اولویت‌بندی عوامل هندسی و ترافیکی مؤثر بر تصادفات در مبادی ورودی به شهرها با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی

مقاله علمی – پژوهشی

*حسن خاکسار (نویسنده مسئول)، استاد، گروه مهندسی عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، تهران، ایران

رضا روشنی، دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه مهندسی عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، تهران، ایران

شاهین حسنی، دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه مهندسی عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، تهران، ایران

*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: h.khaksar@iau-tnb.ac.ir

دریافت: ۱۴۰۴/۱۰/۰۲– پذیرش:۱۴۰۵/۰۳/۰۲

صفحه ۳۸۶-۳۶۹

چکیده

تاکنون در مطالعات ایمنی راه‌ها، به راه‌های ورودی شهرها کمتر توجه شده است. این نوع راه‌ها، دارای شرایطی بینابین راه‌های برون‌شهری و درون‌شهری می‌باشند. هدف از این پژوهش شناسایی عوامل ترافیکی و هندسی مؤثر بر تصادفات در راه‌ها و مبادی ورودی به شهرها می‌باشد. به منظور شناسایی عوامل مؤثر بر تصادفات در این نوع راه‌ها از روش تحلیل سلسله مراتبی استفاده شده است. در این راستا پارامترهای هندسی و ترافیکی مؤثر بر تصادفات توسط کارشناسان شناسایی شده و در قالب پرسشنامه تهیه شده است. سپس تعداد ۳۲ پرسشنامه توسط نخبگان دانشگاهی متخصص، شامل اساتید و دانشجویان، شاغلان در سازمان‌های راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای و کارشناسان پلیس راهور تهیه و تکمیل گردیده است. نتایج روش تحلیل سلسله‌مراتبی نشان داد که به صورت کلی ۷ پارامتر: تعداد دسترسی‌های محلی، درصد رانندگان با سرعت غیرمجاز، تراکم طولی کاربری‌های تجاری و صنعتی کنار مسیر، تعداد دوربرگردان‌ها، عرض سواره‌رو، میزان تعرض از سرعت غیرمجاز و روشنایی کافی راه در شب به عنوان مؤثرترین عوامل در ایجاد تصادفات در این نواحی شناسایی شدند. از این نتایج می‌توان به منظور پیش‌بینی عوامل مؤثر بر تصادفات در محورهای مختلف شهرها و بررسی امکان بهبود ایمنی این نواحی از طریق اصلاح پارامترهای تأثیرگذار استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: راه‌های ورودی شهرها، ایمنی راه، تحلیل سلسله‌مراتبی، عوامل مؤثر بر تصادفات

۱- مقدمه

مقوله ایمنی از جمله مهم‌ترین و پرچالش‌ترین مواردی است که در دهه اخیر مورد توجه ارگان‌ها و سازمان‌های حمل‌ونقلی و غیرحمل‌ونقلی (نظیر بیمه، محیط‌زیست و غیره) در دنیا قرار گرفته است. مهم‌ترین تلاش‌ها در حوزه ایمنی در حمل‌ونقل به فرآهم آوردن شرایط تردد ایمن وسایل نقلیه موتوری و غیرموتوری از طریق شناسائی عوامل مؤثر بر وقوع تصادفات و مدیریت و کنترل این عوامل متمرکز شده است. گزارش وضعیت جهانی ایمنی جاده ۲۰۱۵، که منعکس‌کننده اطلاعات

جمع‌آوری شده از ۱۸۰ کشور جهان است، نشان می‌دهد که در سراسر جهان، تعداد کل تلفات جاده‌ای در حدود ۱/۲ میلیون نفر در سال است و عامل اصلی مرگ‌ومیر در بین جوانان بین ۱۵ تا ۲۹ ساله را تشکیل می‌دهد. مطابق پیش‌بینی سازمان بهداشت جهانی، حوادث جاده‌ای تا سال ۲۰۳۰ میلادی، پنجمین عامل مهم مرگ‌ومیر محسوب خواهند شد (افندی‌زاده و گلشن خواص، ۱۳۸۵). در کشور ایران، حمل‌ونقل جاده‌ای سهمی معادل ۹٤ درصد از کل حمل‌ونقل‌ها را به خود اختصاص می‌دهد و بنابراین تأمین ایمنی آن یک موضوع مهم است. سهم نواقص جاده‌ای در تصادفات ترافیکی در جهان ۲٤ درصد است، اما مقدار آن در ایران حدوداً برابر با ۳٦ درصد می‌باشد (حسین‌پور، ۱٤۰٤). سوانح ترافیکی بار عظیمی به اقتصاد و خدمات درمانی کشورها و منجمله کشور ایران وارد می‌کند. در بررسی الگوی مکانی تصادفات در ایران، اهمیت و ضرورت توجه به راه‌های ورودی به شهرها زمانی مشخص می‌شود که به این نکته توجه شود که ۷۰ درصد تصادفات برون‌شهری ایران در فاصله ۳۰ کیلومتری و حدود ٤۰ درصد از تصادفات برون‌شهری در فاصله ۵ کیلومتری از محدوده شهرها اتفاق افتاده است. این در حالیست که راه‌های ورودی به شهرها حدود ۹۵۰۰ کیلومتر از ۵۷۵۰۰ کیلومتر (حدود ۱۷ درصد) از راه‌های بین شهری کشور را به خود اختصاص داده‌اند (میرزاحسین و همکاران، ۱٤۰٤). راه‌های ورودی به شهرها در حدفاصل نواحی برون‌شهری به درون‌شهری واقع شده‌اند. این موضوع باعث شده است که این راه‌ها از نظر ساختار فیزیکی تقریباً مشابه با ساختار راه‌های بین شهری داشته باشند، اما به لحاظ عملکردی بخشی از ویژگی‌های راه‌های شهری را نیز دارا باشند. این تنوع و تضاد ویژگی‌ها باعث سردرگمی و رفتار رانندگی نامناسب رانندگان در این راه‌ها می‌شود که کاهش ایمنی و افزایش تصادفات از تبعات آن می‌باشد (انجمن آمریکایی مسئولان بزرگراه‌ها و حمل‌ونقل ایالتی، ۲۰۱۵). بنابراین لازم است که موضوع ایمنی این نوع راه‌ها به طور جداگانه از راه‌های شهری و بین‌شهری مورد توجه قرار گیرد.

یکی از نکات مهم در مطالعه راه‌های ورودی به شهرها، تعیین محدوده مطالعه و به عبارت دیگر انتخاب فاصله‌ای از محدوده تعریف شده شهرها است که در محدوده آن، عملکرد ترافیکی این راه‌ها حالت بینابینی دارد. از بررسی منابع مرتبط داخلی و خارجی، معیارها و یا ضوابط خاصی برای تعیین این محدوده بدست نیامد، اما در گزارش‌های ادارات راهداری‌وحمل‌ونقل جاده‌ای و پلیس راهنمایی و رانندگی ایران، به‌طورپیوسته محدوده‌ی ورودی شهرها در فاصله ۳۰ کیلومتری از آن‌ها یاد شده است. بنابراین در این پژوهش نیز راه‌های اصلی منتهی به هر شهر در این محدوده ۳۰ کیلومتری به عنوان راه‌های ورودی به شهرها در نظر گرفته شده است.

در راه‌های و مبادی ورودی به شهرها به دلیل عملکرد بینابینی آن‌ها، عوامل گسترده‌ای بر روی تصادفات آن‌ها تأثیرگذار می‌باشند. به همین منظور، برای تعیین عوامل مؤثر بر تصادفات در این نوع راه‌ها، بایستی ترکیبی از عوامل مؤثر بر تصادفات راه‌های شهری و برون‌شهری در نظر گرفته شوند. در راه‌های شهری، عابران پیاده و وسایل‌نقلیه دوچرخ موتوری و غیرموتوری مانند دوچرخه و موتورسیکلت با ویژگی‌های خاص خود سهم عمده‌ای از عبور و مرور را به خود اختصاص می‌دهند و در تصادفات هم سهم بالائی دارند. در این راستا، مطالعات گسترده‌ای برای پیش‌بینی تصادفات وسایل نقلیه و عابران پیاده و شدت تصادفات در تقاطعات و راه‌های مختلف شهری انجام شده است (Abdel-Aty و Pande، ۲۰۰۵) و (Azin و همکاران، ۲۰۲۵). همچنین مطالعات گذشته نشان داده‌اند، که کاربری‌های موجود اطراف راه‌ها و چگونگی توسعه شهری تأثیر قابل‌توجهی بر روی تصادفات در محدوده شهری دارند (داوودی و رحمتی، ۲۰۱۵)، (الیاسی و همکاران، ۲۰۱٦) و (تفتی و روشنی، ۲۰۲۱). در مقابل، در جاده‌های برون‌شهری به دلیل بالابودن سرعت رانندگی و عدم حضور قابل توجه وسایل نقلیه دوچرخ موتوری و غیرموتوری و همچنین عابران پیاده در آن‌ها، عوامل مؤثر بر تصادفات متفاوت می‌باشند. همچنین یکنواختی راه‌های برون‌شهری و محیط پیرامونی آن‌ها در مقایسه با پیچیدگی راه‌های شهری و محیط پیرامونی آن‌ها دیگر عامل بارز تفاوت راه‌های درون‌شهری و برون‌شهری است. با توجه به بالابودن سرعت در راه‌های برون‌شهری، وضعیت کاربری‌های اطراف مسیر و میزان تراکم راه‌های دسترسی به آن‌ها از جمله پارامترهای مهمی هستند که بر روی تصادفات این نوع راه‌ها تأثیر گذارند. همچنین، شرایط هندسی راه تأثیر قابل‌توجهی بر شرایط ایمنی راه‌های بین‌شهری دارند. در این رابطه، پژوهش‌ها نشان داده‌اند که عوامل هندسی چون عرض سواره، عرض میانه، عرض شانه‌های سمت چپ و راست و دیگر خصوصیات هندسی راه

از جمله پارامترهای مؤثر بر وقوع تصادفات در این نوع راه‌ها هستند.

۲- پیشینه تحقیق

در راه‌های ورودی به شهرها به دلیل عملکرد بینابینی راه، ترکیب عوامل مؤثر بر تصادفات راه‌های درون‌شهری و برون‌شهری می‌توانند بر وقوع تصادفات مؤثر باشند. پژوهش‌ها و مقالات گذشته در این رابطه نشان داده‌اند که در این راه‌ها ویژگی‌های هندسی راه همچنان، پارامترهای مؤثری در وقوع تصادفات هستند. مطالعه انجام‌شده در ایران توسط (افندی‌زاده و گلشن خواص، ۱۳۸۵) نیز این موضوع را تایید نموده است. آن‌ها در بررسی عوامل مؤثر بر ایمنی مبادی ورودی شهرها شش پارامتر، عرض مسیر، حجم تردد وسایل نقلیه (AADT)، تعداد دسترسی به مسیر اصلی، جمعیت شهرها، شیب مسیر و طول مسیر را به عنوان عوامل مؤثر بر ایمنی راه‌های ورودی شهرها در نظر گرفتند. همچنین (خلیلی و پاک‌گهر، ۲۰۱۳)، روشنایی مسیر در محدوده این راه‌ها به دلیل پیچیدگی ناشی از کاربری‌های تجاری و دسترسی‌های متعدد در محدوده این راه‌ها را عامل مهمی در کاهش تصادفات شناسائی نمودند. وجود کاربری‌های مختلف تجاری و مزروعی در این مسیرها باعث ورود و تردد وسایل نقلیه متنوع با سرعت‌های مختلف از طریق دسترسی‌های متعدد ایجادشده به این راه‌ها می‌شود و پیامد کاهش ایمنی در این نوع از مسیرها را در پی خواهد شد (Gomes و همکاران، ۲۰۱۲). علاوه بر پارامترهای بیان‌شده، خصوصیات راننده و رفتار رانندگی نیز بی‌شک یک پارامتر مؤثر است، که بایستی مورد توجه قرار گیرد. هرچند در این پژوهش به آن پرداخته نشده است، چراکه هدف از ارائه‌ی این پژوهش عمدتاً بررسی تأثیر عوامل ترافیکی، هندسی و محیطی راه‌های ورودی به شهرها بر وقوع تصادفات رانندگی در آن‌ها بوده است.

