

بررسی عوامل موثر بر ایمنی محور مواصلاتی دامغان - جندق

نویسنده:

حسین بهرامی*

چکیده

تصادفات یکی از بزرگ ترین مشکلات سلامتی عمومی در جهان می باشد. ایمنی راهها از دغدغه های اصلی صنعت حمل و نقل کشور محسوب می گردد و هم اکنون هزینه های بسیاری برای مهار روند افسار گسیخته تصادفات و تلفات جاده ای صرف می گردد. در این پژوهش به بررسی عوامل مختلف تأثیرگذار بر ایمنی محور مواصلاتی دامغان - جندق واقع در استان سمنان برای سال های ۱۳۹۷ الی ۱۳۹۹ پرداخته شد. با کمک نرم افزار آماری Minitab به بررسی عوامل پارامترهای هندسی تصادفات، سن افراد، تحصیلات افراد حادثه دیده و فصل های حادثه رخ داده پرداخته شد. همچنین با کمک نرم افزار Easyfit به بررسی بهترین توزیع آماری داده های تصادفات در سال های ۱۳۹۷ الی ۱۳۹۹ پرداخته شد. در ادامه با کمک مدل MLP، تصادفات این محور مدل سازی شد. نتایج نشان داد از بین عوامل پارامترهای هندسی، روسازی ضعیف عامل اصلی تصادف در این محور است. همچنین فصل فروردین بیشترین تصادفات رخ داده است. بالاترین نرخ افرادی که در این محور دچار حادثه شدند، افراد زیر دیپلم و سنین ۴۱ الی ۵۰ سال بودند. نتایج آزمون نکویی برازش نشان داد که توزیع Generalized Pareto برای سال های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۹ و توزیع Gumbel برای سال ۱۳۹۸ بهترین توزیع هستند. مدل MLP در مدل سازی کارایی نسبتاً مناسبی داشت و در مرحله تست مقادیر MAE ، $RMSE$ به ترتیب ۰/۸۴، ۱/۹۱ و ۲/۶۵ شد. در نهایت، بازدید میدانی از این محور نشان داد که مشکلات و کاستی های متعددی وجود دارد که بایستی رفع گردند.

کلید واژه: ایمنی جاده، عوامل تصادفات، تلفات جاده ای، محور دامغان - جندق

مقدمه

در مطالعات تصادفات ترافیکی، صرف نظر از مجروحان و کشته شدگان تصادفات ترافیکی با مواردی همچون هزینه های درمانی، خسارات مالی، هزینه های تعمیر وسایل نقلیه، اثرات سوء روانی بر خانواده های مصدومان و متوفیان و از دست دادن یا کاهش بازده و بهره وری افراد درگیر در تصادف مواجه هستیم. حوادث ترافیکی به یکی از معضلات مهم و اساسی کشور در بخش حمل و نقل تبدیل شده است. برای رفع این معضل بزرگ، شناسایی عوامل مؤثر بر تصادفات و تعیین میزان تأثیر هرکدام از این عوامل بر حوادث ترافیکی باید از اولویت های اصلی نهاد های مربوطه همچون پلیس راهور قرار گیرد. عوامل مؤثری در بروز این حوادث دخیل هستند که به صورت کلی می توان به سه قسمت راه، وسیله نقلیه و عامل انسانی طبقه بندی کرد. اصلاح راه ها می تواند منجر به بهبود عملکرد در جهت افزایش ایمنی جاده های را در پی داشته باشد. امروزه، موضوع تامین تردد ایمن در سطح شبکه راه های درون شهری و برون شهری یکی از اصول اساسی حاکم بر مهندسی راه، ترافیک و برنامه ریزی حمل و نقل می باشد. عدم وجود ایمنی، به خصوص در جاده های برون شهری، باعث بروز حوادث ناگوار می شود که معمولاً با کشته یا زخمی شدن انسان-ها همراه است. با توجه به خسارات جانی و مالی فراوانی که تصادفات جاده ای بر جوامع بشری تحمیل می کند، در نظر گرفتن ایمنی جاده ها به عنوان اولویت اول در برنامه های مدیریت حمل و نقل و همچنین کاربری زمین، امری مهم به حساب می آید. بازدید ایمنی راه، بررسی میدانی و منظم راه موجود به منظور ارتقاء کیفیت ایمنی فیزیکی راه با شناسایی مشکلات و نواقصی می باشد که در کاهش ایمنی عبور و مرور سهیم است. واژه عامل به عوامل مؤثر در بروز خطا یا مؤثر بر بروز سوانح ترافیکی اطلاق می شود که ریسک یا شدت تصادم را افزایش می دهد. ارزیابی تصادفات ترافیکی به دلیل عدم نقش و حضور تنها یک عامل در وقوع آن پیچیده است. وقوع سوانح معمولاً دنباله های از عوامل است. سوال مهم این است که نقش و سهم علل در بروز و شدت تصادفات ترافیکی چیست؟ براساس مطالعات متعددی که در کشورهای مختلف به انجام رسیده است، می توان لیستی از گروه های مختلف علل تصادفات و وقوع سوانح ترافیکی را تهیه کرد. اما آنچه که مهم است توجه شود اهمیت و نقش عوامل مختلف (نه فقط یک عامل) در وقوع سوانح ترافیکی است و کمتر حادثه ای است که بر اثر یک عامل منفرد حادث شود. سوانح ترافیکی براساس اندر کنش

میان راننده (عامل انسانی)، وسیله نقلیه و راه و محیط اطراف آن حادث می‌شود و شناسایی رابطه بین این عوامل قبل از وقوع و به کارگیری شیوه‌های مناسب جلوگیری از وقوع و افزایش شدت تصادفات مهم و حیاتی است. سیستم حمل و نقل جاده‌ای به عنوان مثلی از سه رکن اصلی راه و محیط، انسانی، وسایل نقلیه توصیف می‌شود.

۲- پیشینه پژوهش و چارچوب نظری

نیارکی و همکاران (۱۳۹۳)، به مکان‌یابی بهینه حسگرهای مانیتورینگ ترافیکی با استفاده از روش سلسله مراتبی فازی و روش تاپسیس پرداخت. هدف این مطالعه، ارائه روشی مناسب در جهت مکان‌یابی بهینه حسگرهای ترافیکی است. بعد از اجرای تحلیل مذکور با استفاده از نمره حاصل از روش تاپسیس، اتصالات شهری در منطقه مورد مطالعه به سه کلاس متفاوت طبقه بندی شدند. اتصالات شهری قرار گرفته در کلاس اول به عنوان اتصالات شهری با بیشترین اولویت برای نصب حسگرها انتخاب شدند. علوی و اسفندیاری (۱۳۹۸) به ارزیابی عملکرد استان‌ها در ایمنی حمل و نقل جاده‌ای پرداختند. داده‌های پژوهش حاضر از سالنامه آماری سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای اخذ شده است. روش به کار رفته در این پژوهش، تحلیل پوششی داده‌ها (BCC) با متغیرهای ورودی وزنی در دو مرحله طبقه‌بندی استانی و بدون در نظر گرفتن طبقه بین استان‌ها بکار گرفته شد. نتایج به دست آمده در هر مرحله میزان کارایی و همچنین میزان تغییر در ورودی‌ها (شاخص‌های عملکردی ایمنی) برای استان‌های ناکارا جهت رسیدن به مرز کارایی و بهینه و ساماندهی استان‌ها را مشخص می‌کند که می‌تواند در مدیریت و برنامه ریزی اقدامات ایمن سازی راه مورد استفاده قرار گیرد. خواجه سلیمی و همکاران (۱۳۹۸) به بررسی عملکرد الگوریتم ماشین بردار پشتیبان در پیش بینی شدت تصادفات جاده‌های بین شهری ایران و تعیین عوامل تاثیرگذار بر شدت جراحات تصادفات است. مدل ماشین بردار پشتیبان تکنیک مدل سازی نسبتا جدیدی در حل مسائل طبقه بندی و رگرسیون است که عملکردی دقیق و قابل قبول نشان می‌دهد. در این مطالعه با استفاده از داده‌های تصادفات جاده‌ای پلیس راهور برای هفت استان اصفهان، خوزستان، خراسان جنوبی، قم، قزوین، کرمان و مازندران، با به کارگیری الگوریتم ماشین بردار پشتیبان به پیش بینی شدت تصادفات در دو سطح جرحی یا فوتی پرداخته شد. نتایج نشان داد حضور وسیله نقلیه

سنگین و خودروی سواری مهم ترین عامل در تخمین شدت تصادفات موتورسیکلت ها است و احتمال آسیب دیدگی را افزایش می دهد. در تصادفات مربوط به خودروی سواری عوامل خستگی و خواب آلودگی، حضور عابر پیاده، انحراف به چپ خودروی سواری بر شدت تصادفات خودروی سواری تاثیر مستقیم دارد. همچنین در تصادفات مربوط به کامیون ها، نتایج بیان می کنند انحراف به چپ کامیون، سن بالای راننده و افزایش سرعت خودرو، از مهم ترین عوامل افزایش سطح جراحت در این نوع تصادفات است. زمانی که تصادف کامیون به شکل واژگونی اتفاق بیافتد می توان انتظار سطح جراحت کم تری داشت.

