فصلنامه علمی مهندسی ترافیک
| JOURNAL OF TRAFFIC ENGINEERING |

ارائه مدلی جهت سنجش ریسک تصادف قطعات پر تصادف و مقایسه آن با شاخص تصادفات (مورد مطالعه: محور همدان به ملایر)

محمدرضا الیاسی[۱]، امین میرزا بروجردیان[۲]، محمود صفارزاده[۲]، حسام جنتی[۳]، مهدی مظاهری[۴]

۱-دانشجوی دکتری عمران-راه و ترابری، دانشکده عمران و محیط زیست، دانشگاه تربیت مدرس

۲-عضو هیئت علمی دانشکده عمران محیط زیست، دانشگاه تربیت مدرس

۳-کارشناسی عمران، موسسه آموزش عالی عمران و توسعه

۴-کارشناسی ارشد راه و ترابری دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه ارومیه

چکیده

یکی از مهم‌ترین مراحل مطالعات ایمنی راه در حوزه شناسایی قطعات حادثه‌خیز، قطعه‌بندی راه است. قطعه‌بندی این امکان را برای کارشناس ایمنی فراهم می‌آورد که تصادفات رخ داده در طول مسیر را به بخش‌هایی از راه نسبت دهد و سپس قطعات با اولویت بیشتر را از نظر تصادف‌خیزی شناسایی نماید. قطعه بخشی از یک راه با مقطع عرضی ثابت است و با دو نقطه پایانی تعریف می‌شود. این قطعات می‌تواند بر

اساس تغییر در یکی از ویژگی‌های هندسی یا ترافیکی راه، و یا در فواصل مشخصی تعریف شود.

در این تحقیق ابتدا مسیر همدان به ملایر و بالعکس با استفاده از تصادفات روی داده در سال ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۳ به روش قطعه بندی پویا قطعه بندی شد. سپس قطعات حاصل از نقطه نظر ممیزی ایمنی مورد بررسی قرار گرفت و نسبت به ریسک تصادف هریک در ممیزی ایمنی ارزیابی گردید. معیارهای مورد استفاده در رتبه بندی معیارهای ممیزی شده از قبیل کناره جاده، موانع دید، دسترسی، سطح سواره رو، روسازی، علائم افقی- عمودی و خط کشی می باشد. قطعات پر تصادف که از روش قطعه بندی پویا، در ممیزی توسط سه کارشناس ممیزی ایمنی ویژگی هر قطعه برداشت شد و جهت برآورد ریسک هر قطعه محاسبه شد.

در بررسی و صحت سنجی مدل ریسک قطعات با شاخص تصادفات ارائه شده توسط کمیسیون ایمنی راهها وزارت راه و شهرسازی تطابقی بیش از ۶۰٪ نشان داد. در نهایت قطعه ۶۰-۶۰ کیلومتر رفت محور همدان به ملایر معروف به گردنه پیرمیشان دارای بیشترین ریسک تصادف و سایر قطعات، با ریسک پایین تری اولویت بندی شدند.

واژگان کلیدی: ریسک تصادف، تصادفات، ممیزی ایمنی راه، قطعه بندی، شاخص تصادفات

۱- مقدمه

در طول سالیان متمادی، ایمنی راهها به یکی از نگرانی های اصلی اکثر سازمان های حمل ونقل تبدیل شده است. رشد سریع شبکه راهها، افزایش تعداد وسایل نقلیه، ترکیب متفاوت وسایل نقلیه در استفاده از راهها، محدودیت های اقتصادی در ساخت راهها و پیشرفت های تکنولوژیکی نامتقارن همه و همه در افزایش میزان تصادفات مؤثر هستند. از این رو عناصر اصلی که در تصادفات راهها نقش عمده دارند عبارتند از راننده، وسیله نقلیه و راه که تحت تأثیر متقابل مسایل اجتماعی و سیاسی

محیط اطرف خود می باشند.

در تلاش برای ایمنی راهها، برخی سازمانهای حمل ونقل برنامه های ایمنی خود را تهیه و ارائه کرده اند که به طور کلی عناصری که در تصادفات راهها نقش بسزایی دارند را مورد توجه قرار می دهد. در عین حال، طراحی مهندسی در زمینه وارد کردن عوامل مؤثر بر ایمنی در ساخت جاده ها، پیشرفت بسیاری داشته است. هدف اصلی در این مطالعه ارائه و تشریح فرایند ممیزی ایمنی راه و همچنین ارائه مدلی جهت بکارگیری آن در جاده های برون شهری به منظور تشخیص قطعات پر تصادف با اهمیت بالاتر نسبت به سایر قطعات می باشد.

۲-پیشینه مطالعات گذشته

یکی از مهم‌ترین مراحل مطالعات ایمنی راه در حوزه شناسایی قطعات حادثه‌خیز، قطعه‌بندی راه است. قطعه‌بندی این امکان را برای کارشناس ایمنی فراهم می‌آورد که تصادفات رخ داده در طول مسیر را به بخش‌هایی از راه نسبت دهد و سپس قطعات با اولویت بیشتر را از نظر تصادف‌خیزی شناسایی نماید. قطعه بخشی از یک راه با مقطع عرضی ثابت است و با دو نقطه پایانی تعریف می‌شود. این قطعات می‌تواند بر اساس تغییر در یکی از ویژگی‌های هندسی یا ترافیکی راه، و یا در فواصل مشخصی تعریف شود. در برخی کشورها نظیر آلمان، فرآیند قطعه‌بندی به صورت چشمی انجام می‌شود . یکی از اشکالات روش‌های رایج برای قطعه‌بندی عدم شناسایی طول قطعه تصادف‌خیز است که مهمترین قابلیت‌های مدل قطعه‌بندی پویا راه، امکان شناسایی قطعات تصادف‌خیز با طول مختلف و شناسایی قطعات با طول کوتاه در طول قطعات بلندتر است.