در دهه اخیر، مسیر پژوهش‌های داخلی با تمرکز بر «بخش‌های پایانی راه‌های دسترسی به شهرها» ادامه یافته است. فلاح‌تفتی و روشنی (۲۰۲۱) با مدل‌سازی آماری نشان می‌دهند که ترکیب متغیرهای هندسی شامل شیب، طول و قوس‌ها، متغیرهای ترافیکی شامل حجم و سهم وسایل نقلیه سنگین، و همچنین مدیریت دسترسی و شدت فعالیت‌های حاشیه‌ای، محرک‌های کلیدی فراوانی تصادفات در آستانه ورود به محدوده شهری‌اند. این نتیجه، اهمیت هم‌زمان هندسه راه، شدت و تراکم ترافیک و کاربری اراضی در حاشیه مسیر را برای اولویت‌بندی در مدل AHP تقویت می‌کند.

از منظر «مدیریت و کنترل سرعت وسایل نقلیه» در نواحی ورودی، شواهد بین‌المللی جدید نشان می‌دهد که طراحی گذار و بهبود دروازه ورودی شهری (Gateway/Threshold) می‌تواند به‌طور معناداری سرعت‌های عملیاتی و در پی آن تصادفات را کاهش دهد. گزارش اداره حمل‌ونقل مینه‌سوتا با عنوان Complete Streets: Speed Impacts، چند مطالعه قبل-بعد از پیاده‌سازی دروازه ورودی شهری را مرور کرده و کاهش چشمگیر سرعت‌ها و تصادفات دارای شدت جرحی و فوتی را گزارش می‌کند؛ یافته‌ای که به‌روشنی نقش خوانایی محیط و نشانه‌گذاری بصری-فیزیکی را در کنترل سرعت ورودی‌ها نشان می‌دهد (Minnesota Department of Transportation، ۲۰۲۴). همسو با این موضوع، راهنمای جهانی سرعت‌های ایمن نیز بر تعیین حد سرعت‌های متناسب با تعارضات انسانی در نواحی شهری تأکید دارد؛ برای نمونه، سرعت ۳۰ کیلومتر بر ساعت در محیط‌های دارای تعارض با عابر پیاده توصیه شده و بر لزوم ایجاد و توسعه راه‌های دارای نشانه‌های هندسی و بصری هدایت‌کننده رفتار رانندگان در ناحیه گذار از مسیرهای برون‌شهری به درون‌شهری تأکید شده است (Global Road Safety Facility، ۲۰۲۴).

در خوشه «هندسه مسیر»، مطالعات جدید نشان می‌دهد که «عرض خط عبور» و «پیکربندی مقطع» با سرعت و ریسک تصادف رابطه مستقیم دارند. Azin و همکاران (۲۰۲۵) در مطالعه‌ای گسترده روی معابر شریانی شهری نشان دادند که انتخاب عرض‌های مناسب، به‌ویژه در بافت‌های متراکم، می‌تواند به کاهش سرعت‌های عملیاتی بدون افزایش معنی‌دار تصادفات کمک کند؛ نتیجه‌ای که قابلیت تلفیق در AHP به‌عنوان زیربعد «عرض خط/شانه» و «خوانایی مقطع» را دارد. همچنین Khattak و همکاران (۲۰۲۴) نیز اثر عناصر مقطع، نظیر عرض، جزیره میانی، جداسازی و سایر عوامل زیرساختی و ترافیکی را بر ایمنی واکاوی کرده‌اند.

در خوشه «مدیریت دسترسی و شدت فعالیت حاشیه‌ای»، پژوهش‌های جدید نشان داده‌اند که تراکم بالای دسترسی‌ها و رمپ‌های ورودی-خروجی، ورودی‌های مستقیم واحدهای تجاری در حاشیه مسیر و پارکینگ‌های حاشیه‌ای با افزایش فراوانی و شدت تصادفات، به‌ویژه برای کاربران آسیب‌پذیر،

همراه است. Ahmed و همکاران (۲۰۲٤) با تمرکز بر چگالی دسترسی‌ها، همبستگی مثبت آن با فراوانی تصادف را گزارش کرده‌اند و Chaves-Lasso و همکاران (۲۰۲۵) نیز اثرگذاری پررنگ ضعف مدیریت دسترسی بر افزایش تصادفات، خصوصاً تصادفات عابران پیاده، را نشان می‌دهند. این شواهد به‌صورت مستقیم به معیارهای «تعداد/فاصله دسترسی‌ها» و «شدت فعالیت‌های تجاری حاشیه‌ای» در سلسله‌مراتب AHP قابل ترجمه و قابل تفسیر است.

در بُعد «روشنایی و شرایط مطلوبیت دید»، ادبیات داخلی و خارجی بر اهمیت نورپردازی معابر در کاهش شدت و فراوانی تصادفات تأکید دارد. در ادبیات داخلی، خلیلی و پاک‌گهر (۲۰۱۳) با رویکرد رگرسیون لجستیک، نقش نقص‌های راه، از جمله شرایط دید و روشنایی، را در شدت تصادفات گزارش کرده‌اند. همچنین در مطالعات مرتبط با ایمنی مبادی ورودی شهرها، به ارتباط میان روشنایی ناکافی، پیچیدگی کاربری‌های تجاری و افزایش مخاطرات ایمنی در نواحی ورودی اشاره شده است (افندی‌زاده و گلشن‌خواص، ۱۳۸۵؛ حسن‌پور، ۱٤۰٤). علاوه بر این، میرزاحسین و همکاران (۱٤۰٤) نشان داده‌اند که حتی «نور ماه» در مواقع تاریکی مسیر نیز با کاهش رخداد تصادفات در راه‌های بدون روشنایی همبستگی دارد؛ قرینه‌ای که حساسیت بالای متغیر روشنایی و دید در شرایط شب را نشان می‌دهد. بنابراین، «کیفیت روشنایی شبانه» باید در AHP به‌عنوان معیاری مستقل در نظر گرفته شود.

از زاویه «رفتار و سرعت انتخابی راننده» در نواحی ورودی، مطالعات جدید با داده‌های میدانی و شبیه‌ساز رانندگی نشان می‌دهند که مداخلات پیوسته طراحی، از نشانه‌گذاری و بافت سطح تا باریک‌سازی، می‌توانند سرعت ترجیحی، سرعت ایمن و سرعت واقعی را هم‌سو کنند. Van Eggermond و همکاران (۲۰۲۵) تأکید می‌کنند که بسته‌های طراحیِ هندسی مقطع و حاشیه راه، شکاف میان سرعت واقعی و سرعت ایمن را کاهش می‌دهند؛ شاهدی کاربردی و تأثیرگذار برای تعریف معیار «خوانایی مسیر» در ساختار تصمیم‌گیری سلسله‌مراتبی.

در کنار موارد و پارامترهای بیان‌شده، چندین راهنمای سیاستی به‌روز نیز شواهد عملی قابل‌اتکایی برای نواحی گذار فراهم کرده‌اند. راهنمای سرعت‌های ایمن GRSF و راهنمای مدیریت سرعت سازمان جهانی بهداشت، مجموعه‌ای از ملاحظات تعیین حد سرعت، خوداجراشدن مسیر و طراحی به نفع کاربران آسیب‌پذیر را تجمیع می‌کنند. در طراحی ایمن معابر ورودی شهر، خوداجراشدن مسیر به این معناست که هندسه، نشانه‌های بصری و سازمان‌دهی کالبدی مسیر باید به‌گونه‌ای باشد که رفتار رانندگی ایمن بدون نیاز به تذکرات مستمر، به‌صورت طبیعی هدایت و تقویت شود. همچنین تأکید بر سرعت ۳۰ کیلومتر بر ساعت در نواحی دارای تعارض پیاده–خودرو، با منطق قابل ترجمه به معیارهای ساختار تصمیم‌گیری سلسله‌مراتبی، از جمله شدت تعارض کاربران آسیب‌پذیر، هندسه مقطع، کیفیت دسترسی و روشنایی، سازگار است (Global Road Safety Facility، ۲۰۲٤؛ World Health Organization، ۲۰۲۳).

برخی مطالعات داخلی جدید نیز همسو با این روند، به‌صورت مستقیم بر «مبادی ورودی شهرها» متمرکز شده‌اند. برای نمونه، حسن‌پور (۱٤۰٤) رویکردی استراتژیک برای ایمنی ورودی‌ها بر مبنای عوامل مؤثر بر تصادفات و با استفاده از مدل‌های یادگیری ماشین و رگرسیون پواسون پیشنهاد کرده است. همچنین مطالعه افندی‌زاده و گلشن‌خواص (۱۳۸۵) با تمرکز بر طراحی مدل ایمنی مبادی ورودی شهرها، مجموعه‌ای از محرک‌های هندسی، ترافیکی و محیطی را برای تحلیل ایمنی این نواحی مطرح کرده است. این‌دست مطالعات، مواد خام مفیدی برای استخراج معیارها و تعریف شاخص‌های قابل‌اندازه‌گیری در AHP فراهم می‌کنند.

در جمع‌بندی مسیر مطالعات پیشین، می‌توان پنج خوشه اصلی معیار را که در تحلیل ایمنی راه‌های ورودی به شهرها اهمیت بنیادین دارند، استخراج نمود. خوشه نخست، هندسه راه و مقطع است که متغیرهایی نظیر عرض خط و شانه، شعاع و مکان‌یابی قوس‌ها، شیب طولی و طول مقطع گذار را دربر می‌گیرد و نقش تعیین‌کننده‌ای در شکل‌دهی رفتار سرعتی رانندگان دارد. خوشه دوم به ویژگی‌های ترافیکی اختصاص دارد؛ از جمله حجم متوسط روزانه تردد (AADT)، سهم وسایل نقلیه سنگین و میزان ناهمگنی سرعت که همگی می‌توانند احتمال بروز تعارضات و حوادث را در نواحی گذار افزایش دهند. خوشه سوم، مدیریت دسترسی و شدت فعالیت‌های حاشیه‌ای است که شامل تعداد و فاصله دسترسی‌ها، نوع کاربری‌های جاذب سفر در حاشیه مسیر و وجود پارکینگ‌های مستقیم یا توقف‌های ناگهانی در حریم راه می‌شود و به‌طور مستقیم بر پیچیدگی ترافیک اثر می‌گذارد. چهارمین خوشه، روشنایی و شرایط دید

است که کیفیت روشنایی شبانه، کنتراست بصری، خیرگی و موانع دید را شامل می‌شود و نقش مؤثری در کاهش شدت و فراوانی تصادفات، به‌ویژه در شرایط شب، دارد. در نهایت، پنجمین خوشه به خوانایی مسیر و بهبودهای مبادی ورودی شهرها در نقطه مکانی آستانه ورود مربوط است که در قالب طراحی‌های بصری و کالبدی شامل تغییر بافت سطح، نشانه‌گذاری‌های پیوسته و نشانه‌های فضایی ورودی، به راننده «احساس ورود به بافت شهری» را القا کرده و رفتار سرعتی وی را به‌صورت طبیعی در سطح ایمن تنظیم و کاهش می‌دهد. حضور و تداوم مطالعات اخیر در هر یک از این دسته‌بندی‌ها، اعتبار منسجمی برای این چارچوب ایجاد کرده و امکان ترجمه مستقیم آن به ساختار تصمیم‌گیری سلسله‌مراتبی را فراهم می‌سازد؛ به‌گونه‌ای که وزن‌دهی و رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر ایمنی به شکلی نظام‌مند و قابل اتکا انجام گیرد..

