزاده جعفر - رجایی، تقاطع امامزاده جعفر - قیام (انقلاب)، تقاطع امام خمینی - قیام، تقاطع شهید صدوقی - مطهری، تقاطع شهید صدوقی - بلوار باهنر.

ماتریس تصمیم نظرات کارشناس اول

در جدول ۳ نتایج نظرات به‌دست‌آمده از پرسشنامه تنظیم شده برای کارشناس اول نشان داده شده است. این پرسشنامه براساس بیست گزینه پیشنهادی و پنج شاخص مطلوبیت در نظر گرفته شده و کمترین ارزش عددی ۱ و بیشترین ارزش عددی ۱۰ است.

جدول ۳. ماتریس تصمیم نظرات کارشناس اول

X_0	X_4	X_3	X_2	X_1		X_0	X_4	X_3	X_2	X_1	
۴	۹	۹	۸	۹	a_{11}	۴	۸	۱۰	۱	۲	a_1
۸	۱۰	۸	۷	۹	a_{12}	۶	۹	۹	۸	۷	a_2
۷	۸	۸	۶	۸	a_{13}	۷	۸	۶	۲	۳	a_3
۷	۸	۹	۹	۹	a_{14}	۷	۸	۵	۲	۳	a_4
۵	۷	۷	۶	۸	a_{15}	۵	۱۰	۸	۱	۲	a_5
۷	۶	۹	۸	۹	a_{16}	۹	۹	۱۰	۱۰	۱۰	a_6
۸	۷	۹	۸	۹	a_{17}	۷	۷	۷	۵	۶	a_7
۸	۷	۱۰	۱۰	۱۰	a_{18}	۹	۱۰	۱۰	۹	۱۰	a_8
۱۰	۵	۱۰	۸	۱۰	a_{19}	۴	۶	۷	۱۰	۸	a_9
۶	۸	۱۰	۶	۱۰	a_{20}	۴	۸	۸	۹	۸	a_{10}

منبع: محاسبات نگارندگان

همان‌طور که از تحلیل جدول ۳ می‌توان برداشت کرد، گزینه‌های a_6 ، a_8 و a_{20} به ترتیب بیشترین ارزش عددی را دارند.

- گزینه a_6 یک‌طرفه شدن خیابان فرخی را پیشنهاد می‌کند. با توجه به اینکه این خیابان در هسته مرکزی شهر قرار دارد و انواع گوناگون کاربری‌های تجاری، مسکونی و خدماتی نیز در این محدوده متمرکزند، دارای حجم ترافیک بالا و بیش از ظرفیت محدوده است؛ چنانکه آمدورفت وسایل نقلیه در این مسیر با معضلات بسیاری روبه‌رو است. بنابراین گزینه a_6 بالاترین ارزش عددی (عدد ۱۰) را برای رفع معضل حمل و نقل به خود اختصاص می‌دهد.

- گزینه a_8 دومین گزینه انتخابی کارشناس اول است که ساماندهی تقاطع خیابان مسکن با خیابان کاشانی را پیشنهاد می‌کند. با توجه به اینکه در تقاطع خیابان مسکن و کاشانی با یک گره کور معضل ترافیکی به‌خصوص در گردش به چپ از طرف خیابان مسکن به کاشانی مواجه هستیم و با عبور مستقیم از خیابان کاشانی حجم ترافیکی در این نقطه ایجاد می‌شود، برای حل این مشکل در خیابان کاشانی نظریه ساماندهی تقاطع خیابان مسکن با خیابان کاشانی پیشنهاد شده است.

- گزینه a_2 سومین گزینه انتخابی کارشناس اول است که استفاده از سیستم‌های کنترل هوشمند در تقاطع‌هایی که دارای حجم ترافیک بالا هستند و در حال حاضر با چراغ راهنمایی کنترل می‌شوند را پیشنهاد می‌کند. مانند چهارراه مهدیه و چهارراه فاطمیه.

ماتریس بی‌مقیاس خطی شده نظرات کارشناس اول

چنانچه شاخص‌های با جنبه مثبت و منفی با یکدیگر به کار گرفته شده باشد، می‌توان با معکوس کردن نتیجه منفی به جنبه مثبت، ارزش عددی ماتریس را به دست آورد. نتایج در جدول ۴ آمده است.

ملاحظه می‌شود که در این حالت، پراکندگی بین داده‌های شاخص‌های مورد نظر روی گزینه‌های پیشنهادی کاهش یافته و داده‌ها همگن تر شده‌اند. بنابراین کار با این داده‌ها و تجزیه و تحلیل آنها در مدل‌های تصمیم‌گیری معقول تر به نظر می‌رسد.

