

شناخت نقاط حادثه‌خیز محورهای استان البرز با استفاده از روش تخمین تراکم کرنل

اسکندر صیدایی - دکترای جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشیار دانشگاه اصفهان
ابراهیم جهانگیر* - کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری
رسول دارایخانی - دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه تهران
علی پناهی - استادیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۲/۱۵

تاریخ ارسال: ۱۳۹۶/۰۲/۰۸

چکیده

بررسی و مطالعه نقاط حادثه‌خیز در ایران، به سبب فقدان برنامه‌ریزی مدون در شناسایی و اولویت‌بندی این نقاط و فقدان بانک اطلاعاتی مناسبی که شناسنامه نقاط حادثه‌خیز کشور در آن ثبت شده باشد و پس از تأمین اعتبار و اجرای اقدامات اصلاحی داده‌های آن به‌نگام شود، در سطحی پایین و ناکافی قرار دارد؛ در حالی که برای شناسایی و اولویت‌بندی آن‌ها نه از روش‌های علمی معتبر استفاده می‌شود نه پس از صرف هزینه و ایمن کردن آن‌ها میزان اثربخشی و کاهش سوانح در این نقاط ارزیابی می‌شود. استان البرز با داشتن حدود ۴۰۷ کیلومتر راه بین شهری از لحاظ طول راه‌ها دارای کمترین در سطح کشور است و در عین حال به سبب موقعیت استان در شاهراه مواصلاتی غرب، شمال غرب، و شمال کشور مقام اول در ترافیک بین‌شهری کشور را دارد. بیشترین تعداد متوفیان ناشی از تصادف برون‌شهری با ۵۸ نفر کشته در هر ۱۰۰ کیلومتر مربوط به استان البرز است که به‌رغم دارا بودن بیشترین شاخص‌های سیستم حمل‌ونقل هوشمند و تعداد نسبی راهدارخانه‌ها در سطح کشور مقام اول کشته‌ها در جاده‌های کشور را به خود اختصاص داده است. در این تحقیق از روش تخمین کرنل از مجموع آنالیزهای فضایی نرم‌افزار Arc GIS استفاده شده است که از روش‌های قابل بهره‌برداری در شناخت مناطق پُر تراکم به‌شمار می‌رود. نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد محدوده بسیار حادثه‌خیز استان البرز با طول ۲/۳ کیلومتر در محور چالوس و اتوبان قزوین قرار گرفته است. از مجموع راه‌های استان ۱۱/۸۵ کیلومتر از راه‌ها در شرایط حادثه‌خیز است.

کلیدواژه‌ها: استان البرز، حوادث ترافیکی، روش تخمین تراکم کرنل، محورهای برون‌شهری، نقاط حادثه‌خیز.

مقدمه

تصادفات جاده‌ای در سراسر دنیا سالانه جان بسیاری از انسان‌ها را گرفته یا باعث نقص عضو انسان‌ها می‌شود. از این رو، برای کاستن از اثرهای غیرمستقیم اقتصادی و اجتماعی این‌گونه حوادث، اقدامات عاجل در عرصه‌های مختلف اجتماعی، فنی و مهندسی و ... ضروری است. آموزش‌های همگانی، استانداردهای خودرو، و اصلاح فنی و هندسی راه‌ها از اصلی‌ترین این اقدامات است. در این میان شناسایی علل تصادف از ارجحیت بیشتری برخوردار است، زیرا متد و حجم اقدامات برای علل متنوع می‌تواند تفاوت داشته باشد. بنابراین، شناسایی نقاط حادثه‌خیز یکی از اقدامات اولیه در هر مطالعه‌ای در زمینه کاستن از تعداد و شدت حوادث جاده‌ای خواهد بود. منظور از نقاط پُر حادثه نقطه‌ای است که تعداد تصادفات اعم از فوتی، جرحی، و خسارتی در آن‌ها بالا باشد که با اجرای اقدامات ایمن‌سازی امکان کاهش وجود داشته باشد (سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای، ۱۳۸۶: ۱).

بررسی و مطالعه نقاط حادثه‌خیز در ایران، به سبب فقدان برنامه‌ریزی مدون در شناسایی و اولویت‌بندی این نقاط و فقدان بانک اطلاعاتی مناسبی که شناسنامه نقاط حادثه‌خیز کشور در آن ثبت شده باشد و پس از تأمین اعتبار و اجرای اقدامات اصلاحی داده‌های آن بهنگام شود، در سطحی پایین و ناکافی قرار دارد؛ در حالی که برای شناسایی و اولویت‌بندی آن‌ها نه از روش‌های علمی معتبر استفاده می‌شود نه پس از صرف هزینه و ایمن‌کردن آن‌ها میزان اثربخشی و کاهش سوانح در این نقاط ارزیابی می‌شود. این پژوهش تلاشی است برای شناخت و اولویت‌بندی نقاط حادثه‌خیز در طول جاده‌های استان البرز تا از این طریق بتوان بر اثربخشی اقدامات اجرایی برای کاهش آسیب‌پذیری شهروندان و مسافران استان افزود.

مبانی نظری

حمل و نقل و ارتباطات از بخش‌های زیربنایی در اقتصاد هر کشور به‌شمار می‌آید که امروزه یکی از شاخص‌های توسعه‌یافتگی کشورها محسوب می‌شود. سیاست‌های حمل و نقل در سراسر جهان به‌وضوح نیازمند رشدی هستند تا پایه‌های تمایل فزاینده برای جابه‌جایی توسعه یابند و کیفیت زندگی را حفظ کنند (لستر و همکاران، ۲۰۱۰: ۲۵).

یکی از نتایج نامطلوب و اجتناب‌ناپذیر سامانه حمل و نقل، تصادفات ترافیکی است که باعث از دست رفتن جان انسان‌ها، توانایی کار و تولید در جامعه و باعث آسیب‌های روانی می‌شود (کلانتری، ۱۳۹۲: ۹۴). تحقیقات انجام‌شده نشان می‌دهد سالانه حدود ۱٫۲ میلیون نفر در تصادفات جاده‌ای کشته و بیش از ۵۰ میلیون نفر مجروح می‌شوند (WHO, 2006). تصادفات جاده‌ای در سال ۱۹۹۰ نهمین عامل در بین انواع بیماری‌ها و صدمات منجر به مرگ‌ومیرهای ناگهانی انسان‌ها به‌شمار می‌رفته است و ادامه این روند تا سال ۲۰۲۰ آن را به رتبه سوم در بین عوامل مهم مرگ‌ومیر خواهد رساند. آنچه در کشورهای درحال توسعه روی می‌دهد به مراتب آمار بالاتری را نشان می‌دهد. پیش‌بینی می‌شود با ادامه این روند در ده سال آینده فقط در کشورهای درحال توسعه ۶ میلیون نفر کشته و ۶۰ میلیون نفر زخمی خواهند شد (زاهد، ۱۳۸۵: ۳۳).

