

بررسی و ارزیابی تاثیر عوامل طبیعی در حوادث جاده‌ای راه‌های ساحلی

استان مازندران و ارائه راهکارهای موثر

(مطالعه موردی: جاده سی سنگان استان مازندران)

امیرعلا آرائی، دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه مهندسی عمران، دانشکده فنی و مهندسی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

مسعود ترابی آزاد*، استاد، گروه فیزیک دریا، دانشکده علوم و فنون، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

حسن خاکسار، استادیار، گروه مهندسی عمران، دانشکده فنی و مهندسی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: M_Azad@Iau-tnb.ac.ir

دریافت: ۱۴۰۲/۰۸/۲۲ - پذیرش: ۱۴۰۳/۰۲/۰۱

صفحه ۳۲۹-۳۴۶

چکیده

هدف اصلی تحقیق بررسی و ارزیابی تاثیر عوامل طبیعی در حوادث جاده‌ای ساحلی استان مازندران و ارائه راهکارهای موثر (مطالعه موردی: جاده سی سنگان استان مازندران) است. روش تحقیق از نظر نحوه گردآوری و تحلیل داده‌ها از نوع آماری می‌باشد. به دلیل اینکه تحقیق حاضر به دنبال طراحی مدل تاثیر عوامل طبیعی در حوادث قطعه‌ای از جاده محوری نوشهر به رویان (در مجاورت پارک جنگلی ساحلی سی سنگان نوشهر) در سال‌های اخیر می‌باشد، ابتدا با استناد به آمار سازمان هواشناسی به بررسی پارامترهای اقلیمی و تجزیه و تحلیل آن اقدام شد و سپس با استفاده از آمار تصادفات جاده‌ای و ترافیک عبوری در این قطعه از مسیر، تصادفات ناشی از اقلیم مورد بررسی قرار گرفت. بدین صورت که داده‌های سه سال اخیر تصادفات، شرایط آب و هوایی و ترافیک عبوری مورد استفاده جهت مدلسازی قرار گرفتند. تحلیل‌ها، آزمون‌ها و مدلسازی‌های آماری در قالب نرم افزار SPSS انجام گرفت. نتایج نشان داد که سهم متغیرهای آب و هوایی به گونه‌ای بود که شرایط آب و هوایی، میزان بارش و سرعت باد، دما و دید افقی مهمترین متغیرهای موثر بر شدت تصادفات در مورد مطالعه‌ی تحقیق حاضر بود. به گونه‌ای که این میزان برای میزان بارش معادل ضریب مثبت ۰/۸۳۲، شرایط آب و هوایی معادل ضریب مثبت ۰/۶۹۸، سرعت باد معادل ضریب مثبت ۰/۰۶۶، دما معادل ضریب مثبت ۰/۰۲۷، دید افقی معادل ضریب مثبت ۰/۰۲۲ می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: حوادث جاده‌ای، عوامل طبیعی، راه‌های ساحلی، ترافیک، شرایط آب و هوایی

۱- مقدمه

مختلفی از جمله انسان، وسیله نقلیه و شرایط محیطی در وقوع آن دخیل می‌باشند. شرایط محیطی نیز وابسته به وضعیت جوی و رخدادهای طبیعی است که وقوع آن‌ها علاوه بر خسارات فراوان جانی و مالی، اختلال در شبکه حمل‌ونقل و کاهش کارایی آن را در پی دارد. حمل‌ونقل جاده‌ای به دلیل گستردگی آن و عبور از مناطق با ویژگی‌های متفاوت آب و هوایی و مستعد وقوع حوادث طبیعی، در معرض بیشترین آسیب‌های ناشی از بروز این حوادث قرار دارد. سیل، طوفان، ریزش کوه سقوط بهمن، سرما و یخبندان، کولاک و بوران برف، مه، بادهای شدید و گرد و خاک می‌توانند در ایمنی

امروزه حمل‌ونقل جاده‌ای یکی از مهم‌ترین روش‌های حمل‌ونقل در ایران و جهان است. از این روش برای حمل بار و جابه‌جایی مسافر در میان شهرهای مختلف استفاده می‌شود. حمل‌ونقل جاده‌ای روشی از حمل‌ونقل است که از طریق جاده‌ها صورت می‌گیرد. آب و هوا هم بر عرضه و هم بر تقاضای حمل و نقل موثر بوده و در صورتی که وضعیت آب و هوایی مقطعی نامساعد باشد، تقاضای ترافیکی و تردها برای مقطع کاهش خواهد یافت. از طرفی می‌تواند بر تصادفات و ایمنی تاثیرگذار باشد (اصغری زمانی و همکاران، ۱۳۹۱). تصادف یک حادثه غیر منتظره است که عوامل

جاده‌ها تأثیر بگذارند و باعث افزایش تصادفات جاده‌ای شوند (عشوریان و دیوانداری، ۱۳۹۹). یکی از پارامترهای محیطی، شرایط آب و هوایی است که در مطالعات ترافیک و تصادفات تأثیرگذار است. آب و هوای نامطلوب در اغلب موارد بر تصمیمات مربوط به انتخاب حالت سفر، مسیر، زمان، مقصد و یا حتی وقوع سفر تأثیرگذار است. بنابراین آب و هوا هم بر عرضه و هم بر تقاضای حمل و نقل موثر و در صورتی که وضعیت آب و هوایی مقطعی نامساعد باشد، تقاضای ترافیکی و تردها برای مقطع کاهش خواهد یافت. از طرفی می‌تواند بر تصادفات و ایمنی تأثیرگذار باشد. یکی از عوامل مهم تصادفات، عوامل طبیعی نظیر (پستی و بلندی و شیب نقاط کوهستانی، گردنه‌ها، وقوع سیل، زلزله، عناصر اقلیمی مانند باران و برف، مه گرفتگی، تابش شدید نور خورشید، تاریکی شب و کاهش دید و غیره) می‌باشد (Paulozzi et al. 2017). امروزه ایمنی در جاده‌ها یکی از موضوعات بسیار مهمی است که باید در این شیوه حمل و نقل مورد توجه قرار بگیرد و عدم توجه و چشم پوشی از آن سبب بروز خسارات جانی، مالی جبران ناپذیری خواهد شد و آثار سنگین اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی آن جوامع بشری را به شدت مورد تهدید قرار خواهد داد. حوادث رانندگی از جمله معضلات در حمل و نقل جاده‌ای محسوب می‌شوند و روند افزایش تعداد تصادفات به گونه ای است که وجود بحران در جابجایی کالا و مسافر در جاده‌های کشور را به بیش از پیش می‌سازد (قاسمی و ستوده، ۱۳۹۳). تصادفات رانندگی مهمترین عامل مرگ و میر در کشورهای در حال توسعه بوده و نخستین علت مرگ در سنین زیر ۴۰ سال و سومین علت آن در میان تمام گروه‌های سنی است (رحیمی و شاهی جونفانی، ۱۳۹۲). اصولاً در تصادفات جاده ای سه عامل انسان، جاده و وسیله نقلیه به عنوان اجزای اصلی شناخته می‌شوند و کیفیت و کمیت جابجایی‌ها تحت اثر این سه عامل قرار خواهد گرفت (نوحه‌گر و همکاران، ۱۳۹۳). ساخت مدل‌های آماری دقیق، قابل اطمینان و فراگیر برای تحلیل تصادفات خودروبی، از اهمیت زیادی در مطالعات مربوط به ایمنی راهها برخوردار است. این مدل‌ها می‌تواند در شناسایی نقاط حادثه خیز، پیش بینی تصادفات خودروبی و از آنجا اصلاح شرایط حادثه ساز و بهبود ایمنی راه‌ها نقشی کارآمد داشته باشد. غفتی و همکاران در سال ۱۳۹۹، به بررسی تأثیر تغییرات فصلی پارامترهای آب و هوایی بر حجم ترافیک وسایل نقلیه سبک در راه‌های برون شهری (قطعه‌ای از آزادراه رشت- قزوین) پرداختند. در مدل پیشنهادی به منظور

