پژوهش‌های جغرافیای انسانی، دورهٔ ٤٦، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۳۹۳
ص. ۳۱۰-۲۹۳

بهینه‌سازی حمل و نقل درون‌شهری یزد و علل وقوع تصادفات رانندگی

حسن حکمت‌نیا * ـ استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه پیام نور، رضوانشهر (صدوق)
ژینوس انصاری ـ کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه پیام نور مرکز یزد
سعید گیوه‌چی ـ استادیار گروه برنامه‌ریزی و مدیریت محیط زیست، دانشکدهٔ محیط زیست، دانشگاه تهران

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

چکیده

حمل و نقل پیش‌نیاز و زیربنای توسعهٔ پایدار است و نقش اساسی و کارآمدی در باروری امکانات و استعدادهای بالقوه دارد که این نقش و اهمیت را به‌منزلهٔ یکی از مؤثرترین شاخص‌های رشد و توسعه، نمایان می‌کند. امروزه تعداد تصادفات در شهرهای کشور ما رو به افزایش است و درنتیجه 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 توسعهٔ پایدار است. نوع پژوهش بنیادی ـ توسعه‌ای و روش بررسی توصیفی ـ 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 پخش‌کنندهٔ این شهر، به‌ترتیب ٦۰، ٤۰ 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 منطقهٔ مورد مطالعه، مؤثرترین شیوه برای بهینه‌سازی حمل و نقل در محدودهٔ مرکزی شهر یزد است. گفتنی است، نسبت تعداد تصادفات به‌ازای هر ۱۰۰۰۰ وسیلهٔ نقلیه، کمابیش حدود ٤۰۰ کیلومتر طی مسیر است.

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

* نویسندهٔ مسئول: ۰۹۱۳۳۵۱۷۵۷۸
E-mail: drhekmatnia@yahoo.com

مقدمه

طرح و اجرای یک سیستم حمل و نقل شهری، نه‌تنها زمینهٔ تحرک و جابه‌جایی مردم و کالا در سطح شهر را فراهم می‌کند، بلکه در درازمدت، الگوی رشد شهر و سطح فعالیت‌های اقتصادی ـ اجتماعی را به‌سبب فراهم‌کردن قابلیت دستیابی به مناطق شهری، تحت تأثیر قرار می‌دهد. با رشد روزافزون وسایل نقلیه در شهرهای کشور و نیز، گسترش تعداد کاربران شبکهٔ 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، وسیلهٔ 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 رتبهٔ بالایی دارد؛ به‌گونه‌ای که تقریباً در هر ۲۰ دقیقه یک نفر در حوادث رانندگی می‌میرد؛ یعنی سالانه به‌ازای هر یک میلیون نفر، ۴۵۰ نفر بر اثر تصادفات رانندگی کشته می‌شوند. از این‌رو انجام مطالعاتی به‌منظور 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 به‌منزلهٔ 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 درنهایت 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 زمینهٔ گرایش و هدایت سیستم های فرسودهٔ 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 به‌دلیل 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 وسیلهٔ نقلیه و از چه مسیری انجام می شود. 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 توسعهٔ شهری (طرح های تفضیلی، جامع و جزئیات و غیره) به‌دست 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 شکل‌گرفتهٔ قدیمی هستند که با رشد جمعیت شهرنشینی، نیاز به بازبینی و نگرش مجدد دارند. بنابراین پیش بینی شبکه معابر اصلی مورد نیاز با سلسله‌مراتب عملکردی مناسب در طرح‌های توسعهٔ 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 منطقهٔ شهری بوده که محله‌های زیادی از منطقهٔ یک و دو جزء هسته‌های اولیه و قدیمی شهر هستند. منطقهٔ سه در سال‌های اخیر در پی گسترش و توسعهٔ فیزیکی شهر یزد شکل گرفته است. برابر بررسی‌های صورت‌گرفته، منطقهٔ سه پایدارترین منطقه (عدد پایداری ۰/۸۱) و منطقهٔ دو ناپایدارترین منطقه (رقم پایداری ۰/۴۴) هستند و منطقهٔ یک نیز که مرکز اصلی شهر بوده و بخش‌های داخلی و قسمتی از بافت قدیم در آن واقع شده، منطقهٔ 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 ـ توسعه‌ای و روش بررسی آن، توصیفی ــ 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 ارائهٔ 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.

محدودهٔ 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 دقیقهٔ عرض شمالی و ۵۲ درجه و ۵۵ دقیقه تا ۵۸ درجه و ۱۶ دقیقهٔ طول شرقی واقع شده است که به‌دلیل واقع شدن در حاشیهٔ دشت های کویر و لوت، دربرگیرندهٔ 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، محدودهٔ 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) (جدول۱). بسیاری از شهرهای جدید، در واقع روستاهای بزرگ، دارای شهرداری هستند. ازجمله این شهرها می توان احمدآباد، نیر، شاهدیه، 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^2	تعداد آبادی	نام شهرهای تابعه
ابرکوه	۲	۴	۵۶۴۱	۴۴۸	ابرکوه ـ مرودشت
اردکان	۳	۵	۲۳۵۲۵	۵۶۱	اردکان ـ احمدآباد ـ عقدا
بافق	۲	۶	۱۵۲۹۸	۵۹۱	بافق ـ بهاباد
تفت	۲	۱۰	۵۹۴۸	۱۴۴	تفت ـ نیر
خاتم	۲	۴	۷۹۳۱	۵۶۹	هرات ـ مروست
صدوق	۲	۳	۵۴۸۶	۳۱۲	اشکذر ـ خضرآباد ـ ندوشن
طبس	۳	۸	۵۵۰۰۰	۱۳۵	طبس ـ عشق‌آباد ـ دیهوک
مهریز	۱	۵	۶۷۱۷	۴۶۸	مهریز
میبد	۱	۲	۱۲۷۱	۱۳۱	میبد
یزد	۲	۴	۲۳۹۷	۱۸۵	حمیدیا ـ زارچ ـ شاهدیه ـ یزد
جمع استان	۲۰	۵۱	۱۲۹۲۱۴	۴۸۴۶	–

