

بررسی اثر تراکم راه‌های دسترسی بر تصادفات در راه‌های دو خطه برون‌شهری (مطالعه موردی محور اهر-تبریز)

علیرضا خاوندی (مسئول مکاتبات)، استادیار، گروه عمران، دانشکده مهندسی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

سید امید رضائیان، دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر، اهر، ایران

E-mail: khavandi@znu.ac.ir

دریافت: ۱۳۹۴ / ۰۶ / ۱۱ پذیرش: ۱۳۹۶ / ۰۳ / ۱۷

چکیده

هزینه بسیار زیاد تصادفات در اکثر کشورها، مدیران و سیاستگذاران را بر آن داشته است که همواره به دنبال ارتقای ایمنی راه‌ها باشند. یکی از مهم‌ترین نقاط دارای پتانسیل بالای وقوع تصادف در شبکه راه‌های برون‌شهری، محل‌های اتصال راه‌های دسترسی است. عدم مدیریت دسترسی‌ها، بویژه رعایت نکردن فاصله ایمن بین دسترسی‌ها و نیز در نظر گرفتن طرح هندسی ایمن آنها باعث افزایش تصادفات و تلفات ناشی از آنها در نقاط دسترسی می‌شود. در این مقاله برای بررسی این موضوع، محور دو خطه جدا نشده برون‌شهری تبریز - اهر به عنوان مطالعه موردی انتخاب و اطلاعات تصادفات در محور مذکور برای سال‌های ۸۸، ۸۹ و ۹۰ جمع‌آوری شد. در این تحقیق بر روی داده‌های جمع‌آوری شده، تحلیل آماری توصیفی و آزمون رگرسیون انجام شد تا نوع ارتباط میان نرخ تصادفات و پارامترهای تراکم دسترسی و ایمنی دسترسی‌ها مشخص شود. بررسی این موضوع نتایجی را به همراه داشت که از مهم‌ترین آنها، وجود سطح معنادار بین تراکم دسترسی و شاخص ایمنی با نرخ تصادفات است. این تحقیق نشان داد که تراکم دسترسی با نرخ تصادفات به صورت مستقیم رابطه دارد. یعنی با افزایش و کاهش تراکم دسترسی‌ها، نرخ تصادفات نیز با همان روند افزایش و یا کاهش می‌یابند. همچنین نتایج نشان داد که تراکم دسترسی بیشتر از ۷۵٪ درصد باعث افزایش قابل توجه تصادفات می‌شود.

واژه‌های کلیدی: ایمنی، تراکم دسترسی، دسترسی، نرخ تصادفات.

۱. مقدمه

در حدود ۶۰٪ از کلیه تصادفات منجر به مرگ در آن‌ها اتفاق می‌افتد. نرخ تصادفات منجر به مرگ در هر ۱۰۰ میلیون وسیله نقلیه مایل در راه‌های برون‌شهری برابر با ۲/۳ است که این نرخ برای راه‌های درون‌شهری یک است [Persaud, Retting and Lyon, 2004].

در تحقیق انجام شده توسط کرازادو^۱ و همکارش نشان داده شد که افزایش یک دسترسی در یک نقطه از راه باعث کاهش سرعت ۰/۶ کیلومتر بر ساعت در آن نقطه و در نتیجه تغییر رفتار رانندگان می‌شود [Mwesige, 2015].

حیبیان با استفاده از یک رویکرد ناهمفزون نقش ۴۷ عامل از اجزای راه دو خطه دو طرفه بین شهری در میزان خطرآفرینی آن را به دست آورده است. به این منظور با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در تحلیل میزان خطرآفرینی هر یک از محدوده‌های جاده، نقش هر یک از این اجزا و عوامل تشکیل دهنده آنها در احتمال بروز حادثه برای وسایل نقلیه محاسبه شده است. نتایج نشان می‌دهد که محدوده‌های شامل کاربریهای حاشیه راه و پارکینگهای بین راهی، پلها، دسترسیها و تقاطعات، تونلها، قوسها و محدوده مسیر مستقیم، به ترتیب بیشترین نقش در بروز تصادفات جاده ای را برعهده دارند. این مطالعه نشان می‌دهد که از بین عوامل مورد بررسی، ۱۲ عامل مهم‌تر، در بروز حوادث جاده‌ای در مجموع ۵۰ درصد از احتمال بروز حادثه را تشکیل می‌دهند [Habibian, 2012].

فی^۲ و همکارانش با تحلیل یک بانک اطلاعاتی گسترده ثابت کردند که زمانی که تراکم دسترسی از یک به ۱۰۰ بر حسب مایل افزایش پیدا می‌کند، نرخ تصادفات بر حسب میلیون وسیله نقلیه طی شده در هر مایل از ۱/۲۶ به ۱۷/۱۸ افزایش پیدا می‌کند [Fee, Beatty and Dietz, 1970].

دارت و مان^۳ گزارش کردند که نرخ تصادفات در راه‌ها با افزایش نقاط دسترسی در هر مایل یا کیلومتر، افزایش می‌یابد [Dart and Man, 1970].

لانگ و موریسون^۴ بیش از ۴۰۰ مایل (۶۴۰ کیلومتر) از مسیرهای راه‌های ایالت فلوریدای^۵ آمریکا را بررسی کردند. نتایج نشان داد که با افزایش دسترسی مسیرها در مایل، نرخ تصادف‌ها نیز افزایش می‌یابد [Long and Morrison, 1993].