بررسی نقاط حادثه خیز قطعاتی را معرفی می کند که برای مطالعات مهندسی بیشتر، اولویت بندی شده است و می تواند الگوهای تصادف، عوامل موثر و ایمن سازی آن را تعریف کند. برای معرفی نقاط حادثه خیز استفاده از مدلهای آماری تصادفات نظیر مدل پواسون، دو جمله ای منفی، دو جملهای منفی تعمیم یافته و پرصفر، لوگ- نرمال پواسون، مدلهای بیزین تجربی، مدلهای بیزین سلسله مراتبی و تصمیم گیری های چند معیاره و..... است که برای محاسبه فراوانی و شدت تصادفها برای الگوهای زمانی و مکانی متفاوت بکار برده شده اند.

پس از قطعه بندی، برای شناسایی قطعات با ریسک بالا نیاز به کمی کردن وضعیت خطر می باشد. ساده ترین معیار خطر، استفاده از فراوانی تصادفات (در سال یا در کیلومتر- سال) رخداده در مقاطع راه است. معیارهای ساده دیگر شامل نرخ تصادف از قبیل تعداد یا هزینه تصادف در هر وسیله نقلیه- کیلومتر طی شده یا تعداد تصادف در هر وسیله نقلیه ثبت شده است. استفاده از این معیارها به دلیل تغییرات اتفاقی تصادفات از یک سال به سال دیگر ممکن است اشتباهات زیادی ایجاد کند. براساس

راهنمای ایمنی راه نقاط پر تصادف با ویژگی های کیفی می تواند از یکدیگر تمایز داده شوند.

ممیزی ایمنی راه (RSA) روشی سیستماتیک است که بر پایه پتانسیل دانش ایمنی ترافیک، در مراحل برنامه ریزی و طراحی جاده و به منظور جلوگیری از تصادفات ترافیکی انجام می شود. در این فرآیند مسیر موجود، در دست احداث و یا هر پروژه ای دیگر که با کاربران در ارتباط می باشد، به بررسی موارد امکان وقوع حادثه در پروژه و عملکرد ایمنی آن می پردازد.

تعاریف دیگری نیز وجود دارند که همگی حاوی این مفهوم می باشند که ممیزی ایمنی راه یک بررسی رسمی از اصول ایمنی با دیدگاهی چند منظوره می باشد. در همه موارد، ممیزی ایمنی راه مرتبط با ایمنی و سلامت همه کاربران راهها می باشند ممیزی ایمنی راه برای تمام پروژه ها، بدون توجه به اندازه آنها در تمامی مراحل توسعه و ساخت راهها مؤثر و مفید هستند. به طور متداول، ممیزی ایمنی در مراحل کلیدی مرحله امکان سنجی، طرح اولیه، طرح جزییات، قبل از افتتاح و پس از افتتاح انجام می شوند که در این مطالعه از ممیزی پس از افتتاح استفاده شده است.

۳-روش تحقیق

در این تحقیق ابتدا مسیر همدان به ملایر و بالعکس با استفاده از تصادفات روی داده در سال ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۳ به روش قطعه بندی پویا قطعه بندی شد[۱۴]. سپس قطعات حاصل از نقطه نظر ممیزی ایمنی مورد بررسی قرار گرفت و نسبت به ریسک هریک در ممیزی ایمنی ارزیابی گردید. معیارهای مورد استفاده در رتبه بندی معیارهای ممیزی طرح هندسی راه، براساس راهنمای ایمنی راهها [۶] صورت پذیرفت. براین اساس معیارهای کلی استفاده شده از قبیل کناره جاده، موانع دید، دسترسی، سطح سواره رو، روسازی، علائم افقی- عمودی و خط کشی می باشد. هرکدام از معیارهای کلی با استفاده از چند معیار جزئی و زیر معیار تبیین می شود که از قرار جدول زیر می باشد. لازم به ذکر با بررسی روش های مختلف ممیزی ایمنی راهها معیارها استخراج و جهت بررسی هر قطعه پر تصادف مورد بررسی قرار می گیرد.

شکل(۱): معیارکلی و جزئی و زیر معیارهای استفاده شده در تحقیق

معیار جزئی	علائم اختصاری	زیر معیار	علائم اختصاری
ترانشه خاکی	*E*	ترانشه خاکی با موانع غیر موثر و ارتفاع بیش از ۵ متر	*E1*
		ترانشه خاکی با موانع غیر موثر، شیب زیاد و ارتفاع بیش از ۳ متر	*E2*
		ترانشه خاکی با موانع ایمن، شیب زیاد و ارتفاع بیش از ۳ متر	*E3*
		ترانشه خاکی با موانع ایمن، شیب زیاد و ارتفاع بین ۱تا ۳ متر	*E4*
		ترانشه خاکی با موانع ایمن، شیب زیادو ارتفاع کمتر از یک متر	*E5*