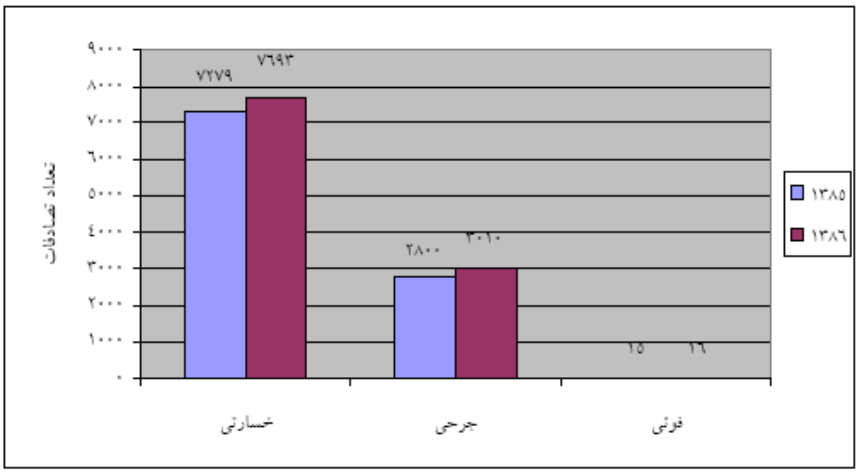
منبع: مرکز آمار ایران

بحث و یافته‌ها

آمار تصادفات به‌تفکیک 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.

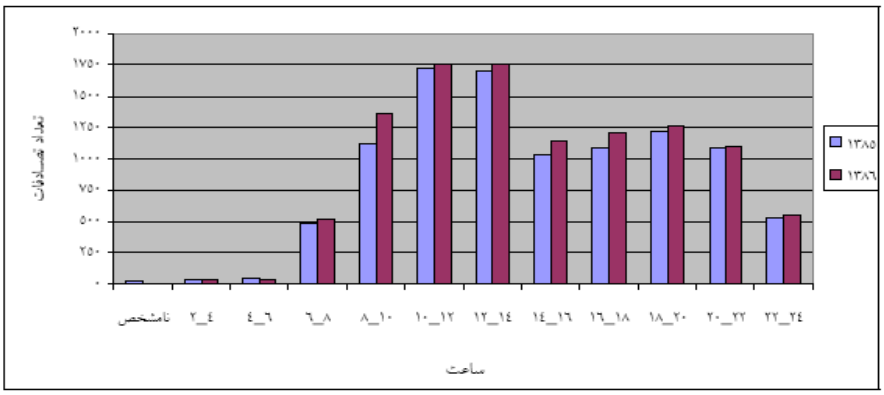


شکل ۱. نمودار تصادفات به‌تفکیک شدت صدمه

گفتنی است برای محاسبهٔ هزینهٔ تصادفات، دانستن تعداد واقعی کشته‌شدگان 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 بهینهٔ 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 گزاش‌های پلیس وجود ندارد و بدین ترتیب آمار مزبور فقط دربردارندهٔ کشته‌شدگان و مجروحان در صحنهٔ 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

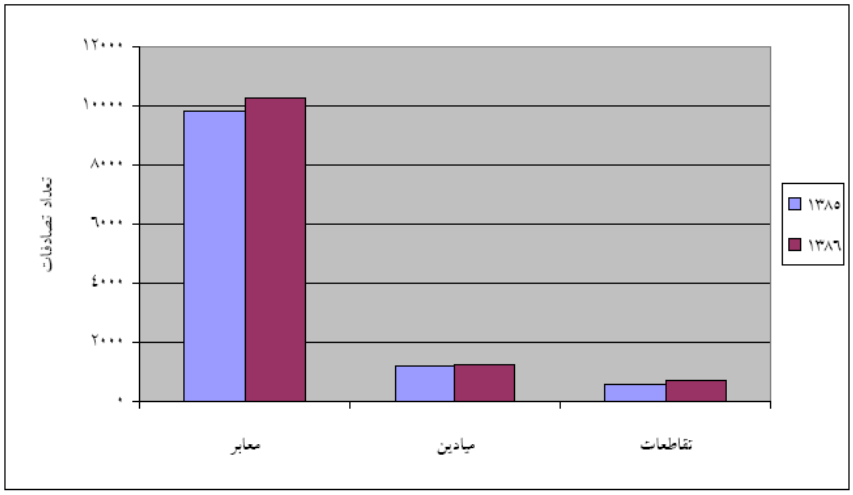
اطلاع از تعداد تصادفات به وقوع پیوسته در ساعات مختلف شبانه‌روز از اهمیت زیادی برخوردار است؛ زیرا می تواند در طرح‌های اجرایی بهبود وضعیت ایمنی، مؤثر باشد. برای مثال، درصد بالای تصادفات در شب می تواند نشان دهندهٔ عدم روشنایی کافی معابر یا عدم رعایت سرعت مجاز رانندگی در شب باشد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که تعداد تصادفات در ساعات ۱۲ تا ۱۴ بیشتر از بقیهٔ ساعات است. همچنین تعداد تصادفات به‌وقوع 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 رخداده می تواند نتایج بسیار خوبی را در اختیار برنامه‌ریز قرار دهد، لذا با توجه به آمار موجود که در فاصلهٔ زمانی فروردین ماه ۱۳۸۵ تا پایان اسفند ماه ۱۳۸۶ است، آمار و اطلاعات برحسب اسامی محل های ذکر شده به گروه های معابر درون‌شهری، میادین و تقاطع‌ها تقسیم‌بندی شده است. در شکل ۳ آمار کل تصادفات رخداده در معابر، میادین و تقاطع‌ها شهر یزد، نشان داده شده است.