تصادفات رانندگی به‌عنوان یک دغدغه جهانی مطرح و در حال گسترش در کشورهای در حال توسعه است و از سوی سازمان ملل متحد و سازمان بهداشت جهانی به‌عنوان یکی از چهار عامل اصلی تهدیدکننده و رسیدگی عاجل مطابق کشورهای موفق مورد درخواست قرار گرفته است؛ به‌طوری‌که ده سال آینده دهه ایمنی رانندگی در جهان تعیین شده است و در طی آن با سرمایه‌گذاری‌های مناسب و برنامه‌ریزی‌شده تلفات ناشی از تصادفات رانندگی باید کاهش یابد. براساس

پیش‌بینی تغییر در درجه‌بندی ده علت مرگ زود هنگام ناشی از بیماری یا صدمات در جهان تلفات ناشی از تصادفات رانندگی از نهمین عامل مرگ‌ومیر به سومین عامل در دهه آینده منجر خواهد شد.

مدیریت حوادث رانندگی یا مدیریت کاستن از تعداد تلفات جاده یا حتی شدت جراحات و آسیب‌پذیری در مقابل صدمات تصادفات در دهه اخیر به یکی از چالش‌های مهم صاحب‌نظران تبدیل شده است. همچنین، در این زمینه مدل‌ها و الگوهای متعددی ارائه و بررسی شده است. حوادث و تصادفات جاده‌ای به اذعان همه کارشناسان در بستر عوامل متعددی رخ می‌دهد و برای کاهش تلفات جاده‌ای عوامل متعددی بر شمرده‌اند و مدل‌های مختلفی برای نشان دادن آن‌ها به کار رفته است. در دهه ۱۹۶۰، یک اپیدمیولوژیست امریکایی به اسم دکتر ویلیام هادون^۱ چارچوب سیستمی برای ایمنی راه براساس مدل بیماری ارائه داد که زیرساخت، وسایل نقلیه، و کاربران را در مراحل قبل از تصادف در حین تصادف و بعد از تصادف دربر می‌گرفت. ماتریس هادون یکی از مدل‌های نوین در این زمینه است که تعامل سه مؤلفه اصلی انسان، وسیله نقلیه، و محیط را در سه مرحله قبل، حین، و بعد از تصادف به صورت جدول ۱ نشان می‌دهد (جدول ۱).

جدول ۱. ماتریس هادون

مراحل		عوامل	
قبل از تصادف	پیشگیری از وقوع	انسان	تجهیزات و وسایل نقلیه
قبل از تصادف	پیشگیری از وقوع	آموزش، فرهنگ‌سازی، و اعمال مقررات	مدیریت سرعت، چراغ‌ها، ترمز و ...، کارکرد خوب
هنگام تصادف	پیشگیری از صدمات	کنترل صدمات و جراحات	محافظت از سرنشینان، تجهیزات ایمنی
بعد از تصادف	ادامه حیات	مهارت‌های کمک‌های اولیه و دسترسی به مراکز درمانی	سهولت در مهار آتش، تجهیزات مقابله با سانحه
		محیط	طراحی راه
			محافظةت در برابر تصادف
			تسهيلات امداد و نجات (امدادرسانی جاده‌ای)

(World Health Organization, 2006)

در این مدل راه به‌عنوان یک عنصر اصلی و مؤثر محیطی قبل، حین، و بعد از بروز تصادف در کاستن تلفات انسانی جاده‌ها نقش دارد. جاده از سه جایگاه متفاوت به‌عنوان یکی از عوامل به‌وجودآورنده تصادف مورد توجه قرار دارد که عبارت‌اند از: عرض جاده، موقعیت خاص جاده (مانند پیچ، میدان، پل، و نظایر آن) و دیگر اشکالات، نقایص، و کمبودهای موجود در جاده. مهم‌ترین اشکالات و کمبودهای جاده کمبودها و اشکالات علایم هشدار و اخباری و خط‌کشی‌ها، ناصافی سطح جاده، اشکالات یا نبود شانه، لغزنده‌بودن جاده، نبود یا اشکالات در موانع حفاظتی و جداکننده مانند گاردریل‌ها و دید ناکافی در شب یا روز تشخیص داده شده‌اند.

با استفاده از دیدگاه و روش هادون، که روشی سیستمی است، می‌توان منابع مهم و عمده خطاها یا ضعف‌های طراحی را شناسایی کرد که به بروز تصادف، مرگ‌ومیر، و صدمات جدی منجر می‌شود و برای تعدیل و کاهش آن‌ها و پیامدهای ناشی از آن‌ها باید از طریق زیر اقدام کرد:

کاهش قرارگیری در معرض خطر؛

پیشگیری از تصادفات جاده‌ای؛

کاهش شدت صدمات در صورت وقوع تصادف؛

کاهش پیامدها و تبعات نامطلوب صدمات از طریق بهبود مراقب‌های پزشکی بعد از تصادف (شرافتی، ۱۳۹۲: ۳۱-۵۳).

طراحی ایمن شبکه جاده‌ای همواره از اهداف اولیه و اصلی برنامه‌ریزی و طراحی شبکه جاده‌ای بوده است. در کشورهای توسعه‌یافته معیارها و استانداردهایی در این زمینه تهیه شده که این استانداردها با گسترش تکنولوژی تغییر می‌کند (گیوه‌چی، ۱۳۸۸: ۱۰۵).

روش پژوهش

فعالیت‌های اولیه در زمینه ایمنی جاده‌ای به‌طور عمومی از سال ۱۹۱۳ آغاز شد و به‌دلیل جنگ‌های جهانی تا سال ۱۹۵۶ مسکوت باقی ماند. از سال ۱۹۶۳ تا به امروز در برخی از سال‌ها در سطح کشورها یا بین‌المللی اقداماتی به‌منظور آموزش همگانی و حساس‌سازی جوامع اجرا شده است.