موانع دید	*O*	وجود درختان ضخیم در فاصله کمتر از ۳ متر از سطح سواره رو	*O1*
		وجود تیر بتنی با قطر بالا در فاصله کمتر از ۳ متر از سطح سواره رو	*O2*
		وجود استفاده از تیر فولادی با قطر بالا در فاصله کمتر از ۳ متر از سطح سواره رو	*O3*
		موانع صلب و گوشه دار در فاصله کمتر از ۳ متر از سطح سواره رو	*O4*
		وجود درختان قطر کم در فاصله کمتر از ۳ متر از سطح سواره رو	*O5*
		وجود درختان ضخیم در فاصله بین ۳ تا ۸ متر از سطح سواره رو	*O6*
		وجود تیر بتنی در فاصله بین ۳ تا ۸ متر از سطح سواره رو	*O7*
		وجود تیر فولادی با قطر کم در فاصله کمتر از ۳ متر از سطح سواره رو	*O8*
		وجود تیر فولادی با قطر کم در فاصله بین ۳ تا ۸ متر	*O9*
		عدم وجود مانع	*O10*
قوس قائم	*V*	مسافت دید کمتر از ۱۰۰ متر در قوس قائم	*V1*
		مسافت دید بیشتر از ۱۰۰ متر در قوس افقی قائم	*V2*
قوس افقی	*H*	مسافت دید کمتر از ۵۰ متر در قوس افقی	*H1*
		مسافت دید بیشتر از ۵۰ متر در قوس افقی افقی	*H2*
نوع دسترسی	*Da*	دسترسی در قوس افقی	*Da1*
		دسترسی در قوس قائم	*Da2*
		دسترسی در محل با دید نامناسب	*Da3*
		دسترسی در محوطه تقاطع	*Da4*
		دسترسی بدون علائم و خط کشی	*Da5*
		بدون دسترسی	*Da6*
تعدد دسترسی	*A*	بیش از سه دسترسی در فاصله ۲۰۰ متر	*A1*
		کمتر از سه دسترسی در ۲۰۰ متر	*A2*
سطح سواره رو	*L*	کمتر از ۲,۷۵ متر	*L1*
		بین ۲,۷۵ تا ۳,۲۵	*L2*
		بین ۳,۷۵ تا ۴,۲۵	*L3*
		بیش از ۴,۷۵ متر	*L4*
شانه خاکی	*Sh*	کمتر از ۳۰ سانتی متر	*Sh1*
		بیش از ۳۰ سانتی متر	*Sh2*
اصطکاک	*F*	سطح صیقلی	*F1*
		قیرزدگی	*F2*
		جداشدگی دانه ها	*F3*
		اصطکاک کامل	*F4*

نا همواری	*U*	ناهمواری در محوطه قوس یا تقاطع	*U1*
		نا همواری در مسیر مستقیم	*U2*
		عدم وجود نا همواری	*U3*
علائم	*S*	عدم وجود علائم اطلاع قوس افقی	*Si1*
		عدم وجود تابلو اطلاع قوس قائم	*Si2*
		عدم کفایت علائم	*Si3*
		دید نا مناسب علائم	*Si5*
		کفایت علائم	*Si6*
خط کشی کناره	*El*	عدم وجود خط کشی	*El1*
		کم رنگ بودن خط کشی	*El2*
		کفایت خط کشی	*EL3*
خطی کشی محور جاده	*Cl*	عدم وجود خط کشی	*Cl1*
		کم رنگ بودن خط کشی	*Cl2*
		کفایت خط کشی	*Cl3*

از علائم اختصاری جهت سهولت استفاده از معیارها و زیر معیارها در فرآیند رتبه بندی استفاده شده است. در فرآیند رتبه بندی تمامی معیارها به جز معیار فاصله از مراکز جمعیتی از نظر کارشناسان ممیزی وزارت راه و شهرسازی استفاده شده است. در معیار فاصله از مراکز جمعیتی با استفاده از رابطه ارائه مقدار مربوط به هر قطعه محاسبه شد [۱۵].

$$DCI = \frac{P_a \times logD_b \times logD_a}{log\,(D_a + D_b) \times (P_a + P_b)} \qquad (۱)$$

که در آن DCI نسبت فاصله از مراکز جمعیتی ابتدا و انتهای مسیر، D_a، D_b فاصله مرکز قطعه از ابتدا و انتهای مسیر(شهرهای aوb)، P_a، P_b جمعیت شهرهای aو b.

هر قطعه در ممیزی دارای رتبه ای در هر قسمت می شود که رتبه کلی هر قطعه براساس رتبه نهایی آن محاسبه می شود. در نهایت اساس بررسی در برآورد ریسک تصادف قطعه در کاهش ایمنی و افزایش خطر تصادف بود. در این مطالعه با استفاده از رابطه زیر و براساس ممیزی قطعه مورد نظر، ریسک تصادف هر قطعه برآورد شد.

$$R = C_i \times S_i \sum_{j=1}^{n} r_j r_s \qquad (۲)$$

که در آن C_iضریب مربوط به معیار هر قطعه، S_i ضریب معیارجزئی هر قطعه، r_j ضریب زیر معیار هر قطعه و r_s ویژگی هر قطعه می باشد.

۴-نتایج و بحث

در فرآیند رتبه بندی از فرآیند مقایسات زوجی استفاده شد. در این فرآیند قطعات پر تصادف براساس معیارهای و زیر معیارهای استفاده شده در مدل، رتبه بندی می شوند. مقایسات زوجی با استفاده ازنظر سه کارشناس ممیزی ایمنی و پس از بحث و تبادل نظر در هر قسمت از مقایسات زوجی انجام گرفت. این مقایسات پس از بررسی عدد ناسازگاری، نرمالیزه شدند(جدول(۲)).