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

بررسی شبکهٔ معابر موجود شهر یزد و سلسله‌مراتب آن

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

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

به‌منزلهٔ یک قاعدهٔ 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 فوق نقشی مهم داشته و بدون وجود هر یک، هیچ سفری انجام نخواهد شد. هر اندازه سیستم شبکهٔ معابر درون‌شهری و برون‌شهری ساختار منظم‌تری داشته باشد، بهره‌وری در شبکه به‌منظور محقق‌شدن اهداف فوق بیشتر خواهد بود. در واقع تمامی معابر دارای ترکیبی از هر دو وظیفهٔ 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 شبکهٔ معابر شهر یزد

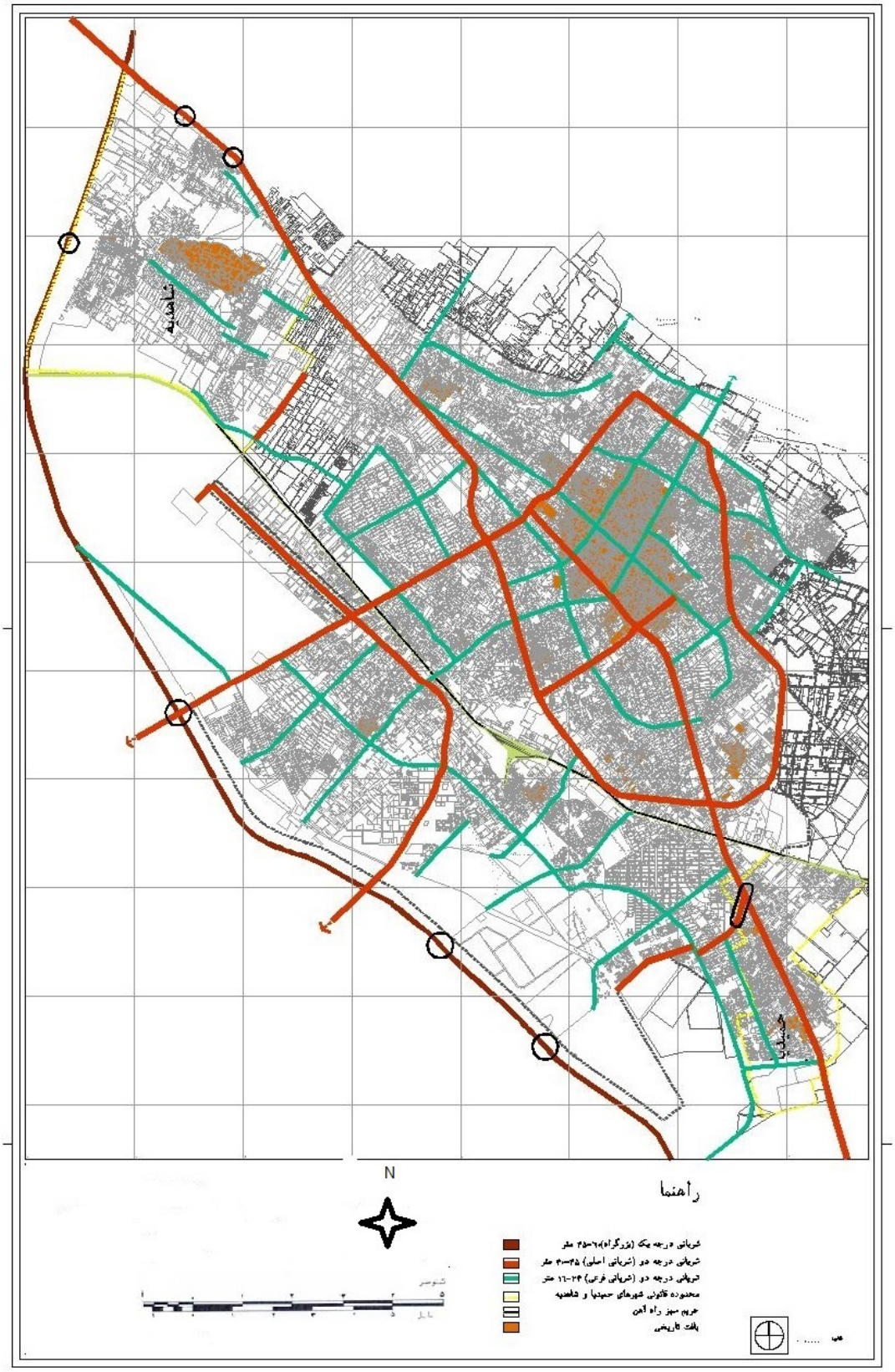
اجزای شبکهٔ معابر واقع در محدودهٔ مورد مطالعه (شهر یزد) با توجه به موقعیت، وضعیت مقطع عرضی و کاربری حاشیه‌ای، وظایف متفاوتی دارند. از این رو با تعریف ضوابطی که پیش از این گفته شد، تلاش شده است معابری که از انطباق بیشتری با تعاریف و عملکرد خیابان های شریانی و جمع و پخش‌کننده برخوردار بودند، مشخص شوند.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