نجیب و همکاران در سال ۲۰۱۲، به بررسی عوامل موثر بر تصادفات جاده ای با کمک روش AHP پرداختند. این بررسی در جاده های کشور مالزی انجام گرفت و عوامل مورد بررسی در وقوع تصادفات مانند رانندگی با سرعت بیش از حد مجاز، شرایط مختلف آب و هوایی و غیره از مقدار ۱ تا ۹ رتبه بندی شد. نتایج بررسی های آنها نشان داد که رانندگی در شرایطی که سرعت وسیله نقلیه، بیش از سرعت مجاز در محور مورد نظر می باشد، بالاترین وزن را داشته (۰/۳۲۴۲) و شرایط آب و هوایی یا عاملی مانند مشاهده حیوانات در مسیر، دارای کمترین وزن در میان پنج عامل مورد بررسی می باشد. لیو (۲۰۱۳) به بررسی تاثیر آب و هوا بر شدت تصادفات جاده ای در مریلند پرداخت. او در تحقیق خود به بررسی کیفیت عناصر آب و هوایی بر روی شدت تصادفات جاده ای بر اساس آمار تصادفات مریلند از سال ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۰ پرداخت. او برای مدل سازی متغیرهای وابسته به تصادفات، از سه مدل چند جمله ای ترتیبی و شبکه های عصبی در محیط نرم افزار SAS پرداخت. نتایج بررسی های او نشان داد که، مدل شبکه عصبی پرسپترون چندلایه (MLP)، بهترین عملکرد را در مدل سازی تصادفات داشت. هشت متغیر آب و هوایی به عنوان متغیرهای ورودی شبکه در نظر گرفته شد و تعداد تصادفات، به عنوان خروجی مطلوب بود. به طور کلی، نتایج تحلیل ها بیانگر این مطلب بود که به جز بارندگی و میدان دید، سایر عوامل در نظر گرفته شده، دارای تاثیر معنی داری در شدت تصادفات دارند. تاسکا و همکاران (۲۰۱۶) بر مسائل مربوط به تطبیق عناصری خاص مرتبط با مفهوم ترافیک جاده ای در رومانی نسبت به قوانین موجود اروپایی/جهانی تمرکز دارد. نویسندگان جنبه های خاص عواملی را در نظر گرفته اند که این مفهوم را تعریف می کند، شامل قوانین ترافیکی، شرایط زیست محیطی، مشخصات تجهیزات مخصوص به ترافیک جاده ای و جنبه های آموزشی رانندگان. نویسندگان همچنین مفاد مربوط به دیدگاه مصوب و ایمنی پایدار جاده ها را نیز

در نظر می‌گیرند. در نهایت، در ایجاد مفهوم ایمنی ترافیک جاده‌ای، نویسندگان آمارهای ترافیک جاده‌ای را در رومانی برای دوره‌ی ۲۰۱۳-۲۰۱۵ در نظر گرفتند. نویسندگان معتقدند که مفهوم ایمنی یک موضوع وابسته با کیفیت جاده در رومانی است، با توجه به شدت ترافیک و آلودگی محیطی آن، داده‌های آماری پوشش‌دهنده‌ی یک دوره‌ی ۱۰ ساله از ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۱ هستند؛ ناوگان حمل‌ونقل در این دوره رشد شدیدی مخصوصاً در سال‌های ۲۰۰۶-۲۰۰۸ را در رومانی تجربه کرده است. نی و همکاران (۲۰۱۹) به بررسی ارتباط بین حواس پرتی پشت چرخ و خطر داشتن مسئولیت سقوط ترافیک جاده در یک مطالعه موردی کنترل مسئولیت بود. در این تحقیق، ۱۹۱۲ راننده مجروح در یک تصادف جاده‌ای که در دو دوره استخدام (از آوریل ۲۰۱۰ تا اوت ۲۰۱۱ و از مارس ۲۰۱۳ تا ژانویه ۲۰۱۵) در بخش اورژانس بزرگسال بیمارستان دانشگاه بوردو (فرانسه) استخدام شده بودند، استخدام شدند. سطوح مسئولیت با استفاده از یک روش استاندارد برآورد شد. فعالیت‌های خود گزارش شده در میان یک لیست از پیش تعریف شده از حواس پرتی بالقوه به چهار متغیر حواس‌پرتی خارجی تقسیم شده است: انحراف بصری، منحرف کردن دستی، اختلال شنوایی و تعامل کلامی. یک خطر قابل توجه افزایش مسئولیت تصادف در جاده‌ها با قرار گرفتن در معرض فعالیت‌هایی است که چشم‌های راننده را از جاده (نسبت شانس ۲.۹۹، ۹۵٪ اطمینان ۱.۴۲-۶.۲۸) و فعالیت‌هایی که رانندگان را از دست می‌دهند چرخ (نسبت شانس ۲.۱۲، فاصله اطمینان ۱.۲۰-۳.۷۵). ارتباطات معنادار برای تعامل کلامی و گوش دادن به رادیو و یا آواز یافت نشد. این مطالعه نشان می‌دهد که فراتر از استفاده از تلفن همراه، باید توجه ویژه‌ای به فعالیت‌هایی که شامل اختلال بصری و یا دستی باشد، پرداخت شود.

در این پژوهش به بررسی عوامل پارامترهای هندسی تصادفات، سن افراد، تحصیلات افراد حادثه دیده و فصل‌های حادثه رخ داده محور مواصلاتی دامغان-جندق واقع در استان سمنان برای سال‌های ۱۳۹۷ الی ۱۳۹۹ پرداخته خواهد شد. همچنین بهترین توزیع آماری داده‌های تصادفات محاسبه می‌گردد. در ادامه با کمک مدل MLP، تصادفات این محور مدل‌سازی خواهد شد. همچنین در نهایت به بررسی میدانی از مشکلات و کمبودهای محور مورد مطالعه پرداخته خواهد شد.

۳- روش‌شناسی

۳-۱- منطقه مورد مطالعه

استان سمنان دارای آب و هوای متنوع می‌باشد که اقلیم غالب آن، به جز مناطق مرزی کوهستانی در شمال آن، خشک است (قزوینیان و همکاران، ۲۰۲۱). دلیل انتخاب این منطقه از کشور ایران، وقوع خشکسالی و سیلاب‌های متعدد و در نتیجه تأثیرات منفی اقتصادی و اجتماعی است. استان سمنان در محدوده ۳۴ درجه و ۱۳ دقیقه تا ۳۷ درجه ۲۰ دقیقه عرض شمالی و از ۵۱ درجه و ۵۱ دقیقه تا ۵۷ درجه و ۳ دقیقه طول شرقی گسترده شده است. این استان دارای مساحت ۹۷۴۹۱ کیلومتر مربع که حدود ۹ درصد از مساحت کل کشور ایران را شامل می‌شود (دهقانی‌پور و همکاران، ۲۰۲۱ ب). در این استان با کاهش ارتفاع از شمال به جنوب، دما افزایش و بارش کاهش می‌یابد. با توجه به موقعیت عمومی این استان، می‌توان بیان نمود شدیدترین تضاد آب و هوایی در محور شمالی- جنوبی یعنی اقلیم مدیترانه‌ای و مرطوب در شمال و در مقابل اقلیم خشک در جنوب دیده می‌شود (قزوینیان و همکاران، ۲۰۲۰ الف). اکثر مناطق استان سمنان، بخصوص مناطق جنوبی و میانی آن به علت عوامل مختلف نظیر، سیطره پرفشار جنب حاره‌ای در فصل تابستان، دوری از دریا، عدم دسترسی به منابع مرطوب و باد پناه بودن از بارش اندک برخوردار است. بخش مرکزی و قسمت‌های وسیع کویر مرکزی دارای بارش سالانه کمتر از ۵۰ میلی‌متر و بارش سالیانه مناطق وسیعی از استان به کمتر از ۲۰۰ میلی‌متر می‌باشد. رژیم بارش استان سمنان مانند اغلب استان‌های کشور ایران، مدیترانه‌ای است. این موضوع بدین معناست که فصل خشک و تقریباً فاقد بارش قابل توجه استان سمنان منطبق بر تابستان و ماه‌های گرم سال و فصل بارش منطبق بر زمستان و ایام سرد سال می‌باشد (قزوینیان و همکاران ۲۰۲۰ ب و ۲۰۲۰ د). شکل ۱ موقعیت استان سمنان در کشور ایران و موقعیت ایستگاه‌های سینوپتیک مورد مطالعه در استان سمنان را نشان می‌دهد.



پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
شکل ۱: منطقه مورد مطالعه

رتال جامع علوم انسانی

۲-۳- محور دامغان - جندق

طول محور دامغان - معلمان - جندق به عنوان محور اتصالی استان سمنان به اصفهان از دشت کویر ۲۷۰ کیلومتر است که ۲۴۰ کیلومتر آن در استان سمنان و ۳۰ کیلومتر در استان اصفهان قرار دارد. این جاده در شهرستان دامغان واقع شده که از قلب کویر مرکزی ایران می‌گذرد و جنوب و شمال آن را به هم وصل می‌کند. معلمان منطقه‌ای کویری در استان سمنان که در موقعیت جغرافیایی ۳۵.۱۳ شمالی و ۵۴.۳۶ شرقی واقع در ۱۲۸ کیلومتری جنوب شهرستان دامغان و ۱۱۰ کیلومتری شمال جندق، در حاشیه شمالی کویر بزرگ نمک قرار دارد. از طریق این محور استانهای شمالی کشور با بنادر جنوب، ارتباط پیدا

می کنند و گردنه برف گیر رشم بطول ۱۵ کیلومتر نیز در این مسیر قرار دارد. این محور بدلیل کویری بودن و بعد مسافت و کمبود امکانات خدماتی رفاهی و امدادی یکی از محورهای مستعد حادثه به شمار می رود. در شکل ۲ در ۵ بخش محور دامغان - جندق در استان سمنان نشان داده شده است. شکل ۲- الف، منطقه ابتدای محور دامغان - معلمان - جندق نمایش داده شده است که وضعیت جاده بیابانی می باشد. شکل ۲- ب، منطقه رشم و تنگه رشم نمایش داده شده است. این منطقه دارای شرایط کوهستانی است. همچنین شاهد قوس های مختلفی می باشیم. شکل ۲- ج، منطقه رشم و معلمان مشخص شده است. قبل از روستای معلمان، استراحتگاه وجود دارد. در این منطقه مجدد شرایط بصورت بیابانی می گردد. شکل ۲- د، جاده بعد از معلمان را نشان می دهد. ابتدا یک شرایط کوهستانی محدود هستیم و سپس با دشت کویر مواجه خواهیم شد. در شکل ۲- ه، در ادامه مسیر شرایط کاملا بیابانی است و انتهای مسیر معلمان - جندق در استان سمنان و مرز این استان با استان اصفهان نمایش داده شده است.

۳-۳- نرم افزار Easy fit

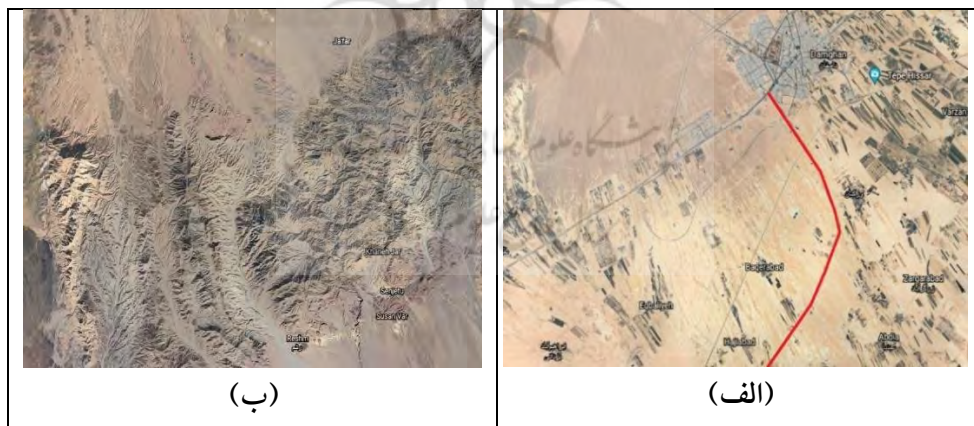
نرم افزار EasyFit در سال ۲۰۰۲ توسط Schittkowski معرفی شد. این نرم افزار می تواند داده ها را تحلیل کرده و مناسب ترین توزیع احتمال را برای داده های مورد مطالعه انتخاب کند. در جدول ۱ برخی از توزیع های آماری نمایش داده شده است.

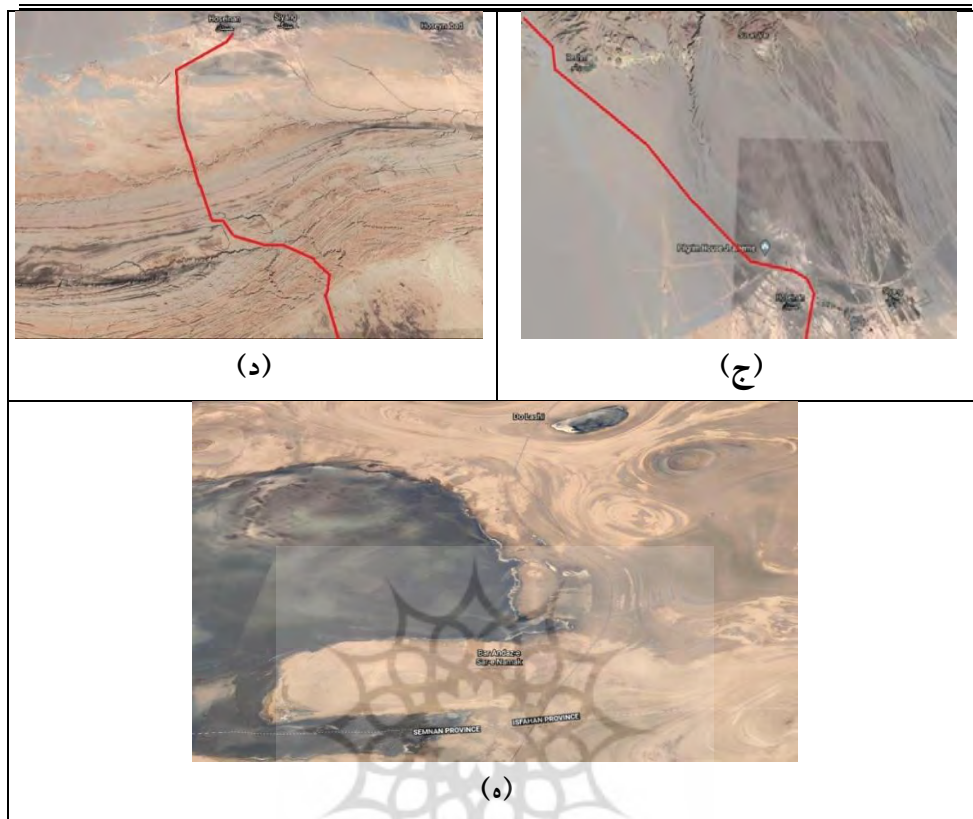
۳-۴- نرم افزار Minitab

یک نرم افزار کنترل کیفیت آماری و مناسب برای پروژه های شش سیگما و بهبود کیفیت می باشد. این نرم افزار به عنوان یکی از نرم افزارهای تخصصی آمار برای کنترل کیفیت، کار بر روی اعداد و تجزیه و تحلیل داده های خام شناخته شده است و در بسیاری از واحدهای صنعتی بزرگ و کوچک مورد استفاده قرار می گیرد و به وسیله آن می توان با تجزیه و تحلیل داده های آماری به طراحی آزمایش پرداخت. همچنین انجام برخی عملیات ها مانند تولید اعداد تصادفی که از توزیع های آماری خاصی مانند توزیع نرمال، کی دو(خی دو)، گاما، اف، برنولی، پواسن، بتا، وایبل و ... پیروی می کنند، پرداخت. در واقع نرم افزار Minitab (مینی تب) یکی از نرم افزارهای مطرح آماری می باشد که در برخی زمینه های علم آمار، از جمله کاربرد آمار در صنعت و اقتصاد از قابلیت های خاصی برخوردار

می‌باشد. تحلیل‌های سری زمانی با گستردگی و دقت بیشتری در این نرم‌افزار ارائه شده‌است. در انجام روش‌های آماری، نرمال بودن داده‌ها و به خصوص متغیر وابسته از اهمیت خاصی برخوردار است. پس لازم است که با آزمون‌های آماری مناسب نسبت به این امر اقدام نموده و از این بابت مطمئن شد. جهت بررسی این موضوع از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف (K-S) استفاده می‌شود تا از نرمال بودن داده‌ها اطمینان حاصل گردد. هنگام بررسی نرمال بودن داده‌ها، ما فرض صفر مبتنی بر اینکه توزیع داده‌ها نرمال است را در سطح خطای ۵٪ تست می‌کنیم. بنابراین اگر آماره آزمون بزرگتر از ۰/۵ بدست آید، در این صورت دلیلی برای رد فرض صفر مبتنی بر اینکه داده نرمال است، وجود نخواهد داشت. به عبارت دیگر توزیع داده‌ها نرمال خواهد بود. برای آزمون نرمالیتت فرض‌های آماری به صورت زیر تنظیم می‌شود:

H^0 : توزیع داده‌های مربوط به هریک از متغیرها نرمال است و H^1 : توزیع داده‌های مربوط به هریک از متغیرها نرمال نیست. جهت بررسی تأیید یا رد فرضیه‌ها از ضریب معنی‌داری استفاده شده است، بطوریکه اگر ضریب معنی‌داری کمتر از ۰/۰۱ با اطمینان ۹۹٪ باشد، فرضیه صفر رد و فرضیه جایگزین مورد تأیید است و بالعکس اگر ضریب معنی‌داری بیشتر از ۰/۰۱ باشد فرضیه جایگزین رد و فرضیه صفر مورد تأیید قرار می‌گیرد.