عبدالواهب^۶ و جیان^۷ در تحقیقات خود به نتایج زیر رسیدند [Jian and Abdulwahab, 1994]:

بررسی‌ها نشان می‌دهد که در کشور ایران بیشتر تصادفات منجر به مرگ در شبکه راه‌های برون‌شهری است. بخش عمده‌ای از راه‌های شریانی کشور از نوع راه اصلی دو خطه جدا نشده است [Annual Statistic of Road Transportation, 2015]. و تصادف‌ها اکثراً در این گونه راه‌ها رخ می‌دهند. یکی از دلایل مهم وقوع تصادف‌های صورت گرفته، تراکم کاربریهای حاشیه‌ای و تعداد دسترسی‌ها است. در مفهوم عام، به هر ورودی و خروجی در راه، دسترسی و به محل اتصال دسترسی به راه، محل دسترسی گفته می‌شود [Highway Geometric Design Code, No.415]. راه‌های دسترسی به منظور اتصال کاربری‌های اطراف راه، تأسیسات، املاک، مجموعه‌های مسکونی، مراکز فعالیت‌های صنعتی، رفاهی و غیره به مسیر اصلی ساخته می‌شوند. امروزه به‌طورکلی تعداد دسترسی‌ها به راه‌های اصلی، یکی از معضلات اساسی شبکه راه‌های کشور است و با توجه به اینکه این دسترسی‌ها فاقد شرایط لازم طراحی، عملکردی و کنترلی هستند، به مکان‌های پرتصادف تبدیل شده‌اند. آمار نشان می‌دهد که حدود ۳۷ درصد از تصادفات برون‌شهری کشور در نزدیکی نقاط دسترسی رخ داده‌اند [Annual Statistic of Road Transportation, 2011]. از این رو، ایجاد دسترسی‌های ایمن، باید مهم‌ترین اولویت کاری مهندسی راه در طراحی یا بهسازی راه‌ها باشد.

هدف این مطالعه، بررسی ارتباط بین تعداد دسترسی‌ها و نرخ تصادفات است. به همین منظور، محور دو خطه اهر – تبریز به طول ۹۴ کیلومتر، که راه دو خطه جدانشده با ترافیک روزانه نزدیک به ۱۵۰۰۰ وسیله نقلیه است و به عنوان یکی از محورهای پرتصادف استان آذربایجان شرقی شناخته می‌شود، انتخاب و مورد ارزیابی قرار گرفته است.

۲. مروری بر تحقیقات پیشین

گزارش‌های متعددی که رابطه بین تراکم دسترسی و تصادفات را مورد تحلیل قرار می‌دهد، ارائه شده است. در موارد اندکی از این گزارش‌ها، رضایت ضمنی از تعریف ارتباط بین تراکم دسترسی‌ها و ایمنی وجود دارد. در آمریکا، در مقیاس ملی، ۴۰٪ کل سفرها از طریق راه‌های برون‌شهری انجام می‌شود، اما

بررسی اثر تراکم راه‌های دسترسی بر تصادفات در راه‌های دو خطه...

امکان قطعه‌بندی مسیر بر اساس حجم ترافیک ورودی و خروجی از این دسترسیها و تأثیر آن بر ترافیک محور اصلی مورد بررسی قرار گرفت. مهمترین دسترسیها، دسترسی خواجه، دسترسی ورزقان، دسترسی هریس و دسترسی دانشگاه بود که با برداشت میدانی ۳ روز منتهی به آخر هفته، متوسط حجم ترافیک روزانه تقریبی برای این قسمت‌ها مشخص شد که در زیر آورده شده است.

(۱) تبریز تا دسترسی خواجه تقریباً با ۱۵۰۰۰ وسیله نقلیه در روز
(۲) دسترسی خواجه تا دسترسی ورزقان تقریباً با ۱۰۰۰۰ وسیله نقلیه در روز

(۳) دسترسی ورزقان تا دسترسی هریس تقریباً با ۱۰۰۰۰ وسیله نقلیه در روز

(۴) دسترسی هریس تا دسترسی دانشگاه تقریباً با ۱۰۰۰۰ وسیله نقلیه در روز

(۵) دسترسی دانشگاه تا اهر تقریباً با ۱۶۰۰۰ وسیله نقلیه در روز
بررسی اولیه نشان داد که روند تغییرات حجم ترافیک با روند تغییر تصادفات مطابقت ندارد. بنابراین قطعه بندی اولیه بر اساس ترافیک حذف و کل محور به صورت یکپارچه فرض و قطعه بندی بر اساس طول ثابت انجام شد. در ابتدا طول ثابت قطعه‌ها دقیقاً برابر با ۵ کیلومتر تعریف شده بود، اما در عمل، موقعیت ابتدا و انتهای قطعه‌ها با توجه به موقعیت دسترسی‌ها اصلاح و در نتیجه طول قطعات نیز تغییر کرد. این قطعه بندی در نهایت منجر به تعریف ۱۹ قطعه تعریف شد که نتایج آن در جدول ۲ به تفصیل آورده شده است. برای تحلیل داده‌ها نیز از روش توصیفی - تحلیلی استفاده شد. با استفاده از داده‌های پردازش شده، نمودار تراکم دسترسی و نرخ تصادفات مربوط به هر یک از سال‌ها ترسیم و با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

۴. داده‌های برداشت شده و تحلیل آنها

اطلاعات جمع‌آوری شده از برداشت میدانی و داده‌های به دست آمده از پلیس‌راه در جدول شماره ۲ به تفکیک سال‌ها در هر قطعه نشان داده شده است.

۴-۱ تحلیل آمار توصیفی

(۱) تقاطع‌های راه‌های عمومی بیشترین تأثیر را در نرخ یا تکرار تصادفات دارد. به طور متوسط، یک راه عمومی تأثیری معادل ۱۰ برابر یک مسیر اختصاصی دارد.

(۲) با افزایش تراکم دسترسی تقریباً یک روند خطی در افزایش نرخ تصادفات به وجود می‌آید.