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

نوع معبر	مجموع طول (متر)	مجموع سطح (متر مربع)	درصد طول
آزادراه	۰	۰	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 ٤. نقشهٔ وضعیت شبکهٔ معابر شهر یزد

شناسایی تنگناها و گلوگاه‌های شبکهٔ معابر شهر یزد

اگرچه معابر شهر یزد با توجه به شبکهٔ عریض و مناسب شهر، به‌لحاظ ترافیکی و سرویس‌دهی به انواع وسایل نقلیه، از شرایط نسبتاً مطلوبی برخوردارند، ولی توضیحات بیان‌شده در تعدادی از خیابان‌های مرکزی شهر، مانند امام خمینی، (حدفاصل میدان مجاهدین و امیرچخماق)، امامزاده جعفر (حدفاصل 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 به‌منزلهٔ محورهای بحرانی شهری مطرح هستند که به شرح زیر است:

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

ماتریس تصمیم نظرات کارشناس اول

در جدول ۳ نتایج نظرات به‌دست‌آمده از پرسشنامهٔ تنظیم شده برای کارشناس اول نشان داده شده است. این پرسشنامه براساس بیست گزینهٔ 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_5	x_4	x_3	x_2	x_1		x_5	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، گزینه های a_6، a_8 و a_{20}، به‌ترتیب بیشترین ارزش عددی را دارند.

ـ گزینهٔ a_6 یک‌طرفه شدن خیابان فرخی را پیشنهاد می‌کند. با توجه به اینکه این خیابان در هستهٔ مرکزی شهر قرار دارد و انواع گوناگون کاربری های 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 گزینهٔ a_6 بالاترین ارزش عددی (عدد ۱۰) را برای رفع معضل حمل و نقل به خود اختصاص می‌دهد.

ـ گزینهٔ $a_{۸}$ دومین گزینهٔ 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 گرهٔ 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 نظریهٔ ساماندهی تقاطع خیابان مسکن با خیابان کاشانی پیشنهاد شده است.

ـ گزینهٔ $a_{۲۰}$ سومین گزینهٔ 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 خطی‌شدهٔ نظرات کارشناس اول

چنانچه شاخص‌های با جنبهٔ مثبت و منفی با یکدیگر به‌کار گرفته شده باشد، می‌توان با معکوس‌کردن نتیجهٔ منفی به جنبهٔ مثبت، ارزش عددی ماتریس را به‌دست آورد. نتایج در جدول ۴ آمده است.

ملاحظه می‌شود که در این حالت، پراکندگی بین داده‌های شاخص‌های مورد نظر روی گزینه‌های پیشنهادی کاهش‌یافته و داده‌ها همگن‌تر شده‌اند. بنابراین کار با این داده‌ها و تجزیه و تحلیل آنها در مدل‌های تصمیم‌گیری معقول‌تر به نظر می‌رسد.

جدول ٤. ماتریس بی‌مقیاس خطی‌شدهٔ نظرات کارشناس اول

	$x_۱$	$x_۲$	$x_۳$	$x_٤$	$x_۵$		$x_۱$	$x_۲$	$x_۳$	$x_٤$	$x_۵$
$a_۱$	۰/۲	۰/۱	۱	۰/۸	۰/۴	$a_{۱۱}$	۰/۹	۰/۸	۰/۹	۰/۹	۰/۴
$a_۲$	۰/۷	۰/۸	۰/۹	۰/۹	۰/۶	$a_{۱۲}$	۰/۹	۰/۷	۰/۸	۱	۰/۸
$a_۳$	۰/۳	۰/۲	۰/۶	۰/۸	۰/۷	$a_{۱۳}$	۰/۸	۰/۶	۰/۸	۰/۸	۰/۷
$a_۴$	۰/۳	۰/۲	۰/۵	۰/۸	۰/۷	$a_{۱۴}$	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۸	۰/۷
$a_۵$	۰/۲	۰/۱	۰/۸	۱	۰/۵	$a_{۱۵}$	۰/۸	۰/۶	۰/۷	۰/۷	۰/۵
$a_۶$	۱	۱	۱	۰/۹	۰/۹	$a_{۱۶}$	۰/۹	۰/۸	۰/۹	۰/۶	۰/۷
$a_۷$	۰/۶	۰/۵	۰/۷	۰/۷	۰/۷	$a_{۱۷}$	۰/۹	۰/۸	۰/۹	۰/۷	۰/۸
$a_۸$	۱	۰/۹	۱	۱	۰/۹	$a_{۱۸}$	۱	۱	۱	۰/۷	۰/۸
$a_۹$	۰/۸	۱	۰/۷	۰/۶	۰/۴	$a_{۱۹}$	۱	۰/۸	۱	۰/۵	۱
$a_{۱۰}$	۰/۸	۰/۹	۰/۸	۰/۸	۰/۴	$a_{۲۰}$	۱	۰/۶	۱	۰/۸	۰/۶

منبع: محاسبات نگارندگان

ماتریس تصمیم نظرات کارشناس دوم

در جدول ۵ نتایج نظرات به‌دست‌آمده از پرسشنامهٔ تنظیم‌شده برای کارشناس دوم درج شده است که با توجه به بررسی اولویت شاخص ها که فقط برای یک ارزیابی اولیه مناسب است، گزینه های $a_۶$، $a_۸$ و $a_{۲۰}$ دارای بالاترین ارزش عددی هستند.