جدول(۲) نسبت اهمیت معیارها و زیر معیارهای ریسک تصادف

معیار	علائم اختصاری	نسبت اهمیت	علائم اختصاری	زیر معیار	نسبت اهمیت
کناره جاده	*RS*	۰,۱۰۸	*E*	*ترانشه خاکی*	۰.۵۹۲
			O	*موانع دید*	۰.٤۰۸
مسافت دید	*SD*	۰,۱۶۹	*V*	*قوس قائم*	*0.612*
			H	*قوس افقی*	*0.338*
دسترسی	*AC*	۰,۰۷	*Da*	*دسترسی خطرناک*	*0.614*
			A	*دسترسی*	*0.386*
سطح راه	*CS*	۰,۲۳۷	*L*	*سطح سواره رو*	*0.692*
			S	*شانه خاکی*	*0.308*
روسازی	*PA*	۰.۰۸۸	*F*	*اصطکاک*	*0.442*
			U	*نا همواری*	*0.558*
علائم افقی و عمودی	*WS*	۰,۱۰٤	*S*	*علائم*	*1.000*
خط کشی	*MA*	۰,۱۲۱	*El*	*خطی کشی کناره*	*0.168*
			Cl	*خط کشی میانه*	*0.832*
فاصله از مراکز جمعیتی	*DCl*	*0.10*			

در رتبه بندی معیارهای ریسک پذیری راههای برون شهری، معیار سطح راه دارای بالاترین اولویت می باشد و پس از آن می تواند به معیار کناره راه و ایمنی آن اشاره کرد. زیر معیار ها نیز پس از انجام مقایسات زوجی و نرمالیزه کردن اعداد اختصاص یافته به هرکدام از قرار زیر می باشند جدول(۳).

جدول(۳) اهمیت نسبی زیر معیارها

معیار جزئی	علائم اختصاری	زیر معیار	علائم اختصاری	نسبت اهمیت
ترانشه خاکی	*E*	ترانشه خاکی با موانع غیر موثر و ارتفاع بیش از ۵ متر	*E1*	۰.۳۰
		ترانشه خاکی با موانع غیر موثر، شیب زیاد و ارتفاع بیش از ۳ متر	*E2*	۰,۲۳
		ترانشه خاکی با موانع ایمن، شیب زیاد و ارتفاع بیش از ۳ متر	*E3*	0.18
		ترانشه خاکی با موانع ایمن، شیب زیاد و ارتفاع بین ۱تا ۳ متر	*E4*	0.15
		ترانشه خاکی با موانع ایمن، شیب زیادو ارتفاع کمتر از یک متر	*E5*	۰,۱۳

موانع دید	*O*	وجود درختان ضخیم در فاصله کمتر از ۳ متر از سطح سواره رو	*O1*	0.16
		وجود تیر بتنی با قطر بالا در فاصله کمتر از ۳ متر از سطح سواره رو	*O2*	0.15
		وجود استفاده از تیر فولادی با قطر بالا در فاصله کمتر از ۳ متر از سطح سواره رو	*O3*	0.13
		موانع صلب و گوشه دار در فاصله کمتر از ۳ متر از سطح سواره رو	*O4*	0.12
		وجود درختان قطر کم در فاصله کمتر از ۳ متر از سطح سواره رو	*O5*	0.11
		وجود درختان ضخیم در فاصله بین ۳ تا ۸ متر از سطح سواره رو	*O6*	0.09
		وجود تیر بتنی در فاصله بین ۳ تا ۸ متر از سطح سواره رو	*O7*	0.08
		وجود تیر فولادی با قطر کم در فاصله کمتر از ۳ متر از سطح سواره رو	*O8*	0.07
		وجود تیر فولادی با قطر کم در فاصله بین ۳ تا ۸ متر	*O9*	0.05
		عدم وجود مانع	*O10*	0.04
قوس قائم	*V*	مسافت دید کمتر از ۱۰۰ متر در قوس قائم	*V1*	0.56
		مسافت دید بیشتر از ۱۰۰ متر در قوس افقی قائم	*V2*	0.44
قوس افقی	*H*	مسافت دید کمتر از ۵۰ متر در قوس افقی	*H1*	0.65
		مسافت دید بیشتر از ۵۰ متر در قوس افقی افقی	*H2*	0.35
نوع دسترسی	*Da*	دسترسی در قوس افقی	*Da1*	0.26
		دسترسی در قوس قائم	*Da2*	0.23
		دسترسی در محل با دید نامناسب	*Da3*	0.17
		دسترسی در محوطه تقاطع	*Da4*	0.14
		دسترسی بدون علائم و خط کشی	*Da5*	0.11
		بدون دسترسی	*Da6*	0.09
تعدد دسترسی	*A*	بیش از سه دسترسی در فاصله ۲۰۰ متر	*A1*	0.53
		کمتر از سه دسترسی در ۲۰۰ متر	*A2*	0.47
سطح سواره رو	*L*	کمتر از ۲,۷۵ متر	*L1*	0.32
		بین ۲,۷۵ تا ۳,۲۵	*L2*	0.27
		بین ۳,۷۵ تا ۴,۲۵	*L3*	0.23
		بیش از ۴,۷۵ متر	*L4*	0.18
شانه خاکی	*Sh*	کمتر از ۳۰ سانتی متر	*Sh1*	۰.۷۹
		بیش از ۳۰ سانتی متر	*Sh2*	۰.۲۱
اصطکاک	*F*	سطح صیقلی	*F1*	۰.٤٤
		قیرزدگی	*F2*	۰,۳۷
		جداشدگی دانه ها	*F3*	0.15
		اصطکاک کامل	*F4*	۰.۰٤