(۳) ارتباط افزایش نرخ تصادفات با افزایش تراکم دسترسی‌ها در سرعت‌های بالاتر بیشتر از سرعت‌های پایین‌تر است.

(۴) یک دسترسی تجاری اثری حدود ۱/۵ برابر اثر یک تقاطع راه عمومی بر روی نرخ تصادفات دارد.

در مطالعه‌ی انجام شده توسط اندرسن و همکاران بر روی راه برون‌شهری به طول ۱۸۰ کیلومتر، رابطه‌ی بین شاخص‌های AADT، عرض شانه، عرض سواره‌رو، تراکم دسترسی، تراکم تقاطع و کاربری حاشیه‌ی راه بررسی شد. نتایج حاصل نشان داد که تمامی شاخص‌های مذکور به طور جداگانه تأثیر چشمگیری بر نرخ تصادفات دارند [Andersen et al. 2013].

نتایج به دست آمده از تحقیق انجام شده در راه‌های برون‌شهری و درون‌شهری ایالات میسیگان، کلمبیا و فلوریدا نشان داد که با افزایش تراکم دسترسی در راه‌های برون‌شهری، نرخ تصادفات هم به صورت چشمگیری افزایش می‌یابد. نرخ تصادفات در راه‌های درون‌شهری، علاوه بر تراکم دسترسی به عوامل دیگری نیز بستگی دارد. استفاده از راه دسترسی برای ارتباط کاربری‌های مختلف به راه اصلی و تأمین محل‌های توقف (پارک) از جمله سیاست‌های ممکن برای کاهش تصادفات است [Levinson and Jerry, 1997].

۳. روش تحقیق

در ابتدا داده‌های تصادفات و اطلاعات دقیق موقعیت آنها، با همکاری مرکز فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات ناجا، برای سال‌های ۱۳۸۸، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ استخراج گردید. سپس به علت محدودیت‌های موجود در ثبت آمار تصادفات به همراه جزئیات و کیلومترهای دقیق آنها و عدم دسترسی به نقشه‌های نواری راه‌های کشور که در آنها کاربری‌های حاشیه‌ای و دسترسی‌ها مشخص باشد، جمع‌آوری سایر اطلاعات مورد استفاده در این تحقیق از طریق برداشت میدانی انجام شد. خلاصه‌ای از نتایج بازدید میدانی و وضعیت هندسی دسترسی‌ها در جدول ۱ آورده شده است. در مرحله بعد با شناسایی دسترسی‌های مهم،

از دلایل کاهش نرخ تصادف در سال ۹۰ (جدول ۱) نسبت به سال‌های قبل می‌توان به ایمن‌سازی و ساماندهی سه راهی ورزقان اشاره نمود.

از قطعه شماره ۶ تا قطعه‌ی شماره ۱۲ تراکم دسترسی متناسب با نرخ تصادفات، سیر نزولی و صعودی را طی می‌کند.

عدم انطباق نرخ تصادف و تراکم دسترسی در کیلومتر ۶۳ تا ۶۸ (قطعه شماره ۱۳) و کیلومتر ۶۸ تا ۷۲ (قطعه شماره ۱۴) دیده می‌شود. در قطعه شماره ۱۳، تراکم دسترسی نسبت به قطعه قبلی ثابت بوده، اما نرخ تصادف کاهش یافته است. دلیل این امر حضور دائمی پلیس در کیلومتر ۶۵ بوده که به این وسیله از بروز تصادفات جلوگیری شده و باعث کاهش نرخ تصادف شده است. قطعه شماره ۱۴ به طول ۴ کیلومتر است که به دلیل اینکه جزء نقاط پر تصادف استان به شمار می‌آید، در یک قطعه مورد مطالعه قرار گرفته است. نرخ بالای تصادفات و عدم وجود دسترسی از ویژگی منحصر به فرد این قطعه است، اما با این وجود، میانگین نرخ تصادف $3/6$ در کیلومتر است. علت عدم انطباق، قرار گرفتن گردنه گویجه بل است که از نقاط پرتصادف این محور به شمار می‌آید. در این گردنه به علت شرایط کوهستانی، برف‌گیر و صعب‌العبور بودن سالیانه تصادفات بسیاری رخ می‌دهد. در قطعه‌های ۱۵ تا ۱۸ نیز نرخ تصادفات و تراکم دسترسی متناسب با هم هستند. در قطعه پایانی، رفتاری همانند قطعه اول مشاهده می‌شود. در این قطعه با توجه به اینکه ورودی شهر اهر، ورودی دانشگاه آزاد و مراکز صنعتی قرار دارد، نرخ تصادف بالا است. با توجه به جدول ۱ مشاهده می‌گردد که در کیلومتر پایانی راه (قطعه ۱۹)، نرخ تصادفات از سال ۸۸ تا ۹۰ کاهش چشمگیری داشته است. نرخ تصادفات در قطعه شماره ۱۹ در سال ۱۳۸۹ برابر $8/8$ تصادف در کیلومتر بوده که این رقم به $5/8$ تصادف در کیلومتر در سال ۱۳۹۰ کاهش یافته است. دلیل اصلی این امر چهار خطه کردن قطعه شماره ۱۹ با جداکننده فیزیکی است. در سال ۹۰ قطعه ۱۹ از راه دو خطه جدا نشده به راه چهار خطه با جداسازی فیزیکی تبدیل شده است که در این نوع راه‌ها تراکم دسترسی رفتار متفاوتی را نشان می‌دهد که بررسی آن خارج از محدوده این تحقیق است و داده این سال حذف شد.

