

## اولویت‌بندی عوامل تأثیرگذار بر سوانح جاده‌ای بین‌شهری جهت افزایش ایمنی به روش تحلیل سلسله‌مراتبی

### مقاله علمی - پژوهشی

علی نادران، استادیار، دانشکده مهندسی عمران، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

محمدرضا احدی، دانشیار، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، تهران، ایران

رسول ذبیحیان\*، دانشجوی دکتری، گروه مهندسی عمران، واحد بین‌المللی کیش، دانشگاه آزاد اسلامی، جزیره کیش، ایران

\*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: r.zabihian@iau.ir

دریافت: ۱۴۰۴/۰۱/۲۱ - پذیرش: ۱۴۰۴/۰۵/۰۱

صفحه ۲۹۱-۳۰۲

### چکیده

تصادفات جاده‌ای و درون‌شهری یکی از عوامل مهم مرگ‌ومیر و صدمات شدید جانی و مالی بوده و آثار سنگین جانی و اقتصادی آن همواره بشر را مورد تهدید قرار داده است. یکی از مؤثرترین مواردی که می‌تواند به‌عنوان راهکاری مناسب در کاهش تصادفات، تخلفات و افزایش ایمنی در رانندگی مورد استفاده قرار گیرد، شناسایی دقیق پارامترهای مؤثر بر تصادفات و اثر سنجی آن‌ها است. هدف از این تحقیق، اولویت‌بندی عواملی است که در بروز تصادفات رانندگی تأثیرگذار هستند. با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی، به بررسی اهمیت هر یک از این عوامل در بروز تصادفات و اولویت‌بندی آن‌ها پرداخته شد. بدین منظور پس از جمع‌آوری نظرات متخصصان در این زمینه، معیارهای مختلف به صورت مقایسات زوجی مورد بررسی قرار گرفت. سپس ضرایب اهمیت هر معیار بر اساس نظرات متخصصان، محاسبه شد. یافته‌های بخش کمی نشان داد؛ که عجله و شتاب بی‌مورد ۲۷۳/۰، خستگی و خواب‌آلودگی ۱۱۲/۰، میزان ساعت کاری و زمان سرویس‌دهی ۱۰۹/۰، نقص فنی (سیستم روشنایی، ترمز و صاف بودن لاستیک) ۰/۰۸، خصوصیات فیزیکی (طول، ابعاد، عرض و ارتفاع) ۰/۷۳، خصوصیات مکانیکی (شتاب‌گیری، ترمز‌گیری و طول خط ترمز) ۰/۵۹، نبود معاینه فنی و عدم کارآیی وسیله نقلیه ۰/۴۸، لغزنده بودن راه در اثر بارش برف و باران ۰/۴۷، میزان کارآیی و مهارت راننده ۰/۴۱، ضعیف بودن سیستم روشنایی معابر در شب ۰/۴۱، غیراستاندارد بودن روسازی راه (اختلاف سطح، چاله و تغییر شکل) ۰/۳۷، نبود مدیریت واحد در امر ترافیک ۰/۲۸، طرح‌های هندسی غیراستاندارد (پیچ، سربلایی و سرازیری) ۰/۲۲، نقص تجهیزات ایمنی در حاشیه راه (کاردریل و ضربه‌گیر) ۰/۲۱، نقایص علائم و تابلوها ۰/۱۱، از عوامل تأثیرگذار بر سوانح جاده‌ای بین‌شهری دانست. عوامل مربوط به تصادفات آزادراه تهران کرج یعنی سه مورد عوامل انسانی، محیط و راه اطراف و عوامل مربوط به وسیله نقلیه، عوامل انسانی از اهمیت بسیار زیادی برخوردار بود. به همین دلیل می‌توان نتیجه گرفت مهم‌ترین کار برای کاهش تصادفات مربوط به این محور مهم از کشور، فرهنگ‌سازی و همچنین آموزش رانندگان برای کاهش تخلفات آن‌ها می‌باشد. از موارد دیگر برای کاهش این تصادفات می‌توان نظارت و همچنین اعمال قانون بیشتر اشاره کرد.

واژه‌های کلیدی: تحلیل سلسله‌مراتبی، سوانح جاده‌ای، عوامل مؤثر بر تصادفات جاده‌ای

### ۱- مقدمه

و ناتوانی‌های ناشی از حوادث رانندگی از جمله چالش‌های مهم تأثیرگذار بر سلامت جامعه محسوب می‌شود. به‌طوری که حوادث و تصادفات رانندگی مهم‌ترین دلیل مرگ، ناتوانی و

تصادفات جاده‌ای و درون‌شهری یکی از عوامل مهم مرگ‌ومیر و صدمات شدید جانی و مالی بوده و آثار سنگین جانی و اقتصادی آن همواره بشر را مورد تهدید قرار داده است. مرگ‌ومیر، صدمات

۲۵ تا ۳۵ را نشان می‌دهد.

در داخل کشور نیز مطالعات زیادی در این زمینه انجام شده است. رحمانی و همکاران در مطالعه‌ای در سال ۱۳۸۵ به بررسی جامعه‌شناختی علل تصادفات جاده‌ای پرداختند. آن‌ها در مطالعه‌ی خود رانندگی را یک کنش اجتماعی تلقی کرده و با استفاده از نقشه شناختی پارسنز برای آن چهار خرده سیستم در نظر گرفته که دارای ابعاد شخصیتی، اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی است و فرضیه‌هایی از آن دریافت کردند و سپس بر اساس این فرضیه‌ها تحقیق را انجام دادند. در این مطالعه روش تحقیق پیمایش و ابزار گردآوری اطلاعات پرسشنامه بوده، که اعتبار پرسشنامه از طریق آزمون آلفا کرونباخ سنجیده شد. حجم نمونه ۳۸۹ نفر از رانندگان عمومی شهرستان بابل بوده است. یافته‌های این مطالعه نشان داده است که سن، تحصیلات، خرددورزی، تقدیرگرایی، نظام هنجاری، رضایت شغلی و شیوه گرفتن گواهینامه بر میزان تصادفات تأثیرگذار است [رحمانی و دیگران ۱۳۸۵].