جدول ۵. ماتریس تصمیم نظرات کارشناس دوم

x_1	x_2	x_3	x_4	x_5		x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	
۵	۶	۷	۱	۸	a_{11}	۳	۸	۷	۹	۲	a_1
۴	۵	۷	۸	۶	a_{12}	۴	۷	۷	۹	۸	a_2
۸	۷	۶	۷	۶	a_{13}	۸	۷	۷	۶	۹	a_3
۸	۶	۷	۸	۷	a_{14}	۵	۶	۷	۹	۸	a_4
۵	۶	۷	۸	۸	a_{15}	۵	۶	۷	۹	۸	a_5
۶	۷	۷	۹	۸	a_{16}	۶	۷	۸	۹	۸	a_6
۶	۸	۷	۱۰	۹	a_{17}	۵	۶	۷	۸	۹	a_7
۶	۸	۷	۱۰	۹	a_{18}	۶	۷	۸	۹	۱۰	a_8
۳	۸	۷	۹	۲	a_{19}	۶	۷	۸	۱۰	۹	a_9
۳	۸	۷	۹	۲	a_{20}	۶	۷	۸	۱۰	۱۰	a_{10}

منبع: محاسبات نگارندگان

ماتریس بی‌مقیاس خطی‌شدهٔ نظرات کارشناس دوم

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

جدول ٦. ماتریس بی‌مقیاس خطی‌شدهٔ نظرات کارشناس دوم

x_1	x_2	x_3	x_4	x_5		x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	
۰/۶۲۵	۰/۷۵	۰/۸۷۵	۰/۱	۰/۸	a_{11}	۰/۳۷۵	۱	۰/۸۷۵	۰/۹	۰/۲	a_1
۰/۵	۰/۶۲۵	۰/۸۷۵	۰/۸	۰/۶	a_{12}	۰/۵	۰/۸۷۵	۰/۸۷۵	۰/۹	۰/۸	a_2
۱	۰/۸۷۵	۰/۷۵	۰/۷	۰/۶	a_{13}	۱	۰/۸۷۵	۰/۸۷۵	۰/۶	۰/۹	a_3
۱	۰/۷۵	۰/۸۷۵	۰/۸	۰/۷	a_{14}	۰/۶۲۵	۰/۷۵	۰/۸۷۵	۰/۹	۰/۸	a_4
۰/۶۲۵	۰/۷۵	۰/۸۷۵	۰/۸	۰/۸	a_{15}	۰/۶۲۵	۰/۷۵	۰/۸۷۵	۰/۹	۰/۸	a_5
۰/۷۵	۰/۸۷۵	۰/۸۷۵	۰/۹	۰/۸	a_{16}	۰/۷۵	۰/۸۷۵	۱	۰/۹	۰/۸	a_6
۰/۷۵	۱	۰/۸۷۵	۱	۰/۹	a_{17}	۰/۶۲۵	۰/۷۵	۰/۸۷۵	۰/۸	۰/۹	a_7
۰/۷۵	۱	۰/۸۷۵	۱	۰/۹	a_{18}	۰/۷۵	۰/۸۷۵	۱	۰/۹	۱	a_8
۰/۳۷۵	۱	۰/۸۷۵	۰/۹	۰/۲	a_{19}	۰/۷۵	۰/۸۷۵	۱	۱	۰/۹	a_9
۰/۳۷۵	۱	۰/۸۷۵	۰/۹	۰/۲	a_{20}	۰/۷۵	۰/۸۷۵	۱	۱	۱	a_{10}

منبع: محاسبات نگارندگان

ماتریس تصمیم نظرات کارشناس سوم

در جدول ۷، نتایج نظرات پرسشنامهٔ کارشناس سوم درج شده است. در این جدول نیز با تحلیل نتایج، گزینه‌های a_6، a_8 و a_{20}، همانند نظرات کارشناس‌های اول و دوم دارای بیشترین ارزش عددی هستند.

جدول ۷. ماتریس تصمیم نظرات کارشناس سوم

x_1	x_2	x_3	x_4	x_5		x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	
۱	۱	۱	۱۰	۸	a_1	۷	۷	۷	۶	۵	a_{11}
۱	۱	۱	۱۰	۸	a_2	۵	۵	۵	۵	۵	a_{12}
۱	۱	۱	۵	۵	a_3	۸	۸	۸	۵	۵	a_{13}
۱	۱	۱	۵	۵	a_4	۳	۳	۳	۴	۴	a_{14}
۱	۱	۱	۵	۵	a_5	۳	۳	۳	۳	۳	a_{15}
۱۰	۱۰	۱۰	۸	۸	a_6	۸	۸	۸	۵	۵	a_{16}
۷	۷	۷	۵	۷	a_7	۸	۸	۸	۵	۵	a_{17}
۷	۷	۷	۵	۵	a_8	۱۰	۱۰	۱۰	۵	۵	a_{18}
۵	۵	۵	۳	۳	a_9	۱۰	۱۰	۱۰	۳	۳	a_{19}
۷	۷	۷	۵	۴	a_{10}	۱۰	۱۰	۱۰	۵	۵	a_{20}