نا همواری	*U*	ناهمواری در محوطه قوس یا تقاطع	*U1*	۰.۵۳
		نا همواری در مسیر مستقیم	*U2*	۰.۳۸
		عدم وجود نا همواری	*U3*	۰.۰۹
علائم	*S*	عدم وجود علائم اطلاع قوس افقی	*Si1*	۰.۳۳
		عدم وجود تابلو اطلاع قوس قائم	*Si2*	۰.۲۹
		عدم کفایت علائم	*Si3*	۰.۲۱
		دید نا مناسب علائم	*Si٤*	۰.۱۳
		کفایت علائم	*Si٥*	۰,۰٤
خط کشی کناره	*El*	عدم وجود خط کشی	*El1*	0.66
		کم رنگ بودن خط کشی	*El2*	0.26
		کفایت خط کشی	*EL3*	0.08
خطی کشی محور جاده	*Cl*	عدم وجود خط کشی	*Cl1*	0.58
		کم رنگ بودن خط کشی	*Cl2*	0.36
		کفایت خط کشی	*Cl3*	0.06

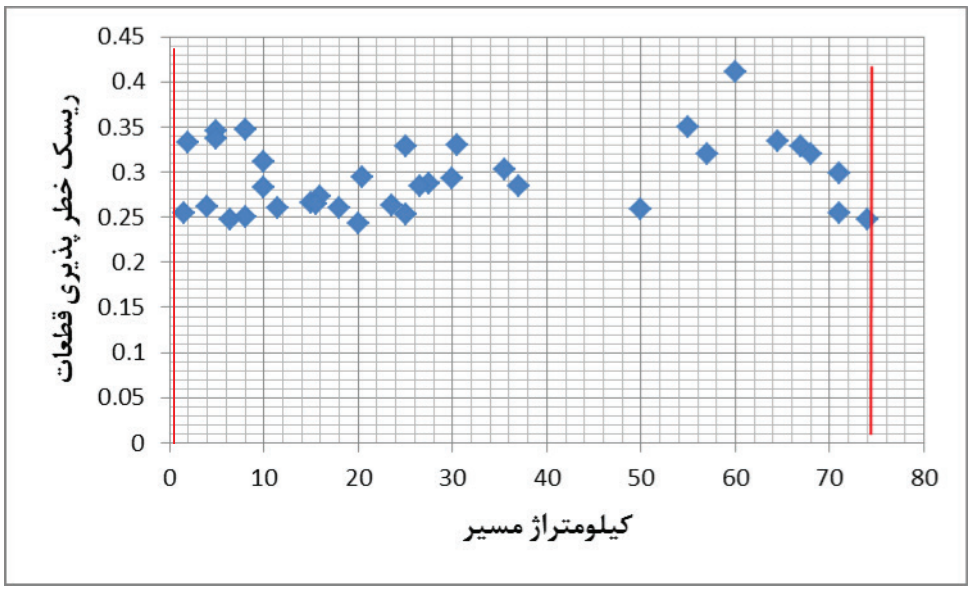
قطعات پر تصادف که از روش قطعه بندی شناور بدست آمده است در ممیزی میدانی توسط سه کارشناس ممیزی ایمنی ویژگی هر قطعه برداشت شد و جهت برآورد ریسک هر قطعه براساس نتایج حاصل از مقایسات زوجی و رابطه(۲) محاسبه شد. نتایج حاصل در جدول زیر ارائه شده است.

جدول(۴) ممیزی ایمنی و عدد حاصل از ریسک محاسبه شده در هر قطعه

قطعات			RS			SD		AC		CS		PA		WS	MA		DCI	نتایج
از	تا		E	O	RS	V	H	Da	A	L	Sh	F	U	S	EI	CI	dci	
1	3	همدان به ملایر	0.13	0.13		0.44	0.35	0.26	0.53	0.2	0.21	0.37	0.53	0.21	0.3	0.4	0.7	0.3327
5	5	همدان به ملایر	0.15	0.05		0.44	0.35	0.17	0.53	0.2	0.21	0.15	0.53	0.33	0.3	0.4	0.77	0.3373
7	9	همدان به ملایر	0.15	0.08		0.44	0.35	0.14	0.47	0.2	0.21	0.44	0.53	0.33	0.1	0.4	0.8	0.3464
10	10	همدان به ملایر	0.15	0.04		0.44	0.35	0.11	0.47	0.3	0.21	0.37	0.38	0.04	0.1	0.4	0.81	0.311
15	16	همدان به ملایر	0.18	0.04		0.44	0.35	0.09	0.47	0.2	0.21	0.04	0.38	0.04	0.1	0.1	0.84	0.2647
19	22	همدان به ملایر	0.15	0.04		0.44	0.35	0.14	0.47	0.2	0.21	0.04	0.53	0.21	0.3	0.1	0.85	0.2946
25	25	همدان به ملایر	0.18	0.04		0.44	0.35	0.11	0.47	0.3	0.21	0.15	0.38	0.21	0.3	0.4	0.85	0.3292
26	27	همدان به ملایر	0.15	0.07		0.44	0.35	0.09	0.47	0.2	0.21	0.04	0.09	0.04	0.3	0.4	0.85	0.285
30	30	همدان به ملایر	0.15	0.04		0.44	0.35	0.26	0.53	0.2	0.21	0.04	0.09	0.04	0.3	0.4	0.85	0.2927
35	36	همدان به ملایر	0.3	0.15		0.44	0.35	0.23	0.53	0.2	0.21	0.04	0.38	0.21	0.1	0.1	0.84	0.3034
37	37	همدان به ملایر	0.23	0.05		0.44	0.35	0.09	0.47	0.2	0.21	0.44	0.38	0.04	0.1	0.1	0.84	0.2842
50	50	همدان به ملایر	0.15	0.04		0.44	0.35	0.09	0.47	0.2	0.21	0.04	0.38	0.04	0.1	0.1	0.8	0.2593
55	55	همدان به ملایر	0.13	0.05		0.44	0.65	0.26	0.53	0.2	0.21	0.15	0.38	0.04	0.7	0.6	0.78	0.3506
57	57	همدان به ملایر	0.13	0.07		0.44	0.35	0.09	0.47	0.2	0.21	0.04	0.38	0.04	0.7	0.6	0.76	0.3196
60	60	همدان به ملایر	0.3	0.08		0.44	0.35	0.26	0.53	0.3	0.79	0.37	0.53	0.21	0.7	0.4	0.74	0.4106
63	66	همدان به ملایر	0.23	0.08		0.44	0.65	0.11	0.47	0.3	0.21	0.15	0.09	0.04	0.7	0.6	0.69	0.334
67	67	همدان به ملایر	0.15	0.08		0.44	0.35	0.09	0.53	0.3	0.21	0.04	0.38	0.21	0.3	0.6	0.65	0.3282
70	72	همدان به ملایر	0.15	0.05		0.44	0.35	0.17	0.47	0.2	0.21	0.04	0.09	0.04	0.1	0.4	0.56	0.2545
74	74	همدان به ملایر	0.13	0.08		0.44	0.35	0.09	0.47	0.2	0.21	0.44	0.38	0.21	0.1	0.1	0.35	0.2478

