شناسایی و بومی‌سازی عوامل وقوع تصادفات در قوس‌های افقی (مورد مطالعه: محور بابامیدان – باشت)

مقاله علمی – پژوهشی

امین فلاحیان*، دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه مهندسی عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد یاسوج، یاسوج، ایران
علی آرام، استادیار، گروه مهندسی عمران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد یاسوج، یاسوج، ایران
*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: aminfalahian.72@gmail.com

دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۰۵– پذیرش: ۱۴۰۱/۰۴/۲۸
صفحه ۱۵۴-۱۴۳

چکیده

امروزه تحقیقات مربوط به تصادفات جاده‌ای خصوصاً در قوس‌های افقی از تحقیقات علمی و کاربردی به حساب می‌آید. به نحوی که محققین به این نتیجه رسیدند که تصادفات نتیجه فقط یک علت خاص نبوده است و سلسله‌ای از دلایل و اتفاقات مختلف اعم از انسانی وغیر انسانی می‌باشد. هدف از انجام تحقیق حاضر، شناسایی و بومی‌سازی عوامل وقوع تصادفات در قوس‌های افقی در محور بابامیدان – باشت است. روش انجام تحقیق به لحاظ اجرا توصیفی _ پیمایشی و به لحاظ هدف از نوع تحقیق کاربردی می‌باشد که به صورت کمّی انجام شده است. به دلیل اینکه موضوع تحقیق حاضر یک موضوع خاص در زمینه جاده‌ای (مهندسی و راه‌سازی) می‌باشد، نمونه‌گیری غیراحتمالی از نوع قضاوتی است. جامعه آماری تحقیق شامل ۱۲ خبره از متخصصان، کارشناسان و مهندسان حوزه راه‌سازی در استان فارس می‌باشد. در این تحقیق سعی شده است تا با مطالعه جدیدترین تحقیقات داخلی و خارجی پیشین و همچنین تحقیقات میدانی، عوامل وقوع تصادفات در قوس‌های افقی شناسایی و سپس با استفاده از نظر خبرگان و روش دلفی فازی، بومی‌سازی گردند. پس از توزیع و تحلیل پرسشنامه‌ها، نتیجه این بود که از ۲۲ عامل شناسایی شده وقوع تصادفات در قوس‌های افقی، با توجه به نظر خبرگان، ۱۳عامل برای محور بابامیدان- باشت به تأیید نهایی رسید. در انتهای تحقیق هم در راستای عوامل بومی شده، برخی پیشنهادات کاربردی جهت بهبود و کاهش تصادفات در قوس‌های افقی محور بابامیدان - باشت ارایه شده است.

واژه‌های کلیدی: تصادف، قوس افقی، بومی‌سازی، روش دلفی فازی

۱- مقدمه

بعد از دهه هفتاد میلادی، پژوهش‌های مربوط به تصادفات جاده‌ای از تحقیقات علمی و تحلیل‌های منسجم متأثر شد. به نحوی که محققین به این نتیجه رسیدند که تصادفات نتیجه فقط یک علت خاص نبوده است و سلسله‌ای از دلایل و اتفاقات می‌باشد. این سلسله شامل علل و عوامل جاده‌ای، انسانی، وسایل نقلیه و محیط اطراف بود که هر یک از آنها نیز مشتمل بر اجزای متعدد دیگری بودند. بنابراین، یافتن علل واقعی تصادفات از میان سلسله عوامل جمع‌آوری شده، مانند یافتن حلقه‌های ضعیف این زنجیره خواهد بود. پیشبینی تصادفات ترافیکی، به علت فراوانی و تداخل پیچیده پارامترهای مؤثر بر وقوع آن کار ساده‌ای نمی‌باشد. یکی از مهم‌ترین دلایل مرگ و میر، تصادفات جاده‌ای است. همچنین

با استفاده از داده‌های منتشر شده از مجموع ۱۹۲ کشور، به‌عنوان یک پایگاه داده، این مطالعه تخمین می زند که در سال ۱۹۹۹ بین ۷۵۰۰۰۰ و ۸۸۰۰۰۰ نفر از افراد، احتمالاً به‌عنوان یک نتیجه از تصادفات جاده می میرند که اکثر این مرگ و میرها در کشورهای کمتر موتوریزه شده، که حدود نیمی از آن‌ها در منطقه‌ی آسیا و اقیانوس آرام هستند، رخ خواهد داد. این نتیجه با برآورد انجام‌شده توسط سازمان بهداشت جهانی روی بیش از یک‌میلیون مرگ در سال ۱۹۹۸مقایسه می‌شود. مرگ و میر جاده‌ای، اگرچه هرسال ۷۵۰۰۰۰ نفر یا بیش از یک میلیون را از بین می‌برد، ولی منابع داده‌ی موجود نشان می‌دهد که هنوز هم این علت اصلی مرگ، حتی از مرگ و میر زودرس هم بیشتر است. انتظار می‌رود مرگ و میر جاده ای همچنان با افزایش میزان تلفات مرگ و میر از بین ۹۰۰ هزار و ۱/۱میلیون نفر در سال ۲۰۱۰ به ۱/۱ میلیون و ۱/۳ میلیون در سال ۲۰۲۰ برسد. این گزارش همچنین برآوردی نسبتاً خام از صدمات سالانه را نشان می دهد که در سال ۱۹۹۹، بین ۲۳ و ۳٤ میلیون نفر در تصادفات جاده ای در سراسر جهان مجروح شدند تولید کرده است. با توجه به عدم قطعیت داده‌ها و میزان گزارش‌دهی کم، شدت تصادفات جاده به‌عنوان یکی از عوامل اصلی خسارات کم تر از واقعیت، تخمین زده‌شده است (Aram, 2010). پیچیدگی پیشینی تصادفات ترافیکی در محل قوس‌های افقی و دیگر نقاط خاص راه‌ها افزایش یافته است، زیرا پارامترهای اثرگذار بر تصادفات افزایش یافته و تعامل بین آن‌ها گستره و سخت گردیده است (Ogden, 1996). قوس‌های افقی عنصر مهمی در طراحی جاده‌ای است؛ لذا به علت تغییرات حرکتی وسیله نقلیه در آنها، اسباب خطر برای کاربران در محتمل است. از لحاظ آگاهی رانندگان پیرامون قوس، دو ایده وجود دارد: اول اینکه راننده ممکن است نسبت به حضور قوس در مقابل خود آگاه نباشد و دوم اینکه راننده نسبت به شعاع یا تیزی قوس قضاوت اشتباه داشته باشد (Schneider et al, 2009). از سویی دیگر، ایجاد وضعیت دور از انتظار راننده در محل قوس‌ها، اشغال شدن عرض بیشتری از مسیر توسط وسیله نقلیه، خطرسازتر بودن لغزندگی سطح جاده به نسبت قطعات مستقیم راه‌ها و کاهش مسافت دید در محل قوس‌های افقی سبب شده است که تعداد و شدت تصادفات در محل قوس‌های افقی بیش از میزان تصادفات در قطعات معمولی راه‌ها باشد و این وضعیت خطرناک علی‌الخصوص برای راه‌های دوخطه بحرانی و خطرناک‌تر است. طبق آمار ۵۰ تا ٦۰ درصد کل تصادفات شبکه راه در راه‌های دوخطه برون شهری اتفاق افتاده که نیمی از این تصادفات در قوس‌های راه به وقوع پیوسته و حدود ۷۰ درصد از تصادفات محل قوس‌ها مربوط به قوس‌های افقی است (Lamm et al, 2002). ایمنی ترافیک رابطه نزدیکی با طراحی قوس‌های افقی جاده دارد. بر اساس تحقیقات، در کشوری مانند آمریکا حدود $\frac{1}{4}$ تصادفات فوتی بزرگراه‌ها در قوس های افقی رخ داده و به طور میانگین نرخ تصادفات در قوس‌های افقی تقریباً سه برابر این نرخ در مسیرهای مستقیم می‌باشد (Khan et al, 2013). همچنین در تحقیقات مؤسسه حمل و نقل تگزاس آمده است که شدت تصادفات در قوس‌های افقی بالا می‌باشد (Bonneson et al, 2007). بنابراین، بهبود ایمنی در قوس‌های افقی بخش ضروری در ضرورت مدیریت راه‌ها بوده که نیاز به توسعه پیشبینی تصادف و شناسایی علل مختلف در قوس‌های افقی دارد. در تحقیق حاضر سعی شده است تا عوامل وقوع تصادفات در قوس‌های افقی با استفاده از مطالعه پیشینه و تحقیقات میدانی شناسایی و در محور بابامیدان – پل پریم شهرستان رستم با استفاده از روش دلفی فازی بومی‌سازی گردد.