در این بخش به بررسی چگونگی توزیع نمونه‌های آماری از نظر تعداد تصادفات ثبت شده در هر سال و تراکم دسترسی پرداخته می‌شود. شکل ۱ درصد تصادفات سال‌های ۸۸، ۸۹ و ۹۰ را نشان می‌دهد.

۴-۱-۱ رابطه میان تراکم دسترسی و نرخ تصادفات در

طول محور

در شکل ۲، نمودار تراکم دسترسی و میانگین نرخ تصادفات در مدت ۳ سال برحسب کیلومتر از راه رسم شده است. محور افقی نمودار، کیلومتر از راه و محور قائم، نرخ تصادف و تراکم دسترسی را نشان می‌دهد.

همان‌گونه که در شکل فوق مشاهده می‌شود، تراکم دسترسی با نرخ تصادف رابطه دارد و این رابطه به صورت مستقیم است. در اکثر مقاطع، تراکم دسترسی روندی همانند نرخ تصادف دارد؛ یعنی با افزایش و کاهش تراکم دسترسی‌ها، نرخ تصادف هم افزایش یا کاهش می‌یابد.

بررسی نمودار شکل ۲ نشان می‌دهد که در قطعه‌های اول و نوزده (ورودی شهرها) در تمامی سال‌های مورد مطالعه این تحقیق، نرخ تصادف، بالا است. آمار بالای این تصادفات، علاوه بر تراکم دسترسی در کیلومترهای نزدیک به اهر و تبریز، به عوامل دیگر تصادفات هم بستگی دارد. تجزیه و تحلیل آماری بیانگر این است که حدود ۴۰ درصد از کل تصادفات این محور در ورودی‌های شهرهای اهر و تبریز (قطعه‌های ابتدایی و پایانی) رخ می‌دهد.

در قطعه‌های شماره دو و سه، تراکم دسترسی و نرخ تصادفات روند منطقی داشته و با کاهش تراکم دسترسی، نرخ تصادفات هم به همان نسبت کاهش می‌یابد. در این قطعه‌ها، نرخ تصادفات نسبت به قطعه اول کاهش یافته است که دلیل این امر را می‌توان بالا بودن نرخ تصادفات در ورودی شهر (قطعه اول) ذکر کرد.

در قطعه‌های چهار و پنج هم با افزایش تراکم دسترسی، نرخ تصادفات افزایش می‌یابد. در قطعه شماره پنج نرخ تصادفات به صورت محسوسی افزایش یافته است. تعداد دسترسی در این قطعه ۴ دسترسی است که دسترسی‌های مهمی از جمله سه راهی ورزقان و خواجه در این قطعه هستند. عدم ساماندهی مناسب این دسترسی‌ها در سال‌های مورد نظر، می‌تواند از دلایل افزایش نرخ تصادفات به شمار آید. همچنین

بررسی اثر تراکم راه‌های دسترسی بر تصادفات در راه‌های دو خطه...

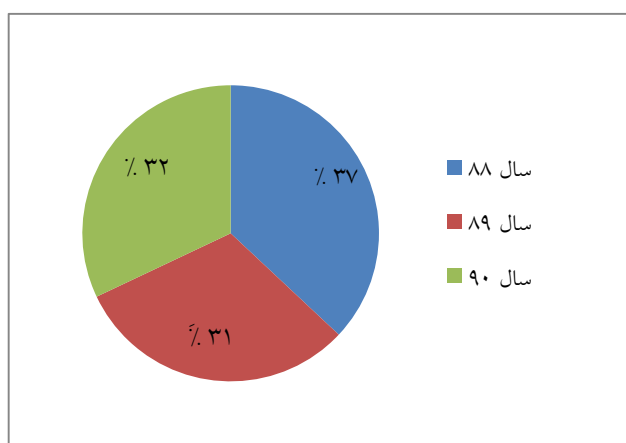
جدول ۱. مشخصات هندسی و ترافیکی

ردیف	مسافت مبدأ از (کیلومتر)	کاربری حاشیه	مشخصات هندسی							تجهیزات ترافیکی									
			جدول گذاری	جزیره	عرض دسترسی (متر)	شانه خاکی	زاویه تاب	تداخل با نوس	نحوه گرایش	دید مناسب	چراغ مشار	خط کشی	محل عبور	روشنایی	تابو هشدار دهنده	سرنگبر	پارکینگ	نمایش	
۱	۱/۲	خدماتی	-	✓	۸	✓	قائم	✓	-	-	-	-	✓	-	-	-	✓	✓	شرفی
۲	۱/۵	-	-	-	۱۲	-	قائم	-	-	مسیر گردشی	-	-	-	-	-	-	✓	-	شرفی
۳	۱۱	پارکینگ خودروهای پرسر	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	شرفی
۴	۲۰	-	-	-	۶	✓	قائم	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	شرفی
۵	۳۳	وسایل نقلیه راه‌آهن	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	شرفی
۶	۲۶	-	-	-	۶	✓	قائم	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	شرفی
۷	۳۰/۵	-	-	-	۶	✓	قائم	-	-	مسیر گردشی	-	-	-	-	-	-	-	-	شرفی
۸	۳۷/۵	-	-	-	۴	✓	قائم	✓	-	مسیر گردشی	-	-	-	-	-	-	-	-	شرفی
۹	۳۹/۳	-	-	-	۶	✓	قائم	✓	-	مسیر گردشی	-	-	-	-	-	-	-	-	شرفی
۱۰	۴۴	-	-	-	۶	✓	قائم	-	-	مسیر گردشی	-	-	-	-	-	-	-	-	شرفی
۱۱	۴۷/۵	استراحتگاه مسافران	✓	✓	۱۰	✓	قائم	✓	-	مسیر گردشی	-	-	-	-	-	-	-	-	شرفی
۱۲	۴۸/۴	استراحتگاه مسافران	✓	✓	۱۰	✓	قائم	✓	-	خط کجکی	-	-	-	-	-	-	-	-	شرفی
۱۳	۵۱/۵	-	-	-	۶	✓	قائم	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	شرفی
۱۴	۵۲/۹	خدماتی	-	-	۱۰	✓	قائم	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	شرفی
۱۵	۶۱/۵	استراحتگاه مسافران	-	-	۱۰	✓	قائم	✓	-	مسیر گردشی	-	-	-	-	-	-	-	-	شرفی
۱۶	۶۷/۵	-	-	-	-	-	مایل	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	شرفی
۱۷	۷۴/۹	استراحتگاه مسافران	-	-	۴	✓	قائم	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	شرفی
۱۸	۷۹	نوفکاه مسافران	-	-	۶	✓	مایل	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	شرفی
۱۹	۷۹/۱	نوفکاه مسافران	-	-	۶	✓	قائم	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	شرفی
۲۰	۸۱/۷	-	-	-	۸	✓	قائم	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	شرفی
۲۱	۸۷/۴	-	-	-	۶	✓	قائم	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	شرفی
۲۲	۸۸/۷	-	-	-	۱۰	✓	قائم	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	شرفی
۲۳	۹۰/۵	-	-	-	۱۲	✓	مایل	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	شرفی
۲۴	۹۰/۸	-	-	-	۱۲	✓	مایل	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	شرفی
۲۵	۹۱/۸	خدماتی	-	-	۶	✓	قائم	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	شرفی