در سال ۱۹۸۹ اولین گشت ایمنی جاده‌ای در ایالات متحده با هدف کاهش مخاطرات جاده‌ای و آگاهی به سالمندان و عابران پیاده آغاز به کار کرد. ساختاری با عنوان «همکاری ملل متحد در ایمنی جاده‌ای» در سال ۲۰۰۴ از سوی سازمان ملل متحد هماهنگ با سازمان بهداشت جهانی ایجاد شد.

اجرای تحقیق بین‌المللی توسط سازمان بهداشت جهانی و بانک جهانی در سال ۲۰۰۴ با عنوان «گزارش جهانی پیشگیری از آسیب ترافیک جاده‌ای» انجام گرفت. تصویب ۳ قطعنامه طی سال‌های ۲۰۰۴، ۲۰۰۵ و ۲۰۰۸ از سوی سازمان ملل متحد در زمینه ایمنی جاده‌ای اهمیت موضوع را نمایان کرد.

از سال ۲۰۰۶ آقای لرد رابرتسون، دبیرکل سابق ناتو، به‌عنوان دبیر حرکت (کمپین) جهانی ایمنی جاده‌ای (نهادی مستقل و در ارتباط با سازمان ملل متحد) فعالیت خود را آغاز کرد.

تصویب و آغاز به کار «صندوق ایمنی جاده‌ای» وابسته به بانک جهانی در سال ۲۰۰۶ انجام پذیرفت. در سال ۲۰۰۸ کمپین جهانی ایمنی جاده‌ای اقدام به ارائه یک میلیون امضا به دبیرکل سازمان ملل متحد با هدف توجه بیشتر این نهاد به موضوع حوادث جاده‌ای کرد. در سال ۲۰۰۹ (آبان ۱۳۸۸) اولین کنفرانس جهانی ایمنی جاده‌ای در سطح وزیران در شهر مسکو در کشور روسیه برگزار شد (اذانی و همکاران، ۱۳۹۴: ۶۳).

نقاط حادثه‌خیز جاده‌ای به‌طور گسترده‌ای در مقالات علمی بررسی و تجزیه و تحلیل شده و روش‌ها و الگوهای مختلفی برای تعیین مناطق ناامن جاده‌ها توسعه یافته است (لنگ تین و شکار، ۲۰۱۱: ۱۲۵). برای شناخت و تعیین نقاط حادثه‌خیز جاده نیز متدهای متعددی به کار گرفته شده و هرکدام با توجه به عوامل و معیارهای مورد نظر از مدل خاصی برای آن هدف بهره گرفته‌اند. به‌طور مثال، یک محور شرقی و غربی در جزیره قشم با استفاده از به‌کارگیری روش تحلیل سلسله‌مراتبی در سیستم اطلاعات مکانی و وزن‌دهی به عوامل مؤثر در خطرپذیری ارزیابی شده و نتایج آن نشان‌دهنده منطقی است که به‌طور بالفعل می‌تواند موجبات حادثه و تصادف جاده‌ای را فراهم کند. در این پژوهش عموماً تحلیل آماری حوادث با تأکید بر عامل تصادف مورد توجه قرار گرفته و، صرف‌نظر از مکان تصادف، به بررسی علل آن پرداخته شده است (کاظمی و همکاران، ۲۰۱۵: ۸۳).

در زمینه به‌کارگیری سامانه اطلاعات جغرافیایی در تعیین نقاط حادثه‌خیز، در پژوهشی سیستم اطلاعات جغرافیایی برای تجزیه و تحلیل فضایی - مکانی تصادف‌های جاده‌ای در لاکروس ویسکانسین به کار گرفته شد و توزیع فضایی - مکانی تصادف‌ها تعیین شد و تراکم و روند آن‌ها به‌صورت بانک اطلاعاتی درآمد (کری، ۱۹۹۹: ۲۴۵).

در ایران نیز مطالعاتی در زمینه تصادف‌های جاده‌ای با رویکرد اقلیمی با استفاده از سیستم‌های اطلاعات مکانی (GIS) انجام شده است. در پژوهشی به لحاظ اهمیت تصادف‌های جاده‌ای و تأثیرگذاری پدیده‌های اقلیمی در سوانح رانندگی، به بررسی ارتباط بین تصادف و شرایط جوی در محور فیروزکوه ساری پرداخته شد؛ هدف از این پژوهش تحلیل تصادف‌های

جاده‌ای با نگرش اقلیمی به کمک GIS به منظور بررسی رابطه بین پدیده‌های اقلیمی و تصادف‌ها، تعیین نقاط مخاطره‌آمیز، و ارائه راهکارهایی برای بالابردن ضریب ایمنی جاده بوده است (کریمی، ۱۳۸۱: ۱۳۰).

در محور چالوس- کرج نیز با بهره‌گیری از روش‌های آماری فراوانی تصادف، نرخ تصادف، نرخ بحرانی، شاخص همسنگ خسارات مالی، مدل پیش‌بینی و ... پراکندگی تصادفات در قطعات نه‌گانه محور بررسی و قطعات حادثه‌خیز مشخص و طبقه‌بندی شده است (کاظمی و ذوقی، ۱۳۹۰: ۳۶). همچنین، تعدادی پژوهش نیز در زمینه شناخت مناطق حادثه‌خیز در محدوده‌های شهری نیز انجام شده و اطلاعات آن‌ها با استفاده از سامانه اطلاعات مکانی ارزیابی و تحلیل فضایی شده است.

اخیراً روش‌های زیادی به‌عنوان الگوهای فضایی نقاط وقوع تصادف توسعه داده شده‌اند. به‌طور کلی، روش‌های شناسایی و اولویت‌بندی نقاط حادثه‌خیز را می‌توان به دو گروه تقسیم کرد:

۱. روش واکنشی یا بر پایه تصادفات: که بر تحلیل آماری اطلاعات پایه تصادفات جهت تعیین مشکلات ایمنی جاده‌ای تکیه می‌کند؛

۲. روش پیشگیرانه یا بر پایه مشاهدات: که بر تحلیل ویژگی‌های فیزیکی و عملکردی جاده جهت شناسایی معضلات ایمنی جاده‌های موجود یا پروژه‌های راه‌سازی تأکید می‌کند. این روش تحت عنوان بازرسی ایمنی جاده مطرح می‌شود که استفاده از آن در طول دهه گذشته به سرعت گسترش یافته است (کاظمی و ذوقی، ۱۳۹۰).