۲- پیشینه تحقیق

۲-۱- قوس

در اصطلاح قوس یا خم به بخشی از مسیر که، به لحاظ هندسی از شکل خط مستقیم خارج شده و به شکل منحنی یا خمیده در می‌آید گفته می‌شود. در طراحی مسیر به طراحی قوس توجه ویژه می‌شود، زیرا چگونگی طراحی قوس‌های یک مسیر، بر کیفیت تردد و ایمنی مسیر اثرگذار است. در طراحی قوس، دو نوع قوس مطرح است: قوس افقی و قوس قائم که هر یک دارای انواع مختلفی هستند (Hauer, 2000). در طراحی قوس توجه به سرعت طرح و ویژگی‌های زمین اهمیت زیادی دارد و در ذیل به آنها اشاره شده است.

قوس افقی

مهندسین طراح برای ایجاد سهولت و افزایش ایمنی در رفت و آمد وسایل نقلیه در جاده‌ها، به جای استفاده از خطوط شکسته در طراحی مسیر، از یک مسیر منحنی استفاده می‌کنند. این مسیر منحنی که برای اتصال خطوط متقاطع یک مسیر مورد استفاده قرار می‌گیرد در اصطلاح راه‌سازی و نقشه برداری قوس افقی نامیده می‌شود. لازم به ذکر است، چنانچه زاویه ما بین دو امتداد مسیر از ۳۰ دقیقه کوچکتر باشد، طراحی قوس افقی در مسیر ضرورت نخواهد داشت.

انواع مختلفی از قوس‌های افقی در طراحی مسیر راه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد (Krammes, 1997)؛ از پرکاربردترین و مهم‌ترین انواع این قوس‌ها می‌توان به قوس‌های دایره‌ای ساده، دایره‌ای مرکب، دایره‌ای معکوس، و منحنی‌های اتصال (کلوتوئید) اشاره کرد (Cakaj, 2011).

قوس دایره‌ای ساده

قوسی است که توسط یک کمان دایره‌ای شکل دو قسمت مستقیم یک جاده را به یکدیگر متصل می‌کند.

قوس دایره‌ای مرکب

قوسی است که از قرار گرفتن دو یا تعداد بیشتر قوس دایره‌ای ساده هم جهت با شعاع‌های مختلف در یک راستا ایجاد شده است. در طراحی مسیر استفاده از قوس دایره‌ای ساده اولویت دارد.

قوس دایره‌ای معکوس

قوسی است که از قرار گرفتن دو یا تعداد بیشتری قوس دایره‌ای ساده، با جهت‌های مختلف در یک مسیر است که به دلیل تأمین بربلندی (با توجه به تغییر جهت قوس، جهت شیب عرضی نیز تغییر می‌کند) قطعه‌ای مستقیم در فاصله مابین آنها در نظر گرفته می‌شود.

قوس منحنی اتصال

قوسی است که به منظور اتصال دو قوس افقی با اختلاف شعاع قابل توجه و یا اتصال یک قوس افقی دایره‌ای، با شعاع کم به مسیر مستقیم، به منظور افزایش ایمنی راه، از آن استفاده می‌شود.

قوس قائم

در طراحی مسیر اتصال سربالایی‌ها و سرپایینی‌های راه، به وسیله قوس قائم انجام می‌شود. استفاده از قوس قائم، در طراحی مسیر، به منظور سهولت و ایمنی حرکت، در محدوده اتصال راستاهای متقاطع دو مسیر دارای شیب است. چنانچه حاصل تفاضل قدر مطلق دو شیب کمتر از ۰/۵ درصد شود، طراحی قوس قائم در مسیر ضرورت نخواهد داشت. لازم به ذکر است غالباً در طراحی مسیر، قوس‌های سهموی استفاده می‌شود. قوس قائم انواع مختلفی دارد که پرکاربردترین و مهمترین آنها قوس محدب یا گنبدی و قوس مقعر یا کاسه‌ای است.

قوس محدب

قوس محدب قوسی است که حالت برآمده داشته باشد و محل تقاطع شیب‌های طرفین در بالا قوس قرار گیرد. به طور کلی، میزان دید در این خم در شب و روز تفاوت خاصی ندارد و از این جهت ایمن‌تر از قوس مقعر می‌باشد.