با مرور ادبیات پژوهش می‌توان دریافت که بررسی‌های انجام‌شده در حوزه ایمنی راه‌های ورودی به شهرها، در مقایسه با مطالعات گسترده‌ی راه‌های درون‌شهری و برون‌شهری، محدودتر بوده‌اند. بیشتر پژوهش‌ها صرفاً به شناسایی عوامل دخیل در شدت تصادفات یا ارائه مجموعه‌ای از توصیه‌های اصلاحی پرداخته‌اند و کمتر به اولویت‌بندی هم‌زمان و ساختارمند عوامل هندسی، ترافیکی و محیطی توجه کرده‌اند. این در حالی است که نواحی ورودی شهرها از نظر عملکرد، ماهیتی گذارگونه دارند و ویژگی‌های کالبدی و ترافیکی آن‌ها به‌طور هم‌زمان تحت تأثیر شرایط راه برون‌شهری و الزامات ایمنی بافت شهری قرار می‌گیرد. ازاین‌رو، انجام پژوهش تکمیلی که در آن متغیرهای گسترده‌تری همچون عرض و تعداد خطوط عبور، عرض شانه، روشنایی شبانه، ترکیب و چگالی ترافیک، عرض و نوع جداکننده میانی، سرعت عملکردی و همچنین شرایط محیطی حاشیه راه و کیفیت روسازی مورد ارزیابی هم‌زمان قرار گیرند، ضرورتی انکارناپذیر است. در راستای پاسخ به این نیاز، در مرحله نخست با بهره‌گیری از ادبیات پژوهش و استفاده از دیدگاه تخصصی صاحب‌نظران حوزه ایمنی، پارامترهای کلیدی مؤثر شناسایی شد. سپس با به‌کارگیری فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی، اهمیت نسبی هر یک از این پارامترها سنجیده شده و سهم واقعی آن‌ها در بروز تصادفات در نواحی ورودی شهرها به‌صورت دقیق و نظام‌مند مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج این رویکرد، امکان استخراج اولویت‌های اصلاحی و سیاستی هدفمند در مدیریت و ارتقای ایمنی این نواحی را فراهم می‌سازد.

۳- روش تحقیق

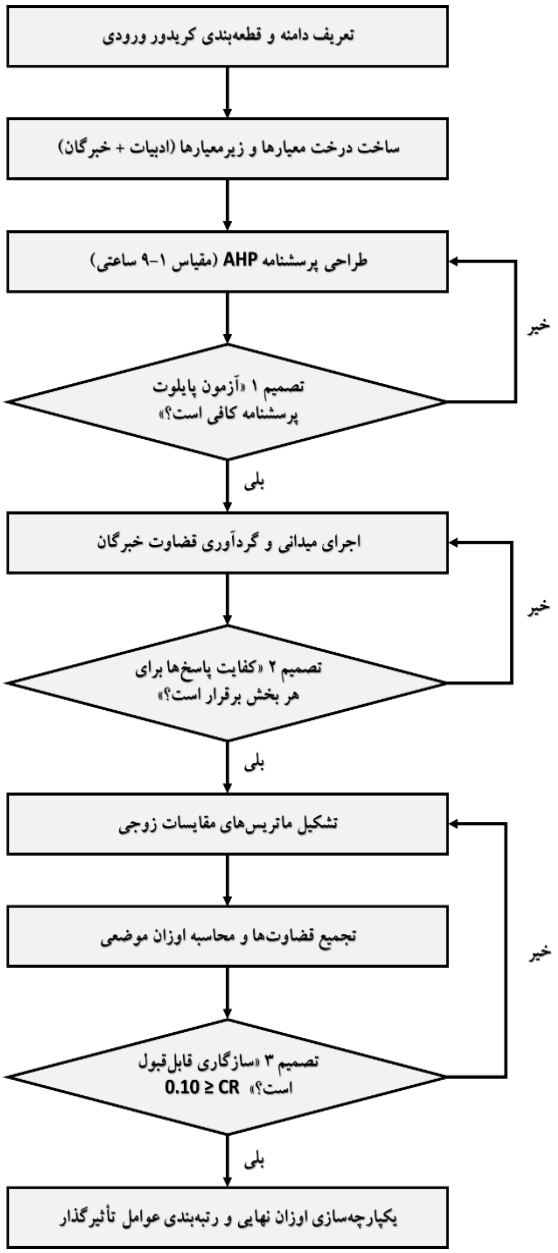
در فرآیند تصمیم‌گیری، یکی از گام‌های اساسی، شناسایی و انتخاب عوامل کلیدی مؤثر بر مسئله مورد بررسی است. در حوزه ایمنی راه و مدیریت ترافیک، تشخیص عوامل هندسی و ترافیکی مؤثر بر بروز تصادفات به‌ویژه در مبادی ورودی شهرها که نقاط انتقال از جاده‌های برون‌شهری به معابر درون‌شهری هستند، اهمیت ویژه‌ای دارد. این نقاط معمولاً به دلیل تغییرات در سرعت، عرض معبر، جریان ترافیک و الگوی کاربری اراضی، حساسیت بیشتری نسبت به سایر مقاطع شبکه دارند و بنابراین احتمال بروز تصادفات در آن‌ها بالاتر است.

از این‌رو، تعیین اولویت عوامل مؤثر در تصادفات این محدوده‌ها، می‌تواند نقش اساسی در برنامه‌ریزی و اجرای اقدامات اصلاحی ایفا کند و به بهبود سطح ایمنی کاربران راه و کاهش خسارات جانی و مالی منجر شود.

در این پژوهش برای اولویت‌بندی عوامل مؤثر، از روش تحلیل سلسله‌مراتبی استفاده شده است. فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی که نخستین بار توسط ساعتی ارائه شد، یکی از روش‌های شناخته‌شده در تصمیم‌گیری چندمعیاره است که امکان ترکیب قضاوت‌های ذهنی و داده‌های عینی را در یک چارچوب منسجم فراهم می‌سازد. این روش با تجزیه مسئله تصمیم‌گیری به سطوح مختلف شامل هدف، معیارها و گزینه‌ها، و سپس انجام مقایسات زوجی میان معیارها و شاخص‌ها، وزن و اهمیت نسبی هر عامل را محاسبه می‌کند. ویژگی برجسته ساختار تصمیم‌گیری سلسله‌مراتبی در مقایسه با سایر روش‌های تصمیم‌گیری این است که قادر است عوامل کمی و کیفی را به‌صورت هم‌زمان و نظام‌مند وارد فرآیند ارزیابی کند و از طریق بررسی میزان سازگاری قضاوت‌ها، از منطق‌مند بودن نتایج اطمینان حاصل نماید.

روش تحلیل سلسله‌مراتبی، به دلیل برخورداری از ساختاری شفاف، قابلیت اجرا در مسائل چندمعیاره و امکان تفسیر مناسب نتایج، به‌عنوان یکی از روش‌های پرکاربرد تصمیم‌گیری چندمعیاره در حوزه‌هایی مانند مهندسی عمران، برنامه‌ریزی حمل‌ونقل، مدیریت ترافیک و صنایع مورد استفاده قرار گرفته است (Saaty، ۱۹۷۷؛ Saaty، ۱۹۹۶؛ Moslem، ۲۰۱۸؛ Polat و Dağsuyu، ۲۰۱۷). استفاده از این روش در پژوهش

حاضر سبب می‌شود که عوامل هندسی و ترافیکی مؤثر بر تصادفات در مبادی ورودی به شهرها نه‌تنها شناسایی، بلکه بر اساس میزان اهمیت نسبی آن‌ها رتبه‌بندی شود و زمینه برای ارائه پیشنهادهای اصلاحی هدفمند در طراحی و مدیریت راه فراهم آید. در ادامه با توجه به توضیحات ارائه‌شده در رابطه با نوع متدولوژی به‌کاررفته در این پژوهش، در شکل ۱ فلوچارت روش تحقیق مربوط به این مطاالعه به تصویر کشیده شده است.



شکل ۱. فلوچارت روش تحقیق

۳-۱- جامعه آماری

راه‌های ورودی به شهرها به دلیل نقش گذارنده‌ای که میان شبکه راه‌های برون‌شهری و درون‌شهری ایفا می‌کنند، از اهمیتی ویژه در مدیریت ترافیک و ایمنی برخوردارند. این محدوده‌ها محل تغییر تدریجی یا ناگهانی الگوهای سرعت، حجم تردد، ترکیب جریان وسایل نقلیه و ماهیت کاربری‌های پیرامونی هستند؛ ازاین‌رو رفتار رانندگان در این نواحی به‌طور محسوس تحت تأثیر شرایط هندسی و محیطی مسیر قرار می‌گیرد و در نتیجه احتمال بروز تعارضات و وقوع تصادفات افزایش می‌یابد. بر همین اساس، هدف اصلی این پژوهش شناسایی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر تصادفات در راه‌های ورودی به شهرها است تا بتوان از طریق تحلیل ساختارمند، زمینه‌ای برای برنامه‌ریزی و اجرای اقدامات اصلاحی فراهم نمود.

در این راستا، داده‌های پژوهش از طریق تکمیل ۳۲ پرسشنامه توسط خبرگان حوزه‌های مهندسی ترافیک، راهداری و پلیس راه جمع‌آوری شده است. انتخاب خبرگان به‌گونه‌ای انجام شده که هم دیدگاه‌های تخصصی مرتبط با طراحی هندسی، هم تجربه عملی میدانی و هم ارزیابی رفتاری رانندگان در محدوده‌های ورودی لحاظ شود. به منظور ساختاردهی به عوامل مؤثر بر تصادفات، مجموعه معیارها در دو سطح سلسله‌مراتبی طبقه‌بندی شده‌اند.

در سطح نخست چهار معیار اصلی شامل:

-پارامترهای هندسی؛

-پارامترهای ترافیکی؛

-دسترسی و نوع کاربری‌های حاشیه‌ای مسیر؛

-شرایط مسیر و زیرساخت.

در نظر گرفته شده‌اند. در سطح دوم، هر یک از این معیارها به زیرمعیارهای جزئی‌تر تفکیک شده‌اند تا امکان تحلیل دقیق‌تر نقش هر عامل فراهم شود. فهرست کامل معیارها و زیرمعیارها به همراه نماد اختصاری آن‌ها در جدول ۱ ارائه شده است. ساختار سلسله‌مراتبی مسئله و ارتباط بین معیارهای اصلی و زیرمعیارهای آن‌ها نیز در جدول ۲ نمایش داده شده است.