سنجش نوع همبستگی آماری و شناسایی متغیرهای آب و هوایی مؤثر بر حجم ترافیک، اثر مستقل هر یک از پارامترها بر حجم ترافیک ایستگاه ترافیکی با تأکید بر تغییرات در فصول مختلف سال با استفاده از آزمون آماری مناسب، مورد مطالعه قرار گرفته است. یزدانیان و همکاران در سال ۱۳۹۹، به مروری بر روش‌های پیش بینی جریان ترافیک مبتنی بر روش‌های فرا ابتکاری پرداختند. در این تحقیق به بررسی روش‌های مبتنی بر الگوریتم‌های هوشمند و فرا ابتکاری پرداخته شد و نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد این روش‌ها در مقایسه با روش‌های دیگر کارکرد بهتری را دارد. در سال ۲۰۲۱، نیگام و همکاران به تأثیر بارندگی و غرقاب در متغیرهای جریان ترافیک در کشورهای در حال توسعه پرداختند. نتایج حاکی از آن بود که مدل تجربی به طور دقیق تأثیر بارندگی بر متغیرهای جریان ترافیک را ضبط می‌کند و داده‌های مصنوعی مطابقت بسیار خوبی با داده‌های حقیقت زمین نشان می‌دهد. یانگ و همکاران در سال ۲۰۲۱، به تأثیر آب و هوا بر میزان مبدا و مقصد آزادراه در چین پرداختند. نتایج نشان می‌دهد که مقدار دما و سرعت باد تأثیر قابل توجهی در سفرهای بین شهری ندارند. در میان حوادث آب و هوایی، مه، باران شدید و برف معمولاً شدیدترین تأثیر را دارند. استان مازندران یکی از استان‌های پرجمعیت کشور می‌باشد. به دلیل برخورداری از عناصر محیطی زیبا، جاذبه‌های توریستی زیادی دارد. مازندران به دلیل برخورداری از آب و هوای معتدل و نیز مناطق ساحلی مستعد از جمله سی سنگان که همواره مورد توجه طبیعت گردان و مسافران قرار گرفته است و همچنین به دلیل شرایط گوناگون اقلیمی و شکل هندسی راه، شیب، پیچ و خم جاده‌ای، توپوگرافی، اقلیم و امکانات اقامتی و رفاهی اسکان و ماندگاری گردشگران این قطعه گویای توجه قابل توجه‌ای می‌باشد. بدین لحاظ تردد در محورهای استان قابل ملاحظه می‌باشد (آهنگرکانی و ملک، ۱۳۹۹). در همین راستا هدف از پژوهش حاضر بررسی و ارزیابی تأثیر عوامل طبیعی در حوادث جاده‌ای راه‌های ساحلی استان مازندران و ارائه راهکارهای موثر (مطالعه موردی: جاده سی سنگان استان مازندران) می‌باشد.

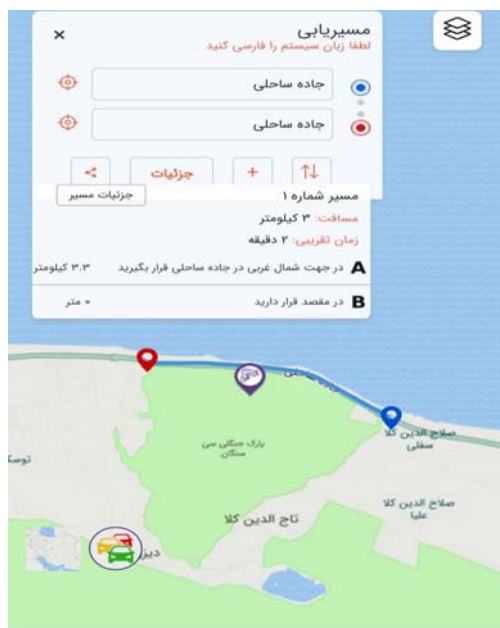
۲- روش تحقیق

در این مطالعه اثر شرایط آب و هوایی در قالب عوامل طبیعی بر تصادفات قطعه ای از مسیر نور- نوشهر در محدوده پارک ساحلی

عبوری مورد استفاده جهت مدلسازی قرار گرفت. جامعه آماری این پژوهش به دو بخش تقسیم می‌شوند: ۱- در بخش کیفی استفاده از داده های دقیق و مستند با استفاده از نرم افزارهای آماری متناسب با آن مد نظر می باشد.

۲- در بخش کمی آمارهای گرد آوری شده از سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای، پلیس راهور و سازمان هواشناسی در زمان و مکان مورد بررسی در نظر گرفته شدند. در این تحقیق اطلاعات تصادفات و ترافیک عبوری و پارامترهای مربوط به عوامل طبیعی به سه سال اخیر در محور مورد مطالعه از پلیس راهور، مرکز مدیریت راه‌های کشور و سازمان هواشناسی کشور دریافت گردید. داده‌های ترافیکی براساس برای هر ساعت از شبانه روز از هر یک از ایستگاه‌های ترددشمار ثبت شده و در پایگاه داده در قالب فایل اکسل از مرکز مدیریت راه‌های کشور دریافت شد. داده‌های مربوط به شرایط آب و هوایی نیز برای ساعات مختلف شبانه روز از سازمان هواشناسی کشور برای ایستگاه‌های هواشناسی محدوده محور مورد مطالعه برای بازه زمانی سال‌های ۱۳۹۷ الی ۱۳۹۹ به مدت سه سال دریافت گردید. داده‌های تصادفات نیز از پلیس راهور دریافت شد. به منظور بررسی و تحلیل تاثیر شرایط آب و هوایی بر روی تصادفات در محور مورد مطالعه از روش‌های تحلیل آماری استفاده شد.

سی سنگان مورد بررسی قرار گرفته است. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه محور نور- نوشهر، محدوده جنگل سی سنگان در شکل ۱ نشان داده شده است. روش تحقیق از نظر هدف، کاربردی و از نظر هدف، تحقیق و توسعه‌ای و از نظر نحوه گردآوری و تحلیل داده‌ها از نوع آماری می‌باشد. پژوهش در بازه زمانی در سال‌های گذشته تا به امروز بوده و بعد از به دست آوردن داده‌های ترافیکی و هواشناسی پاکسازی و اصلاحات مدنظر بر روی داده‌ها انجام شد. داده‌های ترافیکی شامل حجم وسایل نقلیه عبوری، متوسط سرعت و درصد وسایل نقلیه سنگین برای بازه‌های ساعتی است و داده‌های هواشناسی شامل درجه حرارت، مقدار بارش (باران و برف) و مه و داده‌ها برای بازه‌های سه ساعته می‌باشد. داده‌ها باهم مرتبط و بر اساس شب و روز و بر اساس شرایط جوی مختلف مانند (بارندگی خفیف، سنگین، برف خفیف و سنگین) تقسیم بندی شدند. از آنجا که تحقیق حاضر به دنبال طراحی مدل تاثیر عوامل طبیعی در حوادث قطعه‌ای از جاده محوری نوشهر به رویان (در مجاورت پارک جنگلی ساحلی سی سنگان نوشهر) در سال‌های اخیر می‌باشد، ابتدا با استناد به آمار سازمان هواشناسی به بررسی پارامترهای اقلیمی و تجزیه و تحلیل آن اقدام شد و سپس با استفاده از آمار تصادفات جاده‌ای و ترافیک عبوری در این قطعه از مسیر، تصادفات ناشی از اقلیم مورد بررسی قرار گرفت. بدین صورت که داده‌های سه سال اخیر تصادفات، شرایط آب و هوایی و ترافیک



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه محور نور- نوشهر، محدوده جنگل سی سنگان

۳- بحث

هوایی، وضعیت روسازی و شدت تصادف نرمال است. دلیل این موضوع این است که متغیرهای زمان، سال، ماه، روز، سرعت، حجم ترافیک، دما، سرعت باد، دید افقی، بارندگی، وضعیت آب و هوایی، وضعیت روسازی و شدت تصادف می تواند با بکارگیری یک تابع برازش نرمال تمامی داده‌های مورد بررسی را در بر بگیرد.