ملایر به همدان	1	2	0.15	0.05	0.44	0.35	0.26	0.53	0.3	0.21	0.04	0.38	0.21	0.1	0.1	0.41	0.254
ملایر به همدان	4	4	0.13	0.11	0.44	0.35	0.14	0.53	0.2	0.21	0.15	0.38	0.21	0.1	0.1	0.56	0.2622
ملایر به همدان	5	5	0.15	0.04	0.56	0.35	0.09	0.47	0.2	0.79	0.37	0.38	0.13	0.4	0.1	0.59	0.345
ملایر به همدان	6	7	0.15	0.05	0.44	0.35	0.14	0.47	0.2	0.21	0.04	0.09	0.21	0.1	0.1	0.63	0.2477
ملایر به همدان	8	8	0.15	0.05	0.44	0.35	0.14	0.47	0.2	0.21	0.04	0.09	0.21	0.1	0.1	0.65	0.2506
ملایر به همدان	10	10	0.18	0.05	0.44	0.35	0.09	0.47	0.2	0.21	0.04	0.09	0.21	0.4	0.1	0.69	0.2836
ملایر به همدان	11	12	0.18	0.15	0.44	0.35	0.11	0.47	0.2	0.21	0.04	0.09	0.21	0.1	0.1	0.7	0.2606
ملایر به همدان	15	15	0.3	0.04	0.44	0.35	0.09	0.47	0.2	0.21	0.04	0.09	0.21	0.1	0.1	0.74	0.2662
ملایر به همدان	16	16	0.15	0.05	0.44	0.35	0.11	0.47	0.2	0.21	0.04	0.38	0.21	0.1	0.1	0.75	0.2729
ملایر به همدان	18	18	0.13	0.08	0.44	0.35	0.09	0.47	0.2	0.21	0.15	0.38	0.04	0.1	0.1	0.76	0.2601
ملایر به همدان	20	20	0.13	0.09	0.44	0.35	0.09	0.47	0.2	0.21	0.04	0.09	0.04	0.1	0.1	0.78	0.2434
ملایر به همدان	23	24	0.15	0.09	0.44	0.35	0.26	0.47	0.2	0.21	0.04	0.09	0.13	0.1	0.1	0.8	0.2634
ملایر به همدان	25	25	0.15	0.09	0.44	0.35	0.09	0.47	0.3	0.21	0.04	0.09	0.04	0.1	0.1	0.8	0.2538
ملایر به همدان	27	28	0.15	0.16	0.44	0.35	0.14	0.53	0.2	0.21	0.04	0.38	0.21	0.1	0.1	0.81	0.2871
ملایر به همدان	30	31	0.18	0.11	0.44	0.65	0.09	0.47	0.2	0.21	0.04	0.53	0.13	0.1	0.4	0.82	0.3304
ملایر به همدان	68	68	0.18	0.08	0.44	0.35	0.26	0.47	0.3	0.21	0.15	0.38	0.13	0.4	0.1	0.79	0.3199
ملایر به همدان	70	72	0.23	0.15	0.44	0.35	0.17	0.53	0.2	0.21	0.15	0.53	0.21	0.1	0.1	0.75	0.2989

نتایج حاصل از ریسک برآورد شده در شکل زیر بر اساس کیلومتراژ قطعات ترسیم شده است. هر نقطه نمایانگر یک قطعه پر تصادف می باشد که براساس عدد ریسک آن نمایش داده شده است. با توجه به آن می توان با این نتیجه رسید که ریسک بیشتری در ابتدا و انتهای مسیر وجود دارد.



شکل(۱) ریسک تصادف قطعات براساس کیلومتراژ آن در مسیر

نتیجه دیگری که می توان از شکل(۱) گرفت این است که قطعات ابتدای مسیر و نزدیک به مراکز جمعیتی دارای تراکم و شدت بالاتری نسبت به قطعات پایانی مسیر دارند.