سلمانی و همکاران در مطالعه‌ای در سال ۱۳۸۷ عوامل مؤثر بر تصادفات جاده‌ای را بررسی کردند. آن‌ها در مطالعه‌ی خود به بررسی و شناخت عوامل مؤثر در بروز تصادفات رانندگی در منطقه خور و بیابانک پرداخته و با بررسی منابع به این نتیجه رسیدند که در بروز تصادفات عوامل گوناگونی مانند انسانی، محیطی، جاده و وسیله نقلیه دخالت دارند که از این بین، نقش عوامل انسانی بیش از سایر عوامل است. روش تحقیق در این مطالعه از نوع توصیفی - تحلیلی که در کنار آن از پرسشنامه و بررسی میدانی برای تکمیل کار مورد استفاده قرار گرفته است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که از بین عوامل مؤثر بر تصادفات، عوامل انسانی با ۵۴ درصد بیشترین نقش را داشته است و از بین عوامل انسانی سرعت زیاد، عجله کردن در راه رسیدن به مقصد، عدم رعایت قوانین راهنمایی و رانندگی، خواب آلود بودن رانندگان، سبقت غیرمجاز و فاصله زیاد مسافت بین مبدأ و مقصد و خستگی ناشی از آن نسبت به سایر عوامل نقش بیشتری داشته است و عوامل مدیریتی و طبیعی و به ترتیب با ۳۴ و ۱۲ درصد از عوامل دیگر تأثیرگذار در بروز تصادفات است [سلمانی و دیگران ۱۳۸۷].

عبدوس و همکاران در سال ۱۳۸۷ در مطالعه‌ای متغیرهای تأثیرگذار بر تصادفات واژگونی در شبکه جاده‌ای ایران را بررسی کردند. آن‌ها با انتخاب یک نمونه آماری از تصادفات فوتی،

بستری در بیمارستان را تشکیل می‌دهند که عوارض اقتصادی اجتماعی چشمگیری به دنبال دارند. پیش‌بینی می‌شود در سال‌های آینده، تصادفات و حوادث رانندگی به دومین و سومین عامل اصلی مرگ‌ومیر در کشورهای پردرآمد و با درآمد متوسط تبدیل شود. یکی از مؤثرترین مواردی که می‌تواند به‌عنوان راهکاری مناسب در کاهش تصادفات، تخلفات و افزایش ایمنی در رانندگی مورد استفاده قرار گیرد، شناسایی دقیق پارامترهای مؤثر بر تصادفات و اثر سنجی آن‌ها است. این شناسایی زمانی می‌تواند کارساز و مؤثر باشد که منجر به ارائه یک سری سیاست‌های قابل اجرا گردد. در این راستا بررسی متغیرهای سیاست پذیر، مهم و حیاتی است. در این مقاله ابتدا با به بررسی مطالعات گذشته در زمینه بررسی عوامل مؤثر بر تصادفات پرداخته شده است و در ادامه به بررسی اهمیت این عوامل در تصادفات آزادراه تهران- کرج پرداخته شده است.

## ۲- پیشینه تحقیق

عوامل متعددی ممکن است در بروز تصادفات جاده‌ای نقش داشته باشند که این عوامل را می‌توان در سه عنوان کلی راه، وسیله نقلیه و عامل انسانی تقسیم‌بندی کرد که هرکدام از این عوامل هم زیر بخش‌های گوناگونی را در برمی‌گیرد. امروزه کارشناسان و محققان ترافیک، تصادفات را پدیده‌ای پیچیده در نظر می‌گیرند. تصادفات ناشی از وجود نقص در یکی از این سه رکن یا نقص متقابل آن‌ها در یک حالت مخاطره‌آمیز است و مادامی که هر یک از این عوامل وظیفه‌ی خود را درست انجام دهند، حادثه‌ای اتفاق نمی‌افتد. طی چند دهه‌ی گذشته مطالعات متعددی در زمینه‌ی سنجش دیدگاه‌ها و ادراکات متخصصان در زمینه‌ی عوامل تأثیرگذار تصادفات جاده‌ای در سطح جهان صورت گرفته است [Bedard, et al 2002]. اولدیر و اسپایسر عقیده دارند که حوادث رانندگی را می‌توان پیامد وضعی دانست که سه عامل راننده، محیط و وسیله نقلیه در آن سهیم هستند. استفاده‌کنندگان از راه مسئولیت مستقیم و غیرمستقیم ۹۵ درصد تصادفات را بر عهده دارند. شینار هم عقیده دارد در اغلب حوادث رانندگی علت اصلی رفتار انسان بوده است [Shinar 1978]. در این زمینه هم مطالعاتی صورت گرفته است. برای نمونه بر اساس اطلاعات در دسترس در اکثر کشورهای جهان بیش از یک سوم تصادفات جاده‌ای در اثر سرعت نامناسب وسایل نقلیه روی می‌دهد. این مطالعه در مورد کشور ایران رقم مشابهی در حدود

تصادفات جاده‌ای با شاخص‌های اقتصادی مؤثر بر آن پرداختند. آن‌ها در مطالعه‌ی خود بر اساس این‌گونه استنباط کردند که میزان تلفات جاده‌ای در مراحل اولیه رشد اقتصادی افزایش پیدا می‌کند و در نهایت به سبب پیشرفت‌های تکنیکی افزایش میزان سرمایه‌گذاری در بخش‌های مرتبط و بهبود مراقبت‌های پزشکی، این نرخ در مراحل بعدی رشد اقتصادی کاهش می‌یابد [محمدی، مهرگان، ۱۳۹۰].