شکل ۲: نقشه google earth محور دامغان - جندق، الف) ابتدای محور، ب) منطقه رشم، ج) منطقه رشم تا معلمان، د) جاده بعد از منطقه معلمان و ه) جاده معلمان - جندق در مرز استان سمنان و اصفهان

جدول ۱: توزیع‌های آماری

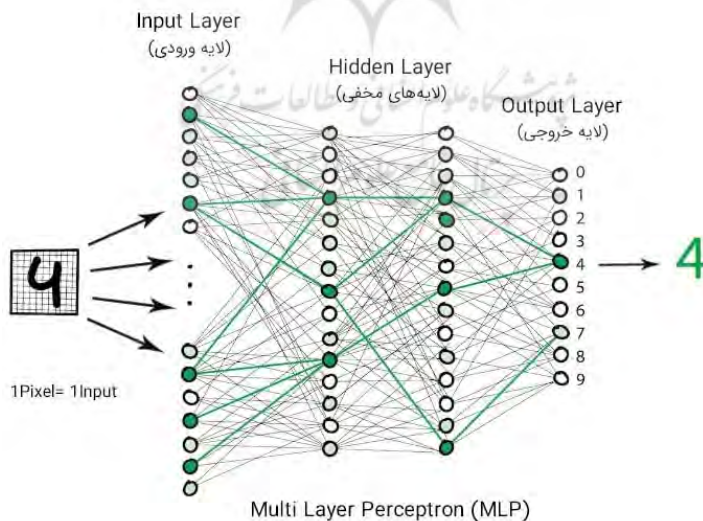
توزیع	فرمول	پارامترها
Normal	$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(\frac{-(x - \mu)^2}{2\sigma^2}\right)$	$\mu \in \mathbb{R} = \text{Mean}$ $\sigma^2 \geq 0 = \text{Variance}$
Log normal	$f(x) = \frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(\frac{-(\ln x - \mu)^2}{2\sigma^2}\right)$	$\mu \in \mathbb{R} = \text{Mean}$ $\sigma^2 \geq 0 = \text{Variance}$

Generalized Extreme Value	$f(x) = \frac{1}{\sigma} t(x)^{\xi+1} e^{-t(x)}$ $t(x) = \begin{cases} (1 + \xi(\frac{x-\mu}{\sigma}))^{\frac{-1}{\xi}} & \text{if } \xi \neq 0 \\ e^{\frac{-(x-\mu)}{\sigma}} & \text{if } \xi = 0 \end{cases}$	$\mu \in \mathbb{R} = \text{Location}$ $\sigma \geq 0 = \text{Scale}$ $\xi \in \mathbb{R} = \text{Shape}$
Generalized Pareto distribution	$f(x) = \frac{1}{\sigma} (1 + \xi z)^{-\frac{1}{\xi+1}}$ $z = \frac{x - \mu}{\sigma}$	$\mu \in \mathbb{R} = \text{Location}$ $\sigma \geq 0 = \text{Scale}$ $\xi \in \mathbb{R} = \text{Shape}$
Exponential distribution	$f(x) = 1 - \lambda e^{-\lambda x}$	$\lambda \geq 0$
Triangular distribution	$f(x) = \begin{cases} 0 & x \leq a \\ \frac{(x-a)^2}{(b-c)(c-a)} & a < x \leq c \\ 1 - \frac{(b-x)^2}{(b-a)(b-c)} & c < x < b \\ 1 & b \leq x \end{cases}$	$a : a \in (-\infty, \infty)$ $b : a < b$ $c : a \leq c \leq b$
wakeby	$f(x) = \alpha(1-p)^{\beta-1} + \gamma(1-p)^{-\delta-1}$	$\xi \leq x < \infty$ if $\sigma \geq 0$ and $\gamma > 0; \xi \leq x < \xi + \frac{\alpha}{\beta} + \frac{\gamma}{\sigma}$ if $\sigma < 0$ or $\gamma = 0$
Generalised Logistic	$f(x) = \alpha \lambda (1 + e^{-\lambda x})^{-\alpha-1} e^{-\lambda x}$	$\alpha > 0$ $\lambda > 0$
Dagum	$f(x) = \left(\left(1 + \frac{x-y}{\beta} \right)^{-\alpha} \right)^{-k}$	$k = \text{shape parameter}$ $\alpha = \text{shape parameter}$ $\beta = \text{scale parameter}$

Burr	$f(x) = \frac{\alpha k \left(\frac{x - \gamma}{\beta} \right)^{\alpha-1}}{\beta \left(1 + \left(\frac{x - \gamma}{\beta} \right)^{\alpha} \right)^{k+1}}$	k = shape parameter α = shape parameter β = scale parameter γ = location parameter
------	--	---

۲-۵- پرسپترون چند لایه

پرسپترون چند لایه (Perceptron Multi-Layer) ساده‌ترین مدل شبکه عصبی موجود است، که اختصاراً آن را MLP می‌نامند (شکل ۵) (دادرس و همکاران، ۲۰۲۲). این شبکه عصبی عملکردی مانند نحوه انتقال اطلاعات در مغز انسان دارد. از آن جایی که در این نوع شبکه عصبی از رفتار لایه‌ای شبکه مغز انسان و روش انتشار سیگنال در آن الهام گرفته شده‌است به آن شبکه‌های عصبی پیش‌خور (Feed Forward Neural Networks) هم می‌گویند (دهقانی‌پور و همکاران، ۲۰۲۱ الف). در این روش، هر نورون یا همان سلول عصبی، پس از دریافت یک داده آن را پردازش و به سلول دیگر منتقل می‌کند. همان طور که پیشتر اشاره کردیم این روند تا گرفتن نتیجه مطلوب، که منجر به یک اقدام می‌شود ادامه دارد (قزوی‌نیا و همکاران، ۲۰۲۰ ج).



شکل ۳: ساختار مدل MLP

۳-۶- معیارهای ارزیابی

برای ارزیابی و بررسی عملکرد مدل پیش‌بینی پیشنهادی، می‌بایست با چندین عملکرد شاخص‌ها محاسبه شوند. در این تحقیق ارزیابی دقت و قابلیت مدل با استفاده از نمایه‌های ضریب همبستگی (R^2)، ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE)، میانگین خطای مطلق (MAE)، طبق روابط ۱ الی ۳ صورت می‌گیرد. بهترین مقدار برای این سه معیار به ترتیب یک، صفر و صفر است (کرمی و همکاران، ۲۰۲۱ و قزوینیان و همکاران ۲۰۱۹). در روابط (۱) الی (۳)، N تعداد داده‌ها، x_i تعداد تصادفات، y_i تعداد تصادفات پیش‌بینی شده، \bar{x} تصادفات رخ داده و \bar{y} میانگین نظیر برای مقادیر پیش‌بینی شده می‌باشد.

(۱)

$$R^2 = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \right]$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - x_i)^2}{N}} \quad (۲)$$

$$MAE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n |y_i - x_i| \quad (۳)$$

۴- یافته‌های پژوهش

۴-۱- نتایج عامل پارامتر هندسی

شکل ۴ تاثیر پارامترهای هندسی را در تصادفات در طول مسیر مورد مطالعه برای محورهای دامغان - جندق را نشان می‌دهد. روسازی ضعیف به عنوان مهمترین عامل در تصادفات در محور می‌توان بیان کرد.

۲-۴- سن افراد دچار حادثه شده

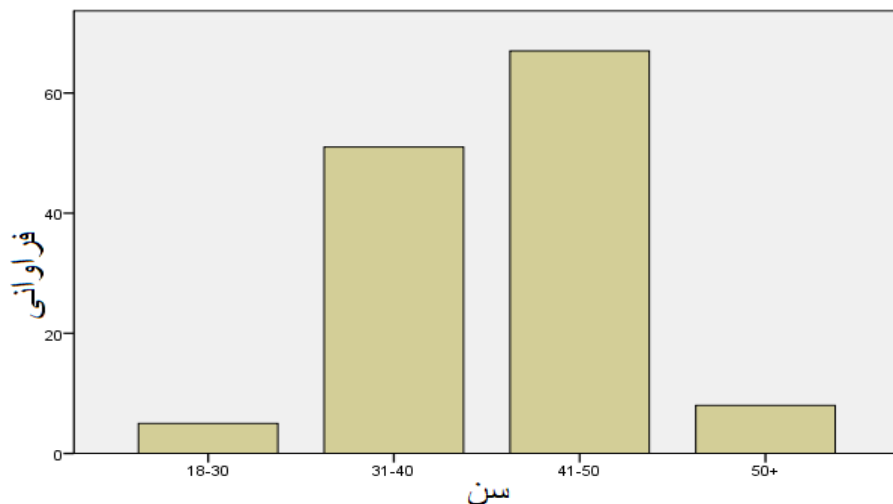
طبق جدول ۲ و شکل ۵ برای محور دامغان - جندق توزیع فراوانی وضعیت سنی پاسخگویان به این صورت است که از ۱۳۱ نفر گروه نمونه ۵ نفر از رانندگان بین ۱۸-۳۰ سال و ۵۱ نفر از آنها بین ۳۱-۴۰ و ۶۷ نفر از آنها بین ۴۱-۵۰ سال و ۸ نفر از آنها بیشتر از ۵۰ سال هستند.

جدول ۲: آنالیز آماری سن افراد در محور دامغان - جندق

درصد سنی (سال)	فراوانی	درصد فراوانی	درصد تجمعی
۱۸-۳۰	۵	۳/۸	۳/۸
۳۱-۴۰	۵۱	۳۸/۹	۴۲/۷
۴۱-۵۰	۶۷	۵۱/۱	۹۳/۹
بالای ۵۰	۸	۶/۱	۱۰۰
مجموع	۱۳۱	۱۰۰	۱۰۰



شکل ۴: تاثیر پارامترهای هندسی را در تصادفات در محور دامغان - جندق



شکل ۵: نمودار فراوانی سن در محور دامغان - جندق

۳-۴- تحصیلات رانندگان

طبق جدول ۳ شکل ۶ توزیع فراوانی وضعیت تحصیلی رانندگان به این صورت است که از ۱۳۱ نفر گروه نمونه ۵ نفر از رانندگان بیسواد و ۸۳ نفر نیز زیردیپلم و ۲۱ نفر از آنها در مقطع دیپلم و ۱۴ نفر از آنها در مقطع فوق دیپلم و ۸ نفر از آنها در مقطع لیسانس هستند.