در رویکرد واکنشی نسبت به تعیین محل تصادفات با توجه به الگوی مکانی گذشته پرداخته می‌شود. در این روش مدل‌های مختلفی برای شناخت نقاط حادثه‌خیز ارائه شده است:

۱. مدل شدت تصادف که در آن براساس مطالعات انجام‌گرفته برای هر مجروح ضریب ۳ و برای هر کشته ضریب ۹ نسبت به آن حادثه در نظر گرفته می‌شود؛

۲. مدل نرخ تصادفات که در این روش علاوه بر تعداد تصادفات باتوجه، تغییرات حجم ترافیک در محور نیز در نظر گرفته می‌شود؛

۳. روش نرخ- شدت تصادف مدلی است که در آن تعداد، شدت، و موقعیت مکانی تصادف برداشت می‌شود (احدی و اعتمادزاده، ۱۳۹۲).

در این پژوهش با رویکرد واکنشی و بر مبنای تصادفات ثبت‌شده در سامانه مدیریت حوادث و سوانح جمعیت هلال احمر (DMIS)، طی محدوده زمانی نیمه دوم سال ۱۳۹۱ و نیمه اول سال ۱۳۹۴ و استفاده از روش تخمین پراکندگی نقاط وقوع حادثه (تصادف) به‌وسیله تحلیل‌های فضایی GIS در دوره زمانی مورد مطالعه مناطق حادثه‌خیز شناسایی و طبقه‌بندی شده است.

در آمار سنتی فرض بر این است که مشاهدات نمونه‌های مستقل از یکدیگرند، اما در بسیاری از موارد، در عمل، این فرض برقرار نیست و مشاهدات به یکدیگر وابسته‌اند.

کاستن از حجم تلفات جانی و مالی در محورهای برون‌شهری همواره یکی از دغدغه‌های طراحان و برنامه‌ریزان حمل و نقل بوده و به سبب ابعاد گسترده اقتصادی و اجتماعی موضوع باید در اولویت برنامه‌ریزی و سرمایه‌گذاری‌ها قرار گیرد. در کشور ما نیز به دلیل بالابودن آمار حوادث جاده‌ای، باید توجه جدی به این موضوع معطوف شود. در این میان با توجه به آمار و داده‌های حوادث ترافیکی، سهم بالایی از این خسارات به استان البرز تحمیل شده است. این تحقیق بر آن است با اتکا به نقاط ثبت‌شده از حوادث جاده‌ای در محدوده زمانی سه‌ساله محدوده‌ها و نقاط حادثه‌خیز را شناسایی و اولویت‌بندی کند. در این ارتباط سؤالات زیر پاسخ داده خواهد شد:

۱. آیا از روش تخمین تراکم کرنل می‌توان در شناسایی و اولویت‌بندی نقاط حادثه‌خیز جاده‌ای استفاده کرد؟
 ۲. محورهای حادثه‌خیز استان البرز کدام‌اند؟
 ۳. در محورهای حادثه‌خیز استان البرز نقاط و محدوده‌های حادثه‌خیز چه نقاطی هستند؟
- کاهش خسارت ناشی از سوانح مستلزم شناخت عوامل بروز آن است و اولین سؤال در شناخت هر پدیده فضایی شناخت موقعیت آن است. تعدد بروز هر سانحه در یک موقعیت خاص دلیلی بر وجود شرایط نامناسب محیطی، فیزیکی، یا فنی است که نیازمند بررسی و رفع این شرایط نامساعد است. به عبارتی، هر سانحه جاده‌ای در بُعدی از مکان به وقوع می‌پیوندد. این‌گونه شناخت روابط بین متغیرها را، وابستگی متغیرهای مختلف در نحوه قرارگیری آن در فضای جغرافیایی، آمار فضایی می‌نامند. در آمار فضایی سعی بر آن است که بین مقادیر مختلف یک متغیر، از حیث فاصله و جهت قرارگرفتن آن‌ها نسبت به هم، ارتباط برقرار شود (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۹۴).
- روش تحلیل تراکم نقطه‌ای کرنل از جمله تحلیل‌های آنالیز فضایی در نرم‌افزار Arc GIS است که تحت عنوان تخمین تراکم برای عوارض خطی و نقطه‌ای به کار گرفته می‌شود. این تحلیل یکی از بهترین روش‌های شناسایی نقاط داغ^۱ به‌شمار می‌رود که می‌توان از آن برای شناخت نقاط حادثه‌خیز نیز بهره برد.
- در این روش با استفاده از یک تابع مشخص محدوده‌ای در اطراف هر نقطه مشخص می‌شود؛ این محدوده با فاصله‌گرفتن از آن نقطه باریک‌تر (کم‌رنگ‌تر) می‌شود. محدوده نزدیک به محل تصادف پُرنرنگ‌تر و هرچه از آن دور شویم کم‌رنگ‌تر خواهد شد. به عبارتی، مناطقی که تراکم بیشتری از تصادف را دارد بسیار پُرنرنگ‌تر از مناطقی است که تراکم تصادفات ثبت‌شده در کمتر بوده است.
- برای تعیین نقاط حادثه‌خیز جاده‌ای در استان البرز با استفاده از مدل تخمین تراکم نقطه‌ای مدل مفهومی زیر ارائه شده است. براساس این مدل، نخست محدوده استان البرز به‌عنوان منطقه مورد مطالعه انتخاب شد و شاخص‌های مورد نیاز برای دستیابی به هدف استخراج و اطلاعات مورد نیاز برای تحلیل از منابع موثق گردآوری شد.