تربت در سال ۱۹۸۰ به بررسی مطالعات تطبیقی که در کشورهای مختلف توسعه‌یافته از جمله هلند، استرالیا و انگلستان صورت گرفته که اغلب عامل راه و محیط اطراف را (۵۰) درصد و عوامل انسانی و وسیله‌نقلیه را هر یک با سهم (۲۵) درصد، سهم در وقوع تصادف دانسته‌اند؛ یا کشور سوئد که دیدگاه صفر کشته در تصادفات رانندگی را مدنظر قرار داده و در این کشور راه و محیط آن با (۵۹) درصد، بیشترین سهم را در ارتقاء ایمنی رانندگی بر عهده دارد و پس‌از آن عوامل انسانی و وسیله نقلیه در جایگاه‌های بعدی قرار دارد، برای کاهش تصادف، چنین نتیجه‌گیری و راهکاری ارائه شده است؛ با پذیرش این مطلب که انسان جایز‌الخطاست و دارای محدودیتهای فیزیولوژیکی و رفتاری می‌باشد، سیستم حمل و نقل باید به گونه‌ای طراحی شود که حداقل امکان پوشش دهنده این محدودیت‌ها باشد. با طراحی راه به‌صورت بخشنده، خود معرف و تأمین کننده سطح انتظار انواع کاربران، میتوان کاربران را در برابر بسیاری از خطرهای محتمل محافظت کرد و همچنین با به کارگیری تجهیزات نوین و هوشمند در وسیله‌نقلیه، می‌توان راننده را در موقعیت‌های مختلف تصمیم‌گیری، یاری رساند و یا در صورت بروز تصادف، از شدت صدمات وارده بر سرنشین‌ها کاست [Treat, 1980].

اردغان در سال ۲۰۰۹ در پژوهشی با استفاده از GIS به تحلیل فضایی ناامنی جاده‌های میان استان‌های مختلف ترکیه پرداخت و چنین نتیجه گرفت که تصادفات و مرگ و میرهای جاده‌های در استان‌های ترکیه دارای الگوی تصادفی خاصی نیست؛ زیرا توزیع فضایی آنها در جاده‌های ارتباطی بعضی از استان‌ها از جمله استامبول، آنکارا و آنتالیا بیشتر است [Erdogan, 2009].

زنگی آبادی و همکاران (۱۳۹۱) در پژوهشی تحت عنوان «بررسی علل تصادفات در بزرگراه‌های اصفهان» به بررسی عوامل تصادفات در بزرگراه‌های این استان پرداختند و بیشترین علل تصادف را بی‌توجهی به جلو، عدم رعایت حق تقدم و عدم رعایت

به بررسی و تحلیل متغیرها و عوامل مختلف در ارتباط با تصادفات واژگونی پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد که احتمال وقوع واژگونی‌ها در ساعات اولیه صبح به دلیل عدم توجه به جلو و خستگی و خواب‌آلودگی و عموماً در خارج از محدوده فاصله ۱۵ کیلومتری شهرها بیشتر بوده و تجاوز از سرعت مجاز در دوره زمانی بعدازظهر و نه در شب‌ها به وقوع واژگونی‌ها کمک می‌کند [عبدوس، ۱۳۸۷].

پاک‌گوهر و همکاران در مطالعه‌ای تحت عنوان «بررسی نقش عامل انسانی در بروز و شدت تصادفات جاده‌ای بر اساس مدل‌های رگرسیون LR و CART» در سال ۱۳۸۸ به بررسی نقش عامل انسانی در بین عوامل سه‌گانه مؤثر بر تصادفات جاده‌ای پرداختند. اطلاعات به دست آمده حاکی از این بود بیش‌ترین درصد درباره تأثیر عوامل انسانی در بروز و شدت تصادفات جاده‌ای، مربوط به بی‌توجهی به مقررات بوده (۶۴٫۵) درصد) و پس از آن مصرف مشروبات الکلی و استعمال مواد مخدر (۲۴٫۳ درصد) بیش‌ترین درصد فراوانی را به خود اختصاص داد. همچنین نتایج این مطالعه نشان داده است که خستگی و خواب‌آلودگی تنها ۳٫۹ درصد علل انسانی در وقوع تصادفات را به خود اختصاص داده و ۱۹ درصد کسانی که تصادف نموده‌اند دارای گواهینامه مشروط بوده‌اند [پاک‌گوهر، خلیلی، صفارزاده ۱۳۸۸].

احدی و همکاران در مطالعه‌ای در سال ۱۳۸۹ به بررسی نقش وسایل نقلیه سنگین در تصادفات جاده‌ای محور هراز و ارائه راهکارهای کاهش آن در سال‌های ۸۷-۱۳۸۵ پرداختند. آمارهای موجود در این مطالعه بیان‌گر آن است که وسایل نقلیه سنگین یکی از عوامل اصلی وقوع تصادفات در این محور می‌باشد. نتایج تحقیق ضمن تأکید مکرر فرضیه‌ها نشان داده است که سن، میزان کارایی و نوع وسایل نقلیه سنگین در تصادفات جاده‌ای نقش مهمی دارند و همچنین ایمن نبودن محور هراز در تصادفات جاده‌ای نیز نقش بسزایی داشته است و از طرفی دیگر وجود معادن مصالح ساختمانی در تصادفات جاده‌ای، زمان کاری بیش از حد رانندگان در تصادفات نیز نقش داشته است. با این توصیف آن‌ها در مطالعه‌ی خود به‌منظور کنترل و کاهش تصادفات مربوط به وسایل نقلیه سنگین، چند راهکار عملی به‌عنوان پیشنهاد تحقیق ارائه کردند [احدی، دعاگویان، توانگر، ۱۳۸۹].