برای سنجش اهمیت نسبی هر عامل، از شرکت‌کنندگان خواسته شد تا براساس مقیاس ۱ تا ۹ ساعتی، میزان ارجحیت هر معیار و زیرمعیار را نسبت به سایر عوامل، از منظر اثرگذاری بر وقوع تصادفات در راه‌های ورودی به شهر ارزیابی کنند.

این رویکرد امکان استخراج وزن‌های مقایسه‌ای و در نهایت تعیین اولویت عوامل مؤثر بر ایمنی را فراهم ساخته است. بدین ترتیب، چارچوب پژوهش ضمن بهره‌گیری از فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی، مجموعه‌ای سازمان‌یافته از عوامل را ارائه می‌دهد که می‌تواند برای تدوین راهبردهای اصلاح هندسی، بهبود مدیریت ترافیک و ارتقای شرایط ایمنی در مبادی ورودی شهرها مورد استفاده قرار گیرد.

جدول ۱. معیارهای اصلی و زیرمعیارهای دخیل در وقوع سوانح رانندگی

عوامل مؤثر بر تصادفات رانندگی در مبادی ورودی به شهرها			
پارامتر هندسی	**پارامتر ترافیکی**	**دسترسی کاربری‌های مجاور مسیر**	**شرایط مسیر**
✓ عرض سواره‌رو ✓ عرض شانه سمت چپ ✓ عرض شانه سمت راست ✓ عرض میانه	✓ متوسط حجم ترافیک روزانه مسیر ✓ درصد وسایل نقلیه سنگین ✓ درصد رانندگان با سرعت غیر مجاز ✓ میزان تعرض از سرعت غیر مجاز	✓ تعداد دسترسی‌های محلی به مسیر ✓ تعداد دوربرگردان‌ها ✓ تراکم طولی کاربری‌های تجاری- صنعتی در مجاورت مسیر ✓ تراکم طول کاربری‌های زراعی در مجاورت مسیر	✓ روشنایی مسیر در شب ✓ فاصله از شهر ✓ پارک حاشیه‌ای ✓ کیفیت رویه راه

جدول ۲. ارائه عوامل مؤثر بر تصادفات به همراه کُد آن‌ها

سطح	متغیرهای مطالعاتی	کُد
سطح ۱	پارامترهای هندسی	Geometric Parameters
	پارامترهای ترافیکی	Traffic Parameters
	دسترسی کاربری‌های مجاور مسیر	Access To Roadside Users
	شرایط مسیر	Road Conditions
سطح ۲	عرض سواره رو	Rwidth
	عرض شانه سمت چپ	Left Sh
	عرض شانه سمت راست	Right Sh
	عرض میانه	Med Width
	متوسط حجم ترافیک روزانه راه	Aadt
	درصد وسایل نقلیه سنگین	Heavy Traffic
	درصد رانندگان با سرعت غیرمجاز	Driver With Unallowable Speed
	میزان تعرض از سرعت غیرمجاز	Unallowable Speed
	تعدد دسترسی های محلی به مسیر مورد نظر	Den Access
	تعدد دوربرگردان‌ها	Uturns
	تراکم طولی کاربری های تجاری و صنعتی کنار مسیر	Comercial
	تراکم طولی کاربری های زراعی کنار مسیر	Agricultural
	روشنایی کافی راه در شب	Lighting St
	فاصله از شهر	Distance
	پارک حاشیه‌ای کنار مسیر	Num Parking
	کیفیت رویه راه	Con Pavement

فرآیند نظرسنجی پرسشنامه‌ای این پژوهش در دو بخش مجزا طراحی و اجرا شده است. بخش نخست پرسشنامه به گردآوری اطلاعات فردی و سابقه حرفه‌ای شرکت‌کنندگان اختصاص دارد. هدف از این بخش، شناخت ویژگی‌های جمعیت‌شناختی و تخصصی پاسخ‌دهندگان و اطمینان از تنوع و اعتبار جامعه خبرگی بوده است. نتایج حاصل از این بخش در جدول (۳) نمایش داده شده و شامل پارامترهای جنسیت، سطح تحصیلات، سابقه فعالیت در حوزه حمل‌ونقل و ترافیک، و گروه سنی پاسخ‌دهندگان می‌باشد. در این جدول، میانگین و انحراف معیار هر یک از این شاخص‌ها نیز ارائه شده است تا پراکندگی و توزیع نمونه به‌صورت آماری قابل تفسیر باشد. در راستای سهولت تحلیل داده‌ها، کدگذاری عددی برای برخی ویژگی‌ها انجام شده است. برای متغیر جنسیت، مقدار «۱» برای مردان و مقدار «۰» برای زنان در نظر گرفته شد. همچنین برای سطح تحصیلات نیز مقادیر «۱»، «۲» و «۳» به ترتیب برای کارشناسی، کارشناسی‌ارشد و دکتری تعیین گردید. شایان ذکر است که از مجموع ۳۲ پرسشنامه معتبر جمع‌آوری‌شده، ۲٤ پرسشنامه توسط افراد مرد و ۸ پرسشنامه توسط افراد زن تکمیل شده است. از نظر سطح تحصیلات نیز یک نفر دارای مدرک کارشناسی، ۲٤ نفر دارای مدرک کارشناسی‌ارشد و ۷ نفر دارای مدرک دکتری بوده‌اند که نشان‌دهنده غلبه جامعه خبرگی با تحصیلات تحصیلات تکمیلی در این تحقیق است. بخش دوم پرسشنامه به ارزیابی اهمیت و وزن‌دهی معیارها و زیرمعیارهای مؤثر بر تصادفات راه‌های ورودی به شهرها اختصاص دارد. در این بخش، شرکت‌کنندگان با استفاده از مقایسه‌های زوجی و بر مبنای مقیاس ۹ درجه‌ای ساعتی، میزان ارجحیت هر عامل را نسبت به سایر عوامل تعیین نموده‌اند. نتایج این بخش پایه اصلی تحلیل سلسله‌مراتبی را تشکیل داده و نقش تعیین‌کننده‌ای در استخراج وزن‌های نهایی و اولویت‌بندی عوامل داشته است.

همانطور که در مقدمه هم گفته شد، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی قادر است، با ساده‌سازی فرآیندهای پیچیده، بهترین گزینه‌ها را برای تصمیم‌گیری برگزیند. به همین دلیل از این روش برای تصمیم‌گیری در حوزه‌های مختلف مهندسی از جمله: مهندسی عمران، مهندسی حمل‌ونقل و مهندسی صنایع استفاده شده است. بنابراین در این پژوهش برای بررسی عوامل مؤثر بر تصادفات در مبادی ورودی به شهرها از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی استفاده شده است. گام اول برای ساخت فرآیند تحلیل سلسله مراتبی انتخاب معیارها و زیرمعیارهای عوامل مؤثر بر تصادفات بوده است. برای بررسی معیارها و زیرمعیارهای مورد نظر از روش تهیه پرسشنامه از افراد متخصص و نخبه استفاده شده، که تعداد ۳۲ پرسشنامه تهیه شده است. در پرسشنامه معیارهای اصلی به صورت کلی مورد پرسش قرار گرفتند. اما به دلیل اینکه راه‌های ورودی به شهرها عملکرد بینابینی راه‌های برون‌شهری و درون‌شهری دارند، پارامترهای مختلف در قسمت‌های مختلف از مسیر بر روی تصادفات تأثیرگذار هستند. به همین منظور زیرپارامترهای مربوطه را به‌صورت جداگانه در سه قطعه از مسیر هرکدام به طول ۱۰ کیلومتر جداگانه تأثیر آن‌ها مورد پرسش قرار گرفته است. در گام دوم، اطلاعات مربوط به پرسشنامه با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice 11 مورد بررسی قرار گرفتند.

در این مرحله ماتریس مقایسات زوجی معیارها و زیرمعیارها تشکیل شده و وزن هرکدام از آن‌ها به منظور تعیین پارامترهای مهم تعیین شده است.

جدول ۳. اطلاعات شخصی افراد شرکت‌کننده

متغیر	جنسیت (مرد=۱، زن=۰)	میزان تحصیلات (لیسانس=۱، فوق لیسانس=۲، دکتری=۳)	سابقه فعالیت در حوزه مربوطه	سن
تعداد	۳۲	۳۲	۳۲	۳۲
میانگین	۰,۷۵	۲,۱۹	۵,۷۸	۳۰,٤۱
انحراف معیار	۰,٤٤	۰,٤۷	٦,۵۰	٦,۵۹

۳-۲- مقایسات زوجی

اندازه‌گیری نسبی بین معیارها و زیرمعیارها را با استفاده از مقایسات زوجی که توسط ساعتی در سال ۱۹۷۷ پیشنهاد شد، انجام شده است (Wang و همکاران، ۲۰۱٤). پرسشنامه‌های بررسی‌شده براساس ماتریس مقایسات زوجی مرتب شدند. سپس مقایسات زوجی برای هرکدام از معیارها و زیرمعیارها برای تصمیم‌گیری در مورد آن‌ها انجام شد. برای ایجاد یک ماتریس مقایسه زوجی، وزن هر عنصر در مقایسه با وزن عنصر

دیگر با استفاده از روش بردار ویژه ساعتی مقایسه شد. بردار ویژه اصلی ماتریس، حداکثر مقدار ویژه چهار را نشان می‌دهد، که بزرگترین ماتریس در ساختار سلسله مراتبی است که در جدول ٤ ارائه شده است. بدیهی است که می‌توان ماتریس مقایسات زوجی را به اندازه‌های مختلف موردنظر گسترش داد. بنابراین بردار ویژه اصلی بر اساس ماتریس مقایسات زوجی به راحتی قابل محاسبه است (Wang و همکاران، ۲۰۱۸) که عناصر ماتریس را مشخص می‌کند. از افراد پرسش‌شونده خواسته شد که اهمیت هر یک از عوامل مؤثر بر تصادفات در مبادی وروی به شهرها را بر اساس مقیاس ساعتی که در جدول ۵ آورده شده است، مشخص کنند.

جدول ٤. ساختار تئوری ماتریس مقایسه زوجی ٤*٤

w_1/w_1	w_1/w_2	w_1/w_3	w_1/w_4
w_2/w_1	w_2/w_2	w_2/w_3	w_2/w_4
w_3/w_1	w_3/w_2	w_3/w_3	w_3/w_4
w_4/w_1	w_4/w_2	w_4/w_3	w_4/w_4

جدول ۵. مقیاس وزن نسبی معیارها براساس سنجش ساعتی (Moslem ، ۲۰۱۸)

توضیحات	مقادیر عددی
مقایسه دو عامل با ترجیح یکسان	۱
یک عامل از عامل دیگری کمی مهم‌تر است.	۳
یک عامل از عامل دیگری مهم‌تر است.	۵
یک عامل از عامل دیگری خیلی مهم‌تر است.	۷
یک عامل از عامل دیگری کاملاً مهم‌تر است.	۹
برای بیان درجه اهمیت بین اهمیت‌های بالا استفاده می‌شود.	۲،٤،٦،۸

٤- نتایج فرآیند تحلیل

فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی درجه اهمیت عوامل مؤثر بر تصادفات در مبادی ورودی به شهرها را بر اساس پاسخ افراد ارزیابی کننده برای هر سطح تعیین می‌کند. برای بررسی دقیق‌تر محدوده ۳۰ کیلومتری ورودی به شهرها، به سه قسمت ۱۰ کیلومتری تقسیم‌بندی شد. در ادامه بررسی پارامترها و زیرپارامترها به صورت جداگانه برای هر کدام از این نواحی صورت گرفته است. کل معیارها و زیرمعیارهای انتخاب شده با استفاده از ماتریس مقایسات زوجی با یکدیگر مقایسه شدند و وزن و اهمیت هرکدام محاسبه گردید.