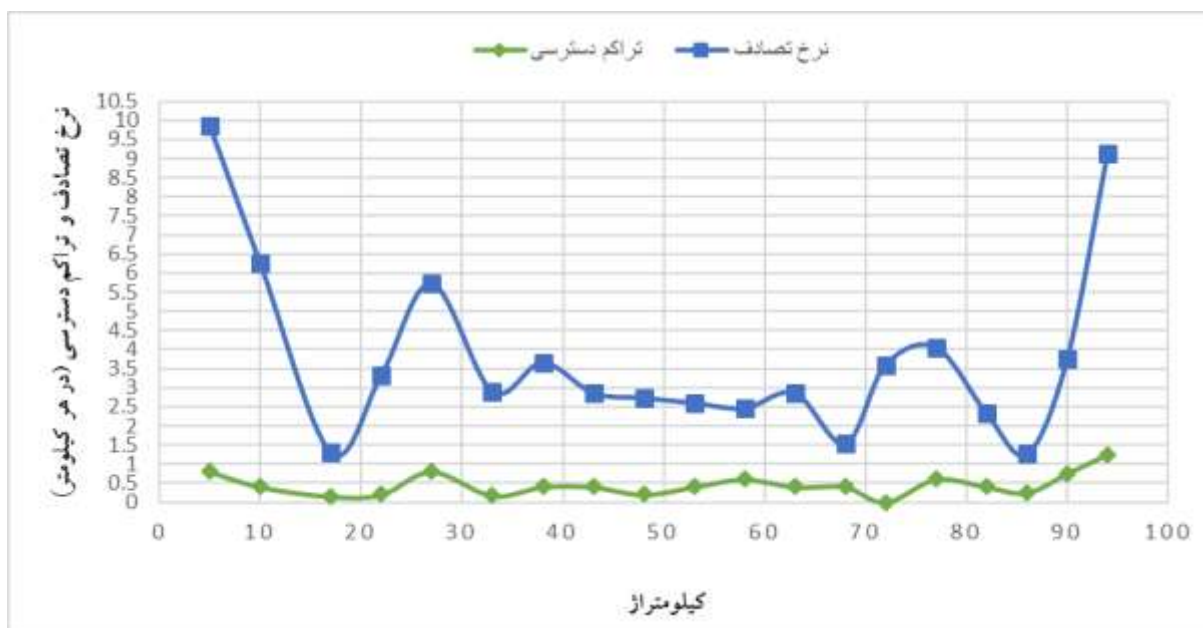
بررسی اثر تراکم راه‌های دسترسی بر تصادفات در راه‌های دو خطه...