محمدی و همکاران در مطالعه‌ای تحت عنوان «عوامل اقتصادی مؤثر بر تصادفات جاده‌ای» در سال ۱۳۹۰ به بررسی ارتباط بین

سلسله‌مراتبی به صورت خلاصه و در انتها نیز به ارائه نتایج پرداخته شده است.

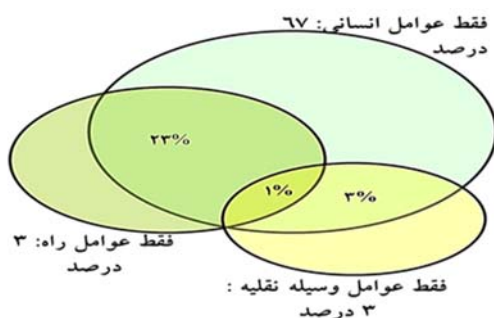
### ۳- روش تحقیق

مقالات تحقیقاتی متعدد، نقش غالب "انسان" در تصادفات را نشان داده‌اند. توجه شود که هرچند که ۹۰ درصد از علل تصادفات را رفتار انسان تشکیل می‌دهد، اما بنایستی اقدامات مربوط به تأمین ایمنی تنها بر این عامل منحصر گردند. در حقیقت، تغییر محیط جاده بسیار آسان‌تر و سریع‌تر از تغییر الگوی رفتاری انسان است. شکل ۱ نشان می‌دهد که پرفایده‌ترین فعالیت‌ها در خصوص تأمین ایمنی راه‌ها، مربوط به تعاملات میان انسان، راه و محیط آن می‌باشد.

فاصله طولی در بزرگراه‌های استان اصفهان بیان کردند [زنگی آبادی و شیران، گشتیل، ۱۳۹۱].

مشکینی و همکاران (۱۳۹۲) در پژوهشی با عنوان «بررسی عوامل مؤثر در افزایش تصادفات درونشهری شهر زنجان» نشان می‌دهد که از مجموع وقوع (۱۸۶۹) مورد تصادفات در زنجان، (۹۰) درصد عوامل انسانی، (۸۳) درصد عوامل محیطی و (۲۶) درصد عوامل فنی و مدیریتی دخیل بوده اند [مشکینی، غلامحسینی، زادولی خواجه، ۱۳۹۲].

در این مقاله با توجه به مطالعات پیشین به بررسی عوامل مؤثر بر تصادفات جاده‌ای پرداخته و سپس با توجه به نظر متخصصان و استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی به بررسی اهمیت هرکدام از آن‌ها در تصادفات آزادراه تهران کرج پرداخته شده است. در ادامه ابتدا به ارائه‌ی عوامل مؤثر بر تصادفات با توجه به مطالعات پیشین پرداخته شده است و سپس به ارائه‌ی روش تحلیل



در اغلب تصادفات نمی‌توان تنها یک پارامتر را علت تصادف دانست، بلکه رشته‌ای از وقایع اند که تحت تأثیر عوامل گوناگونی قرار دارند و منجر به وقوع تصادف می‌شوند. این عوامل توالی وقایع پیش، در حین و بعد از تصادف را تحت تأثیر قرار می‌دهند.

**وقایع قبل از تصادف:** این وقایع عوامل منجر به تصادف و نحوه جلوگیری از رخداد آن را مشخص می‌کنند. مانند عملکرد ترمز.

**وقایع در حین تصادف:** این وقایع عوامل منجر به شدت تصادف را مشخص کرده و راه حل‌های مهندسی و فنی جهت کاهش شدت تصادف را نشان می‌دهند، مانند عملکرد کیسه هوا.

**وقایع بعد از تصادف:** این وقایع، عوامل منجر به نتیجه تصادف را مشخص کرده و نشان می‌دهند که چگونه بهبود امداد رسانی و کمک‌های پزشکی؛ خسارت و جراحت تصادف را کاهش می‌دهند. به‌عنوان مثال زمان واکنش امداد رسانی به تصادف و کیفیت آن.

در این مطالعه برای محاسبه اهمیت عوامل مؤثر بر تصادفات در آزادراه تهران کرج از روش تحلیل سلسله‌مراتبی استفاده شده است. فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی با تجزیه‌ی مسائل مشکل و پیچیده آن‌ها را به شکلی ساده تبدیل کرده و به حل آن‌ها می‌پردازد. این روش کاربردهای فراوانی در مسائل اقتصادی و اجتماعی پیدا کرده است و در سال‌های اخیر در امور مدیریتی نیز به کار رفته است.

برای حل یک مسئله یا تصمیم‌گام‌های زیر باید برداشته شود:

-ساختن سلسله‌مراتبی

-محاسبه اوزون

-سازگاری سیستم

### ۳-۱- ساختن سلسله مراتبی

سلسله مراتبی یک نمایش گرافیکی از مسئله پیچیده واقعی می باشد که در رأس آن هدف کلی مسئله و در سطوح بعدی معیارها و گزینه ها قرار دارند. هر چند یک قاعده ی ثابت و قطعی برای رسم سلسله مراتبی وجود ندارد اما برخی افراد سعی نموده اند تا یک سری قواعد کلی در این زمینه بیان کنند. به طور مثال «دایر و فورمن» بیان می کنند که سلسله مراتبی ممکن است یکی از صورت های زیر باشد:

هدف - معیارها - زیر معیارها - گزینه ها

هدف - معیارها - عوامل - زیر عوامل - گزینه ها

### ۳-۲- محاسبه وزن در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

محاسبه وزن در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در دو قسمت جداگانه مورد بحث قرار می گیرد:

- وزن نسبی

- وزن نهایی

وزن نسبی از ماتریس مقایسه زوجی به دست می آید در حالی که وزن مطلق رتبه ی نهایی هر گزینه می باشد که از تلفیق وزن های نسبی محاسبه می گردد.