بدین منظور در جدول ٦ مقایسات زوجی مابین معیارهای اصلی به صورت پاسخ‌های نظرات جامعه‌ی هدف مسئله ارائه شده است. در جدول ۷ شاخص‌های سازگاری در فرآیند سلسله مراتبی ارائه شده است. در این جدول در روش تحلیل سلسله‌مراتبی، ارزیابی سازگاری قضاوت‌های خبرگان از طریق مجموعه‌ای از شاخص‌های کمی انجام می‌شود. نخست، مقدار λ_{max} (بزرگ‌ترین مقدار ویژه ماتریس مقایسات زوجی) محاسبه می‌گردد که برای یک ماتریس چهاردرچهار، مقدار آن باید اندکی بزرگ‌تر از ٤ باشد؛ هرچه این مقدار به ٤ نزدیک‌تر باشد، منطق‌مندی و انسجام قضاوت‌ها بیشتر است.

سپس بر اساس λ_{max}، شاخص ناسازگاری (CI) محاسبه می‌شود و با تقسیم آن بر مقدار RI (مقدار ناسازگاری تصادفی)، نسبت سازگاری (CR) به‌دست می‌آید. برای ماتریس با اندازه $n = 4$، مقدار RI برابر ۰,۹۰ در نظر گرفته می‌شود و معیار پذیرش سازگاری این است که CR کمتر از ۰,۱۰ باشد. مقدار CR کمتر از این آستانه به معنای آن است که اولویت‌بندی معیارها قابل اعتماد بوده و می‌توان از نتایج برای تصمیم‌سازی و سیاست‌گذاری بهره برد. اگر مقدار CR در محدوده مرزی (مثلاً بین ۰,۱۰ تا ۰,۱۲) قرار گیرد، بازنگری محدود در مقایسات زوجی یا اجرای تحلیل حساسیت توصیه می‌شود. در صورتی که مقدار CR به‌طور محسوس از آستانه مجاز فراتر رود، لازم است بازخورد به خبرگان، اصلاح یا پالایش داده‌ها انجام شده و ماتریس مقایسات مجدداً برآورد شود. بنابراین، مقدار CR علاوه بر آنکه معیار پذیرش یا رد قضاوت‌ها است، نشان‌دهنده کیفیت جمع‌آوری داده، دقت پاسخ‌دهی و همگونی تخصصی نمونه خبرگان و به طور کلی اعتبار داده‌ها نیز محسوب می‌شود.

با توجه به مقدار به‌دست‌آمده برای CR، می‌توان نتیجه گرفت که درجه انسجام قضاوت‌های خبرگان در مقایسه معیارها مطلوب بوده و ترتیب اولویت معیارها دارای اعتبار تصمیم‌گیری است. لذا وزن‌های استخراج‌شده می‌توانند به‌طور مستقیم در برنامه‌ریزی و مداخله‌های ایمنی راه‌های ورودی به شهرها مورد استفاده قرار گیرند.

جدول ٦. ماتریس مقایسه زوجی معیارهای اصلی

معیارهای اصلی	پارامترهای هندسی	پارامترهای ترافیکی	دسترسی‌ها و کاربری‌های کنار مسیر	شرایط مسیر
پارامترهای هندسی	۱,۰	۰,۷٦۸	۰,۷۲۱	۰,۸٦۹
پارامترهای ترافیکی		۱,۰	۱,۰۷۷	۱,۲۹۵
دسترسی‌ها و کاربری‌های کنار مسیر			۱,۰	۱,۲۲۷
شرایط مسیر				۱,۰

جدول ۷. شاخص‌های سازگاری در فرآیند AHP

شاخص	مقدار
λ_{max}	٤,۰۰۲٥
CI	۰,۰۰۰۸
RI	۰,۹
CR	۰,۰۰۰۹

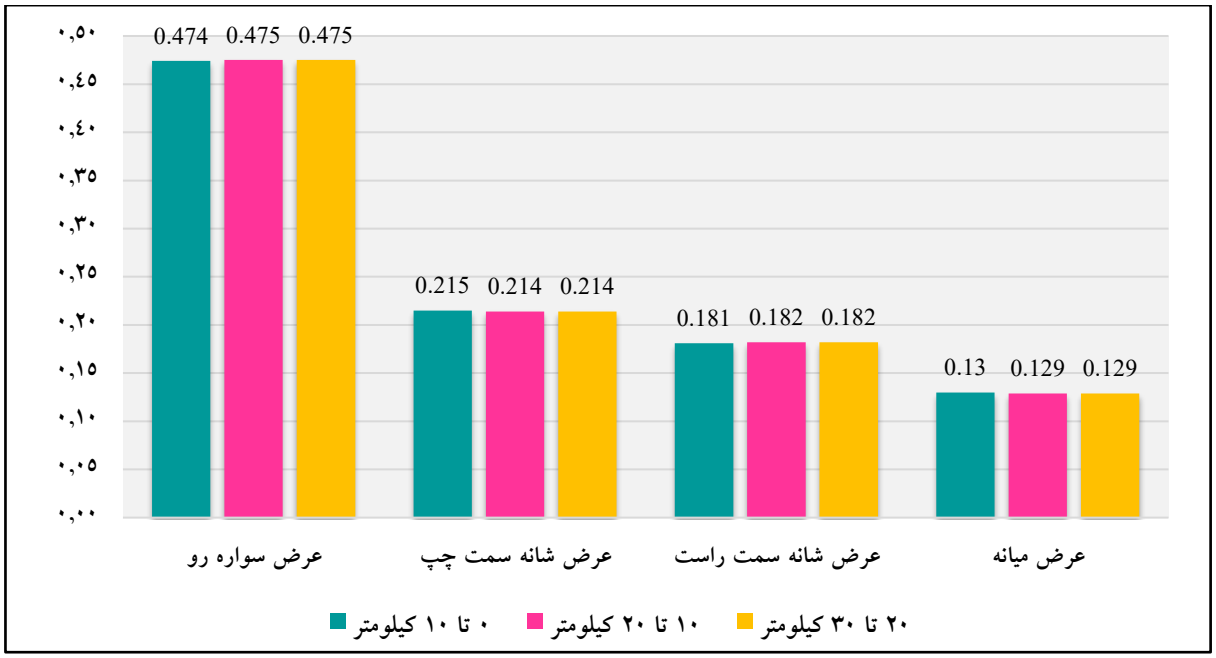
همچنین اولویت‌بندی پارامترهای مختلف برای هر مقطع به همراه وزن آن‌ها در جدول ۸ نمایش داده شده است. نتایج جدول نشان می‌دهد که اهمیت عوامل اثرگذار بر ایمنی مسیر در ورودی شهرها، وابسته به فاصله از محدوده شهری است و الگوی ثابتی در طول مسیر مشاهده نمی‌شود. در نزدیکی شهر (۰ تا ۱۰ کیلومتر)، پارامترهای ترافیکی به دلیل افزایش حجم تردد، تغییر سرعت‌ها و حضور سفرهای محلی، بیشترین تأثیر را دارند. در بازه‌ی میانی (۱۰ تا ۲۰ کیلومتر)، کاربری‌ها و دسترسی‌های کنار مسیر اهمیت بیشتری می‌یابند، زیرا فعالیت‌های تجاری و ورود و خروج‌های متعدد موجب افزایش نقاط تعارض می‌گردند. در فاصله‌های دورتر (۲۰ تا ۳۰ کیلومتر)، مشخصات هندسی مسیر نقش غالب پیدا می‌کند و کیفیت طراحی راه عامل اصلی کاهش یا افزایش ایمنی می‌شود. بنابراین، راهبردهای ارتقای ایمنی باید به صورت ناحیه‌بندی‌شده و متناسب با شرایط هر بخش از مسیر طراحی شوند.

جدول ۸. اولویت‌بندی پارامترهای مختلف برای هر مقطع به همراه وزن آن‌ها

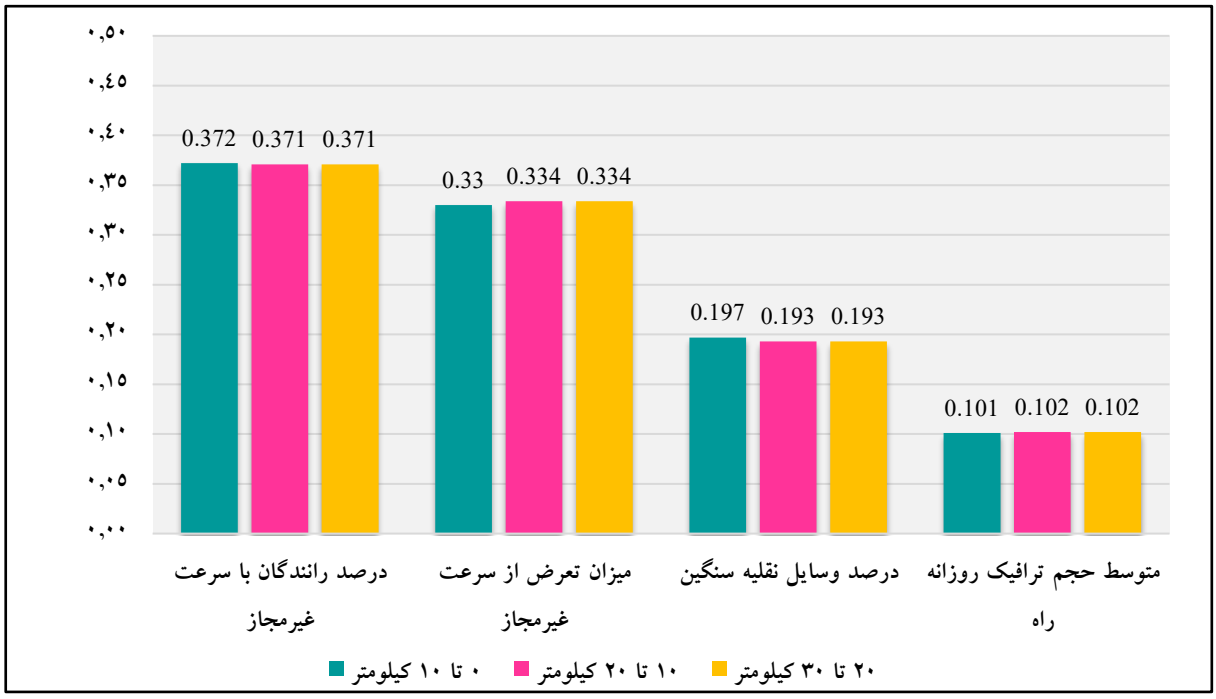
پارامترها	محدوده ۰ تا ۱۰ کیلومتر		محدوده ۱۰ تا ۲۰ کیلومتر		محدوده ۲۰ تا ۳۰ کیلومتر	
	وزن	رتبه	وزن	رتبه	وزن	رتبه
پارامتر هندسی	۰/۱۷۰	٤	۰/۱۷۰	٤	۰/۲٦٦	۱
پارامتر ترافیکی	۰/۲٦۸	۲	۰/۲٦٤	۱	۰/۲٤۳	۳
دسترسی کاربری‌های کنار مسیر	۰/۲۳٥	۱	۰/۲۳۰	۳	۰/۲٦٦	۲
شرایط مسیر	۰/۲۲۷	۳	۰/۲٦٦	۲	۰/۲۰٥	٤