۵-صحت سنجی نتایج

در بررسی نتایج ریسک تصادف و صحت سنجی آن در قطعات منطقه مورد مطالعه، ۳۰ درصد از قطعات پر تصادف دارای اولویت از کل محور جهت بررسی نتایج انتخاب شد. در اولویت بندی قطعات از تعداد تصادفات و شاخص تصادفات استفاده شده است. مقدار شاخص تصادفات(P) برای دوره زمانی ثبت اطلاعات تصادفات برای یک نقطه دارای تصادف مشخص از رابطه زیر محاسبه می شود[۱۶] :

$$P = 2.74\frac{L}{A \times T} \quad (۳)$$

که در این رابطه T طول دوره زمانی سالانه جمع آوری و ثبت اطلاعات تصادف (بر حسب سال)، L فاکتور شدت تصادف در نقطه دارای تصادف در دوره زمانی T که از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$L=x+3y+9z \quad (۴)$$

که در آن x تعداد تصادفات خسارتی، y تعداد تصادفات جرحی، z تعداد تصادفات فوتی در نقطه دارای تصادف در دوره زمانی T می باشند. محاسبه مقدار شاخص تصادفات در قطعه بندی همدان به ملایر در پیوست ارائه شده است [۱۶]. اولویت بندی ۳۰ ٪ از کل مسیر برحسب تعداد تصادفات، شاخص تصادفات و نتایج حاصل از مدل در جدول(۵) ارائه شده است.

نتایج ارائه شده نشان می دهد قطعات انتخاب شده دارای اولویت براساس نتایج حاصل از مدل تطابقی حدود ۵۰٪ با قطعات با اولویت تعداد تصادفات می باشد. ولی در بررسی نتایج حاصل از مدل با شاخص تصادفات بیش از ۶۰٪ تطابق نشان می دهد که نشان دهنده پایایی ممیزی در شناخت

قطعات با بیشترین ریسک تصادف می باشد.

جدول(۵) اولویت بندی قطعات براساس تعداد تصادف و مدل ریسک تصادف

اولویت بندی	نتایج حاصل از مدل (R)		تعداد تصادفات (F)		شاخص تصادفات (P)	
1	60	60	70	72	***63***	***66***
2	55	55	76	77	100	100
3	9	7	***63***	***66***	***80***	***80***
4	80	80	***105***	***106***	***7***	***9***
5	5	5	90	90	70	72
6	66	63	100	100	76	77
7	3	1	***80***	***80***	85	85
8	106	105	***1***	***3***	19	22
9	25	25	95	95	***105***	***106***
10	67	67	85	85	***1***	***3***
11	143	143	***67***	***67***	***67***	***67***

۶-نتیجه گیری

در رتبه بندی معیارهای ریسک تصادف راههای برون شهری، معیار سطح راه دارای بالاترین اولویت می باشد و پس از آن می تواند به معیار کناره راه و ایمنی آن اشاره کرد.

در ترکیب ریسک های خطر پذیری قطعات حادثه خیز، قطعاتی که در فواصل مراکز جمعیتی می باشند(در ابتدا و انتهای مسیر) دارای بیشترین مقدار می باشد؛ همچنین قطعات در ابتدای مسیر دارای خطر پذیری بیشتری بوده، لذا باید سعی شود ریسک های موجود در این قطعات با اولویت ایمن سازی شود. در بررسی و صحت سنجی مدل ریسک قطعات با شاخص تصادفات ارائه شده توسط کمیسیون ایمنی راهها وزارت راه و شهرسازی تطابقی بیش از ۶۰٪ نشان داد.

منابع

۱. Ward, L.(2006) .FHWA Road Safety Audit Guidelines .Pennsylvania State University: fhwa.

۲. Morgan, R., J. Epstein, P. Jordan, G. Lee, and R. Lathlean. Road Safety Audit Guide - Second Edition. AUSTROADS, 2002, 135p.

۳. COLTO, "south african road safety manual", vol 4, 1999.

۴. Pietrucha, M., Pieples, T., & Garvey, P. (2000). Evaluation of Pennsylvania road safety audit pilot program. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, (1734), 12-20.

۵. Labuschagne, K. O. B. U. S., van As, C. H. R. I. S. T. O., & Roodt, L. O. U. I. S. (2002). The status quo of road safety audit and assessment in South Africa.

۶. Elvik, R., Vaa, T., Erke, A., & Sorensen, M. (Eds.). (2009). The handbook of road safety measures. Emerald Group Publishing.

۷. Hauer, E., Kononov, J., Allery, B., & Griffith, M. (2002). Screening the road network for sites with promise. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, (1784), 27-32.

۸. Montella, A. (2010). A comparative analysis of hotspot identification methods. Accident Analysis & Prevention, 42(2), 571-581.

۹. Montella, A. (2005). Safety reviews of existing roads: quantitative safety assessment methodology. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, (1922), 62-72.

۱۰. Cheng, W., & Washington, S. P. (2005). Experimental evaluation of hotspot identification methods. Accident Analysis & Prevention, 37(5), 870-8۸۱.

۱۱. Miranda-Moreno, L., Fu, L., Saccomanno, F., & Labbe, A. (2005). Alternative risk models for ranking locations for safety improvement. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, (1908), 1-8.

۱۲. Miaou, S. P., & Song, J. J. (2005). Bayesian ranking of sites for engineering safety improvements: decision parameter, treatability concept, statistical criterion, and spatial dependence. Accident Analysis & Prevention, 37(4), 699-720.

۱۳. Elvik, R., 2008. A Survey of Operational Definitions of Hazardous Road Locations in Some European Countries. Accident Analysis and Prevention, 40: 1830-۱۸۳۵.