جدول ۳. قطعه‌بندی و داده‌های تصادفات در سال‌های مختلف

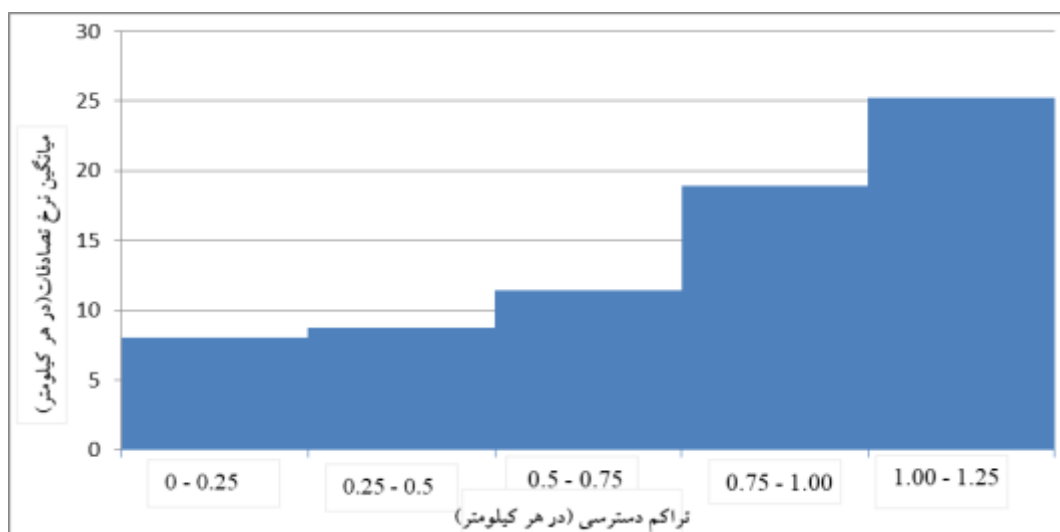
شماره قطعه	کیلومتر تراژ	طول قطعه (km)	تعداد تصادفات ۸۸	تعداد تصادفات ۸۹	تعداد تصادفات ۹۰	تراکم دسترسی (در هر کیلومتر)	نرخ تصادفات ۸۸ (در هر کیلومتر)	نرخ تصادفات ۸۹ (در هر کیلومتر)	نرخ تصادفات ۹۰ (در هر کیلومتر)
۱	۰-۵	۵	۵۰	۳۹	۵۹	۰/۸	۱۰	۷/۸	۱۱/۸
۲	۵-۱۰	۵	۳۰	۲۸	۳۶	۰/۴	۶	۵/۶	۷/۲
۳	۱۰-۱۷	۷	۹	۱۱	۱۴	۰/۱۵	۰/۳	۱/۶	۲
۴	۱۷-۲۲	۵	۲۲	۱۶	۱۲	۰/۲	۴/۴	۳/۲	۲/۴
۵	۲۲-۲۷	۵	۳۱	۲۸	۲۷	۰/۸	۶/۲	۵/۶	۵/۴
۶	۲۷-۳۳	۶	۲۲	۱۵	۱۵	۰/۱۷	۳/۷	۲/۵	۲/۵
۷	۳۳-۳۸	۵	۱۶	۲۰	۱۹	۰/۴	۳/۲	۴	۳/۸
۸	۳۸-۴۳	۵	۱۷	۱۰	۱۶	۰/۴	۳/۴	۲	۳/۲
۹	۴۳-۴۸	۵	۲۰	۱۰	۱۱	۰/۲	۴	۲	۲/۲
۱۰	۴۸-۵۳	۵	۱۲	۱۲	۱۵	۰/۴	۲/۴	۲/۴	۳
۱۱	۵۳-۵۸	۵	۱۳	۱۰	۱۴	۰/۶	۲/۶	۲	۲/۸
۱۲	۵۸-۶۳	۵	۱۲	۱۸	۱۳	۰/۴	۲/۴	۳/۶	۲/۶
۱۳	۶۳-۶۸	۵	۶	۸	۹	۰/۴	۱/۲	۱/۶	۱/۸
۱۴	۶۸-۷۲	۴	۲۰	۱۴	۹	۰	۵	۳/۵	۲/۳
۱۵	۷۲-۷۷	۵	۲۴	۲۲	۱۵	۰/۶	۴/۸	۴/۴	۳
۱۶	۷۷-۸۲	۵	۱۵	۱۱	۹	۰/۴	۳	۲/۲	۱/۸
۱۷	۸۲-۸۶	۴	۵	۴	۶	۰/۲۵	۱/۳	۱	۱/۵
۱۸	۸۶-۹۰	۴	۱۱	۱۲	۲۲	۰/۷۵	۲/۸	۳	۵/۵
۱۹	۹۰-۹۴	۴	۵۱	۳۵	۲۳	۱/۲۵	۱۲/۸	۸/۸	۵/۸



شکل ۱. نمودار فراوانی تعداد تصادفات



شکل ۲. نمودار نرخ تصادفات و تراکم دسترسی در مقابل کیلومتر از برای کل ۳ سال



شکل ۳. میانگین نرخ تصادفات در مقابل تراکم دسترسی

از شکل شماره ۳ می‌توان به این نتیجه رسید که میانگین نرخ تصادفات با افزایش تراکم دسترسی افزایش یافته است. البته این رشد روندی ملایم دارد، اما هنگامی که تراکم دسترسی‌ها از ۰/۷۵ دسترسی در کیلومتر بیشتر می‌شود، میانگین نرخ تصادفات رشد قابل توجهی داشته و زمانی که تراکم دسترسی بین ۱ تا ۱/۲۵ دسترسی در کیلومتر است، تعداد بیشتری تصادف رخ داده و میانگین نرخ تصادفات در این بازه به ۲۷/۴ تصادف در کیلومتر می‌رسد. این نشان می‌دهد که

۴-۱-۲ رابطه میان تراکم دسترسی و نرخ تصادفات در

کل مقطع

در این بخش به منظور بررسی ارتباط کلی میان تراکم دسترسی و نرخ تصادفات در تمام مقاطع، تراکم دسترسی‌ها به پنج بازه دسته‌بندی شده، سپس مقدار نرخ تصادفات متناظر با هر تراکم دسترسی را در هر بازه تعیین و در نهایت میانگین نرخ تصادفات در هر بازه محاسبه می‌شود.

بررسی اثر تراکم راه‌های دسترسی بر تصادفات در راه‌های دو خطه...

جدول ۴. آزمون همبستگی پیرسون بین تراکم دسترسی و نرخ

تصادفات		
تراکم	نرخ	تصادفات
۰/۷۴۵	۰/۰۰۰	۱
۱۹	۱۹	۱۹

با توجه به نتایج ارائه شده در جدول شماره ۴، آزمون همبستگی پیرسون، سطح معناداری برابر صفر بوده است که کوچک‌تر از $\alpha=0/05$ است. بنابراین در سطح اطمینان ۹۵٪ فرض H_0 رد شده و فرض H_1 تأیید می‌شود. یعنی تراکم دسترسی تأثیر معناداری بر نرخ تصادفات داشته است.