در گام بعد، اوزان استخراج‌شده از فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی برای هر یک از زیرپارامترها، به‌صورت تفکیک‌شده برای مقاطع مختلف مسیر ارائه شده است. بدین منظور، محور ورودی شهر به سه بازه‌ی طولی ۱۰ کیلومتری تقسیم گردیده تا امکان بررسی تغییرپذیری مکانی اهمیت عوامل در طول مسیر فراهم شود. وزن هر زیرپارامتر در هر مقطع، به‌طور جداگانه محاسبه و در شکل‌های ۲ تا ۵ نمایش داده شده است. ارائه‌ی نتایج به‌صورت تفکیک‌شده، این امکان را فراهم می‌کند که الگوهای ناپیوستگی، نقاط حساس، و تفاوت‌های عملکردی میان بخش‌های مختلف مسیر شناسایی شود؛ چراکه یک مقدار وزن تجمیعی در سراسر مسیر، ممکن است تفاوت‌های معنادار مکانی را پنهان سازد. در نمودار شکل ۲ وزن زیرپارامترهای پارامتر هندسی برای هر سه مقطع مورد بررسی نمایش داده شده است. در این نمودار مشاهده می‌شود که عرض سواره‌رو در هر سه مقطع مورد بررسی، بالاترین وزن را داراست و بنابراین به‌عنوان مهم‌ترین زیرپارامتر هندسی مؤثر بر ایمنی در ورودی شهرها شناخته می‌شود. این یافته با مبانی طراحی ایمن هم‌خوان است؛ زیرا کاهش یا ناهماهنگی عرض سواره‌رو می‌تواند موجب افزایش تعارضات جانبی، بروز مانورهای ناگهانی و در نهایت افزایش احتمال وقوع تصادف گردد. پس از آن، عرض شانه‌ها در سمت چپ و راست با وزن تقریباً مشابه در رتبه‌های بعدی قرار دارند که نقش آن‌ها در فراهم‌سازی فضای بازیابی خطا (Recovery Zone)، توقف اضطراری و جلوگیری از تبدیل انحرافات جزئی به برخوردهای شدید را برجسته می‌سازد. در مقابل، عرض میانه کمترین وزن را در هر سه مقطع به خود اختصاص داده است که می‌تواند ناشی از یکنواختی طراحی میانه در بخش‌های مختلف و یا عدم تغییر محسوس عملکرد میانه در رفتار جریان ترافیک در این مسیر باشد. همچنین نزدیک بودن مقادیر وزن‌ها در سه مقطع ۱۰ کیلومتری، نشان‌دهنده‌ی ثبات نسبی الگوی اولویت هندسی در کل محور است. در نمودار شکل ۳ وزن زیرپارامترهای پارامتر ترافیکی برای هر سه مقطع مورد بررسی نمایش داده شده است. نتایج این نمودار نشان می‌دهد که درصد رانندگان با سرعت غیرمجاز در هر سه مقطع مسیر، بیشترین وزن را در میان زیرپارامترهای ترافیکی دارد؛ موضوعی که بیانگر نقش پررنگ رفتارهای پرخطر ناشی از سرعت بالا در افزایش احتمال وقوع تصادفات در ورودی شهرهاست. پس از آن، میزان تعرض از سرعت مجاز در رتبه دوم قرار دارد که نشان می‌دهد ناپایداری سرعت و تنوع پروفیل سرعت جریان ترافیک یکی از عوامل تشدیدکننده تعارضات ترافیکی است. در مقابل، درصد وسایل نقلیه سنگین و به‌ویژه متوسط حجم ترافیک روزانه مسیر وزن کمتری دارند که می‌تواند نشان‌دهنده ثبات نسبی جریان و توزیع یکنواخت بار ترافیکی در این محور باشد.

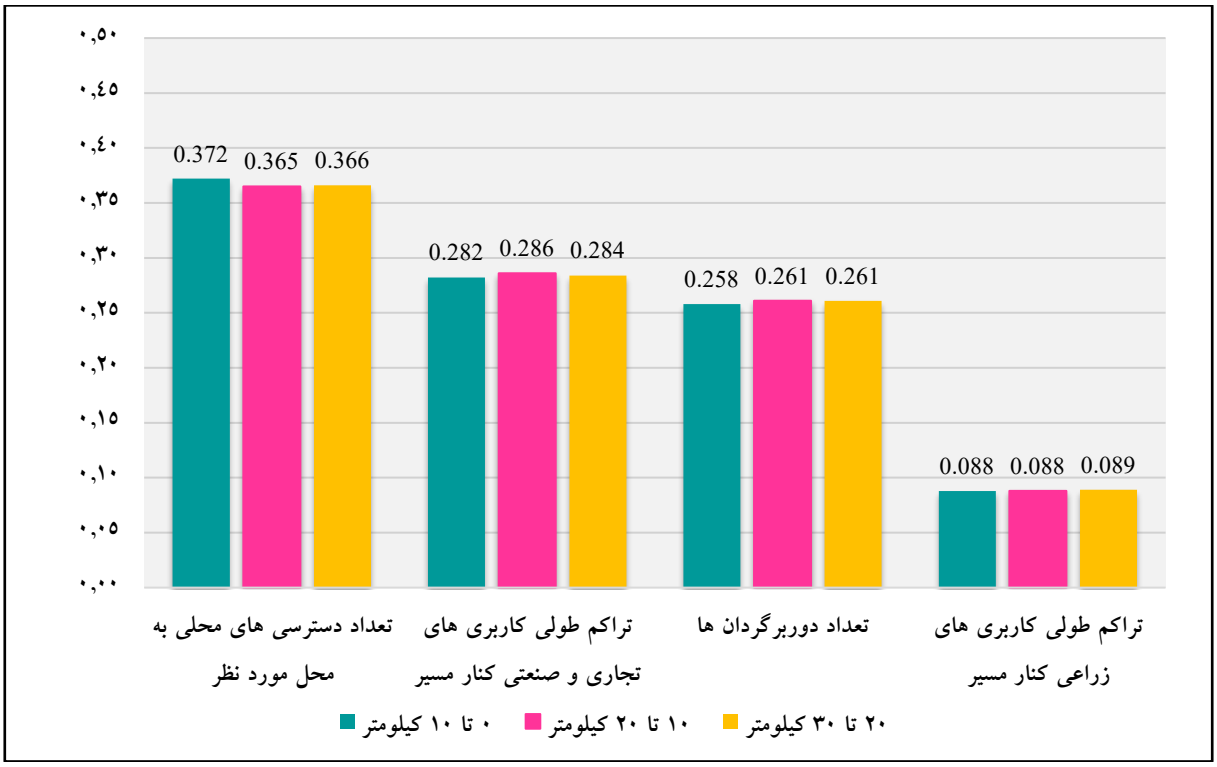
در نمودار شکل ٤ وزن زیرپارامترهای پارامتر دسترسی کاربری‌های مجاور مسیر برای هر سه مقطع مورد بررسی نمایش داده شده است. نتایج این نمودار نشان می‌دهد که تعداد دسترسی‌های محلی و تراکم کاربری‌های تجاری و صنعتی حاشیه مسیر بیشترین وزن را در هر سه مقطع دارند؛ این امر بیانگر آن است که افزایش تداخل جریان‌های ورودی و خروجی و حضور فعالیت‌های جذب‌کننده سفر در حاشیه راه، به‌طور مستقیم احتمال بروز تعارضات ترافیکی و تصادفات را افزایش می‌دهد. در رتبه بعد، تعداد دوربرگردان‌ها قرار دارد که نقش آن در ایجاد نقاط تعویض جهت و مانورهای پیچیده و در نتیجه افزایش مواجهه وسایل نقلیه با جریان مخالف، کاملاً قابل توجیه است. در مقابل، تراکم کاربری‌های زراعی کمترین وزن را داراست که بیانگر تداخل حداقلی این نوع کاربری با جریان سفرهای روزمره و عملکرد ترافیکی معبر است. در نمودار شکل ۵ وزن زیرپارامترهای، شرایط مسیر برای هر سه مقطع مورد بررسی نمایش داده شده است. نتایج نمودار نشان می‌دهد که روشنایی کافی راه در شب در هر سه مقطع دارای بیشترین وزن است؛ این موضوع نقش کیفیت ادراک بصری و میدان دید راننده را در کاهش خطاهای ادراکی و افزایش ایمنی در نواحی ورودی شهرها تأیید می‌کند. پس از آن، وجود پارکینگ‌ها و توقفگاه‌های حاشیه‌ای به‌عنوان دومین عامل اثرگذار مطرح است که بیانگر اهمیت مدیریت ورود و خروج‌های ناگهانی و اختلال در جریان اصلی ترافیک می‌باشد. همچنین، فاصله از شهر نشان می‌دهد که با نزدیک‌شدن به محدوده شهری، الگوهای رفتاری و سرعت ترافیک تغییر کرده و حساسیت به شرایط مسیر افزایش می‌یابد. در مقابل، کیفیت رویه راه کمترین وزن را دارد که می‌تواند ناشی از یکنواختی نسبی شرایط روسازی در طول محور و اثرگذاری غیرمستقیم آن بر رفتار رانندگان باشد.



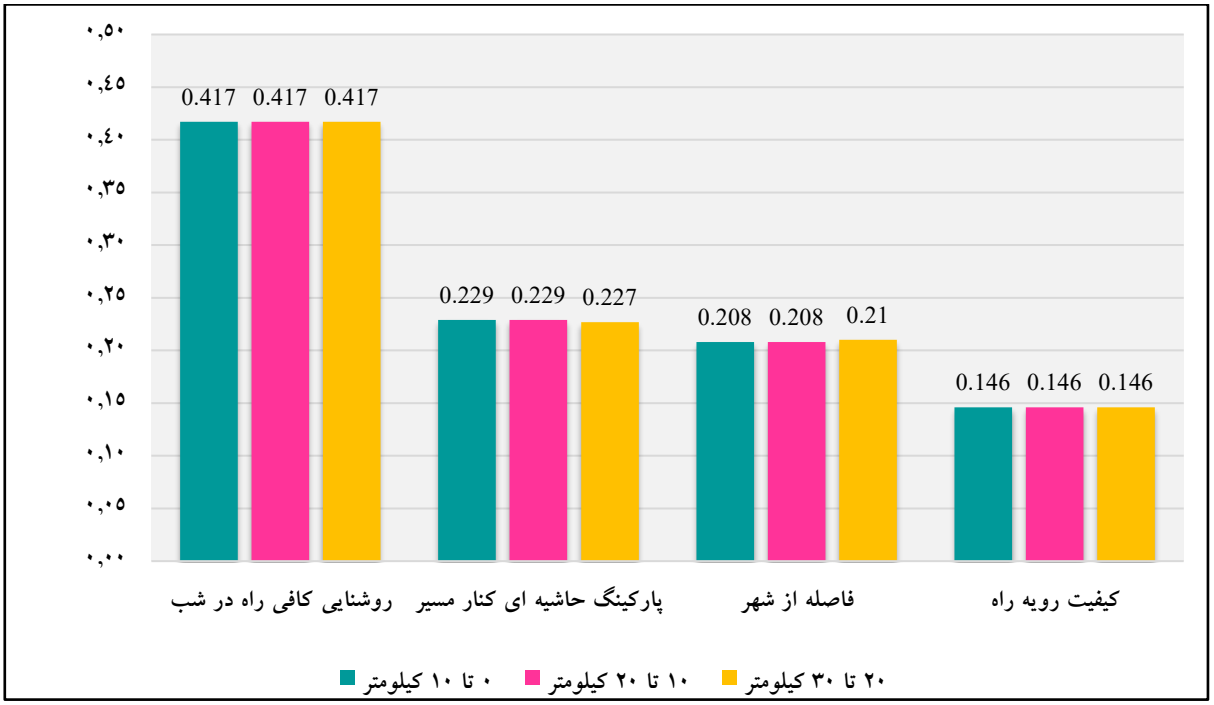
شکل ۲. وزن زیرپارامترهای پارامتر هندسی برای هر سه مقطع مورد بررسی