جدول ۴. ماتریس بی‌مقیاس خطی شده نظرات کارشناس اول

X_5	X_4	X_3	X_2	X_1		X_5	X_4	X_3	X_2	X_1	
۰/۴	۰/۹	۰/۹	۰/۸	۰/۹	a_{11}	۰/۴	۰/۸	۱	۰/۱	۰/۲	a_1
۰/۸	۱	۰/۸	۰/۷	۰/۹	a_{12}	۰/۶	۰/۹	۰/۸	۰/۸	۰/۷	a_2
۰/۷	۰/۸	۰/۸	۰/۶	۰/۸	a_{13}	۰/۷	۰/۸	۰/۶	۰/۲	۰/۳	a_3
۰/۷	۰/۸	۰/۹	۰/۹	۰/۹	a_{14}	۰/۷	۰/۸	۰/۵	۰/۲	۰/۳	a_4
۰/۵	۰/۷	۰/۷	۰/۶	۰/۸	a_{15}	۰/۵	۱	۰/۸	۰/۱	۰/۲	a_5
۰/۷	۰/۶	۰/۹	۰/۸	۰/۹	a_{16}	۰/۹	۰/۹	۱	۱	۱	a_6
۰/۸	۰/۷	۰/۹	۰/۸	۰/۹	a_{17}	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۵	۰/۶	a_7
۰/۸	۰/۷	۱	۱	۱	a_{18}	۰/۹	۱	۱	۰/۹	۱	a_8
۱	۰/۵	۱	۰/۸	۱	a_{19}	۰/۴	۰/۶	۰/۷	۱	۰/۸	a_9
۰/۶	۰/۸	۱	۰/۶	۱	a_{20}	۰/۴	۰/۸	۰/۸	۰/۹	۰/۸	a_{10}

منبع: محاسبات نگارندگان

ماتریس تصمیم نظرات کارشناس دوم

در جدول ۵ نتایج نظرات به دست آمده از پرسشنامه تنظیم شده برای کارشناس دوم درج شده است که با توجه به بررسی اولویت شاخص‌ها که فقط برای یک ارزیابی اولیه مناسب است، گزینه‌های a_6 ، a_8 و a_2 دارای بالاترین ارزش عددی هستند.

جدول ۵. ماتریس تصمیم نظرات کارشناس دوم

X_0	X_4	X_3	X_2	X_1		X_0	X_4	X_3	X_2	X_1	
۲	۹	۷	۸	۳	$a_{۱۱}$	۸	۱	۷	۶	۵	$a_۱$
۸	۹	۷	۷	۴	$a_{۱۲}$	۶	۸	۷	۵	۴	$a_۲$
۹	۶	۷	۷	۸	$a_{۱۳}$	۶	۷	۶	۷	۸	$a_۳$
۸	۹	۷	۶	۵	$a_{۱۴}$	۷	۸	۷	۶	۸	$a_۴$
۸	۹	۷	۶	۵	$a_{۱۵}$	۸	۸	۷	۶	۵	$a_۵$
۸	۹	۸	۷	۶	$a_{۱۶}$	۸	۹	۷	۷	۶	$a_۶$
۹	۸	۷	۶	۵	$a_{۱۷}$	۹	۱۰	۷	۸	۶	$a_۷$
۱۰	۹	۸	۷	۶	$a_{۱۸}$	۹	۱۰	۷	۸	۶	$a_۸$
۹	۱۰	۸	۷	۶	$a_{۱۹}$	۲	۹	۷	۸	۳	$a_۹$
۱۰	۱۰	۸	۷	۶	$a_{۲۰}$	۲	۹	۷	۸	۳	$a_{۱۰}$

منبع: محاسبات نگارندگان

ماتریس بی‌مقیاس خطی شده نظرات کارشناس دوم

نتایج نرمال شده ماتریس تصمیم‌گیری با روش بی‌مقیاس‌سازی خطی با توجه به نظرات کارشناس دوم نیز، در جدول ۶ نشان داده شده است.