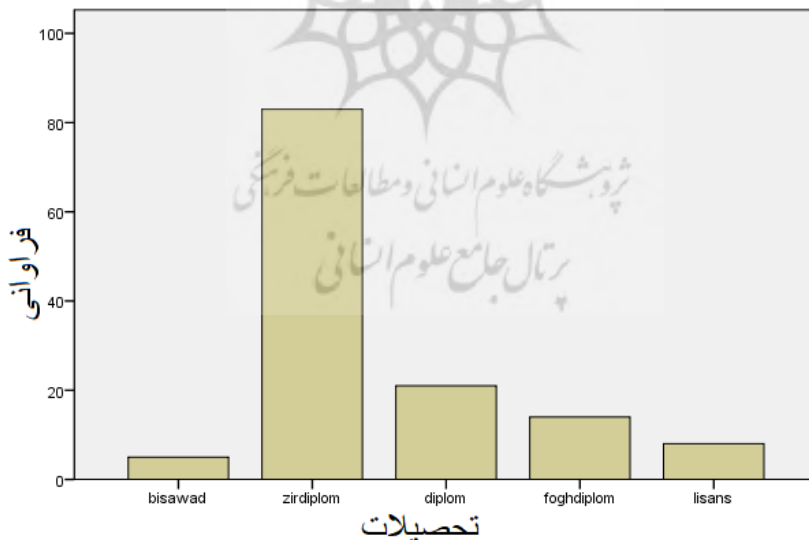
جدول ۳: آنالیز آماری تحصیلات افراد در محور دامغان - جندق

درصد تجمعی	درصد فراوانی	فراوانی	رده سنی (سال)
۳/۸	۳/۸	۵	بیسواد
۶۷/۲	۶۳/۴	۸۳	زیردیپلم
۸۳/۲	۱۶	۲۱	دیپلم
۹۳/۹	۱۰/۷	۱۴	فوق دیپلم
۱۰۰	۶/۱	۸	لیسانس و بالاتر
۱۰۰	۱۰۰	۱۳۱	مجموع

جدول ۴ نشان می دهد سطح معنی داری آزمون کلموگروف-اسمیرنف (K-S) برای مولفه های داده های متغیرهای تحصیلات راننده و سن راننده ، شرایط جوی و فصل ها نشان می دهد که بیشتر از ۰/۰۵ بوده که آماره های فوق نشان از نرمال بودن توزیع متغیر پژوهش می باشد. لذا پژوهشگر می تواند از آزمون های پارامتریک استفاده کند.

جدول ۴: نتیجه آزمون کلموگروف-اسمیرنف (K-S)

متغیر	میانگین	انحراف معیار	آماره کالموگراف اسمیرنف	معناداری
تحصیلات راننده	۲۲/۳۸	۴/۰۶	۰/۸۶۷	۰/۴۴۰
سن راننده	۲۰/۰۳	۴/۵۷	۰/۹۱۶	۰/۳۷۱
شرایط جوی	۲۱/۰۵	۴/۲۷	۰/۵۶۰	۰/۹۱۲
فصل ها	۲۶/۴۲	۷/۹۵	۰/۴۶۱	۰/۹۸۴



شکل ۶: نمودار فراوانی تحصیلات در محور دامغان - جندق

۴-۴- نتایج مدل MLP

به منظور مدل‌سازی تعداد تصادف در محور دامغان - جندق از داده‌های ورودی تاریخ حادثه، وضعیت روشنایی، شرایط سطح معبر، شرایط جوی، سن راننده و تحصیلات راننده به عنوان ورودی به مدل پرسپترون چند لایه (MLP) داده شد. درصد داده‌های آموزش، آزمون، تعداد لایه‌های مورد استفاده و بیشترین تعداد نورونهای مورد استفاده ۷۰ درصد، ۳۰ درصد، ۵ و ۳۰ در نظر گرفته شد. دقت روش مورد مطالعه با استفاده از پارامتر آماری جذر میانگین مربعات خطا، میانگین خطای مطلق، ضریب همبستگی و دیاگرام تیلور مورد بررسی قرار گرفت. آنالیز حساسیت پارامترهای ورودی با مدل ANN انجام شد. درصد داده‌های Train، درصد داده‌های Validation، تعداد لایه‌های مورد استفاده و بیشترین تعداد نورونهای مورد استفاده در جدول ۶ ارائه شده است.

جدول ۶: مشخصات شبکه پرسپترون چند لایه تربیت شده جهت مدل‌سازی تصادفات محور مورد مطالعه

P_Train	P_Validation	Max number of nrons	Max number of layars
۷۰٪	۳۰٪	۳۰	۵

در این پژوهش تعداد تصادفات از طریق مدل غیر خطی MLP محاسبه گردید. به منظور بررسی عملکرد این مدل از معیارهای ارزیابی R^2 ، RMSE و MAE استفاده شد. در جدول ۷ نتایج لایه‌های شبکه عصبی MLP در مدل‌سازی تعداد تصادفات محورهای مورد مطالعه ارائه شده است. در این جدول مقادیر تعداد نورون‌های استفاده شده در هر لایه از شبکه عصبی MLP تربیت شده و مقدار میانگین مربعات خطا داده‌های Validation بهترین نورون هر لایه در شبیه‌سازی تعداد تصادفات ارائه شده است. نتایج جدول ۷ نشان می‌دهد که از لایه سوم به بعد مقدار بهترین میانگین مربعات خطای داده‌های Validation به عدد ۰/۰۶۲ همگرا شده است و استفاده از لایه بیشتر در مدل‌سازی، به صرفه نیست. مطابق جدول ۸، مدل ANN برای دو مرحله آموزش و آزمون مورد ارزیابی قرار گرفتند. میزان ضریب تبیین مدل در دو مرحله آموزش و آزمون به ترتیب ۰/۸۶ و ۰/۸۴ می‌باشد که نشان می‌دهد مدل از عملکرد مناسبی برخوردار است.

جدول ۷: مقادیر تعداد لایه، تعداد نورونهای مورد استفاده و بهترین مقدار میانگین مربعات خطا در شبکه عصبی MLP تربیت شده جهت مدلسازی

Layar number	Number of nrons used	Best validation RMSE
۱	۱۰	۰.۰۶۵
۲	۲۵	۰.۰۶۳
۳	۳۰	۰.۰۶۲
۴	۳۰	۰.۰۶۲
۵	۱	۰.۰۶۲

۴-۵- نتایج آزمون نکویی برازش

نتایج آزمون نکویی برازش توزیع‌های آماری برای تعداد تصادفات محورهای دامغان - جندق و در جدول ۹ ارائه شده است. با توجه به نتایج این جدول توزیع Generalized Pareto distribution برای محور دامغان جندق سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۹ و توزیع Gumbel distribution برای محور دامغان- جندق در سال ۱۳۹۸ بهترین نتایج بودند.

جدول ۸: مقدار پارامترهای سنجش خطا و دقت مدل ارائه شده بر پایه GMDH-NN

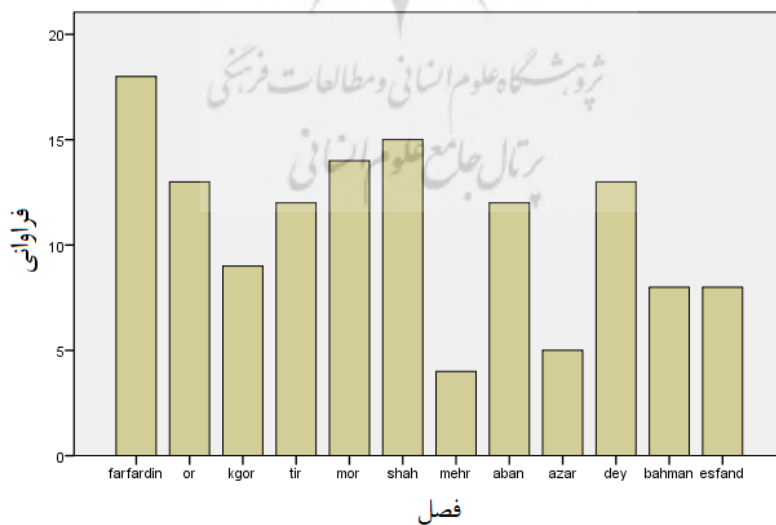
	R^2	MAE	RMSE
Training	۰.۸۶	۱.۷۸	۲.۴۹
Testing	۰.۸۴	۱.۹۱	۲.۶۵

۴-۶- نتایج تأثیر فصل بر تصادفات محور مورد مطالعه

طبق جدول ۱۰ و شکل ۷ توزیع فراوانی تعداد تصادفات در فصل‌های مختلف در منطقه دامغان - جندق در سال ۱۳۹۷ به این صورت است که از ۱۳۱ تعداد تصادف، ۱۸ تصادف در فصل فروردین و ۱۳ تصادف در فصل اردیبهشت و ۹ تصادف در فصل خرداد و ۱۲ تصادف در فصل تیر و ۱۴ تصادف در فصل مرداد و ۱۵ تصادف در فصل شهریور و ۴ تصادف در فصل مهر و ۱۲ تصادف در فصل آبان و ۵ تصادف در فصل آذر و ۱۳ تصادف در فصل دی و ۸ تصادف در فصل بهمن و ۸ تصادف در فصل اسفند رخ دادند.