نمودار ۱. مدل مفهومی پیشنهادی برای استخراج محدوده‌های حادثه‌خیز جاده‌ای

بحث و یافته‌ها

استان البرز با داشتن حدود ۴۰۷ کیلومتر راه بین شهری از لحاظ طول راه‌ها دارای کمترین طول راه در سطح کشور است و در عین حال به‌سبب موقعیت استان در شاهراه مواصلاتی غرب، شمال غرب، و شمال کشور مقام اول در ترافیک بین شهری کشور را دارد. به نحوی که برابر اطلاعات منتشره توسط سازمان راهداری کشور در بین روزهای

و نقل و پایانه‌های استان البرز، ۱۳۹۴).
 بیشترین تعداد متوفیان ناشی از تصادف برون‌شهری با ۵۸ نفر کشته در هر ۱۰۰ کیلومتر مربوط به استان البرز است که به‌رغم دارا بودن بیشترین شاخص‌های سیستم حمل و نقل هوشمند و تعداد نسبتاً بالای راهدارخانه‌ها در سطح کشور مقام اول کشته‌ها در جاده‌های کشور را به خود اختصاص داده است (سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای، ۱۳۹۳: ۲۰۶).

بررسی شاخص‌های فوق نشان می‌دهد در سال‌های اخیر همراه با افزایش حجم تردد جاده‌ای در استان البرز تعداد تصادفات و به تبع آن مجروحان و کشته‌شدگان حوادث جاده‌ای نیز رو به فزونی نهاده است. بنابراین، به‌منظور به‌حداقل‌رساندن این تصادفات، ضرورت دارد نسبت به شناسایی جنبه‌های کمی و کیفی، شناسایی نقاط پرخطر، و ویژگی‌های جغرافیایی محل وقوع این تصادفات در محورهای استان البرز اقدام شود. در این راستا مطالعه میزان تصادفات و همچنین تحلیل الگوهای فضایی پراکنش تصادفات در البرز ضرورت دیگر پژوهش حاضر است. عوامل انسانی مؤثر، وجود نقاط حادثه‌خیز، خودروهای فرسوده، نامناسب بودن وضعیت جاده‌ها، و بسیاری از عوامل اقتصادی دیگر را می‌توان عوامل به‌وجودآورنده سوانح رانندگی به‌شمار آورد. هر یک از این عوامل مستلزم ارائه راهکارهای مناسب است (نیک‌زاد، ۱۳۸۶: ۵). با تحلیل مکان‌های پرخطر و علت‌شناسی آن‌ها تا حدودی می‌توان به‌عنوان یک سیستم در کاهش تصادفات به ایفای نقش پرداخت.

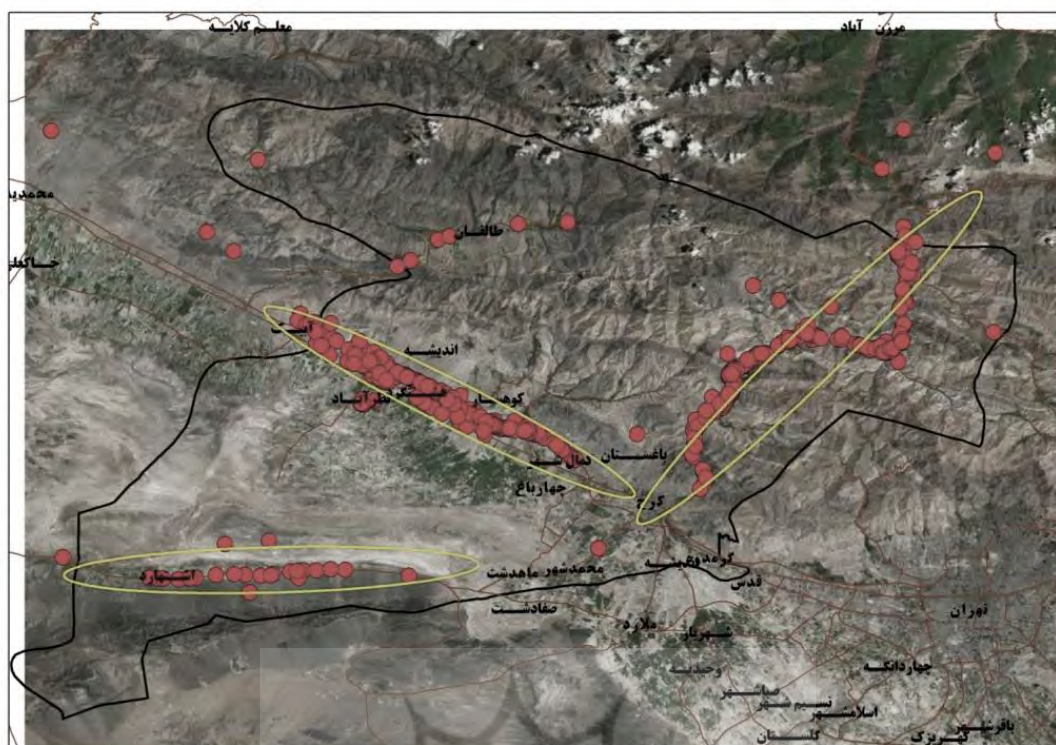
تعیین شاخص‌های حادثه‌خیزی

شاخص‌هایی که می‌توان برای تعیین حادثه‌خیزی در نظر گرفت؛ با توجه به مدل‌های ارائه‌شده، از روش تعداد و شدت تصادف استفاده شده است. پراکنندگی تصادفات جاده‌ای در سطح محورهای استان البرز و تعداد افراد فوتی در هر کدام از تصادفات به‌صورت یک نقطه برای سانحه جاده‌ای در نظر گرفته می‌شود.