نتایج آزمون کولموگراف-اسمیرنوف برای داده‌های زمان، سال، ماه، روز، سرعت، حجم ترافیک، دما، سرعت باد، دید افقی، بارندگی، وضعیت آب و هوایی، وضعیت روسازی و شدت تصادف حاکی از آن است که توزیع داده های زمان، سال، ماه، روز، سرعت، حجم ترافیک، دما، سرعت باد، دید افقی، بارندگی، وضعیت آب و

۴-تحلیل فراوانی متغیرها

تحلیل فراوانی شامل تعیین تعداد و درصد مربوط به گروه‌های مختلف داده‌های یک متغیر است. تحلیل فراوانی در جدول ۱ برای تمامی متغیرها ارائه شده است. بر اساس داده‌های جدول ۱ برای متغیر زمان، تمامی ۲۴ ساعت شبانه روز، ۱۲ ماه، ۳ سال، داده‌های ترافیک، آب و هوایی و تصادفات موجود هستند و سهم متغیر زمان معادل ۴/۲ درصد، سهم ۱۲ ماه معادل ۸/۵ درصد، سهم سال معادل ۳۳/۳ درصد، سهم روزهای هفته معادل ۱۴/۳ درصد برای روزهای شنبه تا سه شنبه و ۱۴/۲ درصد برای روزهای چهارشنبه تا جمعه، از کل داده‌هاست. داده‌های جدول ۱ حاکی از آن است که داده‌های سرعت در بازه‌های مختلف قرار گرفتند. سهم سرعت بین ۷۰ تا ۹۰ کیلومتر بر ساعت معادل ۹۴/۵ درصد از کل داده‌هاست. پس از آن سرعت بین ۵۰ تا ۷۰ کیلومتر بر ساعت با ۵/۲ درصد و سرعت تا ۵۰ کیلومتر بر ساعت با ۰/۲ درصد و سرعت ۹۰ تا ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت با ۰/۱ درصد هستند. سرعت بیش از ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت نیز سهمی از داده‌ها نداشته است. داده‌های ترافیک عبوری در بازه‌های مختلف قرار گرفتند. سهم ترافیک تا ۱۰۰۰ وسیله نقلیه معادل ۶۸/۸ درصد از کل داده‌هاست. پس از آن ترافیک بین ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ وسیله نقلیه با ۳۰/۴ درصد و ترافیک بین ۲۰۰۰ تا ۵۰۰۰ وسیله نقلیه با ۷ درصد هستند. ترافیک بیش از ۵۰۰۰ وسیله نقلیه سهمی از داده‌ها نداشته است. داده‌های دمای هوا در بازه‌های مختلف قرار گرفتند. سهم دمای ۲۰ تا ۳۰ درجه سانتیگراد معادل ۴۲/۹ درصد از کل داده‌هاست. پس از آن دمای بین ۱۰ تا ۲۰ درجه سانتیگراد معادل ۳۰/۱ درصد و دمای بین ۰ تا ۱۰ درجه سانتیگراد معادل ۲۵/۱ درصد و دمای بالاتر از ۳۰ درجه سانتیگراد معادل ۱/۸ درصد از کل داده‌ها سهم دارند. دمای تا صفر درجه سانتیگراد سهمی از داده‌ها نداشته است. داده‌های سرعت باد نیز در بازه‌های

مختلف قرار گرفتند. سهم سرعت باد تا ۱۰ کیلومتر بر ساعت معادل ۷۰/۱ درصد از کل داده‌هاست. پس از آن سرعت باد بین ۱۰ تا ۲۰ کیلومتر بر ساعت معادل ۲۳/۲ درصد و سرعت باد بین ۲۰ تا ۳۰ کیلومتر بر ساعت معادل ۵ درصد و سرعت بالاتر از ۳۰ کیلومتر بر ساعت معادل ۱/۷ درصد از کل داده‌ها سهم دارند. داده‌های دید افقی در بازه‌های مختلف قرار گرفتند. سهم دید افقی بیش از ۱۰ کیلومتر معادل ۸۱/۵ درصد از کل داده‌هاست. پس از آن دید افقی بین ۵ تا ۱۰ کیلومتر معادل ۱۰/۵ درصد و دید افقی تا ۵ کیلومتر معادل ۸ درصد از کل داده‌ها سهم دارند. داده‌های بارندگی در بازه‌های مختلف قرار گرفتند. سهم بارندگی تا ۱ میلی‌متر معادل ۹۴/۳ درصد از کل داده‌ها است. پس از آن سهم بارندگی ۱ تا ۵ میلی‌متر معادل ۲/۵ درصد و سهم بارندگی ۵ تا ۱۰ میلی‌متر معادل ۱/۷ درصد از کل داده‌ها سهم دارند. پس از آن بارندگی بیش از ۱۰ میلی‌متر معادل ۱/۵ درصد از کل داده‌ها سهم دارد. داده‌های وضعیت آب و هوایی در حالت‌های مختلف قرار گرفتند. سهم شرایط آفتابی معادل ۶۰/۴ درصد از کل داده‌ها است. پس از آن سهم شرایط ابری معادل ۲۵/۶ درصد و سهم شرایط بارانی معادل ۱۲/۵ درصد و سهم شرایط برفی ۱/۵ درصد از کل داده‌ها سهم دارند. داده‌های وضعیت روسازی در حالت‌های مختلف قرار گرفتند. سهم وضعیت خشک معادل ۹۴/۳ درصد از کل داده‌هاست. پس از آن سهم وضعیت مرطوب معادل ۵/۷ درصد از کل داده‌ها است. داده‌های شدت تصادف در حالت‌های مختلف قرار گرفتند. سهم بدون خسارت معادل ۸۹/۵ درصد از کل داده‌هاست. پس از آن سهم خسارتی معادل ۵/۹ درصد از کل داده‌ها است. پس از آن تصادفات جرحی معادل ۴/۲ درصد و فوتی معادل ۰/۵ درصد سهم از کل داده‌ها دارند (جدول ۱).