قوس مقعر

قوس مقعر، قوسی است که بر خلاف قوس محدب، مالت فرو رفته داشته باشد و محل تقاطع شیب‌های طرفین در پایین قوس قرار گیرد. قوس مقعر در روز به دلیل وجود روشنایی کافی دید راننده را محدود نمی‌کند، اما در تاریکی، فاصله‌ای که توسط نور چراغ‌های راننده در این خم روشن می‌شود، محدود است.

تصادف

روزانه حدود ۱۶۰۰۰ انسان در سراسر دنیا در اثر انواع جراحت‌ها جان خود را از دست می‌دهند. آسیب و جراحت‌ها ۱۲ درصد از بار کلی بیماری‌ها را تشکیل می‌دهد. این آسیب‌ها به طور عمده در تصادفات جاده‌ای رخ می‌دهد. مطالعات متعددی با هدف تعیین رابطه علیتی به دسته‌بندی و طبقه‌بندی فاکتورهای مؤثر بر تصادفات جاده‌ای اقدام شده است (خیرآبادی و بوالهری، ۱۳۹۰). عوامل موثر در تصادفات جاده‌ای به سه عامل انسانی (رفتاری)، وسیله نقلیه، راه و محیط تقسیم می‌گردد که نقش عامل انسانی بیشتر از بقیه عامل‌ها است (شرافتی و همکاران، ۱۳۹۲).

محور بابامیدان – باشت

یکی از عوامل تصادف در جاده‌های استان فارس، راه‌ها و مناسب نبودن مسیرها است. جاده‌های شهرستان رستم یکی از مسیرهای پرخطر است که می‌توان گفت روزانه تصادفاتی در این مسیر رخ می‌دهد و سبب داغدار شدن خانواده‌ها می‌شود. بلاتکلیف ماندن باند دوم محور کوپن – باشت

موضوعی است که به عنوان مطالبه مردمی پس از تصادفات اخیر مطرح شد و مردم منطقه معتقدند اگر این محور دو بانده شود تصادفات کمتر رخ می‌دهد. این محور جزئی از پروژه بزرگ بزرگراه شیراز – اهواز است که بخشی از آن انجام و بخشی هنوز انجام نشده است. بزرگراه شیراز – اهواز که در سال‌های ابتدایی دهه ۹۰ آغاز شد، از ۳ استان فارس، کهگیلویه و بویراحمد و خوزستان می‌گذرد که مسیر آن در حوزه استحفاظی استان فارس چنین است: شیراز– دشت ارژن– تنگ ابوالحیات– کوه‌چنار– نورآباد– پل فهلیان– بابامیدان– (کوپن) پل بریم که پس از آن وارد منطقه بوستان و باشت استان کهگیلویه و بویراحمد می‌شود. از سویی هر چند دو بانده شدن مسیر به کاهش تصادفات در مسیر مورد مطالعه تحقیق حاضر کمک می‌نماید، اما تحقق این مهم عامل اصلی نیست، بلکه باید فرهنگ‌سازی نیز در این زمینه صورت پذیرد. در سال ۲۰۱۳ در یک پژوهش مطالعاتی توسط آرام (۲۰۱۳) تحت عنوان مدل پیش بینی تصادفی بر روی قوس های افقی در جاده های دوخطه برون شهری در جنوب ایران با استفاده از مدل رگراسیون دوجمله‌ای منفی و پواسون» به بررسی تصادفات بر روی قوس‌های افقی در جاده‌های دو خطه برون شهری استان کهگلویه و بویراحمد پرداخته شد. استان ک.ب یکی از استان‌های است که دارای جاده‌های برون شهری دوخطه‌ی انتقال ترافیک جنوب به مرکز ایران می باشد.

در این پروژه به بررسی تصادفات قوس‌های افقی در ۵۰۲ قطعه از راه‌های برون شهری استان کهگیلویه و بویراحمد پرداخته شد، مشخص گردیده که با افزایش ۱، ۱۰ و ۱۰۰ درصدی زاویه قوس‌های افقی، به ترتیب ۰/۲۲، ۲/۲۷ و ۲۵ درصد تصادفات افزایش می‌یابند. این پژوهش در بررسی درجه و شعاع قوس که با یکدیگر رابطه معکوسی به صورت (R=57.3 / D درجه قوس بر حسب رادیان و شعاع برحسب متر می‌باشد) دارند به این نتایج دست یافته است که با افزایش ۱، ۱۰ و ۱۰۰ شعاع قوس‌های افقی به ترتیب ۰/۱۷، ۱/۷۰ و ۱۶ درصد تصادفات قوس‌های افقی کاهش می‌یابند و به دلیل رابطه معکوس درجه قوس با شعاع به وسیله مقداری ثابت، می‌توان اینگونه استنباط نمود که با افزایش ۱، ۱۰ و ۱۰۰ درصدی درجه قوس‌های افقی به ترتیب ۰/۱۷، ۱/۷۰ و ۱۶ درصد تصادفات افزایش می‌یابند. همچنین در این پژوهش عنوان گردیده که بررسی رابطه مستقیم متغیرها با تصادفات، در ثابت نگه داشتن سایر متغیرها انجام گرفته است (Aram, 2013). با بررسی پیشینه‌های مرتبط و غیر مرتبط با تحقیق مبنی بر عوامل وقوع تصادفات به صورت کلی و در قوس‌های افقی، خلاصه تحقیقات در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱. خلاصه نتیجه تحقیق

ردیف	نویسنده و سال تحقیق	موضوع	نتیجه تحقیق
۱	کامبوزیا و همکاران (۱۴۰۰)	عوامل مؤثر در شدت تصادفات راه‌های روستایی گیلان جهت تعیین مؤثرترین عوامل و ارایه راه‌کارهای ایمنی	زمان تصادف، سن و جنسیت راننده، فصل تصادف، شرایط سطح جاده، وضعیت هندسه محل تصادف، وضعیت روشنایی جاده، نوع تصادف وسیله نقلیه، وضعیت آب و هوا، علت تامه تصادف
۲	عشوریان و دیواندری (۱۳۹۹)	ارزیابی عوامل مؤثر بر ایمنی ترافیک و تصادفات جاده‌ای	انسان، شرایط جاده و وسیله نقلیه
۳	اسکندری و پور معلم (۱۳۹۵)	بررسی عوامل انسانی موثر در تصادفات در راه‌های برون‌شهری (مطالعه موردی: بزرگراه آزادگان اصفهان)	خستگی و خواب آلودگی، عجله و شتاب بی مورد، استعمال مواد مخدر، مصرف مشروبات الکلی، ضعف ناشی از کهولت سن، تخلف عمدی، عدم تشخیص سهم عبور سایرین، عدم آشنایی با جاده، مهار نکردن محموله به طرز صحیح، بی توجهی به مقررات
٤	محمدی (۱۳۹۰)	بررسی عوامل اقتصادی موثر بر تصادفات جاده‌ای ایران	سرعت غیرمجاز، عدم رعایت حد فاصله از وسیله نقلیه جلوئی، انحراف به چپ، عدم توجه به سایر