جدول ۶. ماتریس بی‌مقیاس خطی شده نظرات کارشناس دوم

X_0	X_4	X_3	X_2	X_1		X_0	X_4	X_3	X_2	X_1	
-۰/۲	-۰/۹	-۰/۸۷۵	۱	-۰/۳۷۵	$a_{۱۱}$	-۰/۸	-۰/۱	-۰/۸۷۵	-۰/۷۵	-۰/۶۲۵	$a_۱$
-۰/۸	-۰/۹	-۰/۸۷۵	-۰/۸۷۵	-۰/۵	$a_{۱۲}$	-۰/۶	-۰/۸	-۰/۸۷۵	-۰/۶۲۵	-۰/۵	$a_۲$
-۰/۹	-۰/۶	-۰/۸۷۵	-۰/۸۷۵	۱	$a_{۱۳}$	-۰/۷	-۰/۷	-۰/۸۷۵	-۰/۸۷۵	۱	$a_۳$
-۰/۸	-۰/۹	-۰/۸۷۵	-۰/۷۵	-۰/۶۲۵	$a_{۱۴}$	-۰/۷	-۰/۸	-۰/۸۷۵	-۰/۷۵	۱	$a_۴$
-۰/۸	-۰/۹	-۰/۸۷۵	-۰/۷۵	-۰/۶۲۵	$a_{۱۵}$	-۰/۸	-۰/۸	-۰/۸۷۵	-۰/۷۵	-۰/۶۲۵	$a_۵$
-۰/۸	-۰/۹	۱	-۰/۸۷۵	-۰/۷۵	$a_{۱۶}$	-۰/۸	-۰/۹	-۰/۸۷۵	-۰/۸۷۵	-۰/۷۵	$a_۶$
-۰/۹	-۰/۸	-۰/۸۷۵	-۰/۷۵	-۰/۶۲۵	$a_{۱۷}$	-۰/۹	۱	-۰/۸۷۵	۱	-۰/۷۵	$a_۷$
۱	-۰/۹	۱	-۰/۸۷۵	-۰/۷۵	$a_{۱۸}$	-۰/۹	۱	-۰/۸۷۵	۱	-۰/۷۵	$a_۸$
-۰/۹	۱	۱	-۰/۸۷۵	-۰/۷۵	$a_{۱۹}$	-۰/۲	-۰/۹	-۰/۸۷۵	۱	-۰/۳۷۵	$a_۹$
۱	۱	۱	-۰/۸۷۵	-۰/۷۵	$a_{۲۰}$	-۰/۲	-۰/۹	-۰/۸۷۵	۱	-۰/۳۷۵	$a_{۱۰}$

منبع: محاسبات نگارندگان

ماتریس تصمیم نظرات کارشناس سوم

در جدول ۷، نتایج نظرات پرسشنامه کارشناس سوم درج شده است. در این جدول نیز با تحلیل نتایج، گزینه‌های $a_۶$ ، $a_۸$ و $a_۲$ همانند نظرات کارشناس‌های اول و دوم دارای بیشترین ارزش عددی هستند.

جدول ۷. ماتریس تصمیم نظرات کارشناس سوم

X_0	X_4	X_3	X_2	X_1		X_0	X_4	X_3	X_2	X_1	
۵	۶	۷	۷	۷	$a_{۱۱}$	۸	۱۰	۱	۱	۱	$a_۱$
۵	۵	۵	۵	۵	$a_{۱۲}$	۸	۱۰	۱	۱	۱	$a_۲$
۵	۵	۸	۸	۸	$a_{۱۳}$	۵	۵	۱	۱	۱	$a_۳$
۴	۴	۳	۳	۳	$a_{۱۴}$	۵	۵	۱	۱	۱	$a_۴$
۳	۳	۳	۳	۳	$a_{۱۵}$	۵	۵	۱	۱	۱	$a_۵$
۵	۵	۸	۸	۸	$a_{۱۶}$	۸	۸	۱۰	۱۰	۱۰	$a_۶$
۵	۵	۸	۸	۸	$a_{۱۷}$	۷	۵	۷	۷	۷	$a_۷$
۵	۵	۱۰	۱۰	۱۰	$a_{۱۸}$	۵	۵	۷	۷	۷	$a_۸$
۳	۳	۱۰	۱۰	۱۰	$a_{۱۹}$	۳	۳	۵	۵	۵	$a_۹$
۵	۵	۱۰	۱۰	۱۰	$a_{۲۰}$	۴	۵	۷	۷	۷	$a_{۱۰}$

منبع: محاسبات نگارندگان

ماتریس بی‌مقیاس خطی شده نظرات کارشناس سوم

نتایج بر مبنای ماتریس بی‌مقیاس خطی شده نظرات کارشناس سوم در جدول ۸ ارائه شده است.