جدول ۱. تحلیل فراوانی متغیرها

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent	
Time	Valid	1	1096	4.2	4.2	4.2
		2	1096	4.2	4.2	8.3
		3	1096	4.2	4.2	12.5
		4	1096	4.2	4.2	16.7
		5	1096	4.2	4.2	20.8
		6	1096	4.2	4.2	25.0
		7	1096	4.2	4.2	29.2
		8	1096	4.2	4.2	33.3
		9	1096	4.2	4.2	37.5
		10	1096	4.2	4.2	41.7
		11	1096	4.2	4.2	45.8
		12	1096	4.2	4.2	50.0
		13	1096	4.2	4.2	54.2
		14	1096	4.2	4.2	58.3
		15	1096	4.2	4.2	62.5
		16	1096	4.2	4.2	66.7
		17	1096	4.2	4.2	70.8
		18	1096	4.2	4.2	75.0
		19	1096	4.2	4.2	79.2
		20	1096	4.2	4.2	83.3
		21	1096	4.2	4.2	87.5
		22	1096	4.2	4.2	91.7
		23	1096	4.2	4.2	95.8
		24	1096	4.2	4.2	100.0
			Total	26304	100.0	100.0
Month	Valid	1	2229	8.5	8.5	8.5
		2	2232	8.5	8.5	17.0
		3	2232	8.5	8.5	25.4
		4	2232	8.5	8.5	33.9
		5	2232	8.5	8.5	42.4
		6	2235	8.5	8.5	50.9
		7	2157	8.2	8.2	59.1
		8	2160	8.2	8.2	67.3
		9	2160	8.2	8.2	75.5
		10	2160	8.2	8.2	83.7
		11	2160	8.2	8.2	92.0
		12	2115	8.0	8.0	100.0
			Total	26304	100.0	100.0
Year	Valid	1397	8760	33.3	33.3	33.3
		1398	8760	33.3	33.3	66.6
		1399	8784	33.4	33.4	100.0
		Total	26304	100.0	100.0	
Speed	Valid	تا ۵۰ کیلومتر بر ساعت	59	.2	.2	.2
		۵۰ تا ۷۰ کیلومتر بر ساعت	1364	5.2	5.2	5.4
		۷۰ تا ۹۰ کیلومتر بر ساعت	24836	94.5	94.5	99.9
		۹۰ تا ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت	35	.1	.1	100.0
		بیش از ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت	0	0	0	100.0
		Total	26304	100.0	100.0	
Day	Valid	شنبه	3768	14.3	14.3	14.3
		یکشنبه	3768	14.3	14.3	28.6
		دوشنبه	3768	14.3	14.3	43.0
		سه شنبه	3768	14.3	14.3	57.3
		چهارشنبه	3744	14.2	14.2	71.5
		پنجشنبه	3744	14.2	14.2	85.8
		جمعه	3744	14.2	14.2	100.0
		Total	26304	100.0	100.0	
Traffic Volume	Valid	تا ۱۰۰۰ وسیله نقلیه	18087	68.8	68.8	68.8
		۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ وسیله نقلیه	8009	30.4	30.5	99.2
		۲۰۰۰ تا ۵۰۰۰ وسیله نقلیه	197	.7	.7	100.0
		۵۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ وسیله نقلیه	1	.0	.0	100.0
		Total	26304	100.0	100.0	

Temp	Valid	تا ۰ درجه	0	0	0	0
		۰ تا ۱۰ درجه	6615	25.1	25.1	25.1
		۱۰ تا ۲۰ درجه	7926	30.1	30.1	55.3
		۲۰ تا ۳۰ درجه	11289	42.9	42.9	98.2
		بالاتر از ۳۰ درجه	474	1.8	1.8	100.0
		Total	26304	100.0	100.0	
Wind speed	Valid	تا ۱۰ کیلومتر بر ساعت	18450	70.1	70.1	70.1
		بین ۱۰ تا ۲۰ کیلومتر بر ساعت	6108	23.2	23.2	93.4
		بین ۲۰ تا ۳۰ کیلومتر بر ساعت	1305	5.0	5.0	98.3
		بیش از ۳۰ کیلومتر بر ساعت	441	1.7	1.7	100.0
				Total	26304	100.0
Horizontal Visibility	Valid	تا ۵ کیلومتر	2115	8.0	8.0	8.0
		۵ تا ۱۰ کیلومتر	2754	10.5	10.5	18.5
		بیش از ۱۰ کیلومتر	21435	81.5	81.5	100.0
				Total	26304	100.0
Rainfall	Valid	تا ۱ میلیمتر	24792	94.3	94.3	94.3
		از ۱ تا ۵ میلیمتر	666	2.5	2.5	96.8
		۵ تا ۱۰ میلیمتر	441	1.7	1.7	98.5
		بیش از ۱۰ میلیمتر	405	1.5	1.5	100.0
				Total	26304	100.0
Weather condition	Valid	آفتابی	15881	60.4	60.4	60.4
		ابری	6736	25.6	25.6	86.0
		بارانی	3282	12.5	12.5	98.5
		برفی	405	1.5	1.5	100.0
				Total	26304	100.0
Pavement condition	Valid	خشک	24792	94.3	94.3	94.3
		مرطوب	1512	5.7	5.7	100.0
				Total	26304	100.0
Severity	Valid	بدون خسارت	23535	89.5	89.5	89.5
		خسارتی	1544	5.9	5.9	95.3
		جرحی	1106	4.2	4.2	99.5
		فوتی	119	.5	.5	100.0
				Total	26304	100.0

مدل‌های شدت تصادفات براساس تمامی متغیرهای موثر

درصد مدل رگرسیون ۸۰/۱ درصد مدل لگاریتمی و ۸۵/۴ درصد مدل شدت تصادف از تغییرات متغیر وابسته (شدت تصادف) توسط متغیرهای مستقل تبیین شده است که بالا بوده و نشان می‌دهد مدل‌های مورد نظر به خوبی می‌تواند به پیش‌بینی شدت تصادف براساس متغیرهای مستقل موثر و معنادار آن بپردازد.

در جدول ۲، خروجی نرم افزار SPSS برای تحلیل رگرسیون، ضریب تعیین و ضریب تعمیم یافته آمده است که نشان می‌دهد چند درصد از تغییرات در متغیر وابسته توسط متغیرهای مستقل و توسط این مدل رگرسیون تبیین شده است. در اینجا با استفاده از ضریب تعیین (همبستگی) تعدیل شده می‌توان گفت ۸۶/۹

جدول ۲. خلاصه مدل‌های رگرسیونی، لگاریتمی و شدت تصادف

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
Regression	.932 ^a	.869	.869	.253
Logarithm	.897 ^b	.805	.801	.269
Severity of the accident	.944 ^c	.854	.854	.352

a. Predictors: (Constant), Surface Condition, Speed, Traffic volume, Year, Day, Month, Time, Temp, Wind speed, Horizontal Visibility, Weather Condition, Rainfall.

b. Predictors: (Constant), Surface condition, Day, Month, Time, Wind speed, Year, Horizontal Visibility, Temp, Rainfall, Weather condition

c. Predictors: (Constant), Temp, Wind speed, Rainfall, Weather Condition, Wind speed

تصادفات است). مقدار آماره‌ی آزمون معنی‌داری مدل شدت تصادف که همان آماره F است برابر $۳/۱۹۷$ است که با مقدار حاصل از جدول توزیع فیشر با $p-1=5$ و $n-p=26304-5=26299$ درجه آزادی مقایسه می‌شود (عدد ۲۶۳۰۴ تعداد کل داده‌های شدت تصادفات است). البته با توجه به مقدار P -value آزمون که برابر $۰/۰۰$ و کمتر از $۰/۰۵$ است، فرض صفر با اطمینان ۹۵ درصد رد می‌شود. یعنی مدل موجود با اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار و بر اساس داده‌های موجود این مدل قادر به بیان تغییرات شدت تصادف می‌باشد.

جدول ۳ در خروجی‌های SPSS معنی‌داری کلی مدل رگرسیون را آزمون می‌کند. مقدار آماره‌ی آزمون معنی‌داری مدل رگرسیون که همان آماره F است برابر $۸۰/۸۹۸$ است که با مقدار حاصل از جدول توزیع فیشر با $p-1=12$ و $n-p=26304-12=26292$ درجه آزادی مقایسه می‌شود (عدد ۲۶۳۰۴ تعداد کل داده‌های شدت تصادف است). مقدار آماره‌ی آزمون معنی‌داری مدل لگاریتمی که همان آماره F است برابر $۳۴/۷۶۸$ است که با مقدار حاصل از جدول توزیع فیشر با $p-1=12$ و $n-p=26304-12=26292$ درجه آزادی مقایسه می‌شود (عدد ۲۶۳۰۴ تعداد کل داده‌های شدت

جدول ۳. آنالیز واریانس متغیرهای مدل‌های رگرسیونی، لگاریتمی و شدت تصادف پیش‌بینی شدت تصادف

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	Regression	227.540	12	18.962	80.898	.000 ^b
	Residual	6160.028	26292	.234		
	Total	6387.568	26304			
Logarithm	Regression	23.589	12	1.966	34.768	.000 ^b
	Residual	1485.918	26292	.057		
	Total	1509.507	26304			
Severity of the accident	Regression	3.886	5	.777	3.197	.007 ^c
	Residual	6391.989	26299	.243		
	Total	6395.875	26304			

a. Dependent Variable: Severity

b. Predictors: (Constant), Surface Condition, Year, Time, Day, Month, Speed, Rainfall, Temp, Wind

speed, Traffic volume, Weather Condition, Horizontal Visibility.

c. Predictors: (Constant), Weather Condition, Wind speed, Temp, Rainfall, Horizontal Visibility.