			وسائل نقلیه و علائم خط‌کشی، رانندگی غیرمسئولانه، بی‌احتیاطی، رانندگی در اوج خستگی و رانندگی به حالت تهاجمی، نسبت به دیگران نگاه کردن و ندیدن، اشتباه و کم‌توجهی، اشتباه در تشخیص سرعت با وسیله نقلیه دیگر، صدمه دیدن قوای جسمی و فکری راننده تحت تأثیرمصرف الکل، مواد مخدر و بیماری، بی‌تجربگی، عدم قضاوت صحیح، عمل یا تصمیم غلط
۵	رضا واحدی و ذاکر (۱۳۹۱)	اولویت‌بندی عوامل مؤثر در تصادفات محل قوس‌های افقی واقع در راه‌های دو خطه دو طرفه بر اساس روش تصمیم‌گیری گروهی	وضعیت هندسی در محدوده قوس، مبلمان مسیر و وضعیت فیزیکی محل قوس، شرایط محیطی و اقلیمی منطقه، زمان وقوع تصادف، وضعیت توپوگرافی منطقه، وضعیت ترافیکی وسایل نقلیه عبوری، جراحات و تلفات و هزینه ریالی تصادفات، اهمیت مسیر از لحاظ وضعیت عملکردی (سرعت)، حضور پلیس و نحوه اعمال قانون، بودجه مورد نیاز برای اصلاح، وضعیت اطلاع رسانی و مخابراتی، سیاست‌های سازمانی و مدیریتی مؤثر
٦	پاک گوهر (۱۳۸۸)	بررسی نقش عامل انسانی در بروز و شدت تصادفات جاده‌ای بر اساس مدلهای رگرسیون LR و CART	بی‌توجهی به مقررات، مصرف مشروبات الکلی و استعمال مواد مخدر
۷	ساری صراف و همکاران (۱۳۸۸)	بررسی اثرات عناصر اقلیمی بر تصادفات جاده ای، مطالعه موردی (محور ساری – رامسر)	عوامل مختلف محیطی، رفتاری و تکنولوژیکی، شرایط جوی و هوایی
۸	Kenneth (2021)	تحلیل رگرسیونی عوامب اثرگذار بر وقوع تصادف در شهر ادو استیت نیجریه	رانندگی بی پروا، ایرادت فنی خودرو، بار اضافه
۹	Sangare et al (2020)	جست‌وجوی عوامل پیشبینی شده در وقوع تصادفات جاده‌ای	خطوط جاده، نحوه عبور عابر پیاده، وجود تقاطع، روشنایی، شرایط جوی، جنسیت راننده
۱۰	Sanz & Guirao (2019)	بررسی علل تصادفات روستایی در اسپانیا	سن، جنسیت، وضعیت آب و هوایی
۱۱	Rolison et al (2018)	عوامل اثرگذار بر تصادفات جاده‌ای	بی‌تجربگی، نداشتن مهارت، ریسک کردن
۱۲	Kurakinaa et al (2018)	عوامل اثرگذار بر پیشبینی تصادفات جاده‌ای	اپلیکیشن‌های راهنما، تجهیزات تشخیص‌دهنده و راهنمای خطرات راه، استفاده از شیوه‌نامه‌های منتشر شده جاده‌ای برای جلوگیری از بروز تصادف
۱۳	(Aram, 2013)	مدل پیش بینی تصادفی بر روی قوس‌های افقی در جاده‌های دوخطه برون شهری در جنوب ایران با استفاده از مدل رگراسیون دوجمله‌ای منفی و پواسون	با افزایش ۱، ۱۰ و ۱۰۰ شعاع قوس‌های افقی به ترتیب ۰/۱۷، ۱/۷۰ و ۱٦ درصد تصادفات قوس های افقی کاهش می یابند و به دلیل رابطه معکوس درجه قوس با شعاع به وسیله مقداری ثابت، می توان اینگونه استنباط نمود که با افزایش ۱، ۱۰ و ۱۰۰ درصدی درجه قوس‌های افقی به ترتیب ۰/۱۷، ۱/۷۰ و ۱٦ درصد تصادفات افزایش می‌یابند.

۳- روش تحقیق

در تحقیق حاضر عوامل وقوع تصادفات در قوس‌های افقی محور بابامیدان – باشت از طریق بررسی و مطالعات پیشین خارجی و داخلی و مطالعات میدانی شناسایی شده و سپس با استفاده از روش دلفی فازی بومی‌سازی می‌گردند. روش انجام تحقیق به لحاظ اجرا توصیفی _ پیمایشی و به لحاظ هدف از نوع تحقیق کاربردی می‌باشد که بصورت کمّی انجام شده است. جامعه آماری شامل متخصصان، کارشناسان و مهندسان حوزه راه‌سازی در استان فارس می‌باشد. به دلیل اینکه موضوع تحقیق حاضر یک موضوع خاص در زمینه جاده‌ای (مهندسی و راه‌سازی) صورت گرفته است، نمونه‌گیری غیراحتمالی از نوع قضاوتی است. پس تعداد خبرگان در این حوزه زیاد نمی‌باشند، لذا محققین قصد تعمیم به یک جامعه آماری خیلی بزرگتر را نداشته و بنابراین از روش‌های آماری جهت پیدا کردن حجم نمونه استفاده نمی‌نمایند (شنبدی و همکاران، ۱۳۹۷). با توجه به سایر تحقیقات مشابه و محدود بودن تعداد جامعه خبرگان، محققین ۱۲ نفر را شناسایی و جهت تکمیل پرسشنامه‌ها انتخاب نمودند که عدد قابل قبولی است. تکنیک دلفی یک روش قوی مبتنی بر ساختار ارتباطی گروهی است که در مواردی که دانشی ناکامل و نامطمئن در دسترس باشد، با هدف دستیابی به اجماع گروهی در بین خبرگان استفاده می‌شود. در روش دلفی کلاسیک، نظرات خبرگان در قالب اعداد قطعی بیان می‌گردد، در حالی که افراد خبره از شایستگی‌های ذهنی خود برای بیان نظر استفاده نموده و این نشان دهنده احتمالی بودن عدم قطعیت حاکم بر این شرایط می‌باشد. احتمالی بودن عدم قطعیت، با مجموعه‌های فازی سازگار است. بنابراین، بهتر است داده‌ها در قالب زبان طبیعی از خبرگان اخذ و با استفاده از مجموعه‌های فازی مورد تحلیل قرار بگیرند. همچنین یکی از مهمترین مزیت‌های این روش نسبت به روش کلاسیک آن، جهت غربال عوامل این است که می‌توان از یک مرحله برای خلاصه و غربال موارد استفاده نمود (حبیبی و همکاران، ۱۳۹۳). بر این اساس، پیشنهاد ادغام روش دلفی سنتی با تئوری فازی تحت عنوان روش دلفی فازی ارائه شد. این روش ترکیبی از روش دلفی و نظریه مجموعه‌های فازی است، که برای اولین توسط کوفمن و گوپتا در سال ۱۹۸۸ را ارایه شد (Kufmann & Gupta, 1988) و در سال ۱۹۹۳ ایشیکاوا تکنیک دلفی فازی را با اعداد فازی مثلثی توسعه داد (Ishikawa, 1993). مراحل انجام این روش به ترتیب زیر است (حبیبی و همکاران، ۱۳۹۳):