### ۳-۳- محاسبه نرخ ناسازگاری

یک ماتریس ممکن است سازگار و یا ناسازگار باشد در ماتریس سازگار محاسبه وزن ساده بوده و با استفاده از نرمالیزه کردن تک

تک ستون ها به دست می آید در حالی که برای محاسبه وزن در ماتریس ناسازگار چندین روش ذکر گردید. علاوه بر محاسبه وزن در ماتریس های ناسازگار که قبلاً مورد بحث واقع شد، محاسبه مقدار ناسازگاری از اهمیت بالایی برخوردار است. در حالت کلی می توان گفت که میزان قابل قبول ناسازگاری یک ماتریس یا سیستم بستگی به تصمیم گیرنده دارد اما ساعتی عدد ۰/۱ را به عنوان حد قابل قبول ارائه می نماید و معتقد است چنانچه میزان ناسازگاری بیشتر از ۰/۱ باشد بهتر است در قضاوت تجدیدنظر گردد.

### ۳-۴- معرفی آزادراه تهران- کرج

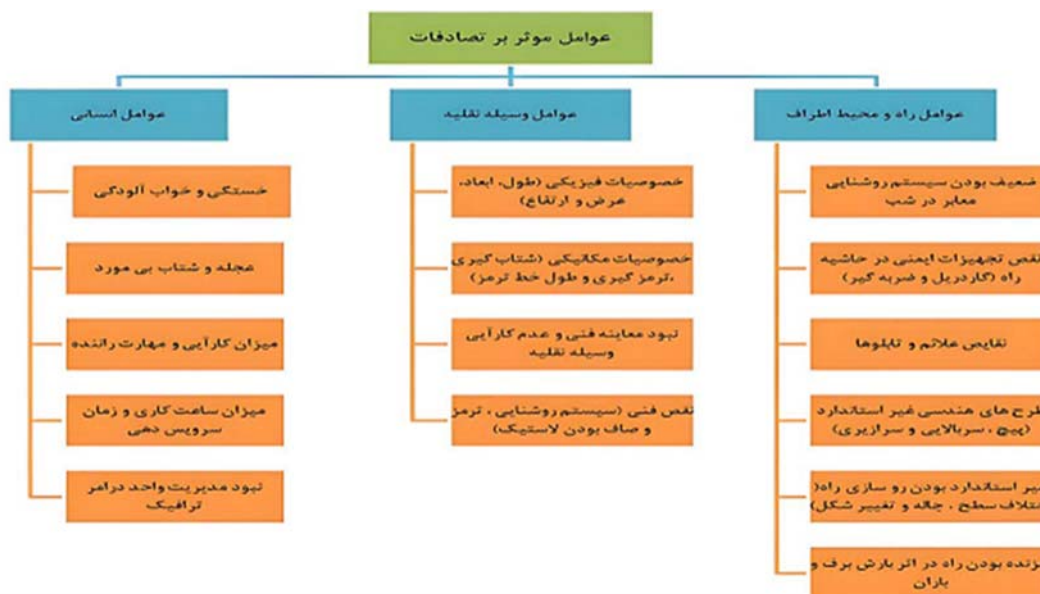
شکل ۲ موقعیت آزادراه تهران- کرج را بر روی نقشه نشان داد شده است. همان طور که مشاهده می گردد این محور یکی از محورهایی می باشد که تهران را به کرج وصل می کند. علاوه بر این نیز در جنوب این آزادراه جاده قدیم تهران- کرج نیز وجود دارد که به موازات این آزادراه در حال جابه جایی ماشین ها می باشد. در ضلع شمالی این آزادراه نیز خط ۵ مترو اکباتان- گلشهر نیز در حال جابه جایی متقاضیان از تهران به کرج و بالعکس می باشد. محور آزادراه تهران- کرج یکی از پر ترافیکی ترین محورهای موجود در کشور می شود و این باعث می شود که در این اتوبان مواجهه برای تصادفات بسیار بالا باشد.



شکل ۲. موقعیت آزادراه تهران- کرج بر روی نقشه

#### ۴- نتایج

برای بررسی عوامل مؤثر در قالب تحلیل سلسله‌مراتب و طراحی پرسشنامه ابتدا باید معیارها و زیرمعیارها برای هدف مورد نظر انتخاب شوند و درخت سلسله‌مراتب رسم گردد. با توجه به مطالعات پیشین و در نظر گرفتن عوامل مؤثر بر تصادفات درخت سلسله‌مراتب به صورت شکل ۳ رسم گردیده است.



شکل ۳. معیارها و زیرمعیارهای انجام شده برای طراحی پرسشنامه- سلسله‌مراتب عوامل مؤثر بر تصادفات

مربوطه را در جای خود مطابق با توضیحات داده شده قرار دهند. در انتها نیز با استفاده از نرم‌افزار expert choice به بررسی این قضاوت‌ها پرداخته شده است. شکل ۴ و جدول ۱ خروجی ضرایب را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌گردد، در بین عوامل انسانی، وسیله نقلیه و راه و محیط اطراف، از نظر متخصصان عوامل انسانی بیشترین اهمیت را در تصادفات آزادراه تهران- کرج داشته است.