به منظور بررسی و تحلیل آماری بین متغیرهای تحقیق و همچنین تعیین ضریب همبستگی از آزمون رگرسیون استفاده می‌شود. جدول ۵ نتایج آزمون رگرسیون را نشان می‌دهد. با توجه به جدول ۵ مقدار آماره F با درجه آزادی ۱ در سطح معناداری صفر، برابر ۲۱/۲۴۵ است. با توجه به مقدار ضریب رگرسیون ۰/۷۴۵ و مثبت بودن این مقدار این نتیجه حاصل می‌شود که بین دو متغیر تراکم دسترسی و نرخ تصادفات رابطه مستقیم وجود دارد.

جدول ۵. آزمون رگرسیون بین تراکم دسترسی و نرخ تصادفات

الف- آماره F				
مدل	جمع مربعات	درجه آزادی	میانگین	آماره F
رگرسیون	۵۱۴/۳۱۵	۱	۵۱۴/۳۱۵	۵۳۱/۲۱
باقیمانده	۵۳۷/۱۱۳	۱۷	۳۱/۶۰۴	۰/۰۰۰
کل	۹۵۲/۴۲۸	۱۸		

وجود دسترسی بیشتر در فاصله کمتر از ۱۴۰۰ متر (عکس تراکم دسترسی که برابر با ۰/۷۵ است)، بر افزایش تصادفات تأثیر بیشتری داشته است. به عبارت دیگر می‌توان گفت که فضای عملکردی هر دسترسی در این راه تقریباً، ۷۰۰ متر از طرفین می‌باشد.

۴-۲ تحلیل آمار استنباطی

در بررسی آمار استنباطی، ابتدا متغیرهای مورد نیاز و تأثیرگذار در تحقیق، مورد شناسایی قرار می‌گیرد. در راستای تجزیه و تحلیل این داده‌ها، روابط بین متغیرها و وضعیت نرمال بودن داده‌ها مورد بررسی قرار گرفته و در جدول ۳ نشان داده شده است. برای بررسی آزمون توزیع نرمال متغیرهای تحقیق، از آزمون اسمیرنوف-کولموگروف استفاده می‌شود. در این آزمون زمانی که سطح معنی‌داری (Sig) بزرگ‌تر از $\alpha=0/05$ باشد، فرض H_0 تأیید شده و فرض H_1 رد می‌شود که در چنین حالتی داده‌ها نرمال می‌باشند.

با توجه به خروجی جدول ۳، سطح معناداری دو متغیر نرخ تصادفات و تراکم دسترسی به ترتیب ۰/۱۹۰ و ۰/۱۲۱ بوده‌اند که بزرگ‌تر از سطح معناداری $\alpha=0/05$ است. بنابراین داده‌های نرخ تصادفات و تراکم دسترسی دارای توزیع نرمال است.

به منظور ارزیابی آزمون همبستگی برای تراکم دسترسی و نرخ تصادفات، ابتدا رابطه معناداری بین تراکم دسترسی و نرخ تصادفات بررسی می‌شود. زیرا امکان دارد بین دو متغیر همبستگی کامل وجود داشته باشد اما رابطه متغیرها با همدیگر معنادار نباشد. برای بررسی همبستگی بین دو متغیر نرمال از آزمون فرض پیرسون استفاده می‌شود که نتایج حاصل از این آزمون فرض در جدول ۴ نشان داده شده است.

جدول ۳. آزمون اسمیرنوف-کولموگروف برای ۱۹ قطعه

متغیرها	نرخ تصادفات	تراکم دسترسی
تعداد قطعه‌ها (N)	۱۹	۱۹
میانگین	۱۱/۳۶۳۲	۰/۴۵۱۱
انحراف استاندارد	۷/۱۷۴۵۱	۰/۲۹۵۶۵
مقدار مطلق	۰/۲۴۳	۰/۲۵۳
مثبت	۰/۲۴۳	۰/۲۵۳
منفی	۰/۲۴۳	۰/۲۵۳
آماره اسمیرنوف-کولموگروف	۰/۲۴۳	۰/۲۵۳
سطح معناداری	۰/۱۹۰	۰/۱۲۱

علیرضا خاوندی، سید امیر رضائیان

از نرخ تصادف بالایی برخوردار بوده که علاوه بر تراکم دسترسی، به عوامل دیگر تصادفات هم بستگی دارد.

(۴) بین تراکم دسترسی و نرخ تصادفات همبستگی کامل وجود دارد. با توجه به وجود سطح معناداری، تراکم دسترسی تأثیر معناداری بر نرخ تصادفات دارد. همچنین مقدار ضریب همبستگی ۰/۷۴۵ است که علامت مثبت ضریب همبستگی نشان دهنده وجود رابطه مستقیم بین متغیر تراکم دسترسی و نرخ تصادفات است.

(۵) با توجه به متفاوت بودن نوع دسترسیها و نیز عدم لحاظ ترافیک در این تحلیل می‌توان گفت که تراکم دسترسی فارغ از نوع دسترسی و ترافیک آن در وقوع تصادف نقش دارد.

۶. پی نوشتها

1. Cruzado
2. Fee
3. Dart and Man
4. Long & Morrison
5. Florida
6. Abdulwahab
7. Jian

۷. مراجع

– آیین‌نامه طرح هندسی راه‌های ایران (نشریه شماره ۴۱۵)، (۱۳۹۱)، معاونت نظارت راهبردی امور نظام فنی.

– حبیبیان، م. (۱۳۹۲) "شناسایی نقش اجزای مختلف راه‌های دو خطه دو طرفه بین شهری در ایمنی با استفاده از یک رویکرد ناهمفزون"، فصلنامه علمی و پژوهشی حمل و نقل، سال چهارم، شماره سوم، ص. ۲۹۳-۳۰۳

– سالنامه آماری حمل‌ونقل جاده‌ای، (۱۳۹۰)، سازمان حمل‌ونقل پایانه‌های کشور، تهران.