مرحله ۱: انتخاب طیف مناسب: در تکنیک دلفی فازی برای غربال‌گری، ابتدا باید طیف فازی مناسبی انتخاب و استفاده نمود. در تحقیق حاضر از طیف ۹ گانه لیکرت در جدول ۲ استفاده شده است.

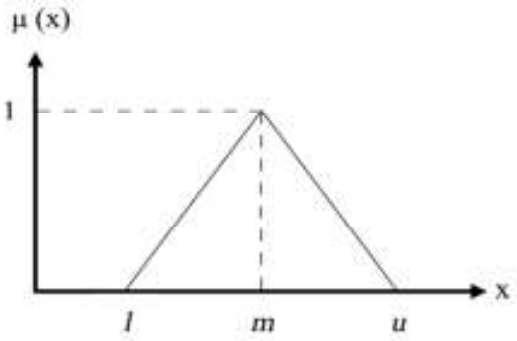
جدول ۲. طیف اعداد فازی مثلثی ۹ گانه

کد	عبارات کلامی	عدد فازی
۱	بی اهمیت	(۱,۱,۱)
۲	اهمیت کم تا متوسط	(۱,۱/۵,۱/۵)
۳	اهمیت متوسط	(۱,۲,۲)
۴	اهمیت متوسط تا زیاد	(۳,۳/۵,۴)
۵	اهمیت زیاد	(۳,۴,۴/۵)
۶	اهمیت زیاد تا خیلی زیاد	(۳,۴/۵,۵)
۷	اهمیت خیلی زیاد	(۵,۵/۵,۶)
۸	اهمیت خیلی زیاد تا کاملاً زیاد	(۵,۶,۷)
۹	اهمیت کاملاً زیاد	(۵,۷,۹)

منبع: عطائی، ۱۳۸۸

سپس نظرات خبرگان جمع‌آوری شده و به صورت فازی ثبت می‌گردد.

مرحله ۲: تجمیع نظر خبرگان: نظر هر خبره شامل سه عدد حقیقی می‌باشد که به عنوان یک مثلث از آن یاد می‌برند. این اعداد بصورت فازی (l, m, u) نمایش داده می‌شوند. (u) کران بالا و بیشینه مقداری است که می‌تواند اختیار نماید. (l) کران پایین و کمینه مقداری است که می‌تواند اختیار کند. (m) محتمل‌ترین مقدار یک عدد فازی می‌باشد (حبیب زاده و همکاران، ۱۳۹۵). این سه عدد در فضای هندسی به صورت شکل ۱ است.



شکل ۱. اعدد فازی مثلثی (منبع: حبیبی و همکاران، ۱۳۹۳)

حال با استفاده از روابط شماره (۱)، (۲) و (۳) برای هر شاخص، نظرات خبرگان تجمیع می‌گردد (Jassbi & et al, 2015):

$$l = \min\{l_i\} \quad (۱)$$

$$m = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} m_i \quad (۲)$$

$$u = \max\{u_i\} \quad (۳)$$

مرحله ۳: فازی‌زدایی نمودن مقادیر: برای تبدیل اعداد فازی به اعداد قطعی از رابطه (٤) استفاده می‌شود:

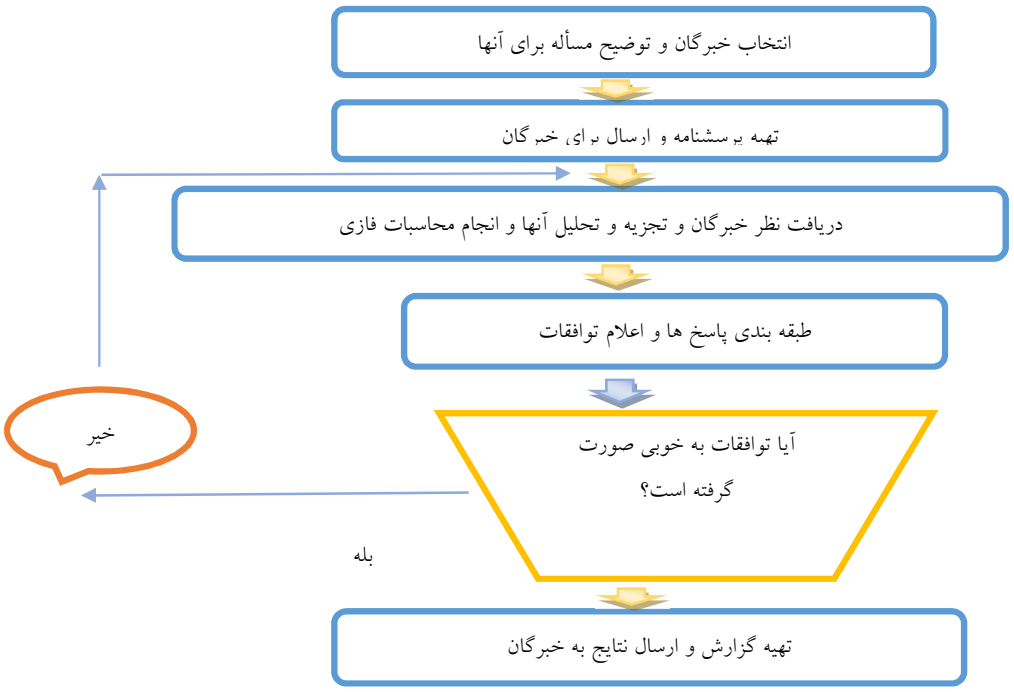
$$S_i = \frac{l+m+u}{3} \quad (٤)$$

مرحله ٤: انتخاب شدت آستانه (S_i) و غربال معیارها: پس از تبدیل اعداد فازی به اعداد قطعی، جهت غربال یا بومی‌سازی عوامل، آستانه تحمل در نظر گرفته می‌شود. معمولاً مقدار این آستانه را ۵ در نظر می‌گیرند (با توجه به مقادیر طیف اعداد) که این مقدار از دیدگاه هر پژوهشگری می‌تواند متفاوت باشد و بدین معناست که اگر مقادیر اعداد قطعی بیشتر از ۵ باشد، عامل مورد نظر مورد «پذیرش» قرار می‌گیرد، در غیر اینصورت اگر مقدار مد نظر کمتر بوده، عامل مورد نظر «رد» می‌گردد.