تحلیل جدول ۴ مربوط به مدل رگرسیونی منجر به مدلی به صورت رابطه (۱) شد.

$$\log Severity = -0.152 \times year + 0.002 \times month - 0.002 \times day + 0.015 \times speed - 0.045 \times (1)$$

$$traffic + 0.014 \times temp + 0.021 \times wind\ speed + 0.019 \times horizontal\ visibility + 0.606 \times rainfall + 0.698 \times weather\ condition + 0.622 \times surface\ condition - 0.280$$

تحلیل جدول ۴ مربوط به مدل لگاریتمی منجر به مدلی به صورت رابطه (۲) شد.

$$\log(Severity) = 0.086 \times time - 0.010 \times year + 0.040 \times month + 0.018 \times day + 0.239 \times temp + (2)$$

$$0.250 \times wind\ speed + 0.022 \times horizontal\ visibility + 0.085 \times rainfall + 0.011 \times weather\ condition + 0.344 \times surface\ condition + 0.463$$

مطابق جدول ۴، بارندگی با بیشترین سهم نسبت به دیگر عوامل آب و هوایی و پس از آن شرایط آب و هوایی بر روی شدت تصادفات موثر هستند

(۳)

$$Severity = 0.027 \times temp + 0.066 \times wind\ speed + 0.022 \times horizontal\ visibility + 0.832 \times (3)$$

$$rainfall + 0.698 \times weather\ condition + 0.124$$

ارائه شده نیز موجود نمی‌باشند. جدول Coefficients. اطلاعاتی را در مورد متغیرهای پیش بین به ما می‌دهد. مشاهده می‌شود که مقدار ثابت و برخی متغیرها مقدار P-value یا همان Sig در مدل معنادار شده‌اند. پس از تعیین معنادار بودن مقدار ثابت و متغیرهای

مقدار p-value یا همان Sig مربوط به چندین متغیر کمتر از $۰/۰۵$ می‌باشد و فرض صفر برای این متغیرها رد می‌شود یعنی این متغیرها در مدل باقی می‌ماند. ولی با اطمینان ۹۵ درصد می‌توان گفت ضرورتی برای دیگر متغیرها در مدل وجود ندارد که در جدول

می‌سنجد. همانطور که از نتایج خروجی مقادیر t مشخص هست، تمامی مقادیر بالا بوده و احتمال بیشتری برای رد فرض صفر را به وجود آورده‌اند و میزان p -value در کنار مقادیر آماره t موکد این امر است.

موثر، جهت ایجاد معادله رگرسیونی از میزان ضریب رگرسیونی استاندارد نشده (B) استفاده می‌شود. معادله رگرسیونی جهت پیش‌بینی دقیق مقادیر متغیر وابسته مورد استفاده قرار می‌گیرد. مقدار t اندازه تفاوت را نسبت به تغییرپذیری بدست آمده از نمونه‌ها را

جدول ۴. تعیین ضرایب متغیرهای موثر بر شدت تصادف

Model		Coefficients ^a			T	Sig.
		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
		B	Std. Error	Beta		
Regression	(Constant)	-.280	.026		-10.591	.000
	Time	.000	.000	.004	1.849	.064
	Year	-.152	.002	-.179	-64.575	.000
	Month	.002	.000	.012	4.976	.000
	Day	-.002	.001	-.007	-2.908	.004
	Speed	.015	.006	.005	2.261	.024
	Traffic volume	-.045	.003	-.031	-12.962	.000
	Temp	.014	.002	.017	7.179	.000
	Wind speed	.021	.003	.020	8.427	.000
	Horizontal Visibility	.019	.003	.016	6.042	.000
	Rainfall	.606	.008	.408	71.900	.000
	Weather Condition	.698	.003	.769	241.656	.000
Surface Condition	.622	.006	.542	100.107	.000	
Logarithm	(Constant)	.463	.161		2.880	.004
	Time	.086	.002	.585	40.375	.000
	Year	-.010	.012	-.013	-.845	.038
	Month	.040	.006	.130	7.116	.000
	Day	.018	.007	.036	2.479	.013
	Temp	.239	.019	.274	12.640	.000
	Wind speed	.250	.025	.148	9.994	.000
	Horizontal Visibility	.022	.022	.015	1.011	.012
	Rainfall	.085	.086	.021	.991	.022
	Weather Condition	.011	.046	.006	.236	.013
Surface Condition	.344	.091	.072	3.784	.000	
Severity of the accident	(Constant)	.124	.011		10.985	.000
	Rainfall	.832	.005	.740	177.958	.000
	Wind speed	.066	.003	.083	20.008	.000
	Horizontal Visibility	.022	.022	.015	1.011	.012
	Weather Condition	.698	.003	.769	241.656	.000
	Temp	.027	.003	.043	10.303	.000

a. Dependent Variable: Severity

آزمون همبستگی بین متغیرها

در جدول ۵ نتیجه آزمون همبستگی ارائه شده است. با توجه به جدول ۵ می‌توان دریافت که به دلیل عدم معناداری ارتباط بین متغیرهای مستقل (sig بالاتر از ۰/۰۵)، این متغیرها برای مدلسازی قابل استفاده خواهند بود.

جدول ۵. آزمون همبستگی پیرسون

Correlations														
		Time	Year	Month	Day	Speed	Traffic Volume	Temp	Wind speed	Horizontal Visibility	Rainfall	Weather Condition	Surface Condition	Severity
Time	Pearson Correlation	1	0	0.001	0	.034**	.267**	.032**	-.023**	0.01	-.064**	.013*	0.008	.164**
	Sig. (2-tailed)		1	0.933	0.837	0.6	0.712	0.979	0.1	0.107	0.0899	0.06	0.185	0
	N	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304
Year	Pearson Correlation	0	1	0.002	0.001	.032**	0.009	-.076**	-.090**	-0.009	.054**	0.001	0	.050**
	Sig. (2-tailed)	1		0.734	0.856	0.208	0.138	0.07	0.209	0.161	0.703	0.901	0.99	0
	N	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304
Month	Pearson Correlation	0.001	0.002	1	0.001	-.066**	-.113**	-.119**	-.232**	.204**	0.001	-0.004	-.041**	-.023**
	Sig. (2-tailed)	0.933	0.734		0.83	0.121	0.206	0.309	0.412	0.315	0.881	0.532	0.083	0
	N	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304
Day	Pearson Correlation	0	0.001	0.001	1	-.034**	-.093**	0.001	.012*	-.076**	.044**	-.025**	-0.01	0.005
	Sig. (2-tailed)	0.837	0.837	0.83		0.876	0.656	0.849	0.654	0.394	0.109	0.375	0.097	0.03
	N	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304
Speed	Pearson Correlation	.034**	.032**	-.066**	-.034**	1	.015*	-.015*	.037**	.036**	-.023**	.020**	.018**	.013*
	Sig. (2-tailed)	0.6	0.6	0.121	0.876		0.012	0.013	0.199	0.309	0.746	0.836	0.053	0.034
	N	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304
Traffic volume	Pearson Correlation	.267**	0.009	-.113**	-.093**	.015*	1	.185**	.126**	.027**	-.038**	-0.004	-.038**	.114**
	Sig. (2-tailed)	0.712	0.712	0.206	0.656	0.012		0.302	0.102	0.202	0.374	0.533	0.858	0
	N	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304
Temp	Pearson Correlation	.032**	-.076**	-.119**	0.001	-.015*	.185**	1	.041**	.231**	-.124**	-0.002	-0.007	.023**
	Sig. (2-tailed)	0.979	0.979	0.309	0.849	0.013	0.302		0.432	0.208	0.584	0.721	0.226	0
	N	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304
Wind speed	Pearson Correlation	-.023**	-.090**	-.232**	.012*	.037**	.126**	.041**	1	-.237**	.050**	-0.001	.025**	0.001
	Sig. (2-tailed)	0.1	0.1	0.412	0.654	0.199	0.102	0.432		0.369	0.374	0.866	0.746	0.049