بنابراین، با توجه به سلسله‌مراتب ارائه شده برای بررسی عوامل مؤثر بر تصادفات، در هر پرسش‌نامه ۴ سؤال طراحی شد و توسط سی نفر از متخصصان حمل‌ونقل و یا دانشجویانی که در زمینه ایمنی حمل‌ونقل فعالیت داشتند پرسید. در ادامه به ارائه‌ی نتایج هرکدام از این سؤال‌ها به صورت جداگانه پرداخته شده است. در سؤال اول از متخصصان خواسته شده تا در مورد تأثیر سه مورد عوامل انسانی، عوامل محیطی و وسیله نقلیه را در تصادفات آزادراه تهران- کرج به صورت زوجی مقایسه کنند و اعداد

Overall Inconsistency = .01

human	.648	
auto	.230	
env	.122	

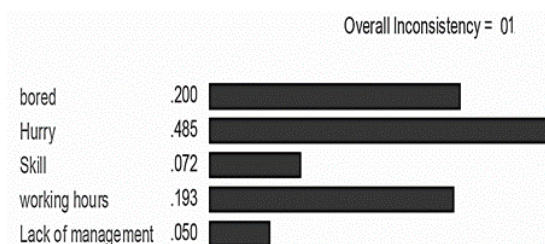
شکل ۴. خروجی نرم‌افزار expert choice برای سه عامل اصلی

جدول ۱. ضرایب محاسبه شده توسط نرم افزار expert choice برای سه عامل اصلی

عوامل مؤثر در تصادفات	عوامل انسانی	عوامل وسیله نقلیه	عوامل راه و محیط
ضرایب محاسبه شده	۰/۶۴۸	۰/۲۳۰	۰/۱۲۲

در شکل ۶ و جدول ۳ خروجی نرم افزار expert choice برای عوامل مربوط به وسیله نقلیه آورده شده است. همان طور که مشاهده می گردد، بیشترین ضریب مربوط به نقص فنی وسایل نقلیه می باشد.

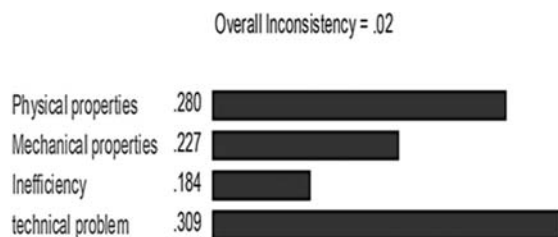
حال در ادامه با توجه مقایسات زوجی بین نظر متخصصان به بررسی اهمیت عوامل انسانی در تصادفات آزادراه تهران-کرج پرداخته شده است. خروجی نرم افزار مربوط به عوامل انسانی در شکل ۵ و جدول ۲ نشان داده شده است. همان طور که مشاهده می شود، بیشترین ضریب مربوط به عامل عجله و شتاب بی مورد می باشد.



شکل ۵. خروجی نرم افزار expert choice برای زیر عوامل انسانی

جدول ۳. ضرایب محاسبه شده توسط نرم افزار expert choice برای زیر عوامل وسیله نقلیه

زیر عوامل وسیله نقلیه	خصوصیات فیزیکی	خصوصیات مکانیکی	نبود معاینه فنی	نقص فنی
ضرایب محاسبه شده	۰/۲۸۰	۰/۲۲۷	۰/۱۸۴	۰/۳۰۹



شکل ۶. خروجی نرم افزار expert choice برای زیر عوامل وسیله نقلیه

جدول ۲. ضرایب محاسبه شده توسط نرم افزار expert choice برای زیر عوامل انسانی

زیر عوامل انسانی	خستگی و خواب آلودگی	عجله و شتاب بی مورد	میزان کارایی و مهارت راننده	میزان ساعت کاری و زمان سرویس دهی	نبود مدیریت واحد در امر ترافیک
ضرایب محاسبه شده	۰/۲	۰/۴۸۵	۰/۰۷۲	۰/۱۹۳	۰/۰۵

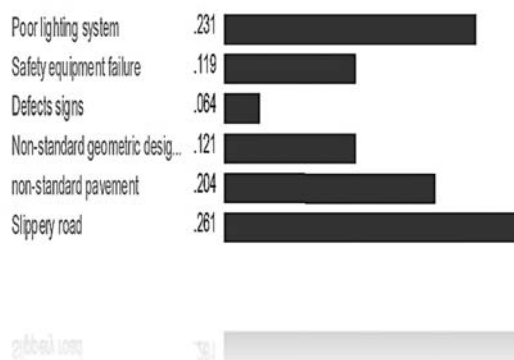
گرفته شده به صورت شکل ۸ و جدول ۵ است. نتایج نهایی حاصل ترکیب ضرایب محاسبه شده برای عوامل انسانی، راه و محیط اطراف و وسیله نقلیه با ضرایب محاسبه شده برای هرکدام از زیر عوامل مربوطه می‌باشد.

خروجی نرم‌افزار مربوط به عوامل راه و محیط اطراف نیز در شکل ۷ و جدول ۴ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، بیشترین ضریب مربوط به عامل لغزنده بودن راه در اثر بارش برف و باران می‌باشد. حال در انتها نیز با توجه به مقایسات زوجی انجام شده نتایج نهایی از نرم‌افزار expert choice

جدول ۴. ضرایب محاسبه شده توسط نرم‌افزار expert choice برای زیر عوامل راه و محیط

ضرایب محاسبه شده	زیر عوامل راه و محیط
۰/۲۳۱	ضعیف بودن سیستم روشنایی معابر در شب
۰/۱۱۹	نقص تجهیزات ایمنی در حاشیه راه (گارد ریل و ضربه گیر)
۰/۰۶۴	نقایص علائم و تابلوها
۰/۱۲۱	طرح‌های هندسی غیراستاندارد (پیچ، سربالایی و سرازیری)
۰/۲۰۴	غیراستاندارد بودن روسازی راه (اختلاف سطح، چاله و تغییر شکل)
۰/۳۶۱	لغزنده بودن راه در اثر بارش برف و باران

Overall Inconsistency = .01



شکل ۷. خروجی نرم‌افزار expert choice برای زیر عوامل راه و محیط اطراف

جدول ۵. رتبه‌بندی عوامل طبق نظر متخصصان با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتب

رتبه	عامل	ضریب اهمیت
۱	عجله و شتاب بی‌مورد	۰/۲۷۳
۲	خستگی و خواب‌آلودگی	۰/۱۱۲
۳	میزان ساعت کاری و زمان سرویس‌دهی	۰/۱۰۹
۴	نقص فنی (سیستم روشنایی، ترمز و صاف بودن لاستیک)	۰/۰۸
۵	خصوصیات فیزیکی (طول، ابعاد، عرض و ارتفاع)	۰/۰۷۳
۶	خصوصیات مکانیکی (شتاب گیری، ترمز گیری و طول خط ترمز)	۰/۰۵۹
۷	نبود معاینه فنی و عدم کارآیی وسیله نقلیه	۰/۰۴۸
۸	لغزنده بودن راه در اثر بارش برف و باران	۰/۰۴۷

۰/۰۴۱	میزان کارآیی و مهارت راننده	۹
۰/۰۴۱	ضعیف بودن سیستم روشنایی معابر در شب	۱۰
۰/۰۳۷	غیراستاندارد بودن روسازی راه (اختلاف سطح، چاله و تغییر شکل)	۱۱
۰/۰۲۸	نبود مدیریت واحد در امر ترافیک	۱۲
۰/۰۲۲	طرح‌های هندسی غیراستاندارد (پیچ، سربالایی و سرازیری)	۱۳
۰/۰۲۱	نقص تجهیزات ایمنی در حاشیه راه (گاردریل و ضربه گیر)	۱۴
۰/۰۱۱	نقایص علائم و تابلوها	۱۵



شکل ۸. خروجی نهایی نرم‌افزار Expert Choice

## ۵- نتیجه‌گیری

همان‌طور که نتایج این مطالعه نشان می‌دهد از بین عوامل مربوط به تصادفات آزادراه تهران کرج یعنی سه مورد عوامل انسانی، محیط و راه اطراف و عوامل مربوط به وسیله نقلیه، عوامل انسانی از اهمیت بسیار زیادی برخوردار بود. به همین دلیل می‌توان نتیجه گرفت مهمترین کار برای کاهش تصادفات مربوط به این محور مهم از کشور، فرهنگ‌سازی و همچنین آموزش رانندگان برای کاهش تخلفات آن‌ها می‌باشد، اگر فرهنگ‌سازی درخصوص رعایت قوانین و مقررات راهنمایی و رانندگی و بهبود وضعیت رانندگی موجب کم‌رنگ‌تر شدن نقش عامل انسانی در این زمینه بدانیم به طور قطع راهنمایی و رانندگی در این زمینه فعالیت موثری انجام داده است و توانسته است با آموزش و اجرای دقیق قوانین و مقررات رانندگان را به اجرای قوانین و مقررات ترغیب نماید، بطور کلی با فرهنگ‌سازی درخصوص رعایت قوانین و مقررات راهنمایی و رانندگی و بهبود وضعیت رانندگی می‌توان نقش انسان را در تصادفات جاده‌ای کم‌رنگ‌تر نمود و همچنین با طراحی صحیح شبکه‌ی راه‌ها و یا به عبارت دیگر با محاسبات ظرفیت راه و نقاط تلاقی ترافیک و نیز تغییر شکل هندسی معابر و تقاطع، نصب به جای علائم راهنمایی و رانندگی به اندازه کافی، خط‌کشی صحیح جاده، چراغ‌های راهنمایی شامل چراغ‌های کنترل و هدایت ترافیک می‌توان با استفاده از استانداردهای نوین، ایمنی جاده را به میزان قابل توجهی تضمین کرد. در مورد نصب تابلوهای اخطاری بویژه ابعاد خطوط حرکت، تعریض

عرض جاده در محدوده‌ی تقاطع، فاصله دید لازم جهت تشخیص به موقع موانع، خطوط تغییر و تاخیر مسیر برای ترافیک (چپ گردش و راست گردش) می‌بایست ضوابط مهندسی ترافیک را مراعات کرد. همچنین تغییر شکل هندسی و طراحی تقاطع‌ها و دهانه‌ها باید با توجه به معیارهای صحیح و نحوه‌ی حرکت وسایل نقلیه (حرکات چپ و راست) و میزان ترافیک صورت پذیرد و سطح سرویس جاده باید با استفاده از عوامل سرعت و دینامیک (ترکیب و آهنگ ترافیک) مشخص گردد. اما اگر توانسته با ایجاد شرایط مطلوب برای رانندگان از بروز حادثه جلوگیری نماید و اگر نقش خودرو را در بروز این سوانح کم‌رنگ‌تر از دیگر بخش‌ها باشد، این بدان معنی است که خودروهایی که در کشور عرضه می‌شود استاندارد بوده است و در غیر این صورت عملکرد متولیان این بخش باید مورد ارزیابی قرارگیرد. از موارد دیگر برای کاهش این تصادفات می‌توان نظارت و همچنین اعمال قانون بیشتر اشاره کرد. بنابراین، با توجه به نتایج این مطالعه پیشنهاد می‌گردد بهتر است برای کاهش تصادفات محور آزادراه تهران- کرج قبل از هر اقدامی مانند اصلاح هندسی و ... به مواردی مانند اعمال قانون شدیدتر و همچنین نظارت بر عملکرد رانندگان این محور پرداخته شود.