منبع: محاسبات نگارندگان

ماتریس بی‌مقیاس خطی‌شدهٔ نظرات کارشناس سوم

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

جدول ۸. ماتریس بی‌مقیاس خطی‌شدهٔ نظرات کارشناس سوم

x_1	x_2	x_3	x_4	x_5		x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	
۰/۱	۰/۱	۰/۱	۱	۱	a_1	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۶	۰/۶۲۵	a_{11}
۰/۱	۰/۱	۰/۱	۱	۱	a_2	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۶۲۵	a_{12}
۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۵	۰/۶۲۵	a_3	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۵	۰/۶۲۵	a_{13}
۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۵	۰/۶۲۵	a_4	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۴	۰/۵	a_{14}
۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۵	۰/۶۲۵	a_5	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳۷۵	a_{15}
۱	۱	۱	۰/۸	۱	a_6	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۵	۰/۶۲۵	a_{16}
۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۵	۰/۶۲۵	a_7	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۵	۰/۶۲۵	a_{17}
۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۵	۰/۶۲۵	a_8	۱	۱	۱	۰/۵	۰/۶۲۵	a_{18}
۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۳	۰/۳۷۵	a_9	۱	۱	۱	۰/۳	۰/۳۷۵	a_{19}
۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۵	۰/۵	a_{10}	۱	۱	۱	۰/۵	۰/۶۲۵	a_{20}

منبع: محاسبات نگارندگان

نکتهٔ گفتنی در مورد روش‌های بی‌مقیاس‌سازی این است که استفاده از هریک از روش‌های بیان‌شده، 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 رابطهٔ $\bar{r}_{ij} = \frac{\sum r_{ij}}{m}$، در جدول ۹ استنتاج شده است و به‌منظور انطباق‌پذیری نتایج ماتریس‌های چندگانه انجام می‌شود تا زمینهٔ استفاده از نتایج پرسشنامه‌های مختلف برای استفاده در روش‌های چندمعیاره فراهم آید.

جدول ۹. ماتریس جمعی نظرات کارشناسان

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
a_1	۰/۳۰۸۳۳۳	۰/۳۱۶۶۶۷	۰/۶۵۸۳۳۳	۰/۶۳۳۳۳۳	۰/۷۳۳۳۳۳
a_2	۰/۴۳۳۳۳۳	۰/۵۰۸۳۳۳	۰/۶۲۵	۰/۹	۰/۷۳۳۳۳۳
a_3	۰/۴۶۶۶۶۷	۰/۳۹۱۶۶۷	۰/۴۸۳۳۳۳	۰/۶۶۶۶۶۷	۰/۶۴۱۶۶۷
a_4	۰/۴۶۶۶۶۷	۰/۳۵	۰/۴۹۱۶۶۷	۰/۷	۰/۶۷۵
a_5	۰/۳۰۸۳۳۳	۰/۳۱۶۶۶۷	۰/۵۹۱۶۶۷	۰/۷۶۶۶۶۷	۰/۶۴۱۶۶۷
a_6	۰/۹۱۶۶۶۷	۰/۹۵۸۳۳۳	۰/۹۵۸۳۳۳	۰/۸۶۶۶۶۷	۰/۹
a_7	۰/۶۸۳۳۳۳	۰/۷۳۳۳۳۳	۰/۷۵۸۳۳۳	۰/۷۳۳۳۳۳	۰/۷۴۱۶۶۷
a_8	۰/۸۱۶۶۶۷	۰/۸۶۶۶۶۷	۰/۸۵۸۳۳۳	۰/۸۳۳۳۳۳	۰/۸۰۸۳۳۳
a_9	۰/۵۵۸۳۳۳	۰/۸۳۳۳۳۳	۰/۶۹۱۶۶۷	۰/۶	۰/۳۲۵
a_{10}	۰/۶۲۵	۰/۸۶۶۶۶۷	۰/۷۹۱۶۶۷	۰/۷۳۳۳۳۳	۰/۳۶۶۶۶۷
a_{11}	۰/۶۵۸۳۳۳	۰/۸۳۳۳۳۳	۰/۸۲۵	۰/۸	۰/۴۰۸۳۳۳
a_{12}	۰/۶۳۳۳۳۳	۰/۶۹۱۶۶۷	۰/۷۲۵	۰/۸	۰/۷۴۱۶۶۷
a_{13}	۰/۸۶۶۶۶۷	۰/۷۵۸۳۳۳	۰/۸۲۵	۰/۶۳۳۳۳۳	۰/۷۴۱۶۶۷
a_{14}	۰/۶۰۸۳۳۳	۰/۶۵	۰/۶۹۱۶۶۷	۰/۷	۰/۶۶۶۶۶۷
a_{15}	۰/۵۷۵	۰/۵۵	۰/۶۲۵	۰/۶۳۳۳۳۳	۰/۵۵۸۳۳۳
a_{16}	۰/۸۱۶۶۶۷	۰/۸۲۵	۰/۹	۰/۶۶۶۶۶۷	۰/۷۰۸۳۳۳
a_{17}	۰/۷۷۵	۰/۷۸۳۳۳۳	۰/۸۵۸۳۳۳	۰/۶۶۶۶۶۷	۰/۷۷۵
a_{18}	۰/۹۱۶۶۶۷	۰/۹۵۸۳۳۳	۱	۰/۷	۰/۸۰۸۳۳۳
a_{19}	۰/۹۱۶۶۶۷	۰/۸۹۱۶۶۷	۱	۰/۶	۰/۷۵۸۳۳۳
a_{20}	۰/۹۱۶۶۶۷	۰/۸۲۵	۱	۰/۷۶۶۶۶۷	۰/۷۴۱۶۶۷