جدول ۸. ماتریس بی‌مقیاس خطی شده نظرات کارشناس سوم

X_0	X_4	X_3	X_2	X_1		X_0	X_4	X_3	X_2	X_1	
۰/۶۲۵	۰/۶	۰/۷	۰/۷	۰/۷	$a_{۱۱}$	۱	۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	$a_۱$
۰/۶۲۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	$a_{۱۲}$	۱	۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	$a_۲$
۰/۶۲۵	۰/۵	۰/۸	۰/۸	۰/۸	$a_{۱۳}$	۰/۶۲۵	۰/۵	۰/۱	۰/۱	۰/۱	$a_۳$
۰/۵	۰/۴	۰/۳	۰/۳	۰/۳	$a_{۱۴}$	۰/۶۲۵	۰/۵	۰/۱	۰/۱	۰/۱	$a_۴$
۰/۳۷۵	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	$a_{۱۵}$	۰/۶۲۵	۰/۵	۰/۱	۰/۱	۰/۱	$a_۵$
۰/۶۲۵	۰/۵	۰/۸	۰/۸	۰/۸	$a_{۱۶}$	۱	۰/۸	۱	۱	۱	$a_۶$
۰/۶۲۵	۰/۵	۰/۸	۰/۸	۰/۸	$a_{۱۷}$	۰/۶۲۵	۰/۵	۰/۷	۰/۷	۰/۷	$a_۷$
۰/۶۲۵	۰/۵	۱	۱	۱	$a_{۱۸}$	۰/۶۲۵	۰/۵	۰/۷	۰/۷	۰/۷	$a_۸$
۰/۳۷۵	۰/۳	۱	۱	۱	$a_{۱۹}$	۰/۳۷۵	۰/۳	۰/۵	۰/۵	۰/۵	$a_۹$
۰/۶۲۵	۰/۵	۱	۱	۱	$a_{۲۰}$	۰/۵	۰/۵	۰/۷	۰/۷	۰/۷	$a_{۱۰}$

منبع: محاسبات نگارندگان

نکته گفتنی در مورد روش‌های بی‌مقیاس‌سازی این است که استفاده از هریک از روش‌های بیان شده، بستگی به

نوع مسئله و به‌خصوص روش انتخاب‌شده برای حل آن مسئله دارد.

ماتریس جمعی نظرات

با توجه به جداول ۳ تا ۸، مقادیر نظرات کارشناسی با استفاده از رابطه $\bar{r}_{ij} = \frac{\sum r_{ij}}{m}$ در جدول ۹ استنتاج شده است و به منظور انطباق پذیری نتایج ماتریس‌های چندگانه انجام می‌شود تا زمینه استفاده از نتایج پرسشنامه‌های مختلف برای استفاده در روش‌های چندمعیاره فراهم آید.