جدول ۹: آزمون نکویی برازش توزیع‌های آماری منتخب برای تعداد تصادفات محورها

Station	Distribution	k-s	χ^2	R ²	Distribution	k-s	χ^2	R ²	Distribution	k-s	χ^2	R ²
دامغان جندق ۱۳۹۷	Generalized Pareto	۰.۰۷۴	۰.۱۴۰	۰.۹۴۵	Generalized Extreme Value	۰.۰۷۷	۰.۲۳۰	۰.۸۸۳	Ln-Normal	۰.۱۱۲	۰.۲۷۳	۰.۸۱۴
	Triangular	۰.۰۷۴	۰.۱۴۴	۰.۹۳۲	Normal	۰.۰۸۳	۰.۲۴۱	۰.۸۵۳	Log ¹ -- Normal	۰.۱۱۲	۰.۲۷۶	۰.۷۸۵
	Uniform	۰.۰۷۵	۰.۲۲۸	۰.۹۲۶	Generalized Logistic	۰.۱۰۳	۰.۲۶۸	۰.۸۲۷	Exponential	۰.۳۸۶	۰.۷۸۱	۰.۷۶۳
دامغان جندق ۱۳۹۸	Gumbel	۰.۱۲۹	۰.۱۳۳	۰.۹۵۲	Logistic	۰.۱۵۸	۰.۲۴۶	۰.۹۰۱	Generalized Pareto	۰.۱۸۰	۰.۶۳۱	۰.۸۵۳
	Generalized Extreme Value	۰.۱۵۸	۰.۱۸۷	۰.۹۳۸	Normal	۰.۱۸۰	۰.۲۶۱	۰.۸۸۶	Exponential	۰.۳۹۵	۰.۶۳۰	۰.۸۲۹
دامغان جندق ۱۳۹۹	Generalized Pareto	۰.۰۸۴	۰.۲۳۸	۰.۹۳۲	Normal	۰.۱۰۹	۰.۹۱۱	۰.۸۹۷	Generalized Logistic	۰.۱۳۲	۱.۰۳۸	۰.۸۳۲
	Uniform	۰.۰۸۵	۰.۳۲۸	۰.۹۲۵	Ln-Normal	۰.۱۱۸	۰.۹۶۳	۰.۸۸۳	Exponential	۰.۳۷۳	۱.۰۸۳	۰.۸۱۳
	Generalized Extreme Value	۰.۱۰۵	۰.۵۴۵	۰.۹۰۸	Log ¹ -- Normal	۰.۱۱۸	۰.۹۸۲	۰.۸۶۴	Empirical	۰.۳۹۷	۱.۲۴۸	۰.۸۰۴



شکل ۷: تعداد تصادفات در فصل‌های مختلف در منطقه دامغان - جندق

۴-۷- نتایج بازدید میدانی از محور مورد مطالعه

محور دامغان - جندق می‌باشد که طول محور اتصالی استان سمنان به استان اصفهان از دشت کویر ۲۷۰ کیلومتر است که ۲۴۰ کیلومتر آن در محدوده استان سمنان و ۳۰ کیلومتر آن در حوزه استان اصفهان قرار دارد. این محور یکی از مسیرهای اصلی کشور است که در طول سال، حوادث جاده ای بسیاری را به چشم خود می‌بیند. بررسی میدانی محور مورد نظر به شرح ذیل می‌باشد.

با بررسی های به عمل آمده از کیلومتر ۸ تا کیلومتر ۱۵ و کیلومتر ۴۵ تا ۴۶ محور تعداد زیادی کانال آبراهه بعضا بدون گاردریل و یا گاردریل نامناسب تعبیه گردیده است. شکل ۸ یک نمونه نبود گارد ریل را نشان می‌دهد.

جدول ۱۰: تعداد تصادفات در فصل‌های مختلف در منطقه دامغان - جندق در سال ۱۳۹۷

ماه	فراوانی	درصد فراوانی	درصد تجمعی فراوانی
فروردین	۱۸	۱۳/۷	۱۳/۷
اردیبهشت	۱۳	۹/۹	۲۳/۷
خرداد	۹	۶/۹	۳۰/۵
تیر	۱۲	۹/۲	۳۹/۷
مرداد	۱۴	۱۰/۷	۵۰/۴
شهریور	۱۵	۱۱/۵	۶۱/۸
مهر	۴	۳/۱	۶۴/۹
آبان	۱۲	۹/۲	۷۴
آذر	۵	۳/۸	۷۷/۹
دی	۱۳	۹/۹	۸۷/۸
بهمن	۸	۶/۱	۹۳/۹
اسفند	۸	۶/۱	۱۰۰
مجموع	۱۳۱	۱۰۰	



شکل ۸: نبود گاردریل یا نیوجرسی مناسب در مسیر کانال آبراهه

از آنجایی که خرابی روسازی، تاثیر بسزایی بر تصادفات جاده ای داشته و ضروری است جهت ایمنی جاده ها و بهبود وضعیت روسازی ها در نظر گرفته شود، وجود خرابی های متعدد در روسازی محور مورد نظر مورد ارزیابی قرار گرفت. در جدول ۱۱ به بررسی خرابی های جاده ای در کیلومترهای مختلف و روش های ترمیم می پردازیم. در هر یک کیلومتر به بررسی مهمترین خرابی که در شکل ۹ نشان داده شده است می تواند تاثیر مستقیم بر افزایش تصادفات منجر شود پرداخته و گزینه های تعمیر نیز بیان می شود. من حیث المجموع میتوان نمره ی پایینی برای روسازی محور دامغان-جندق در نظر گرفت و با توجه به اینکه این محور به عنوان محور اصلی و ارتباط دهنده ی دو استان است، اصلاح و ترمیم خرابی های روسازی نقش مهمی در کاهش تصادفات جاده ای را ایفا می نماید.

جدول ۱۱: خرابی روسازی محور دامغان جندق و گزینه تعمیر پیشنهادی

کیلومترژ	نوع خرابی	علت خرابی	واحد اندازه گیری	سطح شدت	گزینه تعمیر پیشنهادی
۱۵	ترک پوست سوسماری	خستگی رویه آسفالتی در اثر بارگذاری	مترمربع	شدت متوسط	وصله عمقی - اصلاح ترک
۱۷	ترک طولی	اجرای نادرست، انقباض روسازی، انعکاس ترک از لایه زیر	متر	شدت زیاد	پر کردن ترک وصله کاری
۱۹	ترک بلوکی	انقباض روسازی بر چرخه روزانه درجه حرارت	مترمربع	شدت متوسط	پر کردن ترک، بازیافت رویه
۳۸	ترک پوست سوسماری	خستگی رویه آسفالتی در اثر بارگذاری	مترمربع	شدت زیاد	وصله عمقی - اصلاح ترک - اجرای روکش
۳۹	ترک بلوکی	انقباض روسازی بر چرخه روزانه درجه حرارت	مترمربع	شدت متوسط	پر کردن ترک، بازیافت رویه
۴۲	خرابی لبه	اساس یا بستر ضعیف	متر	شدت متوسط	پر کردن ترک های بالاتر از ۳ میلیمتر
۴۴	ترک بلوکی	انقباض روسازی بر چرخه روزانه درجه حرارت	مترمربع	شدت زیاد	بازیافت رویه، روکش مجدد
۴۵	چاله	کنده شدن تکه هایی از روسازی در اثر خرابی های مختلف	تعداد	شدت زیاد	وصله کاری عمیق
۵۹	ترک پوست سوسماری	خستگی رویه آسفالتی در اثر بارگذاری	مترمربع	شدت متوسط	وصله عمقی - اصلاح ترک

۶۶	شیارشدهگی	تغییر شکل دائمی لایه های روسازی در اثر جابه جایی تحکیم یا جانبی	مترمربع	شدت زیاد	وصله کاری عمیق، آسیاب و روکش
۷۶	ترک طولی	اجرای نادرست، انقباض روسازی، انعکاس ترک از لایه زیر	متر	شدت متوسط	پر کردن ترک های با عرض بیش از ۳ میلیمتر
۷۴	صیقلی شدن دانه ها	مقاومت سایشی کم دانه های مصالح سنگی	مترمربع	شدت زیاد	اصلاح روسازی و استفاده از مصالح تیز گوشه و مقاوم
۸۸	پایین افتادگی شانه	فرسایش و نشست شانه یا اجرای نادرست سواره رو	متر	شدت زیاد	مسطح کردن مجدد و پر کردن شانه تا سطحی که با خط عبوری سواره رو همتراز شود
۱۰۰	ترک پوست سوسماری	خستگی رویه آسفالتی در اثر بارگذاری	مترمربع	شدت زیاد	وصله عمقی - اصلاح ترک - اجرای روکش
۱۱۵	ترک پوست سوسماری	خستگی رویه آسفالتی در اثر بارگذاری	مترمربع	شدت زیاد	وصله عمقی - اصلاح ترک - اجرای روکش
۱۱۶	موج	تحت بار ترافیکی ودر اثر ناپایداری رویه یا اساس	مترمربع	شدت زیاد	بازسازی روسازی در محل وجود خرابی
۱۱۷	روزدگی قیر	قیر اضافی در مخلوط آسفالتی یا تک کت در مناطق گرمسیری	مترمربع	شدت متوسط	پخش ماسه یا مصالح سنگی و غلطک زنی
۱۱۸	ترک پوست سوسماری	خستگی رویه آسفالتی در اثر	مترمربع	شدت متوسط	وصله عمقی - اصلاح ترک