فصلنامه علمی جاده، سال بیست و دوم، دوره دوم، شماره ۱۱۹، تابستان ۱۴۰۳

	N	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304
Horizontal Visibility	Pearson Correlation	0.01	-0.009	.204**	-.076**	.036**	.027**	.231**	-.237**	1	-.405**	-.017**	-.100**	0.012
	Sig. (2-tailed)	0.107	0.107	0.315	0.394	0.309	0.202	0.208	0.369		0.583	0.756	0.623	0.046
	N	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304
Rainfall	Pearson Correlation	-.064**	.054**	0.001	.044**	-.023**	-.038**	-.124**	.050**	-.405**	1	0.008	.032**	-0.003
	Sig. (2-tailed)	0.899	0.0899	0.881	0.109	0.746	0.374	0.584	0.374	0.583		0.183	0.322	0.031
	N	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304
Weather Condition	Pearson Correlation	.013*	0.001	-0.004	-.025**	.020**	-0.004	-0.002	-0.001	-.017**	0.008	1	.382**	0.004
	Sig. (2-tailed)	0.06	0.06	0.532	0.375	0.836	0.533	0.721	0.866	0.756	0.183		0.454	0.045
	N	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304
Surface Condition	Pearson Correlation	0.008	0	-.041**	-0.01	.018**	-.038**	-0.007	.025**	-.100**	.032**	.382**	1	-0.004
	Sig. (2-tailed)	0.185	0.185	0.083	0.097	0.053	0.858	0.226	0.746	0.623	0.322	0.454		0.042
	N	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304
Severity	Pearson Correlation	.164**	.050**	-.023**	0.005	.013*	.114**	.023**	0.001	0.012	-0.003	0.004	-0.004	1
	Sig. (2-tailed)	0	0	0	0.03	0.034	0	0	0.049	0.046	0.031	0.045	0.042	
	N	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304	26304

تحلیل با شبکه عصبی

نتایج تحلیل با روش شبکه عصبی در جدول‌های ۶ و ۷ ارائه شده است. بر اساس جدول ۶، تعداد لایه‌های پنهان معادل ۱ لایه و ۱۲ متغیر موثر بر شدت تصادفات هم برای مدل شبکه عصبی در نظر گرفته شده است.

جدول ۶. خلاصه اطلاعات شبکه عصبی

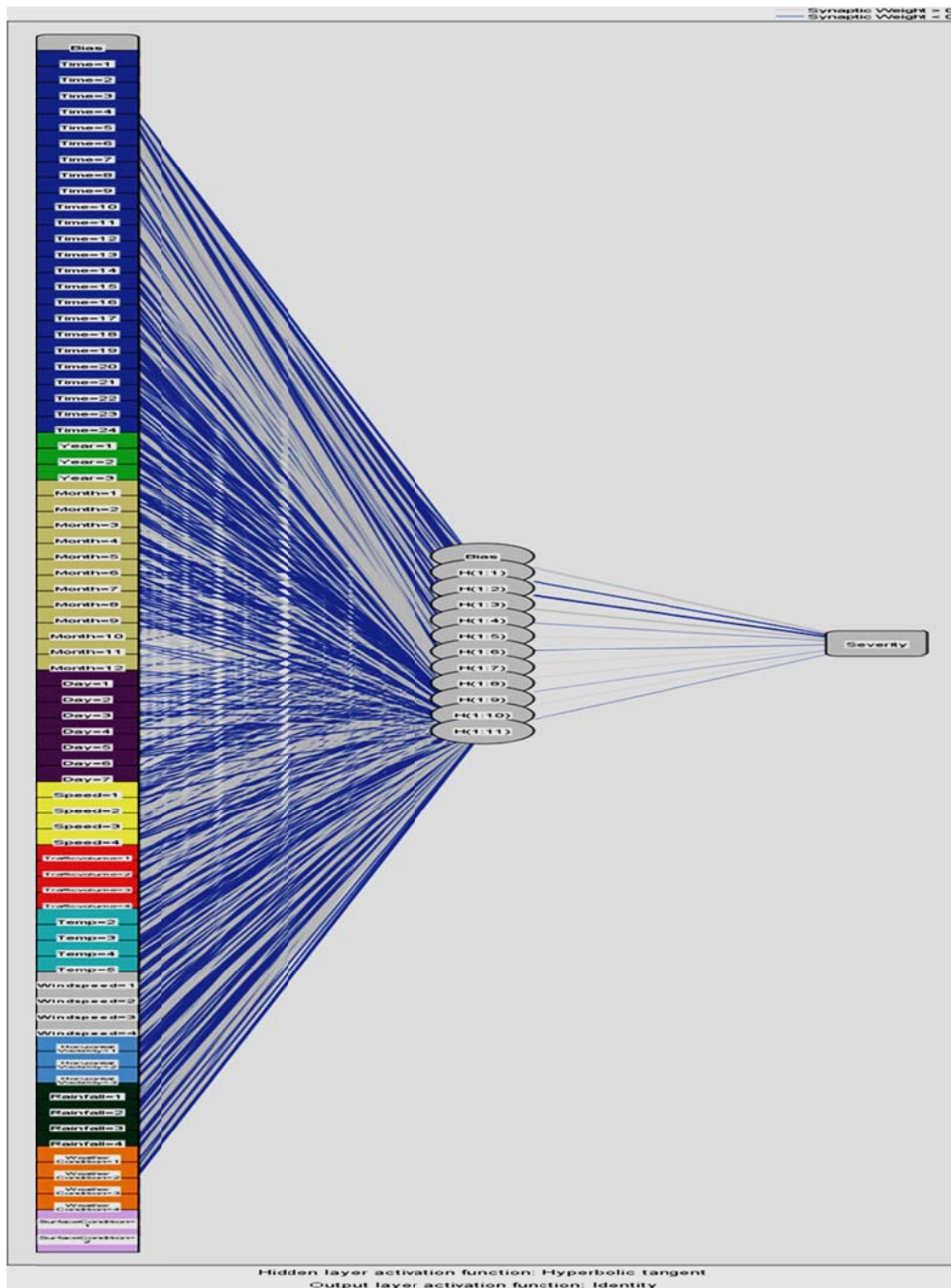
Network Information			
Input Layer	Factors	1	Time
		2	Year
		3	Month
		4	Day
		5	Speed
		6	Traffic volume
		7	Temp
		8	Wind speed
		9	Horizontal Visibility
		10	Rainfall
		11	Weather Condition
		12	Surface Condition
Number of Units ^a			75
Hidden Layer(s)	Number of Hidden Layers		1
	Number of Units in Hidden Layer 1 ^a		9
	Activation Function		Hyperbolic tangent
Output Layer	Dependent Variables	1	Severity
	Number of Units		1
	Rescaling Method for Scale Dependents		Standardized
	Activation Function		Identity
	Error Function		Sum of Squares
a. Excluding the bias unit			

خطای مجموع مربعات و خطای نسبی برای آموزش و آزمایش داده‌ها تعیین شده است و با توجه به خطای نسبی پایین‌تر از ۱ برای دو مرحله آموزش و آزمایش می‌توان به نتایج شبکه عصبی اعتماد نمود.