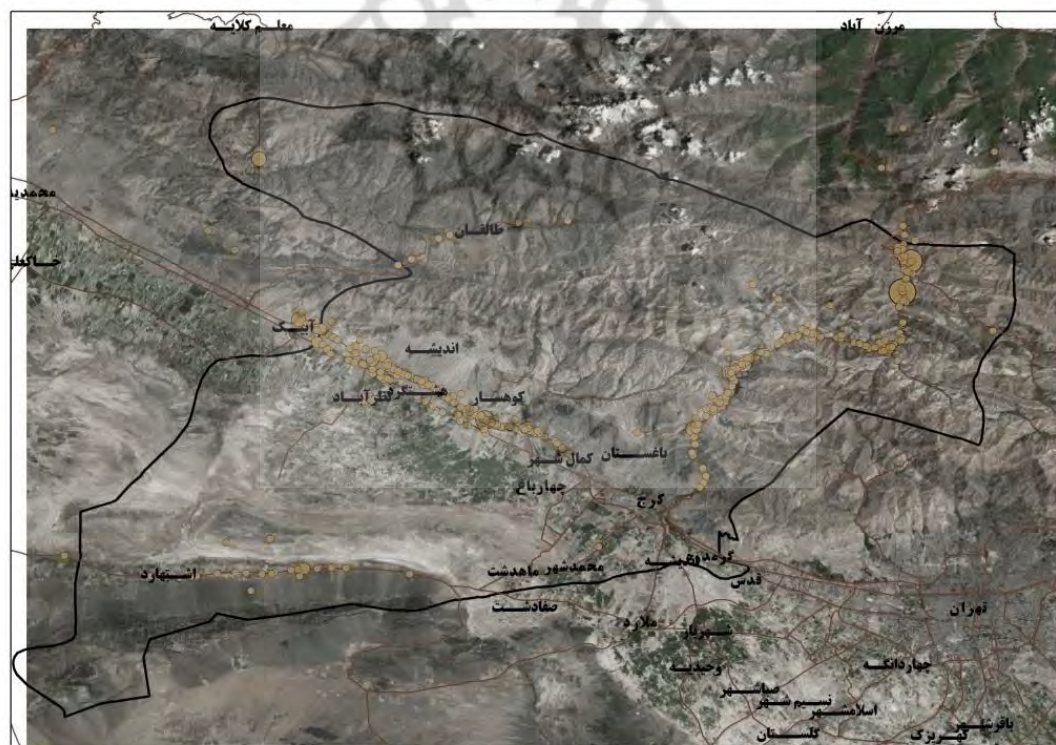
نقاط تصادف در سامانه DMIS توسط تیم‌های عملیاتی جمعیت هلال احمر استان البرز با ثبت اطلاعات کامل حادثه اعم از تعداد حادثه‌دیدگان، مصدومان، و کشته‌شدگان در هر تصادف همراه طول و عرض جغرافیایی محل حادثه ثبت می‌شود که می‌توان در تحیل‌های کاربردی محیط GIS استفاده گسترده‌ای از این داده‌ها کرد. در اینجا مجموع ۶۱۷ حادثه ثبت‌شده در محدوده زمانی مورد مطالعه با استفاده از سامانه اطلاعات مکانی بررسی شده است. شایان ذکر است داده‌های موجود از تصادفات شامل حوادثی است که دارای خسارت جانی بوده و به فراخور وظیفه جمعیت هلال احمر در امداد و نجات جاده‌ای اطلاعات حوادث دارای خسارت مالی در سامانه ثبت و گزارش نمی‌شود. بنابراین، در این پژوهش فقط داده‌های مربوط به حوادثی که به خسارت جانی منجر شده تجزیه و تحلیل شده است.

الگوی پراکنش تصادفات

در مجموع، ۶۱۷ حادثه ثبت‌شده دارای ۲۷۲۴ نفر حادثه‌دیده بوده است که به کشته‌شدن ۴۸ نفر در صحنه تصادف منجر شده است. الگوی پراکنش حوادث ثبت‌شده نشان‌دهنده توزیع مکانی حوادث در سه محور اصلی استان شامل محور کرج- چالوس (۲۹۴ حادثه)، اتوبان کرج- قزوین (۲۸۲ حادثه)، و ماهدشت- اشتهارد (۲۵ حادثه) است (تصویر ۱).
 با اعمال تعداد فوت‌شدگان در هر حادثه به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های اصلی شدت تصادف نیز می‌توان به شدت تصادفات به‌وقوع‌پیوسته در محور کرج- چالوس نسبت به سایر محورهای حادثه‌خیز استان پی برد (تصویر ۲).



تصویر ۱. شناسایی محورهای حادثه‌خیز استان البرز



تصویر ۲. شدت تصادفات در محور کرج-چالوس

تعیین نقاط حادثه‌خیز

با استفاده از روش تخمین تراکم کرنل در محیط Arc GIS تراکم نقاط تصادف در سطح استان بررسی شد. نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد (تصویر ۳) در محورهای کرج- چالوس و اتوبان کرج- قزوین محدوده‌های بسیار حادثه‌خیز و حادثه‌خیز به‌وضوح قابل رؤیت است. طول مسیر در محدوده بسیار حادثه‌خیز استان حدود ۲/۳ کیلومتر و ۱۱/۸۵ کیلومتر در وضعیت حادثه‌خیز قرار دارد.



تصویر ۳. تخمین تراکم کرنل در محورهای بین شهری استان البرز

نتایج

براساس نتایج به‌دست‌آمده از روش کرنل مناطق در چهار طبقه کم‌حادثه، نسبتاً حادثه‌خیز، حادثه‌خیز، و بسیار حادثه‌خیز طبقه‌بندی شد و به‌طور مجزا در دو محور اصلی استان به تفکیک مناطق چهارگانه شناسایی و طبقه‌بندی شد:

محور کرج- چالوس (تصویر ۴)

محدوده بسیار حادثه‌خیز: این منطقه منطبق با محدوده سد امیرکبیر و تونل شماره ۴ این محور است که با طول حدود ۳/۱ کیلومتر پُر حادثه‌ترین محدوده در طول محور شناسایی شده است.

محدوده حادثه‌خیز: شامل سه محدوده مجزا با مجموع ۳/۳ کیلومتر طول است که در محدوده ابتدای سد امیرکبیر، طول دریاچه سد، و نهایتاً سهراهی شهرستانک در کیلومتر ۵۰ جاده چالوس قابل شناسایی است.