## ۶- مراجع

- Bedard, M. et al., (2002). The independent contribution of driver, crash, and vehicle characteristics to driver fatalities. *Accident Analysis & Prevention*, 34(6): 717-727.
- Goh, K. et al. (2014). Factors affecting the probability of bus drivers being at-fault in bus-involved accidents. *Accident Analysis & Prevention*, 66: 20-26.
- Kim, J. K (2013). Driver-injury severity in single-vehicle crashes in California: A mixed logit analysis of heterogeneity due to age and gender. *Accident Analysis & Prevention*, 50: 1073-1081.
- Erdogan, S. (2009). Explorative spatial analysis of traffic accident statistics and road mortality among the provinces of Turkey. *Journal of Safety Research*, 40(5): 341-351.
- Shinar, D. (1978). Psychology on the road. *The Human Factor in Traffic Safety*.
- Treat, J. R. (1980). A Study of Pre crash Factors Involved in Traffic Accidents The HSRI Research Review.
- Zhang, J. et al. (2000). Factors affecting the severity of motor vehicle traffic crashes involving elderly drivers in Ontario. *Accident Analysis & Prevention*, 32(1): 117-125.
- احدی، محمدرضا، دعاگویان، داوود، توانگر، مهدی (۱۳۸۹). بررسی نقش وسایل نقلیه سنگین در تصادفات جاده‌ای مورد مطالعه: محور هراز. *مطالعات مدیریت ترافیک*، ۵(۱۷)، ۷۲-۵۳.
- پاک‌گوهر، علیرضا، خلیلی، محدثه و صفارزاده محمود (۱۳۸۸). بررسی نقش عامل انسانی در بروز و شدت تصادفات جاده‌ای بر اساس مدل‌های رگرسیون LR و CART. *مطالعات مدیریت ترافیک*، ۴(۱۳)، ۶۶-۴۹.
- رحمانی فیروزجاه، علی، فرزانه، سیف‌اله، عباسی اسفجیر، علی اصغر و ذبیح‌پور، نبی‌اله (۱۳۸۵). بررسی جامعه‌شناختی علل تصادفات جاده‌ای، مطالعه موردی رانندگان عمومی جاده‌ای شهرستان بابل، علوم اجتماعی (دانشگاه آزاد شوشتر).
- سلمانی، محمد، رمضان زاده لسبویی، مهدی، دریکوند، مسلم، ثابتی، فرخ (۱۳۸۷). بررسی عوامل مؤثر بر تصادفات جاده‌ای و ارائه راه‌کارهایی برای کاهش آن مورد مطالعه: منظومه روستایی جنوب خور و بیابانک. *پژوهش‌های جغرافیای انسانی (پژوهش‌های جغرافیایی)*. دوره ۴۱، شماره ۳، شماره پیاپی ۶۵، ۸۷-۹۸.
- عبدوس، حسن (۱۳۸۷). بررسی متغیرهای تأثیرگذار بر تصادفات واژگونی در شبکه جاده‌ای ایران، هشتمین کنفرانس مهندسی حمل‌ونقل و ترافیک ایران، تهران، سازمان حمل‌ونقل و ترافیک تهران، معاونت حمل‌ونقل و ترافیک شهرداری تهران.
- محمدی، فریبرز و مهرگان، نادر (۱۳۹۰). عوامل اقتصادی مؤثر بر تصادفات جاده‌ای. اولین همایش ملی ترافیک و ایمنی، کرمان، دفتر تحقیقات کاربردی فرماندهی انتظامی استان کرمان.
- زنگی آبادی، علی، شیران، غلامرضا و گشتیل، خیری (۱۳۹۱). بررسی علل تصادفات در بزرگراه‌های اصفهان، فصلنامه مطالعات راهور، سال (۱)، شماره (۱)، ۵۷-۳۷.
- مشکینی، ابوالفضل، غلامحسینی، رحیم، زادولی خواجه، شاهرخ (۱۳۹۲). بررسی عوامل مؤثر بر افزایش تصادفات درونشهری شهر زنجان. فصلنامه مطالعات پژوهشی راهور، تهران: مرکز تحقیقات راهور ناجا. سال (۲)، شماره ۴، ۳۲-۱۱.

# The Prioritizing Factors Affecting Intercity Road Accidents to Increase Safety Using the Analytical Hierarchy Method

*Ali Naderan, Assistant Professor, Department of Civil Engineering, SR.C.,  
Islamic Azad University, Tehran, Iran.*

*Mohammad Reza Ahadi, Associate Professor, Housing & Urban Development Research  
Center, Tehran, Iran.*

*Rasoul Zabihian, Ph.D., Candidate, Department of Civil Engineering, Kish International  
Branch, Islamic Azad University, Kish Island, Iran.*

*E-mail: r.zabihian@iau.ir*

Received: May 2025- Accepted: August 2025

## **ABSTRACT**

Road and urban accidents are one of the important factors of death and severe injuries to life and property, and its heavy economic and life effects have always threatened mankind. One of the most effective things that can be used as a suitable solution in reducing accidents, violations and increasing safety in driving is the accurate identification of parameters affecting accidents and their effectiveness. The purpose of this research is to prioritize the factors that influence the occurrence of traffic accidents Using the Analytical Hierarchy (AHP) method, the importance of each of these factors in the occurrence of accidents and their prioritization was investigated. For this purpose, after collecting the opinions of experts in this field, different criteria were examined in the form of pairwise comparisons. Then, the importance coefficients of each criterion were calculated based on the experts' opinions. The findings of the quantitative section indicate that haste and unnecessary acceleration is 0.273, fatigue and sleepiness is 0.112, working hours and service time is 0.109, technical defects (lighting system, brakes and smoothness of tires) is 0.08, characteristics Physical (length, dimensions, width and height) 0.073, mechanical characteristics (acceleration, braking and brake line length) 0.059, lack of technical examination and ineffectiveness of the vehicle 0.048, slippery road due to snowfall and Rain 0.047, driver efficiency and skill level 0.041, weak road lighting system at night 0.041, non-standard road surface (difference in surface, potholes and deformation) 0.037, lack of unit management in traffic matter 0.028. Non-standard geometric designs (turns, uphill and downhill) 0.022, lack of safety equipment on the side of the road (guardrails and bumpers) 0.021, defects in signs and signs 0.011 were among the factors affecting intercity road accidents. The factors related to Tehran Karaj freeway accidents, i.e. three cases of human factors, environment and surrounding road and factors related to the vehicle, human factors were of great importance. For this reason, it can be concluded that the most important work to reduce accidents related to this important axis of the country is culture building and also training drivers to reduce their violations. Other things to reduce these accidents include monitoring and enforcing the law more.

**Keywords:** Hierarchical Analysis, Road Accidents, Factors Affecting Road Accidents