شکل ۳. وزن زیرپارامترهای پارامتر ترافیکی برای هر سه مقطع مورد بررسی



شکل ٤. وزن زیرپارامترهای، پارامتر دسترسی کاربری‌های مجاور مسیر برای هر سه مقطع مورد بررسی



شکل ۵. وزن زیرپارامترهای، پارامتر شرایط مسیر برای هر سه مقطع مورد بررسی

تا این مرحله، وزن‌دهی زیرپارامترها صرفاً به‌صورت درون‌گروهی و مستقل برای هر دسته از معیارهای هندسی، ترافیکی، دسترسی‌های حاشیه‌ای و شرایط مسیر انجام گرفته است؛ به عبارت دیگر، اهمیت نسبی هر زیرپارامتر تنها در مقایسه با زیرپارامترهای هم‌گروه خود سنجیده شده و اثر وزن پارامترهای سطح بالاتر در این مرحله لحاظ نشده است.

با این حال، برای دستیابی به یک برداشت جامع و منسجم از سهم واقعی هر زیرپارامتر در بروز تصادفات، لازم است وزن‌های آن‌ها با توجه به وزن معیارهای اصلی که در سطح اول سلسله‌مراتب قرار دارند نیز تعدیل و یکپارچه شوند. از این‌رو، در گام بعدی با بهره‌گیری از نرم‌افزار Expert Choice 11 که مبتنی بر روش بردار ویژه و رویکرد تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) است، وزن نهایی هر یک از زیرپارامترها از طریق ترکیب وزن‌های محلی (Local Weights) با وزن‌های جهانی (Global Weights) معیارهای اصلی محاسبه گردید.

این فرآیند امکان می‌دهد تا اثر هر زیرپارامتر در مقیاس کل سیستم قابل سنجش شود و نه صرفاً در چارچوب مقایسه‌های درون‌گروهی. در نهایت، وزن‌های نهایی به‌دست‌آمده برای هر زیرپارامتر، به تفکیک سه مقطع طولی مسیر مورد مطالعه، در نمودار شکل ٦ ارائه شده است.

نتایج شکل ٦ نشان می‌دهد که در ترکیب نهایی و پس از یکپارچه‌سازی وزن‌های محلی با وزن معیارهای اصلی، تعداد دسترسی‌های محلی به محل موردنظر و درصد رانندگان با سرعت غیرمجاز در تمامی مقاطع بالاترین وزن را کسب کرده‌اند و بنابراین مهم‌ترین محرک‌های ریسک در ورودی شهرها محسوب می‌شوند.

این الگو با ادبیات مدیریت دسترسی و کنترل سرعت همخوان است؛ زیرا افزایش نقاط ورود/خروج و رفتار سرعتی پرخطر، هم‌زمان احتمال تعارض‌های جانبی و طولی را بالا می‌برد و پنجره خطا را برای رانندگان تنگ‌تر می‌کند.

در رده بعد، تراکم طولی کاربری‌های تجاری–صنعتی و زمین‌های زراعی حاشیه مسیر و تعداد دوربرگردان‌ها قرار دارند که هر دو سازوکار افزایش مواجهه و مانورهای پیچیده (چرخش، تغییر جهت، تقاطع‌های کوتاه‌فاصله) را تشدید می‌کنند. عرض سواره‌رو به‌عنوان نخستین زیرپارامتر هندسی در نیمه بالای رتبه‌بندی باقی مانده است و نشان می‌دهد ظرفیت مؤثر مقطع و حاشیه بخشنده همچنان بر رفتار سرعتی و پایداری مسیر اثر معنادار دارد.

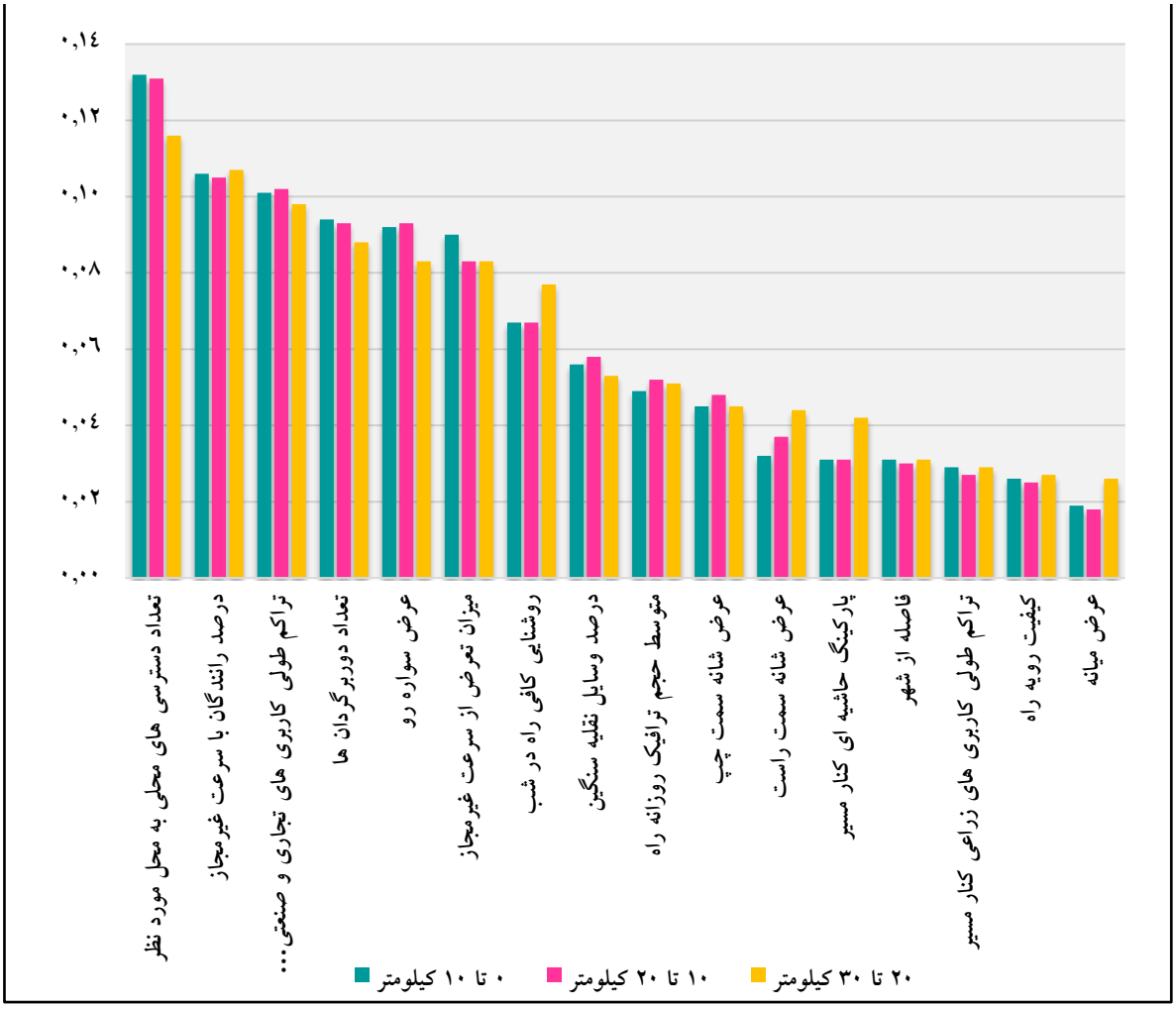
در خوشه میانی، درصد وسایل نقلیه سنگین و متوسط حجم ترافیک روزانه جای گرفته‌اند؛ وزن نه‌چندان بالا اما پایدار این دو شاخص حاکی از آن است که اثرگذاری آن‌ها بیشتر به‌صورت غیرمستقیم و در تعامل با مدیریت سرعت و دسترسی بروز می‌کند.

درصد تعرّض از سرعت مجاز نیز در میانه طیف قرار دارد و به لحاظ مفهومی پل ارتباطی بین رفتار سرعتی و خوانایی–خوداجرایی مسیر است.

عرض شانه‌های راست و چپ با وزن‌های نزدیک به هم در بازه میانی–پایین دیده می‌شوند. این یافته ضمن تأیید نقش شانه در «Recovery Zone»، نشان می‌دهد که بدون مدیریت سرعت و دسترسی، کارایی ایمنی شانه به‌تنهایی محدود خواهد بود.

در بین متغیرهای محیطی، روشنایی شب وزن قابل قبولی دارد اما نسبت به عوامل ترافیکی و دسترسی در سطح دوم اهمیت قرار می‌گیرد؛ بدین معنا که بهبود دید، لازم ولی ناکافی است و باید با مدیریت رفتار تلفیق شود. فاصله از شهر گرچه اثرگذار است، اما به‌صورت شاخص زمینه‌ای عمل می‌کند و وقتی با تراکم فعالیت‌های حاشیه‌ای ترکیب شود، اهمیتش پررنگ‌تر می‌گردد.

در کف رتبه‌بندی، تراکم کاربری‌های زراعی، کیفیت رویه راه و عرض میانه قرار دارند؛ وزن پایین این شاخص‌ها یا از یکنواختی نسبی آن‌ها در محور مطالعه ناشی می‌شود یا از اثرگذاری غیرمستقیم و وابسته به سایر مؤلفه‌ها.