جدول ۷. خلاصه مدل شبکه عصبی

Model Summary		
Training	Sum of Squares Error	9186.477
	Relative Error	.993
	Stopping Rule Used	1 consecutive step(s) with no decrease in error ^a
	Training Time	0:00:01.98
Testing	Sum of Squares Error	4155.977
	Relative Error	.989
Dependent Variable: Severity		
a. Error computations are based on the testing sample.		

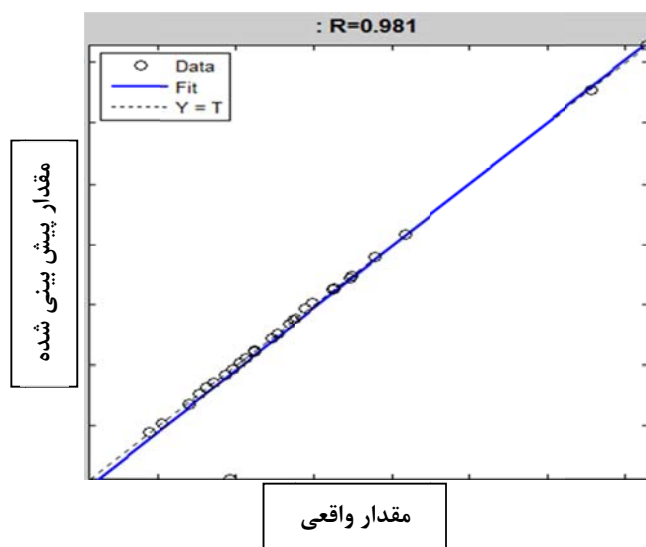
در شکل ۲ ساختار شبکه عصبی نشان شده است. همانطور که در شکل ۲ مشخص است، تمامی ۱۲ متغیر به همراه زیر مقادیر هر کدام ارائه شده است و ساختار شبکه عصبی را تشکیل می‌دهد.



شکل ۲. نمایی از ساختار شبکه عصبی

توسط مدل و داده‌های واقعی برازشی داده شده است که با توجه به میزان مقدار برازش نشان از دقت بالای مدل و داده‌ها می‌دهد.

در شکل ۳ به ارائه رابطه بین شدت تصادفات پیش‌بینی شده با مقادیر داده‌های واقعی پرداخته شده است. همانطور که در شکل ۳ نشان داده شده، بین شدت تصادفات پیش‌بینی شده



شکل ۳. نمایی از رابطه بین شدت تصادفات پیش‌بینی شده با مقادیر داده‌های واقعی

در جدول‌های ۸ و ۹ به ارائه نتایج آزمون آماری t شامل تحلیل میانگین نمونه t و آزمون میانگین نمونه t هستند.

جدول ۸. تحلیل میانگین نمونه t بر اساس آزمون t

One-Sample Statistics				
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Time	26304	12.50	6.922	.043
Year	26304	2.00	.817	.005
Month	26304	6.44	3.447	.021
Day	26304	3.99	2.000	.012
Speed	26304	2.94	.243	.001
Traffic volume	26304	1.32	.482	.003
Temp	26304	3.21	.841	.005
Wind speed	26304	1.38	.660	.004
Horizontal Visibility	26304	2.73	.597	.004
Rainfall	26304	1.11	.469	.003
Weather Condition	26304	1.31	.646	.004
Surface Condition	26304	1.22	.416	.003
Severity	26304	.16	.493	.003

روسازی که همان آماره F است، به ترتیب برابر $۵۳/۴۴۸$ ، $۷/۴۵۱$ ، $۶/۸۹۷$ ، $۱۱۷/۰۵۸$ ، $۱/۹۴۴$ ، $۱/۲۳۸$ ، $۶/۴۲۰$ ، $۳۳/۵۶۱$ ، $۱/۹۶۸$ ، $۳/۱۰۱$ ، $۰/۶۷۹$ و $۰/۳۷۱$ است که با مقدار حاصل از جدول توزیع فیشر با $p-1=23$ و $n-p=26303$ درجه آزادی مقایسه می‌شود (عدد ۲۶۳۰۳ تعداد کل داده‌های شدت تصادفات است). البته با توجه به مقدار P -value آزمون که برابر $۰/۰$ است و کمتر از $۰/۰۵$ می‌باشد فرض صفر با اطمینان ۹۵ درصد رد می‌شود.

با توجه به جدول ۹ می‌توان دریافت که مقدار t اندازه تفاوت را نسبت به تغییرپذیری بدست آمده از نمونه‌ها را می‌سنجد. به عبارت دیگر، t برابر با تفاوت محاسبه شده تقسیم بر خطای استاندارد (SE MEAN) است. نتایج آزمون F تحلیل واریانس یک طرفه یا ANOVA در جدول ۱۰ آورده شده است. مقدار آماره آزمون معنی‌داری مدل متغیرهای زمان، سال، ماه، روز، سرعت، حجم ترافیک، سرعت باد، دید افقی، بارش، شرایط آب و هوایی و وضعیت

مقدار ۰/۰۵ است یعنی فرض H_1 (برابر نبودن واریانس‌های دو گروه داده) رد و فرض H_0 (برابر بودن واریانس‌های دو گروه داده) پذیرفته می‌شود. بنابراین واریانس گروه‌های مستقل مربوط به داده‌های متغیر زمان با شدت تصادفات ارتباط معنی‌دار خواهد داشت.

یعنی ارتباط بین متغیر زمان، سال، ماه، روز، سرعت، حجم ترافیک، سرعت باد، دید افقی، بارش، شرایط آب و هوایی و وضعیت روسازی با شدت تصادفات با اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار و بر اساس داده‌های موجود این مدل قادر به بیان تغییرات شدت تصادف می‌باشد. با توجه به نتایج آزمون F مشخص است که سطح معناداری (sig) بالاتر از

جدول ۹. آزمون میانگین نمونه تکی

One-Sample Test						
	Test Value = 0					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Time	292.866	26303	.000	12.500	12.42	12.58
Year	397.354	26303	.000	2.001	1.99	2.01
Month	303.115	26303	.000	6.442	6.40	6.48
Day	323.995	26303	.000	3.995	3.97	4.02
Speed	1963.416	26303	.000	2.945	2.94	2.95
Traffic volume	443.601	26303	.000	1.320	1.31	1.33
Temp	619.848	26303	.000	3.214	3.20	3.22
Wind speed	339.443	26303	.000	1.382	1.37	1.39
Horizontal Visibility	743.463	26303	.000	2.734	2.73	2.74
Rainfall	382.163	26303	.000	1.105	1.10	1.11
Weather Condition	327.947	26303	.000	1.305	1.30	1.31
Surface Condition	476.771	26303	.000	1.222	1.22	1.23
Severity	51.428	26303	.000	.156	.15	.16

جدول ۱۰. نتایج آزمون تحلیل واریانس یک طرفه بین متغیرهای پژوهش و شدت تصادف

Variable	ANOVA					
	Severity					
		Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Time	Between Groups	285.810	23	12.427	53.448	.000
	Within Groups	6110.065	26280	.232		
	Total	6395.875	26303			
Year	Between Groups	16.281	2	8.141	33.561	.000
	Within Groups	6379.593	26301	.243		
	Total	6395.875	26303			
Month	Between Groups	17.133	11	1.558	6.420	.000
	Within Groups	6378.742	26292	.243		
	Total	6395.875	26303			
Day	Between Groups	1.806	6	.301	1.238	.028
	Within Groups	6394.069	26297	.243		
	Total	6395.875	26303			
Speed	Between Groups	2.874	3	.958	3.944	.008
	Within Groups	6384.695	26300	.243		
	Total	6387.568	26303			
Traffic volume	Between Groups	84.199	3	28.066	117.058	.000
	Within Groups	6303.369	26300	.240		
	Total	6387.568	26303			
Temp	Between Groups	5.028	3	1.676	6.897	.000
	Within Groups	6390.847	26300	.243		
	Total	6395.875	26303			
Wind speed	Between Groups	5.431	3	1.810	7.451	.000