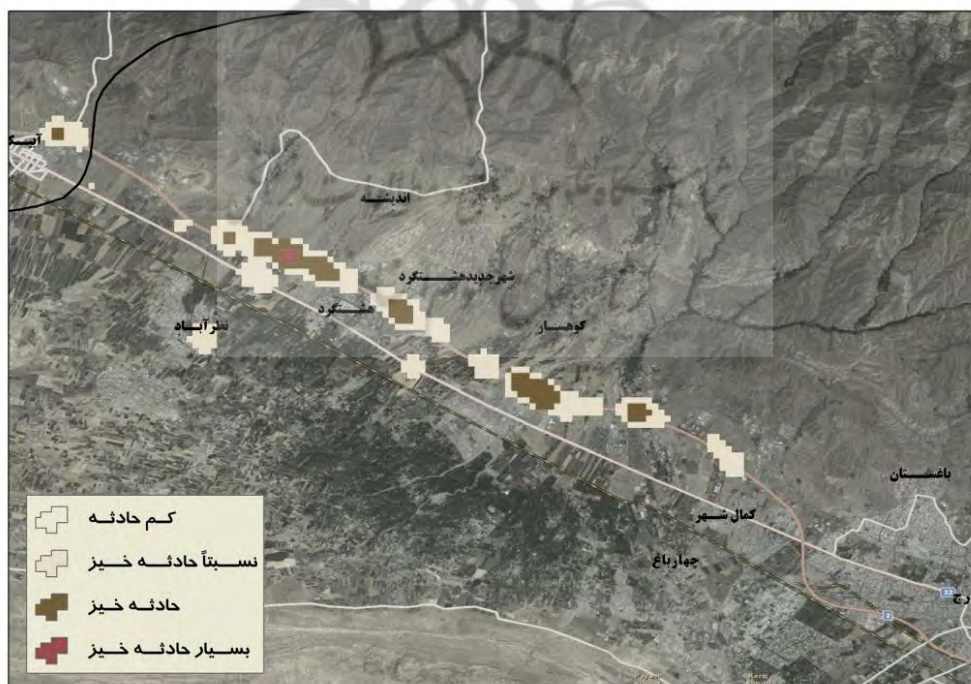
اتوبان کرج- قزوین (تصویر ۵)

محدوده بسیار حادثه‌خیز: محدوده بسیار حادثه‌خیز این محور در محل خروجی شهرک فخر ایران در کیلومتر ۳۳ اتوبان شناسایی شده که تقریباً شامل یک کیلومتر از طول مسیر می‌شود.

محدوده حادثه‌خیز: ۸/۵ کیلومتر از طول اتوبان کرج به قزوین برابر نتایج به‌دست‌آمده شامل شش محدوده مجزا می‌شود که می‌توان در طبقه محدوده‌های حادثه‌خیز استان قرار داد. این محدوده‌ها عبارت‌اند از پل نظرآباد، محدوده بعد از هشتگرد تا قبل از پل نظرآباد، خروجی هشتگرد، محدوده صنعتی ماموت، و پل کردان.



تصویر ۴. پراکنندگی نقاط حادثه‌خیز در محور کرج- چالوس



تصویر ۵. پراکنندگی نقاط حادثه‌خیز در اتوبان کرج- قزوین

جمع‌بندی و ارائه پیشنهادها

ایمنی شبکه جاده‌ای در یک تقسیم‌بندی کلی نیازمند توجه به سه فاکتور اصلی طراحی هندسی، تعمیر و نگهداری، و علائم کنترل ترافیک است (گیوه‌چی، ۱۳۸۸). استان البرز، به‌عنوان یکی از استان‌های پُرتردد کشور، یکی از اولویت‌های اصلاح و اقدامات پیشگیرانه در جهت کاهش حوادث جاده‌ای به‌شمار می‌رود. در جمع‌بندی نتایج این تحقیق می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

محدوده بسیار حادثه‌خیز استان البرز با طول ۲/۳ کیلومتر در محور چالوس و اتوبان قزوین قرار گرفته است؛ از مجموع راه‌های استان ۱۱/۸۵ کیلومتر از راه‌ها در شرایط حادثه‌خیز است؛ اولویت‌بندی مناطق حادثه‌خیز نشان‌دهنده انطباق این محدوده‌ها با نقاط دسترسی و خروجی از محورهای اصلی است که توجه به اقدامات اصلاحی در مسیرها را می‌طلبد؛ تعیین اقدامات دقیق جهت بهبود شرایط و حذف نقاط حادثه‌خیز در طول مسیرهای استان البرز نیازمند مطالعات دقیق و تخصصی مطابق شرح خدمات ملاک عمل در موضوع است که باید به مهندسان مشاور تخصصی حمل و نقل و ترافیک واگذار شود؛

با عنایت به امکان بهره‌گیری از پایگاه داده‌های حوادث برای برنامه‌ریزی و بازطراحی در مکانیزم پاسخ‌گویی به حوادث، به‌نظر می‌رسد تدوین برنامه‌ای برای ثبت دقیق و مستند همه حوادث با ذکر طول و عرض جغرافیایی هر حادثه از سوی همه دستگاه‌های اجرایی ضروری است. کما اینکه داده‌های استخراج‌شده از سامانه DMIS جمعیت هلال احمر در سال‌های اخیر توانسته راهگشای بسیاری از پژوهش‌های علمی و کاربردی باشد؛ دستگاه‌های مسئول در پاسخ‌گویی به حوادث جاده می‌توانند با عنایت به نتایج تفصیلی تحقیقات کاربردی و اجرای مطالعات مکان‌یابی مراکز امداد و نجات خود در کاهش تلفات جانی حوادث جاده نقش مؤثرتری ایفا کنند.