منبع: محاسبات نگارندگان

مینیمم‌های ماتریس تصمیم

برای مینیمم‌گرفتن 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	
$a_{۱}$	۰/۳۰۸۳۳۳	$a_{۱۱}$	۰/۴۰۸۳۳۳
$a_{۲}$	۰/۴۳۳۳۳۳	$a_{۱۲}$	۰/۶۳۳۳۳۳
$a_{۳}$	۰/۳۹۱۶۶۷	$a_{۱۳}$	۰/۶۳۳۳۳۳
$a_{۴}$	۰/۳۵	$a_{۱۴}$	۰/۶۰۸۳۳۳
$a_{۵}$	۰/۳۰۸۳۳۳	$a_{۱۵}$	۰/۵۵
$a_{۶}$	۰/۸۶۶۶۶۷	$a_{۱۶}$	۰/۶۶۶۶۶۷
$a_{۷}$	۰/۶۸۳۳۳۳	$a_{۱۷}$	۰/۶۶۶۶۶۷
$a_{۸}$	۰/۸۰۸۳۳۳	$a_{۱۸}$	۰/۷
$a_{۹}$	۰/۳۲۵	$a_{۱۹}$	۰/۶
$a_{۱۰}$	۰/۳۶۶۶۶۷	$a_{۲۰}$	۰/۷۴۱۶۶۷

منبع: محاسبات نگارندگان

گزینش ماتریس تصمیم به روش ماکسی مین

برای ماکزیمم گرفتن چند عدد از تابع (. . . . و عدد ۲ و عدد ۱) از Max استفاده می‌شود. در این‌گونه روش‌ها فقط بخشی از اطلاعات موجود از ماتریس تصمیم‌گیری استفاده می‌شود. بدین طریق گزینه‌ای که برای کلیهٔ شاخص‌ها دارای امتیاز بالایی است، می تواند تحت تسلط گزینهٔ دیگری واقع شود. در جدول ۱۱ گزینهٔ دارای رتبهٔ برتر ماتریس تصمیم، به روش ماکسی‌مین استنتاج شده است.

جدول ۱۱. گزینهٔ رتبهٔ برتر ماتریس تصمیم به روش ماکسی‌مین

رتبه		مقدار
۱	$a_{۶}$	۰/۸۶۶۶۶۷
۲	$a_{۸}$	۰/۸۰۸۳۳۳
۳	$a_{۲۰}$	۰/۷۴۱۶۶۷
۴	$a_{۱۸}$	۰/۷
۵	$a_{۷}$	۰/۶۸۳۳۳۳

منبع: محاسبات نگارندگان

گزینش ماتریس تصمیم به‌روش ضریب خوش‌بینی

نتایج حاصل‌شده در جدول ۱۲ نمایش داده شده است که مبین رتبه‌بندی گزینه‌های بیست‌گانهٔ پیشنهادی است.