۱۴. Boroujerdian, A.M., Saffarzadeh, M., Yousefi, H., 2014. A model to identify high crash road segments with the dynamic segmentation method. Accident Analysis and Prevention ۷۳ (۲۰۱۴) ۲۷۴–۲۸۷.

۱۵. Sadeghi, A., Ayati, E., & Pirayesh Neghab, M. (2013). Identification and prioritization of hazardous road locations by segmentation and data envelopment analysis approach. *PROMET-Traffic&Transportation*, *25*(2), 127-۱۳۶.

۱۶. کمیسیون ایمنی راههای کشور، ۱۳۹۴، دستور عمل نحوه شناسایی و اولویت بندی نقاط پر تصادف راهها، وزارت راه و شهرسازی.

A model for assessment accident risk on accident-prone with using dynamic segmentation (Case Study: Hamedan, Malayer)

First Author name, second author name (Times New Roman 11pt Bold)
1-Academic title of first author and address (Times New Roman 11pt)
2-Academic title of second author and address (Times New Roman 11pt)

Abstract

In this study, Malayer in Hamedan route and vice versa using the accidents of 2011 to 2013 as part of the dynamic segmentation. The segments were analyzed from the standpoint of safety audits and with respect to risk of each safety audit segment. The criteria used in the ranking criteria such as the side of the road, obstacles, visibility, access, level roadway, pavement, signs and markings. Accident-prone parts of the dynamic segmentation method, the audit by three expert safety audit and to estimate the risk characteristics of each segment were taken from each plot were calculated. Review and validation of the risk of accidents index components provided by the Department of Urban & Road (Iran) Safety Commission showed that more than 60% compliance. The highest risk Hamedan, Malayer 60-60 segment (Known as Pir Mishan) and other segments with lower risk were prioritized.

پیوست

شکل() برآورد مقدار شاخص تصادفات در قطعات پر تصادف محور همدان به ملایر و بالعکس

قطعات	از	تا	تعداد تصادفات	فوتی	جرحی	شاخص تصادفات(P)
همدان	1	3	8	3	5	0.026274
همدان	5	5	4	3	2	0.020644
همدان	۷	۹	۵	۵	۴	۰.۰۳۵۶۵۸
همدان	۱۰	۱۰	۳	۱	۲	۰.۰۰۹۳۸۴
همدان	۱۵	۱۶	۴	۰	۴	۰.۰۰۷۵۰۷
همدان	۱۹	۲۲	۵	۴	۳	۰.۰۲۸۱۵۱
همدان	۲۵	۲۵	۴	۱	۳	۰.۰۱۱۲۶
همدان	۲۶	۲۷	۳	۰	۳	۰.۰۰۵۶۳
همدان	۳۰	۳۰	۳	۰	۳	۰.۰۰۵۶۳
همدان	۳۵	۳۶	۳	۱	۲	۰.۰۰۹۳۸۴
همدان	۳۷	۳۷	۳	۴	۲	۰.۰۲۶۲۷۴
همدان	۵۰	۵۰	۴	۱	۳	۰.۰۱۱۲۶
همدان	۵۵	۵۵	۵	۲	۴	۰.۰۱۸۷۶۷
همدان	۵۷	۵۷	۳	۱	۳	۰.۰۱۱۲۶
همدان	۶۰	۶۰	۳	۳	۴	۰.۰۲۴۳۹۷
همدان	۶۳	۶۶	۱۰	۵	۱۷	۰.۰۶۰۰۵۵
همدان	۶۷	۶۷	۶	۲	۸	۰.۰۲۶۲۷۴
همدان	۷۰	۷۲	۱۱	۲	۱۱	۰.۰۳۱۹۰۴
همدان	۷۴	۷۴	۶	۳	۳	۰.۰۲۲۵۲۱
ملایر	۷۶	۷۷	۱۱	۲	۱۱	۰.۰۳۱۹۰۴
ملایر	۷۹	۷۹	۳	۰	۳	۰.۰۰۵۶۳
ملایر	۸۰	۸۰	۸	۵	۴	۰.۰۳۵۶۵۸
ملایر	۸۱	۸۲	۳	۰	۵	۰.۰۰۹۳۸۴
ملایر	۸۳	۸۳	۶	۱	۷	۰.۰۱۸۷۶۷
ملایر	۸۵	۸۵	۷	۲	۱۰	۰.۰۳۰۰۲۷
ملایر	۸۶	۸۷	۶	۰	۱۱	۰.۰۲۰۶۴۴
ملایر	۹۰	۹۰	۱۰	۱	۸	۰.۰۲۰۶۴۴
ملایر	۹۱	۹۱	۴	۱	۳	۰.۰۱۱۲۶
ملایر	۹۳	۹۳	۳	۲	۶	۰.۰۲۲۵۲۱
ملایر	۹۵	۹۵	۸	۲	۶	۰.۰۲۲۵۲۱
ملایر	۹۸	۹۹	۳	۳	۵	۰.۰۲۶۲۷۴
ملایر	۱۰۰	۱۰۰	۹	۱	۱۷	۰.۰۳۷۵۳۴
ملایر	۱۰۲	۱۰۳	۶	۰	۷	۰.۰۱۳۱۳۷
ملایر	۱۰۵	۱۰۶	۱۰	۲	۸	۰.۰۲۶۲۷۴
ملایر	۱۴۳	۱۴۳	۳	۰	۳	۰.۰۰۵۶۳
ملایر	۱۴۵	۱۴۷	۳	۳	۲	۰.۰۲۰۶۴۴