شکل ٦. وزن نهایی زیرپارامترهای برای هر سه مقطع مورد بررسی

۵- نتیجه‌گیری

اهمیت شناخت و تحلیل عوامل مؤثر بر تصادفات در مبادی ورودی به شهرها، با توجه به نرخ بالای رخداد تصادفات در این نواحی و نقش انتقالی این راه‌ها میان کارکردهای برون‌شهری و درون‌شهری، امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر است. پیچیدگی این مسئله از آن‌جا ناشی می‌شود که ورودی شهرها دارای عملکرد بینابینی هستند و الگوی رفتار ترافیکی در آن‌ها در حال گذار از سرعت‌های یکنواخت و سفرهای طولانی به الگوهای توقف‌پذیر و تعامل‌محور در محیط‌های شهری است. هدف اصلی این پژوهش، اولویت‌بندی و رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر تصادفات در مبادی ورودی به شهرها با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) و بدون اتکا به مدل‌های رگرسیونی یا آماری صرف بوده است. شایان ذکر است که این مدل جایگزین تحلیل‌های آماری نیست، اما می‌تواند دانش تخصصی و قضاوت خبرگان را در راستای تفسیر بهتر نتایج آماری و اصلاح سیاست‌های ایمنی پشتیبانی کند. نوآوری این پژوهش در کمی‌سازی و وزن‌دهی ساختارمند عوامل دخیل در تصادفات ورودی شهرها از طریق مقایسات زوجی در چارچوب AHP است. همان‌گونه که نتایج نشان می‌دهند، هفت عامل شامل: *تعداد دسترسی‌های محلی، درصد رانندگان با سرعت غیرمجاز، تراکم طولی کاربری‌های تجاری و صنعتی کنار مسیر، تعداد دوربرگردان‌ها، عرض*

سواره‌رو، میزان تعرض از سرعت غیرمجاز و روشنایی کافی راه در شب بیشترین نقش را در تبیین الگوی خطر ایفا می‌کنند. همچنین تحلیل‌های مکانی نشان داد که با افزایش فاصله از شهر، عوامل هندسی مقطع (نظیر عرض شانه‌ها و کیفیت رویه) اهمیت بیشتری پیدا می‌کنند؛ درحالیکه در نزدیکی محدوده شهری، رفتار سرعتی رانندگان و شدت کاربری‌های مجاور مسیر نقش غالب دارند. این یافته، ماهیت گذار عملکردی ورودی شهرها را آشکار کرده و نشان می‌دهد که عدم تطبیق رفتار راننده با تغییر کارکرد مسیر و افزایش پیچیدگی محیطی، دو عامل کلیدی شکل‌گیری تصادفات در این محدوده هستند. در نتیجه، با توجه به آثار اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی ناشی از تصادفات، اتخاذ راهکارهای هدفمند و مبتنی بر شواهد برای افزایش ایمنی این بخش‌ها ضروری است. راهکارهای پیشنهادی عبارت است از:

-با توجه به تغییر عملکرد راه در محدوده ورودی شهرها، اطلاع‌رسانی و هشدار به رانندگان درخصوص ورود به منطقه با ماهیت ترافیکی متفاوت (از طریق تابلوهای خوانا، کف‌سازی‌های هشداردهنده، بوستانچه‌های دروازه‌ای و درگاه‌های بصری) ضروری است تا امکان تطبیق رفتار رانندگی و کاهش خطای انسانی فراهم شود.

-با توجه به افزایش پیچیدگی مسیر در ورودی شهر، کاهش تعداد دوربرگردان‌ها، کنترل و ساماندهی دسترسی‌های محلی، و جداسازی کاربری‌های تجاری–خدماتی از محور اصلی و انتقال آن‌ها به راه‌های موازی و رابط می‌تواند به شکل مؤثری نقاط تعارض را کاهش دهد.

-بهبود روشنایی شب، استفاده از تابلوهای اعلام سرعت مطمئنه و کنترل مداوم عملکرد رانندگان در این محدوده‌ها، نقش مهمی در کاهش رفتارهای پرخطر دارد.

-استفاده و به‌کارگیری از دروازه‌های ورودی به شهرها نظیر تغییر بافت روسازی، اجرای برجسته‌سازی بصری و کاشت منظم فضای سبز در حاشیه، جهت ایجاد ادراک «ورود به فضای شهری» و کاهش تدریجی سرعت.

-نصب سامانه‌های هوشمند کنترل سرعت شامل نمایشگرهای سرعت لحظه‌ای، دوربین‌های ثبت تخلف سرعت و مکان‌یابی نقاط کنترل سیار، به منظور ایجاد بازخورد رفتاری مستمر و ارتقای انضباط ترافیکی در ورودی شهرها.

برای مطالعات آتی پیشنهاد می‌شود که رویکرد این پژوهش با مدل‌های تحلیلی تصادفات و داده‌های میدانی بلندمدت ترکیب شود تا اعتبار نتایج تقویت و امکان ارائه روابط پیش‌بینی فراهم گردد. همچنین می‌توان تفاوت الگوهای رفتاری رانندگان در ساعات مختلف شبانه‌روز و فصول سال را بررسی کرد تا نقش شرایط زمانی در شکل‌گیری ریسک تصادف روشن‌تر شود. مطالعه‌ی ورودی شهرها با الگوهای کالبدی متفاوت (نظیر ورودی‌های حومه‌ای، صنعتی و گردشگری) نیز می‌تواند منجر به ارائه الگوهای متناسب با تیپ‌بندی مکانی شود. پیشنهاد می‌شود در آینده روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره پیشرفته‌تر مانند ANP یا روش‌های ترکیبی AHP–TOPSIS برای لحاظ اثرات متقابل عوامل به کار گرفته شوند. در نهایت، شبیه‌سازی ترافیکی مبتنی بر رفتار راننده (Driver Behavior-Based Simulation) می‌تواند امکان آزمون سناریوهای اصلاحی در شرایط واقعی را فراهم سازد.

٦- مراجع

-افندی‌زاده، شهریار و گلشن‌خواص، رضا (۱۳۸۵). طراحی مدل ایمنی مبادی ورودی شهرها. *پژوهشنامه حمل‌ونقل*، ۳(٤)، ۲۳۳-۲٤۱.

-حسن‌پور، شهاب (١٤٠٤). ارائه روش استراتژیک ایمنی مبادی ورودی شهری بر مبنای عوامل مؤثر بر تصادفات با استفاده از مدل‌های شبکه عصبی و رگرسیون پواسون. *نشریه مطالعات مدیریت ترافیک*، ١٦٨-١٢٩.

-میرزاحسین، حمید و همکاران. (١٤٠٤). بررسی تأثیر نور ماه بر تصادفات جاده‌های بدون روشنایی. *مجله تحقیقات راه*، دوره ۳۳، شماره ۱۲۲.

-American Association of State Highway and Transportation Officials. (2015). Global status report on road safety. *AASHTO.*

Abdel-Aty, M., & Pande, A. (2005). Identifying crash propensity using specific traffic speed conditions. *Journal of Safety Research,* 36(1), 97–108.

-Azin, B., et al. (2025). Urban arterial lane width versus speed and crash rates: A comprehensive study. *Sustainability,* 17(2), 628.

-Ahmed, A., et al. (2024). Evaluation of the effect of access point density on the safety of primary roads. Engineering, *Technology & Applied Science Research,* 14(3), 1289–1294.

-Moslem, S. (2018). Sustainable urban transport development with stakeholder participation: An AHP–Kendall model—A case study for Mersin. *Sustainability,* 10.

-Polat, U., & Dağsuyu, C. (2017). A new approximation for risk assessment using the AHP and Fine–Kinney methodologies. *Safety Science,* 24–32.

-Pulugurtha, S., & Sambhara, V. (2011). Pedestrian crash estimation models for signalized intersections. *Accident Analysis and Prevention,* 43(1), 439–446.

-Saaty, T. L. (1977). A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of Mathematical Psychology,* 234–281.

-Saaty, T. L. (1996). Decision making with dependence and feedback: The analytic network process. Pittsburgh, PA: *RWS Publications.*

-Saha, D., Alluri, P., & Gan, A. (2015). Prioritizing Highway Safety Manual's crash prediction variables using boosted regression trees. *Accident Analysis and Prevention,* 133–144.

-Ukkusuri, S., Miranda-Moreno, L., Ramadurai, G., & Isa-Tavarez, J. (2012). The role of built environment on pedestrian crash frequency. *Safety Science,* 50(4), 1141–1151.

-Van Eggermond, M. A. B., et al. (2025). Quantifying the effect of road design on urban road driving speeds. Transportation Research Part F: *Traffic Psychology and Behaviour,* vol (112), 148-169.

-World Health Organization. (2023). Speed management: A road safety manual for decision-makers and practitioners (2nd ed.). Geneva, Switzerland: *World Health Organization.*

-Wang, X., Song, Y., Yu, R., & Schultz, G. G. (2014). Safety modeling of suburban arterials in Shanghai, China. *Accident Analysis & Prevention, 70*, 215–224.

-Wang, X., Yuan, J., Schultz, G., & Fang, S. (2018). Investigating the safety impact of roadway network features of suburban arterials in Shanghai. *Accident Analysis and Prevention*, 137–148.

-Chaves-Lasso, Y. T., et al. (2025). Evaluating the impact of access management practices on crash frequency. *Journal of Transportation Safety & Security.* Advance online publication.

-Davoodi, R., & Ahmadi, P. (2015). Prioritizing suggested strategies to reduce road accidents at the cities entrance using analytic hierarchy process. *International Journal of Asian Social Science,* 5, 706–714.

-Elyasi, M., Saffarzadeh, M., Boroujerdian, A. M., Semnarshad, M., & Mazaehri, M. (2016). Prioritization of suburban accident factors based on analytical network process. *International Journal of Transportation Engineering,* 197–209.

-Fallah Tafti, M., & Roshani, R. (2021). Development of models to study traffic accidents on the final sections of access roads to the cities: A case study of three major Iranian cities. *Archives of Transport,* 59(3), 129–148.

-Global Road Safety Facility. (2024). Guide for safe speeds: Managing traffic speeds to save lives and improve livability. Washington, DC: *World Bank & WRI.*

-Gomes, S. V., Geedipally, S. R., & Lord, D. (2012). Estimating the safety performance of urban intersections in Lisbon, Portugal. *Safety Science,* 50(9), 1732–1739.

-Khalili, M., & Pakgohar, A. (2013). Logistic regression approach in road defects impact on accident severity. *Journal of Emerging Technologies in Web Intelligence, 5*(2), 132–135.

-Khishdari, A., & Fallah Tafti, M. (2017). Development of crash frequency models for safety promotion of urban collector streets. International *Journal of Injury Control and Safety Promotion,* 24.

-Khalili, M., & Pakgohar, A. (2013). Logistic regression approach in road defects impact on accident severity. *Journal of Emerging Technologies in Web Intelligence,* 5(4), 367–372.

-Khattak, M. W., et al. (2024). Analysis of road infrastructure and traffic factors influencing safety. *Infrastructures,* 9(3), 47.

-Minnesota Department of Transportation. (2024). Complete streets: Speed impacts. St. Paul, MN: *Minnesota Department of Transportation.*

Prioritization of Geometric and Traffic Factors Affecting Accidents at Entry Points to Cities Using Analytic Hierarchy Process

Hassan Khaksar, *Professor, Civil Engineering, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.*

Reza Roshani, M.Sc., Grad., Civil Engineering, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Shahin Hassani, M.Sc., Grad., Civil Engineering, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

E-mail: h.khaksar@iau-tnb.ac.ir

Received: February 2026- Accepted: May 2026

ABSTRACT

So far, in road safety studies, less attention has been paid to the entrances of cities. These types of roads have conditions between urban and suburban roads. The purpose of this study is to identify traffic and geometric factors affecting accidents at the entrances to cities. In order to identify the factors affecting accidents in this type of road, the Analytic Hierarchy Process (AHP) has been used. In this regard, geometric and traffic parameters affecting accidents have been identified by experts and prepared in the form of a questionnaire. Then, 32 questionnaires were prepared and completed by specialized academic elites, including professors and students, employees of road and road transport organizations, and police experts. The results of the hierarchical analysis method showed that, in general, 7 parameters: number of local accesses, percentage of drivers at unauthorized speed, longitudinal density of commercial and industrial uses along the route, number of detours, width of roadway, intrusion speed, and adequate lighting at night were identified as the most effective factors in causing accidents in these areas. These results can be used to predict the factors affecting accidents in different parts of cities and to investigate the possibility of improving the safety of these areas by modifying the effective parameters.

Keywords: Urban Entrances, Road Safety, Hierarchical Analysis Process (AHP), Factors Affecting Accidents