جدول ۹. ماتریس جمعی نظرات کارشناسان

X_0	X_4	X_3	X_2	X_1	
۰/۷۳۳۳۳۳	۰/۶۳۳۳۳۳	۰/۶۵۸۳۳۳	۰/۳۱۶۶۶۷	۰/۳۰۸۳۳۳	a_1
۰/۷۳۳۳۳۳	۰/۹	۰/۶۲۵	۰/۵۰۸۳۳۳	۰/۴۳۳۳۳۳	a_2
۰/۶۴۱۶۶۷	۰/۶۶۶۶۶۷	۰/۴۸۳۳۳۳	۰/۳۹۱۶۶۷	۰/۴۶۶۶۶۷	a_3
۰/۶۷۵	۰/۷	۰/۴۹۱۶۶۷	۰/۳۵	۰/۴۶۶۶۶۷	a_4
۰/۶۴۱۶۶۷	۰/۶۶۶۶۶۷	۰/۵۹۱۶۶۷	۰/۳۱۶۶۶۷	۰/۳۰۸۳۳۳	a_5
۰/۹	۰/۸۶۶۶۶۷	۰/۹۵۸۳۳۳	۰/۹۵۸۳۳۳	۰/۹۱۶۶۶۷	a_6
۰/۷۴۱۶۶۷	۰/۷۳۳۳۳۳	۰/۷۵۸۳۳۳	۰/۷۳۳۳۳۳	۰/۶۸۳۳۳۳	a_7
۰/۸۰۸۳۳۳	۰/۸۳۳۳۳۳	۰/۸۵۸۳۳۳	۰/۸۶۶۶۶۷	۰/۸۱۶۶۶۷	a_8
۰/۳۲۵	۰/۶	۰/۶۹۱۶۶۷	۰/۸۳۳۳۳۳	۰/۵۵۸۳۳۳	a_9
۰/۳۶۶۶۶۷	۰/۷۳۳۳۳۳	۰/۷۹۱۶۶۷	۰/۸۶۶۶۶۷	۰/۶۲۵	a_{10}
۰/۴۰۸۳۳۳	۰/۸	۰/۸۲۵	۰/۸۳۳۳۳۳	۰/۶۵۸۳۳۳	a_{11}
۰/۷۴۱۶۶۷	۰/۸	۰/۷۲۵	۰/۶۹۱۶۶۷	۰/۶۳۳۳۳۳	a_{12}
۰/۷۴۱۶۶۷	۰/۶۳۳۳۳۳	۰/۸۲۵	۰/۷۵۸۳۳۳	۰/۸۶۶۶۶۷	a_{13}
۰/۶۶۶۶۶۷	۰/۷	۰/۶۹۱۶۶۷	۰/۶۵	۰/۶۰۸۳۳۳	a_{14}
۰/۵۵۸۳۳۳	۰/۶۳۳۳۳۳	۰/۶۲۵	۰/۵۵	۰/۵۷۵	a_{15}
۰/۷۰۸۳۳۳	۰/۶۶۶۶۶۷	۰/۹	۰/۸۲۵	۰/۸۱۶۶۶۷	a_{16}
۰/۷۷۵	۰/۶۶۶۶۶۷	۰/۸۵۸۳۳۳	۰/۷۸۳۳۳۳	۰/۷۷۵	a_{17}
۰/۸۰۸۳۳۳	۰/۷	۱	۰/۹۵۸۳۳۳	۰/۹۱۶۶۶۷	a_{18}
۰/۷۵۸۳۳۳	۰/۶	۱	۰/۸۹۱۶۶۷	۰/۹۱۶۶۶۷	a_{19}
۰/۷۴۱۶۶۷	۰/۶۶۶۶۶۷	۱	۰/۸۲۵	۰/۹۱۶۶۶۷	a_{20}

منبع: محاسبات نگارندگان

مینیم‌های ماتریس تصمیم

برای مینیمم گرفتن چند عدد از تابع (.... و عدد ۲ و عدد ۱) از Min استفاده می‌شود، در جدول ۱۰ مقادیر مینیمم ماتریس تصمیم ارائه شده است.

جدول ۱۰. مقادیر مینیمم ردیف‌های ماتریس تصمیم

مقادیر مینیمم ردیف ماتریس تصمیم		مقادیر مینیمم ردیف ماتریس تصمیم	
۰/۴۰۸۳۳۳	a_{11}	۰/۳۰۸۳۳۳	a_1
۰/۶۳۳۳۳۳	a_{12}	۰/۴۳۳۳۳۳	a_2
۰/۶۳۳۳۳۳	a_{13}	۰/۳۹۱۶۶۷	a_3
۰/۶۰۸۳۳۳	a_{14}	۰/۳۵	a_4
۰/۵۵	a_{15}	۰/۳۰۸۳۳۳	a_5
۰/۶۶۶۶۶۷	a_{16}	۰/۸۶۶۶۶۷	a_6
۰/۶۶۶۶۶۷	a_{17}	۰/۶۸۳۳۳۳	a_7
۰/۷	a_{18}	۰/۸۰۸۳۳۳	a_8
۰/۶	a_{19}	۰/۳۲۵	a_9
۰/۷۴۱۶۶۷	a_{20}	۰/۳۶۶۶۶۷	a_{10}

منبع: محاسبات نگارندگان

گزینه‌های ماتریس تصمیم به روش ماکسی مین

برای ماکزیمم گرفتن چند عدد از تابع (۰... و عدد ۲ و عدد ۱) از Max استفاده می‌شود. در این گونه روش‌ها فقط بخشی از اطلاعات موجود از ماتریس تصمیم‌گیری استفاده می‌شود. بدین طریق گزینه‌ای که برای کلیه شاخص‌ها دارای امتیاز بالایی است، می‌تواند تحت تسلط گزینه دیگری واقع شود. در جدول ۱۱ گزینه دارای رتبه برتر ماتریس تصمیم، به روش ماکسی مین استنتاج شده است.

جدول ۱۱. گزینه رتبه برتر ماتریس تصمیم به روش ماکسی مین

مقدار		رتبه
۰/۸۶۶۶۶۷	a_6	۱
۰/۸۰۸۳۳۳	a_8	۲
۰/۷۴۱۶۶۷	a_{20}	۳
۰/۷	a_{18}	۴
۰/۶۸۳۳۳۳	a_7	۵

منبع: محاسبات نگارندگان

گزینه‌های ماتریس تصمیم به روش ضریب خوش بینی

نتایج حاصل شده در جدول ۱۲ نمایش داده شده است که مبین رتبه‌بندی گزینه‌های بیست‌گانه پیشنهادی است.