			بارگذاری		
پخش ماسه یا مصالح سنگی و غلتک زنی	شدت متوسط	مترمربع	قیر اضافی در مخلوط آسفالتی یا تک کت در مناطق گرمسیری	روزدگی قیر	۱۳۷
وصله عمقی - اصلاح ترک - اجرای روکش	شدت زیاد	مترمربع	خستگی رویه آسفالتی در اثر بارگذاری	ترک پوست سوسماری	۱۶۶
بازسازی روسازی در محل وجود خرابی	شدت زیاد	مترمربع	تحت بار ترافیکی و در اثر ناپایداری رویه یا اساس	موج	۱۶۷
وصله کاری عمیق	شدت متوسط	تعداد	کنده شدن تکه هایی از روسازی در اثر خرابی های مختلف	چاله	۱۶۸
پخش ماسه یا مصالح سنگی و غلتک زنی	شدت متوسط	مترمربع	قیر اضافی در مخلوط آسفالتی یا تک کت در مناطق گرمسیری	روزدگی قیر	۱۷۰
بازسازی روسازی در محل وجود خرابی	شدت زیاد	مترمربع	تحت بار ترافیکی و در اثر ناپایداری رویه یا اساس	موج	۱۷۱
وصله کاری عمیق	شدت زیاد	تعداد	کنده شدن تکه هایی از روسازی در اثر خرابی های مختلف	چاله	۱۷۲
پر کردن ترک های بالاتر از ۳ میلیمتر	شدت متوسط	متر	اساس یا بستر ضعیف	خرابی لبه	۱۷۳
وصله پاره عمقی	شدت زیاد	متر	اساس یا بستر ضعیف	خرابی لبه	۱۸۵
پر کردن ترک های با عرض بیش از ۳ میلیمتر	شدت متوسط	متر	اجرای نادرست، انقباض روسازی، انعکاس ترک از لایه زیر	ترک طولی	۱۸۷

۱۸۹	خرابی لبه	اساس یا بستر ضعیف	متر	شدت زیاد	وصله پاره عمقی
۱۹۹	خرابی لبه	اساس یا بستر ضعیف	متر	شدت زیاد	وصله پاره عمقی
۲۰۰	خرابی لبه	اساس یا بستر ضعیف	متر	شدت متوسط	پرکردن ترک های بالاتر از ۳ میلیمتر
۲۰۵	موج	تحت بار ترافیکی و در اثر ناپایداری رویه یا اساس	متر مربع	شدت زیاد	بازسازی روسازی در محل وجود خرابی
۲۱۰	ترک طولی	اجرای نادرست، انقباض روسازی، انعکاس ترک از لایه زیر	متر	شدت زیاد	پر کردن ترک وصله کاری
۲۱۲	ترک پوست سوسماری	خستگی رویه آسفالتی در اثر بارگذاری	مترمربع	شدت زیاد	وصله عمقی - اصلاح ترک - اجرای روکش
۲۱۶	صیقلی شدن دانه ها	مقاومت سایشی کم دانه های مصالح سنگی	مترمربع	شدت زیاد	اصلاح روسازی و استفاده از مصالح تیز گوشه و مقاوم
۲۱۹	ترک طولی	اجرای نادرست، انقباض روسازی، انعکاس ترک از لایه زیر	متر	شدت زیاد	پر کردن ترک وصله کاری
۲۲۰	شیار شدگی	تغییر شکل دائمی لایه های روسازی در اثر جابه جایی تحکیم یا جانبی	مترمربع	شدت زیاد	وصله کاری عمیق، آسیاب و روکش
۲۲۳	ترک طولی	اجرای نادرست، انقباض روسازی، انعکاس ترک از لایه زیر	متر	شدت متوسط	پر کردن ترک های با عرض بیش از ۳ میلیمتر

۲۲۶	شیار شدگی	تغییر شکل دائمی لایه های روسازی در اثر جابه جایی تحکیم یا جانبی	مترمربع	شدت متوسط	وصله کاری کم عمق
۲۳۳	پایین افتادگی شانه	فرسایش و نشست شانه یا اجرای نادرست سواره رو	متر	شدت زیاد	مسطح کردن مجدد و پر کردن شانه تا سطحی که با خط عبوری سواره رو همتراز شود
۲۳۵	ترک بلوکی	انقباض روسازی بر چرخه روزانه درجه حرارت	مترمربع	شدت زیاد	بازیافت رویه، روکش مجدد



شکل ۹: خرابی روسازی محور دامغان - جندق

طراحی تابلوها و علائم راهنمایی و رانندگی به عنوان مهم ترین منابع ارسال اطلاعات به رانندگان می تواند از طریق بهبود مراحل درک محرک های بصری سبب بهبود مراحل

پردازش اطلاعات و در نتیجه تصمیم گیری صحیح و عکس العمل به موقع رانندگان مسیر شود، که تامین آن می تواند متضمن کاهش ترافیک و سوانح رانندگی گردد.

با بازرسی های به عمل آمده از علائم راهنمایی و رانندگی در محور دامغان-جندق می توان امتیاز نسبتا خوبی به این جاده اطلاق کرد. برخی از مشکلات موجود می توان به موارد زیر اشاره کرد:

عدم وجود تابلو در برخی ورودی ها بطور مثال کیلومتر ۱۳ ورودی علی آباد و صالح آباد

عدم وجود تابلو پارکینگ در بسیاری از پارکینگ های بین جاده ای

رنگ بندی نامناسب و کیفیت پایین تابلو وعدم نمایش واضح علائم در برخی تابلوها (شکل ۱۰)

عدم وجود تابلو با دنده سنگین حرکت کنید در کیلومتر ۹۱
وجود تابلوهای با کیفیت پایین نصب در برخی موارد (شکل ۱۱)



شکل ۱۰: وجود تابلو ناخوانا و بصورت کج در مسیر



شکل ۱۱. وجود تابلوهای با کیفیت پایین نصب در برخی موارد

محور دامغان - جندق از کیلومتر ۸۶ وارد مسیری کوهستانی می‌شود که این امر با توجه به دوطرف بودن مسیر و قوس‌های افقی پی در پی شامل نقاط حادثه خیز متعددی می‌شود. همچنین بعد از کیلومتر ۱۱۱ مسیر معلمان جندق در بسیاری از طول مسیر موج‌های بسیار نامناسب بطوری که خودرو در برخی موارد به بالا و پایین پرتاب می‌شود. اصلاح این مسیرها می‌تواند در جهت افزایش کیفیت رانندگی و کاهش تصادفات نقش به‌سزایی ایفا نماید.

نظر به اینکه قوس‌های افقی نقاط حادثه خیز مهمی هستند به راهکارهایی جهت کاهش تصادفات در این نقاط می‌پردازیم.

تامین روشنایی در شب

یکی از مشکلات محور مورد نظر نبود روشنایی مناسب در بیشتر قوس‌های افقی و کاهش قابلیت دید در شب می‌باشد. توصیه می‌شود در قوس‌های تند روشنای لازم تامین گردد.

تامین دید مناسب

برای تامین دید بهتر با استفاده از نصب تابلو شورن و یا استفاده از تابلوهای LED می‌توان دید بهتری در مماس‌های منتهی به قوس برای راننده ایجاد کرد.

نصب نوار لرزاننده در راستای تولید صدا در شانه راه در امتداد قوس

با توجه به وجود انحراف در وسایل نقلیه و خروج از مسیر استفاده از نوارهای لرزاننده در شانه راه در امتداد قوس می‌تواند نقش مهمی در کاهش انحراف از جاده و افزایش ایمنی در پی داشته باشد.

نصب نوار لرزاننده در میانه مسیر

با توجه به رفت و برگشتی بودن مسیر نصب لرزاننده در میانه مسیر می‌تواند در کاهش تصادفات از روبرو و کنار نقش مهمی را ایفا نماید.

حذف افتادگی شانه راه بیش از ۱۰ میلیمتر

در صورتی که وسیله نقلیه از مسیر منحرف شود در شرایطی که افتادگی شانه وجود داشته باشد ممکن است راننده نتواند به خوبی وسیله نقلیه را کنترل نماید و باعث بروز تصادف شود.

ایجاد شیار طولی و عرضی در روسازی

ایجاد شیار باعث می‌شود روسازی دارای مقاومت لغزشی افزایش یافته و در آب و هوای بارانی با ایجاد سطحی زبرتر و شرایط زهکشی مناسب عملکرد بهتری در کاهش تصادفات ایجاد نماید.

تعریض مسیر در امتداد قوس

در برخی از قوس‌های افقی مشاهده شده امکان تعریض مسیر در امتداد قوس وجود دارد. این امر به دو دلیل صورت می‌پذیرد: ۱- کنترل وسیله نقلیه در باقی ماندن در مسیر

سخت است ۲- وسیله نقلیه در هنگام عبور از قوس عرض بیشتری را اشغال می‌نماید (AASHTO, ۲۰۰۱).