جدول ۱۲. نتایج محاسبات به‌روش HurwiTZ

گزینه	$\min n_{ij}$	$\max n_{ij}$	A^*					
			$a = ۰/۹$	$a = ۰/۸$	$a = ۰/۷$	$a = ۰/٦$	$a = ۰/٥$	$a = ۰/٤$
$a_۱$	۰/۳۰۸۳۳۳	۰/۷۳۳۳۳۳	۰/۳۵۰۸۳۳	۰/۳۹۳۳۳۳	۰/۴۳۵۸۳۳	۰/۴۷۸۳۳۳	۰/۵۲۰۸۳۳	۰/۵۶۳۳۳۳
$a_۲$	۰/۴۳۳۳۳۳	۰/۹	۰/۴۸	۰/۵۲۶۶۶۶	۰/۵۷۳۳۳۳	۰/۶۲	۰/۶۶۶۶۶۷	۰/۷۱۳۳۳۳
$a_۳$	۰/۳۹۱۶۶۷	۰/۶۶۶۶۶۷	۰/۴۱۹۱۶۷	۰/۴۴۶۶۶۷	۰/۴۷۴۱۶۷	۰/۵۰۱۶۶۷	۰/۵۲۹۱۶۷	۰/۵۵۶۶۶۷
$a_۴$	۰/۳۵	۰/۷	۰/۳۸۵	۰/۴۲	۰/۴۵۵	۰/۴۹	۰/۵۲۵	۰/۵۶
$a_۵$	۰/۳۰۸۳۳۳	۰/۷۶۶۶۶۷	۰/۳۵۴۱۶۶	۰/۴	۰/۴۴۵۸۳۳	۰/۴۹۱۶۶۷	۰/۵۳۷۵	۰/۵۸۳۳۳۳
$a_۶$	۰/۸۶۶۶۶۷	۰/۹۵۸۳۳۳	۰/۸۷۵۸۳۴	۰/۸۸۵	۰/۸۹۴۱۶۷	۰/۹۰۳۳۳۳	۰/۹۱۲۵	۰/۹۲۱۶۶۷
$a_۷$	۰/۶۸۳۳۳۳	۰/۷۵۸۳۳۳	۰/۶۹۰۸۳۳	۰/۶۹۸۳۳۳	۰/۷۰۵۸۳۳	۰/۷۱۳۳۳۳	۰/۷۲۰۸۳۳	۰/۷۲۸۳۳۳
$a_۸$	۰/۸۰۸۳۳۳	۰/۸۶۶۶۶۷	۰/۸۱۴۱۶۶	۰/۸۲	۰/۸۲۵۸۳۳	۰/۸۳۱۶۶۷	۰/۸۳۷۵	۰/۸۴۳۳۳۳
$a_۹$	۰/۳۲۵	۰/۸۳۳۳۳۳	۰/۳۷۵۸۳۳	۰/۴۲۶۶۶۷	۰/۴۷۷۵	۰/۵۲۸۳۳۳	۰/۵۷۹۱۶۷	۰/۶۳
$a_{۱۰}$	۰/۳۶۶۶۶۷	۰/۸۶۶۶۶۷	۰/۴۱۶۶۶۷	۰/۴۶۶۶۶۷	۰/۵۱۶۶۶۷	۰/۵۶۶۶۶۷	۰/۶۱۶۶۶۷	۰/۶۶۶۶۶۷
$a_{۱۱}$	۰/۴۰۸۳۳۳	۰/۸۳۳۳۳۳	۰/۴۵۰۸۳۳	۰/۴۹۳۳۳۳	۰/۵۳۵۸۳۳	۰/۵۷۸۳۳۳	۰/۶۲۰۸۳۳	۰/۶۶۳۳۳۳
$a_{۱۲}$	۰/۶۳۳۳۳۳	۰/۸	۰/۶۵	۰/۶۶۶۶۶۶	۰/۶۸۳۳۳۳	۰/۷	۰/۷۱۶۶۶۷	۰/۷۳۳۳۳۳
$a_{۱۳}$	۰/۶۳۳۳۳۳	۰/۸۶۶۶۶۷	۰/۶۵۶۶۶۶	۰/۶۸	۰/۷۰۳۳۳۳	۰/۷۲۶۶۶۷	۰/۷۵	۰/۷۷۳۳۳۳
$a_{۱۴}$	۰/۶۰۸۳۳۳	۰/۷	۰/۶۱۷۵	۰/۶۲۶۶۶۶	۰/۶۳۵۸۳۳	۰/۶۴۵	۰/۶۵۴۱۶۷	۰/۶۶۳۳۳۳
$a_{۱۵}$	۰/۵۵	۰/۶۳۳۳۳۳	۰/۵۵۸۳۳۳	۰/۵۶۶۶۶۷	۰/۵۷۵	۰/۵۸۳۳۳۳	۰/۵۹۱۶۶۷	۰/۶
$a_{۱۶}$	۰/۶۶۶۶۶۷	۰/۹	۰/۶۹	۰/۷۱۳۳۳۴	۰/۷۳۶۶۶۷	۰/۷۶	۰/۸۷۳۳۳۴	۰/۸۰۶۶۶۷
$a_{۱۷}$	۰/۶۶۶۶۶۷	۰/۸۵۸۳۳۳	۰/۶۸۵۸۳۴	۰/۷۰۵	۰/۷۲۴۱۶۷	۰/۷۴۳۳۳۳	۰/۷۶۲۵	۰/۷۸۱۶۶۷
$a_{۱۸}$	۰/۷	۱	۰/۷۳	۰/۷۶	۰/۷۹	۰/۸۲	۰/۸۵	۰/۸۸
$a_{۱۹}$	۰/۶	۱	۰/۶۴	۰/۶۸	۰/۷۲	۰/۷۶	۰/۸	۰/۸۴
$a_{۲۰}$	۰/۷۴۱۶۶۷	۱	۰/۷۶۷۵	۰/۷۹۳۳۳۴	۰/۸۱۹۱۶۷	۰/۸۵۴	۰/۸۷۰۸۳۴	۰/۸۹۶۶۶۷

منبع: محاسبات نگارندگان

لذا برمبنای ماتریس جمعی و نتیجهٔ نهایی نیز، گزینهٔ $a_۶$ بالاترین امتیاز را کسب می‌کند که بر یک‌طرفه‌شدن خیابان فرخی تأکید دارد. با توجه به اینکه خیابان فرخی در هستهٔ 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 آمدوشد 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 فزایندهٔ تقاضای حمل و نقل شهری که تحت تأثیر عوامل اجتماعی و اقتصادی به‌وجود 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، به‌دلیل بافت قدیمی مشکلات بیشتری وجود دارد. تعیین هدف و راهبردهای بهینه‌سازی حمل و نقل درون‌شهری، براساس 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 به‌وقوع 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، یک‌طرفه‌سازی معابر هستهٔ مرکزی شهر، گزینهٔ برتر در روش‌های تصمیم‌گیری انتخاب شد.

درمجموع 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 حوزه های ترافیکی شهر؛
۲. توسعهٔ سیستم‌های حمل و نقل هوشمند به‌شکل 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 تعادل‌بخشی به سلسله‌مراتب راه‌ها، شامل راه‌های شریانی اصلی و فرعی، راه‌های محلی و در جهت اصلاح الگوی شبکه؛ به‌گونه‌ای که نیازهای فعلی و توسعهٔ آتی شهری را برآورده کند.

راهبردهای بهینه‌سازی حمل و نقل

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

- توسعه و اصلاح شبکهٔ 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، محدودهٔ طرح ترافیک، تنظیم ساعات کار و...)؛
- توسعه و اصلاح پارکینگ (حاشیه‌ای و غیر حاشیه‌ای ـ طبقاتی)؛
- بهبود ایمنی (ایمن‌سازی نقاط حادثه‌خیز، آرام‌سازی ترافیک)؛
- توسعه و اصلاح سیستم موتورسیکلت‌رانی (ایجاد خطوط ویژه، توسعهٔ پارکینگ موتورسیکلت و...)؛
- توسعهٔ 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, **Introuduction to Transportation Planning and Engeinering,** 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 Syamrdy, K., 2001, **New Systems and Perspectives of Land Transportation**, the Eighth Conference of Traffic and Transportation Engineering, June 2001. (*in Persian*)