در تحقیق حاضر بنابر صلاحدید اساتید، تحقیقات پیشین و طیف مورد استفاده، مقدار شدت آستانه، ۵/۵ در نظر گرفته شد. در شکل ۱ فلوچارت تحقیق برای روش تحقیق آورده شده است.

٤- یافته‌های حاصل از تجزیه و تحلیل داده‌ها

در این تحقیق محققان، ۲۲ عامل وقوع تصادفات در قوس‌های افقی را با توجه به بررسی پیشینه و مصاحبه‌هایی که با متخصصین و خبرگان این حوزه و مطالعات میدانی صورت گرفت، شناسایی نمودند و با ارسال پرسشنامه به ۱۲ خبره و دریافت پرسشنامه‌ها، به بررسی فرآیند مذکور پرداختند. پس از تعریف روابط مورد نیاز در نرم افزار اِکسل بر طبق توضیحات فوق‌الذکر، داده‌ها تجزیه و تحلیل شدند. نتیجه این بود که ۱۳ عامل وقوع تصادفات در قوس‌های افقی در محور بابامیدان – باشت طبق جدول ۳ از نظر خبره‌های این حوزه اهمیت بالاتری دارند و پذیرفته می‌شوند و سایر عوامل در محور بابامیدان – باشت تأثیر بالایی نداشته و به همین دلیل پذیرفته نشدند. نتیجه این تحلیل بر طبق جدول ۳ آورده شده است.



شکل ۱. مراحل اجرایی روش دلفی فازی

جدول ۳. نتیجه تحلیل دلفی فازی

عوامل	u	m	l	Si	نتیجه
دیگر رانندگان	9	5/625	1	5/208333	پذیرفته
عدم آشنایی با جاده	9	5/083333	1	5/027778	پذیرفته
مصرف الکل یا دارو	9	3/875	1	4/625	رد
سرعت غیر مجاز	9	6	1	5/333333	پذیرفته
شرایط اقلیمی (بارانی/ آفتابی)	9	5	3	5/666667	پذیرفته
مشکلات فنی وسیله نقلیه	9	4/125	1	4/708333	رد
نداشتن دید کافی	9	5/583333	3	5/861111	پذیرفته
عدم حضور پلیس	9	4/166667	1	4/722222	رد
بی توجهی به تابلوها و مقررات	9	4/666667	1	4/888889	رد
علائم و خط کشی جاده ها	7	4/958333	3	4/986111	رد
تجهیزات تشخیص دهنده	9	5/291667	3	5/763889	پذیرفته
بودجه مورد نیاز برای اصلاح	9	4/333333	1	4/777778	رد
وضعیت هندسی در محدوده قوس	9	6	3	6	پذیرفته
مبلمان مسیر و وضعیت فیزیکی محل قوس	9	4/916667	1	4/972222	رد
زمان وقوع تصادف (شب / روز)	9	4/791667	1	4/930556	رد
وضعیت توپوگرافی منطقه	9	5/25	3	5/75	پذیرفته
وضعیت ترافیک	9	5/5	1	5/166667	پذیرفته
جنسیت راننده	9	5	1	5	رد

شیب عرضی در قوس‌های افقی	7	5/5	3	5/166667	پذیرفته
شعاع قوس افقی	9	6/041667	1	5/347222	پذیرفته
ADT تعداد تردد وسایل نقلیه در روز	9	5/333333	1	5/111111	پذیرفته
عدم جدایی مسیر رفت و برگشت (عدم چهار خطه شدن)	9	5/458333	1	5/152778	پذیرفته

۵- نتیجه‌گیری

هدف اصلی تحقیق حاضر شناسایی عوامل وقوع تصادفات در قوس‌های افقی و بومی‌سازی آن در محور بابامیدان – باشت بوده است. از ۱۳ عامل پذیرفته و بومی شده، عامل "دیگر رانندگان" به صورت غیر مستقیم نیز در تحقیق Kenneth (۲۰۲۱) و محمدی (۱۳۹۰)، عشوریان و دیواندری (۱۳۹۹)، اسکندری و پور معلم (۱۳۹۵) و Rolison (۲۰۱۸) به عنوان یک از عوامل وقوع تصادف آمده است. همچنین عامل "عدم آشنایی با جاده" فقط در تحقیق اسکندری و پور معلم (۱۳۹۵) آمده است و وجه اشتراک با تحقیق حاضر است. همچنین عامل "سرعت غیر مجاز" در تحقیق محمدی (۱۳۹۰) و رضا واحدی و ذاکر (۱۳۹۱) به صورت مستقیم و غیرمستقیم آمده است؛ هرچند رانندگی بی‌پروا در تحقیق Kenneth (۲۰۲۱) شاید اشاره دوری نیز به سرعت غیر مجاز نیز داشته باشد. عامل "شرایط اقلیمی (آفتابی و بارانی)" در تحقیقات رضا واحدی و ذاکر (۱۳۹۱)، کامبوزیا و همکاران (۱۴۰۰) و Sanz & Guirao (۲۰۱۹) به صورت مستقیم عنوان شده است و در تحقیقات ساری صراف و همکاران (۱۳۸۸) و Sangare et al (۲۰۲۰) تحت عنوان شرایط جوی آمده است. "نداشتن دید کافی" نیز به صورت مستقیم و غیر مستقیم توسط کامبوزیا و همکاران (۱۴۰۰)، محمدی (۱۳۹۰)، Sangare et al (۲۰۲۰) و Kurakinaa et al (۲۰۱۸) مورد تأیید قرار گرفته است. عامل "تجهیزات تشخیص دهنده" توسط Kurakinaa et al (۲۰۱۸) تأیید و استفاده شده است. "وضعیت هندسی در محدوده قوس" به وسیله کامبوزیا و همکاران (۱۴۰۰) و رضا واحدی و ذاکر (۱۳۹۱) تأیید شده است. "وضعیت توپوگرافی منطقه" فقط در تحقیق رضا واحدی و ذاکر (۱۳۹۱) آمده است. عامل "وضعیت ترافیک" را رضا واحدی و ذاکر (۱۳۹۱) و عشوریان و دیواندری (۱۳۹۹) نیز در تحقیقات خود تأیید نمودند. ٤ عامل "شیب عرضی در قوس‌های افقی"، "شعاع قوس افقی"، "ADT تعداد تردد وسایل نقلیه در روز" و عدم جدایی مسیر رفت و برگشت (عدم چهار خطه شدن) نیز از مطالعات میدانی و صحبت و مشورت با خبرگان به عوامل وقوع تصادف در قوس افقی محور بابامیدان – باشت اضافه شد و به تأیید سایر خبرگان نیز رسید. از طرفی در هیچکدام از تحقیقات بررسی شده جدول ۱، شناسایی عوامل همراه با بومی‌سازی صورت نگرفته است و یکی از اصلی‌ترین وجه تمایز و نوآوری تحقیق حاضر محسوب می‌شود. بنابراین، با عنایت به اینکه محل قوس‌های افقی در محور بابامیدان – باشت از نقاط بسیار خطرناک و پرسانحه به حساب می‌آید، لذا، شناسایی و بومی‌سازی مجموعه عوامل مدون به اقدامات ایمنی در این قوس‌ها کمک خواهد نمود و مدیریت نگهداری و ایمنی راه‌ها را سمت یک مدیریت علمی هدایت نموده و با این روند نتایج بهینه‌ای در تخصیص منابع صورت خواهد پذیرفت. با توجه به عواملی که پذیرفته و بومی‌سازی شده‌اند، محققان جهت بهبود و و کاهش تصادفات در قوس‌های افقی محور بابامیدان – باشت با توجه به هر عامل پیشنهادات کاربردی ارایه داده‌اند و امید است توسط مسئولان امر مورد توجه و استفاده قرار گیرد:

-کاهش سرعت در جاده‌هایی که رانندگان عدم آشنایی کافی از آن دارند.

-استفاده از دوربین‌های کنترل سرعت.

-استفاده از آسفالت متخلخل جهت تخلیه سریع آب‌های ناشی از باران.

-اصلاح فواصل دید توقف و سبقت در نقاطی که پتانسیل شکل‌گیری تصادف و حادثه را دارند.

-بهره‌گیری و استفاده از تجهیزات مدرن و به‌روز برای آگاهی رانندگان.

-اصلاح هندسی قوس‌ها در جهت تامین بیشتر ایمنی استفاده‌کنندگان از راه.

-استفاده از مسیرهای جایگزین در مناطقی که حجم ورودی از مسیر فرعی زیاد می‌باشد و اضافه شدن ترافیک فرعی به اصلی به صورت مرحله به مرحله.
-استفاده از شیب‌های دوطرفه برای تخلیه سریع آب‌های سطح روسازی.
-افزایش شعاع قوس افقی.
-جداسازی مسیرهای رفت و برگشت به وسیله نیوجرسی برای کاهش خطر تصادفات از روبه‌رو و همچنین کاهش اثر نور خودروهای مقابل در شب.

٦- مراجع

-آرام، ع.، (۱۳۹۲)، "مدل پیش‌بینی تصادفات روی قوس‌های افقی در راه‌های دو خطه برون شهری در جنوب ایران با استفاده از مدل‌های رگرسیون دوجمله‌ای منفی"، پایان‌نامه دکتری، گروه مهندسی راه و ساختمان، دانشکده فنی و محیط زیست، دانشگاه ملی مالزی، کوالالامپور، فروردین ماه.

-اسکندری، ا. و پور معلم، ن.، (۱۳۹۵)، "بررسی عوامل انسانی مؤثر در تصادفات در راه‌های برون شهری (مطالعه موردی: بزرگراه آزادگان اصفهان)"، دومین کنفرانس بین‌المللی نخبگان عمران، معماری و شهرسازی، لندن – انگلستان.

-پاک‌گوهر، ع.، و همکاران، (۱۳۸۸)، "بررسی نقش عامل انسانی در بروز و شدت تصادفات جاده‌ای بر اساس مدل‌های رگرسیون LR و CART"، فصلنامه مطالعات مدیریت ترافیک، سال چهارم، شماره ۱۳.

-حبیب زاده، ا. انصاری، ر. و اسماعیلیان، م.، (۱۳۹۵)، "شناسایی و اولویت‌بندی عوامل درون سازمانی تأثیرگذار بر یادگیری تکنولوژیک – مورد مطالعه: شرکت فولاد مبارکه"، فصلنامه مدیریت توسعه فناوری، دوره سوم، شماره ٤.

-حبیبی، آ. ایزدیار، ص. و سرافرازی، ا.، (۱۳۹۳)، "تصمیم‌گیری چند معیاره فازی، چاپ اول. تهران، کتیبه گیل".

-خیرآبادی، غ. ر. و بوالهری، ج.، (۱۳۹۰)، "نقش عوامل انسانی در تصادفات جاده‌ای"، تحقیقات علوم رفتاری، دوره ۱۰، شماره ۱، ص. ٦٩-٧٨.

-رضا واحدی، ج. و ذاکر، ن.، (۱۳۹۱)، "اولویت‌بندی عوامل موثر در تصادفات محل قوس‌های افقی واقع در راه‌های دو خطه دو طرفه بر اساس روش تصمیم گیری گروهی"، نهمین کنگره بین المللی کهندسی عمران، دانشگاه صنعتی اصفهان.

-ساری صراف، ب. ولی‌زاده کامران، خ. و مجیدی، ع.، (۱۳۸۸)، "بررسی اثرات عناصر اقلیمی بر تصادفات جاده‌ای، مطالعه موردی: محور ساری – رامسر، اولین کنفرانس ملی تصادفات و سوانح جاده‌ای و ریلی"، ایران – زنجان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد زنجان.

-شرافتی، ا. کشفی، س. مهماندار، م. ر.، (۱۳۹۲)، "بررسی عوامل مؤثر بر مدیریت تصادفات جاده‌ای استان لرستان"، فصلنامه علمی ترویجی راهور، شماره ۲۲، دوره ۱، ص. ۳۱-۵۳.

-شنبدی، م. حسین بر، م. ا. و کیانی مقدم، م.، (۱۳۹۷)، "بررسی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر هاب‌شدن بنادر (مورد کاوی: بنادر جنوبی کشور ایران)"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه در رشته مدیریت و بازرگانی دریایی دانشکده مدیریت و علوم انسانی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار.