جدول ۱۲. نتایج محاسبات به روش HurwiTZ

A*						max n _{ij}	min n _{ij}	گزینه
a = +/۴	a = +/۵	a = +/۶	a = +/۷	a = +/۸	a = +/۹			
-/۵۶۳۳۳۳	-/۵۲۰۸۳۳	-/۴۷۸۳۳۳	-/۴۳۵۸۳۳	-/۳۹۳۳۳۳	-/۳۵۰۸۳۳	-/۷۳۳۳۳۳	-/۳۰۸۳۳۳	a _۱
-/۷۱۳۳۳۳	-/۶۶۶۶۶۷	-/۶۲	-/۵۷۳۳۳۳	-/۵۲۶۶۶۶	-/۴۸	-/۹	-/۴۳۳۳۳۳	a _۲
-/۵۵۶۶۶۷	-/۵۲۹۱۶۷	-/۵۰۱۶۶۷	-/۴۷۴۱۶۷	-/۴۴۶۶۶۷	-/۴۱۹۱۶۷	-/۶۶۶۶۶۷	-/۳۹۱۶۶۷	a _۳
-/۵۶	-/۵۲۵	-/۴۹	-/۴۵۵	-/۴۲	-/۳۸۵	-/۷	-/۳۵	a _۴
-/۵۸۳۳۳۳	-/۵۳۷۵	-/۴۹۱۶۶۷	-/۴۴۵۸۳۳	-/۴	-/۳۵۴۱۶۶	-/۷۶۶۶۶۷	-/۳۰۸۳۳۳	a _۵
-/۹۲۱۶۶۷	-/۹۱۲۵	-/۹۰۳۳۳۳	-/۸۹۴۱۶۷	-/۸۸۵	-/۸۷۵۸۳۴	-/۹۵۸۳۳۳	-/۸۶۶۶۶۷	a _۶
-/۷۲۸۳۳۳	-/۷۲۰۸۳۳	-/۷۱۳۳۳۳	-/۷۰۵۸۳۳	-/۶۹۸۳۳۳	-/۶۹۰۸۳۳	-/۷۵۸۳۳۳	-/۶۸۳۳۳۳	a _۷
-/۸۴۳۳۳۳	-/۸۳۷۵	-/۸۳۱۶۶۷	-/۸۲۵۸۳۳	-/۸۲	-/۸۱۴۱۶۶	-/۸۶۶۶۶۷	-/۸۰۸۳۳۳	a _۸
-/۶۳	-/۵۷۹۱۶۷	-/۵۲۸۳۳۳	-/۴۷۷۵	-/۴۲۶۶۶۷	-/۳۷۵۸۳۳	-/۸۳۳۳۳۳	-/۳۲۵	a _۹
-/۶۶۶۶۶۷	-/۶۱۶۶۶۷	-/۵۶۶۶۶۷	-/۵۱۶۶۶۷	-/۴۶۶۶۶۷	-/۴۱۶۶۶۷	-/۸۶۶۶۶۷	-/۳۶۶۶۶۷	a _{۱۰}
-/۶۶۳۳۳۳	-/۶۲۰۸۳۳	-/۵۷۸۳۳۳	-/۵۳۵۸۳۳	-/۴۹۳۳۳۳	-/۴۵۰۸۳۳	-/۸۳۳۳۳۳	-/۴۰۸۳۳۳	a _{۱۱}
-/۷۳۳۳۳۳	-/۷۱۶۶۶۷	-/۷	-/۶۸۳۳۳۳	-/۶۶۶۶۶۶	-/۶۵	-/۸	-/۶۳۳۳۳۳	a _{۱۲}
-/۷۷۳۳۳۳	-/۷۵	-/۷۲۶۶۶۷	-/۷۰۳۳۳۳	-/۶۸	-/۶۵۶۶۶۶	-/۸۶۶۶۶۷	-/۶۳۳۳۳۳	a _{۱۳}
-/۶۶۳۳۳۳	-/۶۵۴۱۶۷	-/۶۴۵	-/۶۳۵۸۳۳	-/۶۲۶۶۶۶	-/۶۱۷۵	-/۷	-/۶۰۸۳۳۳	a _{۱۴}
-/۶	-/۵۹۱۶۶۷	-/۵۸۳۳۳۳	-/۵۷۵	-/۵۶۶۶۶۷	-/۵۵۸۳۳۳	-/۶۳۳۳۳۳	-/۵۵	a _{۱۵}
-/۸۰۶۶۶۷	-/۸۷۳۳۳۴	-/۷۶	-/۷۳۶۶۶۷	-/۷۱۳۳۳۴	-/۶۹	-/۹	-/۶۶۶۶۶۷	a _{۱۶}
-/۷۸۱۶۶۷	-/۷۶۲۵	-/۷۴۳۳۳۳	-/۷۲۴۱۶۷	-/۷۰۵	-/۶۸۵۸۳۴	-/۸۵۸۳۳۳	-/۶۶۶۶۶۷	a _{۱۷}
-/۸۸	-/۸۵	-/۸۲	-/۷۹	-/۷۶	-/۷۳	۱	-/۷	a _{۱۸}
-/۸۴	-/۸	-/۷۶	-/۷۲	-/۶۸	-/۶۴	۱	-/۶	a _{۱۹}
-/۸۹۶۶۶۷	-/۸۷۰۸۳۴	-/۸۵۴	-/۸۱۹۱۶۷	-/۷۹۳۳۳۴	-/۷۶۷۵	۱	-/۷۴۱۶۶۷	a _{۲۰}