– سالنامه آماری حمل‌ونقل جاده‌ای، (۱۳۹۴)، سازمان حمل‌ونقل پایانه‌های کشور، تهران.

-Andersen, C., Olsen, A. and Bolet, L. (2013) "Influence of road characteristics on density of accidents on secondary road in Denmark", Workshop, Sustainable and safe road design from a human behavior point of view,

ب- ضرایب

مدل	ضریب غیر		ضریب		Sig
	استاندارد	استاندارد	آماره t	استاندارد	
	B	Std. Error	Beta		
نرخ تصادفات	۰.۲۰۳	۰.۰۹۰	۰.۸۵۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰
تراکم دسترسی	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰

ج- خلاصه مدل

نام متغیرها	ضریب همبستگی	عدد معنی داری (Sig)	رابطه معنی دار
تراکم دسترسی و نرخ تصادفات	۰/۷۴۵	۰/۰۰۰	وجود دارد

۵. نتیجه گیری

یکی از مهم‌ترین نقاط دارای پتانسیل بالای وقوع تصادف در شبکه راه‌های برون‌شهری، محل‌های اتصال راه‌های دسترسی است و با توجه به اینکه این دسترسی‌ها فاقد شرایط لازم طراحی، عملکردی و کنترلی هستند، به مکان‌های پرتصادف تبدیل شده‌اند. آمار نشان می‌دهد که حدود ۳۷ درصد از تصادفات برون‌شهری کشور در نزدیکی نقاط دسترسی رخ داده‌اند. در همین راستا، در این مقاله محور دو خطه جدا نشده تبریز – اهر به عنوان مطالعه موردی انتخاب و ارتباط بین تراکم دسترسی و نرخ تصادفات بررسی شد که نتایج حاصل از آن در ذیل آورده شده است:

(۱) تراکم دسترسی تأثیر مستقیمی بر نرخ تصادفات دارد. یعنی با افزایش تراکم دسترسی، نرخ تصادفات افزایش و با کاهش آن، نرخ تصادفات هم کاهش می‌یابد.

(۲) در این مطالعه رشد نرخ تصادفات همراه با افزایش تراکم دسترسی روندی ملایم دارد. اما هنگامی که تراکم دسترسی از ۰/۷۵ بیشتر می‌شود، نرخ تصادفات رشد قابل توجهی داشته است. زمانی که تراکم دسترسی بین ۱ تا ۱/۲۵ دسترسی در کیلومتر است نرخ تصادفات به حداکثر مقدار می‌رسد.

(۳) مقایسه نمودار نرخ تصادفات و تراکم دسترسی سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ نشان می‌دهد که ورودی‌های هر شهر

- Long, G. and Morrison, C.T. (1993) "Safety impacts of selected median and access design features", final report, University of North Carolina Institute for Transportation Research and Education, Northwestern University, 236 p.
- Levinson H. and Jerry S. (1997) "Safety - benefits of access spacing", Sixth TRB Conference on the Application of Transportation Planning Methods, pp.307-312.
- Persaud, B. N., Retting, R. A., and Lyon, C. A (2004) "Crash reduction following installation of centerline rumble strips on rural two-lane roads", Accident Analysis & Prevention Journal, Vol. 36 No. 6, pp 1073-1079.
- International Co-operation on Theories and Concepts in Traffic Safety (ICTCT), University of Maribor, Slovenia.
- Mwesige, G. (2015) "A Methodology for Operations-Based Safety Appraisal of Two-Lane Rural Highways: Application in Uganda", Doctoral Thesis in Transport Science, KTH School of Architecture and the Built Environment, Stockholm, Sweden.
- Dart, O.K. and Man, L. (1970) "Relationship of rural highway geometry to accident rates in Louisiana, Highway Research Board", Highway Research Record, No. 312, pp.1-16.
- Fee, A. F., Beatty, Dietz, S. K. (1970) "Interstate System Accident Research Study 1", Bureau of Public Roads, Federal Highway Administration U.S. Government Printing Office, Washington, D.C., Apr 25, pp. 78-92.
- Jian, L., Abdulwahab, W. and Brown, G. J.(1994) "Effects of access geometry on two-lane rural highway safety in British Columbia", Canadian Journal of Civil Engineering, Vol. 21, No. 6, pp. 1012-1024, 10.1139/194-106.

علیرضا خاوندی، سید امیر رضائیان

علیرضا خاوندی، درجه کارشناسی در رشته عمران- عمران را در سال ۱۳۷۶ از دانشگاه تبریز و درجه کارشناسی ارشد در رشته عمران- راه و ترابری را در سال ۱۳۷۹ از دانشگاه علم و صنعت اخذ نمود. در سال ۱۳۸۷ موفق به کسب درجه دکتری در رشته عمران- راه و ترابری از دانشگاه علم و صنعت گردید. زمینه های پژوهشی مورد علاقه ایشان توسعه پایدار، مدیریت زیرساختها، مدیریت نگهداری، طراحی روسازی، تکنولوژی آسفالت و قیر، طرح هندسی، ایمنی و فرودگاه بوده و در حال حاضر عضو هیات علمی با مرتبه استادیاری در دانشگاه زنجان است.



سید امید رضائیان، درجه کارشناسی در رشته عمران- عمران را در سال ۱۳۹۰ از دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز و درجه کارشناسی ارشد در رشته عمران- راه و ترابری را در سال ۱۳۹۳ از دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر اخذ نمود. زمینه های پژوهشی مورد علاقه ایشان ایمنی و اجرای راه بوده و در حال حاضر در زمینه پیمانکاری راه فعال است.