-عشوریان، ج. و دیواندری، ح.، (۱۳۹۹)، "ارزیابی عوامل مؤثر بر ایمنی ترافیک و تصادفات جاده‌ای"، دومین کنفرانس مدیریت شهری، و شهرسازی و معماری با رویکرد اقتصاد و عمران شهری، تبریز.

-عطائی، م.، (۱۳۸۸)، "تصمیم‌گیری چند معیاره فازی"، انتشارات دانشگاه صنعتی شاهرود.

-کامبوزیا، ن. عامری، م. و حسینیان، م.، (١٤٠٠)، "بررسی عوامل مؤثر در شدت تصادفات راه‌های روستایی گیلان جهت تعیین مؤثرترین عوامل و ارایه راه‌کارهای ایمنی"، فصلنامه جاده، دوره ۲۹، شماره ١٠٦.

-محمدی، ف.، (۱۳۹۰)، "پایان‌نامه بررسی عوامل اقتصادی مؤثر بر تصادفات جاده‌ای ایران"، دانشگاه بوعلی‌سینا.

-Aram, A., (2013), “Crash prediction model on horizontal curves for two lane rural roads in the south of Iran by negative binomial model”, Thesis submitted in fulfillment for the degree of doctor of philosophy, faculty of engineering and built environment university kebangsaan Malaysia bangi.

-Aram, A., (2010), “Effective Safety Factors on Horizontal Curves of Two-lane

management science", Amsterdam: North-Holland.

-Kurakina, E. Evtiukov, S. & Rajczyk, J., (2018), "Forecasting of road accident in the DVRE system, Thirteenth International Conference on Organization and Traffic Safety Management in Large Cities", Transportation Research Procedia 36, pp.380-385.

-Lamm, R. Psarianos, B. & Califiso. S., (2002), "Safety evaluation process for two-lane rural road, Transportation Research Record", 1796, Paper No. 02-21, 78, pp.51-59.

-Ogden, K.W., (1996), "Safer Roads; A guide to road safety engineering", IRRD, OECD.

-Rolison, J. Regev, Sh. Moutari, S. & Feeney, A., (2018), "What are the factors that contribute to road accidents"? An assessment of law enforcement views, ordinary driver's opinions, and road accident records, Accident Analysis and Prevention 115, pp.11–24.

-Sangare, M. Gupta, Sh, Bouzefrane, S. & Banerjee, S., (2020), "Exploring the forecasting approach for road accidents: Analytical measures with hybrid machine learning, Expert Systems with Applications".

-Sanz, C. N. Guirao, B. & Gálvez Pérez, D., (2019), "Population ageing and rural road accidents: Analysis of accident severity in traffic crashes with older pedestrians on Spanish crosstown roads", Research in Transportation Business & Management, 30, 100377.

-Schneider, W. H. Zimmerman, K. Van Boxel, D. & Vavilikolanu, S., (2009), "Bayesian analysis of the effect of horizontal curvature on truck crashes using training and validation data sets", Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 2096(1), pp.41 -46.

Highways", Journal of Applied Sciences, 10, pp.2814-2822.

-Bonneson, J. A. Pratt, M. Miles, J. & Carlson, P., (2007), "Horizontal curve signing handbook: Texas Transportation Institute", Texas & M University System.

-Cakaj. A., (2011), "The Range and Horizon Plane Simulation for Ground Stations of Low Earth Orbiting (LEO) Satellites", International Journal of Communications, Networks and System Sciences (IJCNS), Vol. 4, Number 9, USA, pp. 585-589.

-Hauer, E., (2000), "Safety of horizontal curves, HSIS-HSDM", March 24.

-Ishikawa, A. Amagasa, M. Shiga, T. Tomizawa, G. Tatsuta, R. & Mieno, H., (1993), "The Max-Min Delphi method and fuzzy Delphi method via fuzzy integration", Fuzzy Sets and Systems 55, North-Holland, pp.241-253.

-Jassbi, A. Jassbi, J. Akhavan, P. Chu, M. T. & Piri, M., (2015), "An empirical investigation for alignment of communities of practice with organization using fuzzy Delphi panel", VINE, Vol. 45 Iss. 3, pp. 322 – 343.

-Kenneth, G. E., (2021), "Statistical Application of Regression techniques in Modeling Road Accidents in Edo State", Nigeria, Scholars Journal of Physics, Mathematics and Statistics, pp.14-18.

-Khan, G. Bill, A. R. Chitturi, M. V. & Noyce, D. A. (2013), "Safety evaluation of horizontal curves on rural undivided roads", Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 2386(1), pp.147-157.

-Krammes, R. A., (1997), "Interactive Highway Safety Design Model: Design Consistency Module", Public Rd, 61, pp.47-52.

-Kufmann, A. & Gupta, A.A., (1988), "Fuzzy mathematical models in engineering and

Identification and Localization of Accidents in Horizontal Arches (Case Study: Babameydan-Basht Axis)

Amin Falahian, M.Sc., Grad., Islamic Azad University, Yasuj Branch, Yasuj, Iran.

Ali Aram, Assistant Professor, Islamic Azad University, Yasuj Branch, Yasuj, Iran.

E-mail: aminfalahian.72@gmail.com

Received: October 2021- Accepted: June 2022

ABSTRACT

Today, research on road accidents, especially in horizontal arches, is considered a scientific and applied research. Researchers have come to the conclusion that accidents are not just a specific cause but a series of different causes and events, both human and non-human. The purpose of this study is to identify and localize the causes of accidents in horizontal arches on the Babamidan-Basht axis. The research method is descriptive-survey in terms of implementation and applied research in terms of purpose, which has been done quantitatively. Because the subject of the present study is a specific topic in the field of roads (engineering and road construction), non-probabilistic sampling is of a judgmental type. The statistical population of the study includes 12 experts, experts and engineers in the field of road construction in Fars province. In this research, by studying the latest previous domestic and foreign research as well as field research, the causes of accidents in horizontal arches have been identified and then localized using the opinion of experts and fuzzy Delphi method. After distributing and analyzing the questionnaires, the result was that out of 22 identified factors for the occurrence of accidents in horizontal arches, according to experts, 13 factors for the Babamidan-Basht axis were finally confirmed. At the end of the research, in line with localized factors, some practical suggestions for improving and reducing accidents in the horizontal axes of Babamidan-Basht axis are presented.

Keywords: Accident, Horizontal Arc, Localization, Fuzzy Delphi Method