لذا بر مبنای ماتریس جمعی و نتیجه نهایی نیز، گزینه a_6 بالاترین امتیاز را کسب می‌کند که بر یک طرفه شدن خیابان فرخی تأکید دارد. با توجه به اینکه خیابان فرخی در هسته مرکزی شهر قرار دارد و انواع گوناگون کاربری‌های تجاری مسکونی، خدماتی نیز در این محدوده متمرکزند، حجم ترافیک آن بالا و بیش از ظرفیت محدوده است، چنانکه آلوده‌شدن وسایل نقلیه در این مسیر با معضلات بسیاری روبه‌رو است. لذا این گزینه بالاترین ارزش عددی را برای رفع معضل حمل و نقل به خود اختصاص می‌دهد.

نتیجه‌گیری

رشد فزاینده تقاضای حمل و نقل شهری که تحت تأثیر عوامل اجتماعی و اقتصادی به وجود می‌آید، موجب بروز عوارض نامطلوب ترافیکی و زیست‌محیطی در مناطق مختلف شهر می‌شود و پاسخگویی به این مسائل فقط از طریق افزایش عرضه امکان‌پذیر نیست. معمولاً در بافت‌های مرکزی شهرها این مسائل از حدت و شدت بیشتری برخوردارند، به‌ویژه در شهرهای تاریخی، به دلیل بافت قدیمی مشکلات بیشتری وجود دارد. تعیین هدف و راهبردهای بهینه‌سازی حمل و نقل درون‌شهری، بر اساس نقاط ضعف و قدرت حوزه‌های ترافیکی مناطق مشخص شده است. با توجه به نتایج این پژوهش، در سال ۱۳۸۶ نسبت به سال ۱۳۸۵، تعداد تصادفات خسارتی ۵/۶۹ درصد، تصادفات جرحی ۷/۵۰ درصد و تصادفات منجر به فوت ۶/۶۷ درصد رشد داشته است. همچنین تعداد کل تصادفات به وقوع پیوسته ۶/۱۹ درصد افزایش نشان داده است. بنابراین اگر اقدامات پیشگیرانه‌ای برای کاهش تصادفات در شهر انجام نگیرد، تعداد تصادفات در سال‌های آینده، افزایش چشمگیری خواهد داشت. همچنین در بخش پیشنهاد گزینه‌ها، یک طرفه‌سازی معابر هسته مرکزی شهر، گزینه برتر در روش‌های تصمیم‌گیری انتخاب شد.

در مجموع مهم‌ترین پیشنهادها و راهکارها برای کاهش میزان تصادف و بهینه‌سازی حمل و نقل در شهر یزد مبتنی بر گزینه‌های خروجی از نتایج پژوهش به شرح زیر هستند:

۱. طراحی آرام‌سازی و ایمن‌سازی معابر برای کاهش سرعت و تصادفات در سطح مناطق و حوزه‌های ترافیکی شهر؛
۲. توسعه سیستم‌های حمل و نقل هوشمند به شکل هماهنگ، نظام‌مند و اقتصادی؛
۳. مکان‌یابی و احداث پارکینگ و پایانه‌ها برای پاسخگویی به نیازهای ترافیک ساکن و کاهش تداخل با ترافیک عبوری، افزایش دسترسی و کاهش بار ترافیک معابر؛
۴. بهسازی وضعیت تسهیلات پیاده‌رو در گذرگاه‌های طولی و عرضی پیاده در سطح پیاده‌روهای منتخب شهر؛
۵. توسعه و تکمیل معابری که در راستای تعادل بخشی به سلسله‌مراتب راه‌ها، شامل راه‌های شریانی اصلی و فرعی، راه‌های محلی و در جهت اصلاح الگوی شبکه؛ به گونه‌ای که نیازهای فعلی و توسعه آتی شهری را برآورده کند.