در راستای تکمیل بررسی‌های صورت گرفته با توجه به نظرات مهم و کارساز خبرگان به مسیر از پلیس راه، رانندگان اتوبوس، رانندگان کامیون و شرکت راهسازی مقیم (مهندسی شرکت حریم سازان ساحل) مصاحبه‌هایی صورت گرفته که جمع بندی این مطالب را در ذیل تشریح می‌گردد.

محور دامغان جندق با توجه به اینکه مسیری با گذر از کویر می‌باشد مسیری کسل کننده و یکنواخت امکان خواب آلودگی را بسیار افزایش می‌دهد. لذا تصمیم بر فضا سازی و ایجاد محل استراحتگاه مناسب می‌تواند نقش به سزایی در کاهش تصادفات جاده ای ایفا نماید. در کل مسیر به غیر از منابع طبیعی ارزشمند موجود برای استراحتگاه و تفریح در جاده ای بین استانی تدابیر کمتری دیده شده است.

نتیجه گیری:

در این مطالعه، پس از بررسی داده ها ، نتایج مدل سازی معادلات ساختاری، تأثیر عوامل موثر بر تصادفات و همچنین نقش عوامل مختلف بر این رابطه بررسی شده است. در این مطالعه با استفاده از روش‌های مختلف نظیر آماری، هوشمند ، میدانی، فرضیه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت که نتیجه آن به شرح زیر است:

عوامل طرح هندسی بر وقوع تصادفات جاده‌ای در محورهای مورد مطالعه تاثیر داشت.

عوامل خرابی روسازی جاده ها بر وقوع تصادفات جاده‌ای در محورهای مورد مطالعه تاثیر داشت.

عوامل مخاطرات اقلیمی منطقه بر وقوع تصادفات جاده‌ای در محورهای مورد مطالعه تاثیر داشت.

عامل انسانی بر وقوع تصادفات جاده‌ای در محورهای مورد مطالعه تاثیر داشت.

عوامل وسیله نقلیه بر وقوع تصادفات جاده‌ای در محورهای مورد مطالعه تاثیر داشت.

فرایند تحلیل بهبود ایمنی جاده بر رابطه عامل طرح هندسی و کاهش تصادفات در محورهای مورد مطالعه تاثیر معنادار خواهد داشت.

فرایند تحلیل بهبود ایمنی جاده بر رابطه عوامل خرابی روسازی جاده و کاهش تصادفات در محورهای مورد مطالعه تاثیر معنادار خواهد داشت.

فرایند تحلیل بهبود ایمنی جاده بر رابطه عوامل مخاطرات اقلیمی منطقه و کاهش تصادفات در محورهای مورد مطالعه تاثیر معنادار خواهد داشت.

فرایند تحلیل بهبود ایمنی جاده بر رابطه عوامل انسانی و کاهش تصادفات در محورهای مورد مطالعه تاثیر معنادار خواهد داشت.

فرایند تحلیل بهبود ایمنی جاده بر رابطه عوامل وسیله نقلیه و کاهش تصادفات در محورهای مورد مطالعه تاثیر معنادار خواهد داشت.

منابع

خواجه سلیمی، محسن؛ خبیری، محمد مهدی؛ فلاح‌نژاد، محمد صابر (۱۳۹۸). «پیش بینی و بررسی عوامل تصادفات جاده ای با استفاده از الگوریتم ماشین بردار پشتیبان». نشریه مهندسی عمران و محیط زیست دانشگاه تبریز، سال ۴۹، شماره ۳، صص ۳۵-۴۳.

علوی، سمیه؛ اسفندیاری، احسان (۱۳۹۸). «ارزیابی عملکرد استان ها در ایمنی حمل و نقل جاده ای». مطالعات مدیریت ترافیک سال ۵۴، صص ۵۷-۹۰.

نیارکی، ابوالقاسم؛ دلاور، محمدرضا؛ رخساری طارمی، سمیه (۱۳۹۳). «مکان یابی بهینه حسگرهای مانیتورینگ ترافیکی با استفاده از روش سلسله مراتبی فازی و روش تاپسیس». فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی، سال ۲۳، صص ۴۱-۵۰.

Aashto, A. (۲۰۰۱). Policy on geometric design of highways and streets. American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, DC, ۱(۹۹۰), ۱۵۸.

Dadrasajirlou, Y., Ghazvinian, H., Heddami, S., & Ganji, M. (۲۰۲۲). Reference Evapotranspiration Estimation Using ANN, LSSVM, and M^o Tree Models (Case Study: of Babolsar and Ramsar Regions, Iran). Journal of Soft Computing in Civil Engineering, ۶(۳), ۱۰۱-۱۱۸. ۱۰.۲۲۱۱۵/SCCE.۲۰۲۲.۳۴۲۹۰.۱۴۳۴

Dehghanipour, M. H., Ghazvinian, H., & Dehghanipour, A. (۲۰۲۱a). Evaluation of the Efficiency of Artificial Intelligence Models for Simulating Evaporation in Selected Stations in Dry, Semi-Dry and Very-Wet Climates in Iran. Iran-Water Resources Research, ۱۷(۱), ۳۱۸-۳۲۷.

Dehghanipour, M.H., Karami, H., Ghazvinian, H., Kalantari, Z., & Dehghanipour, A.H. (۲۰۲۱b). Two Comprehensive and Practical Methods for Simulating Pan Evaporation under Different Climatic Conditions in Iran. *Water*, ۱۳(۲۰), ۲۸۱۴. <https://doi.org/10.3390/w13202814>.

Ghazvinian, H., Bahrami, H., Ghazvinian, H., & Heddam, S. (۲۰۲۰a). Simulation of Monthly Precipitation in Semnan City Using ANN Artificial Intelligence Model. *Journal of Soft Computing in Civil Engineering*, ۴:۳۶-۴۶. doi:10.22110/sce.2020.242813.1201.

Ghazvinian, H., Farzin, S., Karami, H., & Mousavi, S.F. (۲۰۲۰b). Investigating the Effect of using Polystyrene sheets on Evaporation Reduction from Water-storage Reservoirs in Arid and Semiarid Regions (Case study: Semnan city). *Journal of Water and Sustainable Development*, ۷:۴۵-۵۲. doi:10.22067/jwsd.v7i2.81748.

Ghazvinian, H., Mousavi, S.F., Karami, H., Farzin, S., Ehteram, M., Hossain, M.S, et al. (۲۰۱۹). Integrated support vector regression and an improved particle swarm optimization-based model for solar radiation prediction. *PLoS One*, ۱۴, e۰۲۱۷۶۳۴. doi:10.1371/journal.pone.۰۲۱۷۶۳۴.

Ghazvinian, H., Karami, H., Farzin, S., & Mousavi, S.F. (۲۰۲۰c). Effect of MDF-Cover for Water Reservoir Evaporation Reduction, Experimental, and Soft Computing Approaches. *Journal of Soft Computing in Civil Engineering*; ۴, ۹۸-۱۱۰. doi:10.22110/sce.2020.213617.1106.

Ghazvinian, H., Karami, H., Farzin, S., & Mousavi S.F. (۲۰۲۰d). Experimental Study of Evaporation Reduction Using Polystyrene Coating, Wood and Wax and its Estimation by Intelligent Algorithms. *Journal of Irrigation and Water Engineering*, ۱۱, ۱۴۷-۶۰. doi:10.22112/iwe.2020.120727.

Ghazvinian, H., Karami, H., Farzin, S., & Mousavi, S.F. (۲۰۲۱). Introducing affordable and accessible physical covers to reduce evaporation from agricultural water reservoirs and pools (field study, statistics, and intelligent methods). *Arabian Journal of Geosciences*, ۱۴, ۲۵۴۳ (۲۰۲۱). <https://doi.org/10.1007/s12017-021-08730-3>.

Karami, H., Ghazvinian, H., Dehghanipour, M., & Ferdosian, M. (۲۰۲۱). Investigating the performance of neural network based group method of data handling to pan's daily evaporation estimation (case study: Garmsar City). *Journal of Soft Computing in Civil Engineering*, ۵(۲), ۱-۱۸. <https://doi.org/10.22110/sce.2021.274484.1282>.

Liu, Y. (۲۰۱۳). Weather Impact on Road Accident Severity in Maryland. Ms. C Thesis submitted to the Faculty of the Graduate School of the University of Maryland.

Najib, L., Lazim, A., Ilyani, A., & Salleh, Z. (۲۰۱۲). Weights of Road Accident Causes using Analytic Hierarchy Process. *ARPN Journal of Science and Technology*, ۲(۲), ۳۹-۴۴.

Née, M., Contranda, B., Orriolsa, L., Gil-Jardinéa, C., Galéreaa, C., & Lagarde, E. (۲۰۱۹). Road safety and distraction, results from a responsibility case-control study among a sample of road users interviewed at the emergency room. *Accident Analysis and Prevention*, ۱۲۲, ۱۹-۲۴.

Schittkowski, K. (۲۰۰۲). EASY-FIT: a software system for data fitting in dynamical systems. *Structural and Multidisciplinary Optimization*, ۲۳(۲), ۱۵۳-۱۶۹.

Tisca, I.A., Istrat, N., Dumitrescu, C.D., & Cornu, G. (۲۰۱۶). Issues concerning the road safety concept. ۳rd GLOBAL CONFERENCE on BUSINESS, ECONOMICS, MANAGEMENT and TOURISM, ۲۶-۲۸ November ۲۰۱۵, Rome, Italy, ۲۰۱۶.