منابع

۱. ابراهیمی، نسرين؛ علیرضایی، ندا؛ خدادادی، احمد و بشارت‌نیا، مهدی، ۱۳۹۴، مروری بر روش‌های آماری تحلیل داده‌های جرم مبتنی بر مکان، توسعه سازمانی پلیس، دوره ۵۳، ش ۲، صص ۸۹-۱۱۲.
۲. اذانی، مه‌ری؛ مرادی‌پور، مرتضی و جهانگیر، ابراهیم، ۱۳۹۴، میزان برخورداری پایگاه‌های جاده‌ای جمعیت هلال‌احمر از امکانات و تجهیزات تخصصی و الزامی امداد و نجات، فصل‌نامه علمی - پژوهشی امداد و نجات، دوره ۷، ش ۱، صص ۶۱-۶۹.
۳. احدی، محمدرضا و اعتمادزاده، سیدرامین، ۱۳۹۲، تأثیر پارامترهای طرح هندسی بر افزایش ایمنی و کاهش تصادفات جاده‌ای، مجله ارتقای ایمنی و پیش‌گیری از مصدومیت‌ها، دوره ۱، ش ۳، صص ۱۰۲-۱۱۵.
۴. زاهد، فاطمه، ۱۳۸۵، برآورد هزینه خارجی بخش جاده‌ای بر محیط زیست اجتماعی (با تأکید بر تصادفات جاده)، فصل‌نامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره ۸، ش ۳، صص ۳۵-۴۲.
۵. روابط عمومی اداره کل حمل و نقل و پایانه‌های استان البرز، ۱۳۹۴.
۶. سازمان امداد و نجات، ۱۳۹۴، مدیریت کنترل و هماهنگی عملیات (EOC)
۷. سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای، ۱۳۹۳، خلاصه آمارهای راهداری و حمل و نقل جاده‌ای کشور در نگاه مدیریتی.
۸. سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای، ۱۳۸۶، دستورالعمل آشکارسازی نقاط پُر حادثه.
۹. شرافتی، ایوب، ۱۳۹۲، بررسی عوامل مؤثر بر مدیریت تصادفات جاده‌ای استان لرستان، فصل‌نامه راهور، س ۱۰، ش ۲۲، صص ۳۱-۵۳.
۱۰. کاظمی، امین و ذوقی، حسن، ۱۳۹۰، شناسایی و اولویت‌بندی نقاط حادثه‌خیز در جاده‌های برون‌شهری و ارائه نرم‌افزار، یازدهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی حمل و نقل و ترافیک.
۱۱. کرمی، شهرام، ۱۳۸۱، تحلیل تصادفات جاده‌ای با رویکرد اقلیمی با استفاده از GIS مطالعه موردی: جاده فیروزکوه- ساری، دانشگاه تربیت مدرس.
۱۲. کلاتری، محسن و مرادی مفرد، سمیرا، ۱۳۹۲، تحلیل فضایی نقاط حادثه‌خیز سوانح رانندگی شهر زنجان، مطالعات پژوهشی راهور، دوره ۲، ش ۴، صص ۹۳-۱۲۰.
۱۳. گیوه‌چی، سعید، ۱۳۸۸، سوانح ناشی از حمل و نقل و ترافیک (زمینی، هوایی، دریایی)، تهران: مؤسسه آموزش عالی علمی- کاربردی هلال ایران.
۱۴. نیک‌زاد، میرفاضل، ۱۳۸۶، سوانح ترافیکی کشور، علل و عوامل، راه‌های برون‌رفت و خسارات ناشی از آن، نیروی انتظامی جمهوری اسلامی ایران پلیس راهنمایی و رانندگی دفتر تحقیقات کاربردی، تهران.
15. Ahadi, M. R. and Etemadzadeh, S. R., 2013, The Effect of Geometric Design Parameters on Increasing Safety and Reduction of Road Accidents, *Journal of Safety Improvement and Prevention of Injuries*, Vol. 1, No. 3, PP. 102-115.
16. Azani, M.; Moradipour, M. and Jahangir, I., 2015, The extent to which the Colec's crowded roads are based on the specialized equipment and equipment necessary for rescue and rescue, *Rescue and rescue scientific-rescue journal*, Vol. 7, No. 1, PP. 61-69.
17. Chin Lai, P., Yee Chan W, Jun, 2004, GIS for road accident analysis in hong kong, *JGIS*, Vol. 10, No. 1.
18. Corry, A., 1999, *Geographic Information Systems For Spatial Analysis of Traffic Collision In LA CROSSEE*, 55987, Winona, Minnesota.
19. Deepthi Jayan, K. and Ganeshkumar, B., 2010, Identification of Accident Hot Spots: A GIS Based Implementation for Kannur District, Kerala, *International journal of geomentics & geo sciences*, Vol. 1, No. 1, PP. 51-59.

20. Ebrahimi, N.; Alirezayi, N.; Khodadadi, A. and Besharat Nia, M., 2015, Review of statistical methods of location-based crime analysis, *Police development*, Vol. 53, No. 2, PP. 89-112.
21. Ghivechi, S., 2009, *Traffic accidents (land, air, sea)*, Tehran: HELC Institute of Higher Education.
22. Kalantari, M. and Moradi Mofrad, S., 2013, Spatial Analysis of the Accidental Disaster Points in Zanjan City, *Research Papers of Rouhvar*, Vol. 2, No. 4, PP. 93-120.
23. Karami, S., 2002, *Analysis of Road Accidents with Climatic Approach Using GIS Case Study: Firouzkooh-Sari Road*, Tarbiat Modares University
24. Kazemi, A. and Zoghi, H., 2011, Identification and Prioritization of Accidental Points on the Outlying Roads and Providing Software, *Eleventh International Conference on Transport and Traffic Engineering*.
25. Kazemi, M. et al., 2015, Determining the main causes of road accidents of tourists and travelers by using geographical information system and multi – criterion decision – making method, *International journal of modern management & foresight*, Vol. 2, No. 2, PP. 82-93.
26. Jayan K.D., Ganeshkumar B, 2010. *Identification of Accident Hot Spots: A GIS Based Implementation for Kannur District, Kerala* . International Journal of Geomatics and Geosciences, pp. 51-59
27. Lester, A.H.; Garber, N.J and Adel, W. S., 2010, *Transportation Infrastructure Engineering*. SI Edition, Virginia: Thomson Learning.
28. Long Tien, T., and Sekhar, V. C., 2011, Using GIS to Identify Pedestrian-Vehicle Crash Hot Spots and Unsafe Bus Stops, *Journal of Public Transportation*, Vol. 14, No 1, PP. 99-114.
29. Nikzad, M., 2007, *Traffic accidents in the country, causes and factors, routes and damage caused by the law enforcement force of the Islamic Republic of Iran Traffic police*, Tehran: Applied Research Office.
Public Relations of the General Directorate of Transportation and Terminals of Alborz Province, 2015.
30. Railway and Road Transport Organization, 2014, Summary of Railways and Transportation Statistics in the Country's View of Management.
31. Relief and Relief Organization, 2015, Operations Control and Coordination (EOC).
32. Road and Road Organization, 2007, Instructions for detecting points of interest.
33. Samaila Saleh, J., 2014, Geographical Information System (GIS)-Based Analysis of Road Traffic Accident Blackspots in Federal Capital Territory (F.C.T), *Journal of Traffic and Logistics Engineering*, Vol. 2, No. 2, PP. 108-112.
34. Sharafati, A., 2013, Investigating the Factors Affecting the Accident Management of Roads in Lorestan Province, *Journal of Railway*, Vol. 10, No. 22, PP. 31-53.
35. World Health Organization, 2006, *World Report on prevention of injuries caused by road accidents*, Transport Institute.
36. Zahed, F., 2006, Estimation of the external cost of road section on the social environment (with emphasis on road accidents), *Journal of Environmental Science and Technology*, Vol. 8, No. 3, PP. 35-42.