راهبردهای بهینه‌سازی حمل و نقل

با توجه به مطالعات و نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش، برخی راهبردها می‌تواند برای بهینه‌سازی حمل و نقل درون‌شهری مؤثر واقع شود:

- توسعه و اصلاح شبکه معابر (اصلاح درجه‌بندی، تعریض، احداث معابر و تقاطع‌های همسطح و غیر همسطح)؛
- مدیریت عرضه و تقاضای سیستم حمل و نقل (یک‌طرفه‌سازی معابر، مدیریت نیم‌رخ عرضی، محدوده طرح ترافیک، تنظیم ساعات کار و...)
- توسعه و اصلاح پارکینگ (حاشیه‌ای و غیر حاشیه‌ای - طبقاتی)؛
- بهبود ایمنی (ایمن‌سازی نقاط حادثه‌خیز، آرام‌سازی ترافیک)؛
- توسعه و اصلاح سیستم موتورسیکلت‌رانی (ایجاد خطوط ویژه، توسعه پارکینگ موتورسیکلت و...)
- توسعه سیستم‌های هوشمند حمل و نقل و ترافیک ITS (مدیریت و کنترل ترافیک، مدیریت تقاضا، اطلاع‌رسانی، حمل و نقل همگانی، پارکینگ، پرداخت الکترونیکی، دوچرخه، نظارت تصویری، مدیریت حوادث رانندگی، مرکز کنترل ترافیک، کنترل خودروها).

منابع

1. Akbari, A., 2008, **Methods to Prioritize and Multi-criteria Decision Making**, Publication of Municipalities and Hamyaryha, Tehran. (in Persian)
2. Amininejad, R. and Eftekhari, Gh., 2007, **Introduction to Transportation Planning and Engineering**, Payam-nour University Press, Tehran. (in Persian)
3. Asayesh, H. and Estelaji, H., 2003, **Principles of Regional Planning**, Azad University Press, Tehran. (in Persian)
4. Azar, A. and Rajabzadeh, A., 2009, **MADM Method and Practical Decision Making**, Negahe Danesh Press, Tehran. (in Persian)
5. Azar, A., 2011, **Operation Research**, Payamnour University Press, Tehran. (in Persian)
6. Farhang Bagheri, E., 1994, **Urban Transportation Planning**, Department of Urban Planning, Tehran. (in Persian)
7. Hekmatnia, H. and Afshani, A., 2008, **Marginalization and Social – Security Harms, Case Study: Yazd City**, Research Project Payamnour University, Yazd. (in Persian)
8. Hekmatnia, H. and Givehchi, S., 2008, **Study Mechanism for Planning and Designing Urban Road for Promotion of Safety**, Research Project Payam-nour University. (in Persian)
9. Hekmatnia, H. and Mousavi, M., 2011, **Application of Model in Geography with Emphasize on Regional and Urban Planning**, Yazd. (in Persian)
10. Hekmatnia, H., 2003, **Sustainable Development Spatial Planning for Yazd**, Ph.D. Thesis, Isfahan University. (in Persian)
11. Iran Statistic Center, 2006, General Census of Population and Housing. www.amar.org.ir.

12. Seiedhosini, S.M., 1997, **Systematic Planning, Transportation**, Science and Technology University Press, Tehran. *(in Persian)*
13. Shafie, S., 2005, **Management Planning and its Role in the Transport of Tehran**, Simaye Danesh Press Knowledge. *(in Persian)*
14. Shahi, J., 2005, **Targeting New Urban Public Transport Systems**, Proceedings of the International Conference on New Towns, New Towns Development Company, Tehran, August. *(in Persian)*
15. Zoughi, H., Tolouii, M. and Syamrady, K., 2001, **New Systems and Perspectives of Land Transportation**, the Eighth Conference of Traffic and Transportation Engineering, June 2001. *(in Persian)*