	Within Groups	6390.443	26300	.243		
	Total	6395.875	26303			
Horizontal Visibility	Between Groups	.957	2	.479	1.968	.040
	Within Groups	6394.917	26301	.243		
	Total	6395.875	26303			
Rainfall	Between Groups	2.262	3	.754	3.101	.026
	Within Groups	6393.613	26300	.243		
	Total	6395.875	26303			
Weather condition	Between Groups	.495	3	.165	.679	.0385
	Within Groups	6395.379	26300	.243		
	Total	6395.875	26303			
Pavement condition	Between Groups	.090	1	.090	.371	.542
	Within Groups	6395.784	26302	.243		
	Total	6395.875	26303			

۴- نتایج

تصادفات در مورد مطالعاتی تحقیق حاضر بود. به گونه‌ای که این میزان برای میزان بارش معادل ضریب مثبت ۰/۸۳۲، شرایط آب و هوایی معادل ضریب مثبت ۰/۶۹۸، سرعت باد معادل ضریب مثبت ۰/۰۶۶، دما معادل ضریب مثبت ۰/۰۲۷، دید افقی معادل ضریب مثبت ۰/۰۲۲ می‌باشد. نتایج حاصل از تحلیل آماری نشان داد که با توجه به تاثیر بالاتر عوامل محیطی در شرایط بحرانی‌تر نسبت به شرایط محیطی عادی، در محورهای حاشیه ساحل، احتمال رخداد تصادفات بیشتر می‌گردد. با توجه به نتایج تحقیق و مدل‌هایی که برای شدت تصادفات ایجاد شد، رابطه متغیرهای معنادار براساس سطح معناداری تعیین شد و این متغیرها برای مدل در نظر گرفته شدند. بر این اساس نتایج، متغیرهای مربوط به شرایط آب و هوایی بر روی شدت تصادف موثر هستند.

نتایج تحقیق کنونی نشان داد با توجه به آزمون کولموگروف-اسمیرنوف برای داده‌های متغیرهای تحقیق می‌توان دریافت که به دلیل معناداری این آزمون، توزیع داده‌های آن برای تمامی متغیرها نرمال است. براساس مطالعات انجام گرفته و تعیین میزان معنی‌داری متغیرهای مستقل موثر بر تصادفات به تعیین متغیرهای موثر پرداخته شد. بر این اساس، ماه، روز هفته، سرعت، حجم ترافیک، دما، سرعت باد، دید افقی، میزان بارش، وضعیت آب و هوایی، وضعیت روسازی از متغیرهای موثر بر تصادفات بودند. با توجه به داده‌ها و مدل‌سازی آماری، مدل رگرسیونی به عنوان مدل برتر برای بررسی تاثیر عوامل طبیعی بر روی حوادث در محدوده مورد مطالعه انتخاب شد. سهم متغیرها به گونه‌ای بود که شرایط آب و هوایی، میزان بارش و سرعت باد، دما و دید افقی مهمترین متغیرهای موثر بر شدت

۵- مراجع

مدیریت شهری، و شهرسازی و معماری با رویکرد اقتصاد و عمران شهری، تبریز.
 قاسمی، فروغ، ستوده، حسن (۱۳۹۳). ارزیابی و تحلیل علل وقوع حوادث ترافیکی در معابر شهری کلان شهر شیراز، سومین کنفرانس ملی تصادفات جاده‌ای، سوانح ریلی و هوایی، زنجان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد زنجان.
 رحیمی، امیرمسعود، شاهی جونقانی، مسعود (۱۳۹۲). کشف روابط بین علل و رخداد تصادفات در استان چهارمحال و

-اصغری زمانی، اکبر، مرادی مفرد، سمیرا، زاد ولی خواجه، شاهرخ، قاسمی، زهرا (۱۳۹۱). بررسی تحلیل فضایی تصادفات درون شهری و عوامل مؤثر انسانی در آن با استفاده از مدل ویکور و GIS مورد مطالعه: شهر زنجان. دوازدهمین کنفرانس مهندسی حمل و نقل و ترافیک ایران، تهران، سازمان حمل و نقل و ترافیک تهران، معاونت حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران.
 عشوریان، جواد و دیواندری، حسن (۱۳۹۹). ارزیابی عوامل مؤثر بر ایمنی ترافیک و تصادفات جاده‌ای. دومین کنفرانس

با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری تحلیل سلسله مراتبی و تحلیل شبکه. *اطلاعات جغرافیایی*، شماره ۱۱۴، علمی-پژوهشی، ۹۹-۱۱۶.

-Paulozzi L.J., George W, Victoria E., Espitia-Hardeman, Yongli X. (2017). Economic development's effect on road transport-related mortality among different types of road users: A cross-sectional international study. *Accident Analysis and Prevention*, 39, 606-617.

-Nigam, A., Chaturvedi, M., & Srivastava, S. (2021). Impact of Rainfall and Waterlogging on Traffic Stream Variables in Developing Countries. In *2021 International Conference on Communication Systems & Networks (COMSNETS)*. IEEE. 728-735.

-Yang, X., Yue, X., Sun, H., Gao, Z., Wang, W. (2021). Impact of weather on freeway origin-destination volume in China. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 143, 30-47.

بختیاری براساس داده‌های آماری گذشته، هفتمین کنگره ملی مهندسی عمران، زاهدان، دانشگاه سیستان و بلوچستان.

-نوحه‌گر، احمد، میردادی، میراد، کاظمی، محمد، مهدوی، رسول (۱۳۹۳). تعیین مهمترین علل وقوع تصادفات با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و تصمیم‌گیری چندمعیاره (مطالعه موردی: محور قشم- لافت). *اولین کنفرانس ملی جغرافیا، گردشگری، منابع طبیعی و توسعه پایدار*، تهران، موسسه ایرانیان، قطب علمی برنامه‌ریزی و توسعه پایدار گردشگری دانشگاه تهران.

-عفتی، میثم و عطرچیان، چکاوک و داودی، محمود (۱۳۹۹). بررسی تأثیر تغییرات فصلی پارامترهای آب و هوایی بر حجم ترافیک وسایل نقلیه سبک در راه‌های برون شهری، *دوازدهمین کنگره ملی مهندسی عمران*، تبریز.

-یزدانیان عصر، حامد و مقدسی، نرگس (۱۳۹۹). مروری بر روش‌های پیش‌بینی جریان ترافیک مبتنی بر روش‌های فرا ابتکاری، *نخستین کنفرانس بین‌المللی معماری و شهرسازی طراحی پایدار و فراگیر برای همگان*، شیراز.

-آهنگرکانی، مهرداد، ملک، محمدرضا (۱۳۹۹). تهیه نقشه ریسک تصادفات رانندگی مبتنی بر اطلاعات مکانی مردم گستر

Investigating and Evaluating the Impact of Natural Factors on Road Accidents on the Coastal Roads of Mazandaran Province and Presenting Effective Solutions (Case Study: Si Sangan Road in Mazandaran Province)

Amirala Arani, Department of Civil Engineering, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Masoud Torabi Azad, Professor, Faculty of Marine Science and Technology, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Hassan Khaksar, Assistance Prof. Department of Civil Engineering, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

E-mail: M Azad@iau-tnb.ac.ir

Received: May 2024- Accepted: June 2024

ABSTRACT

The main purpose of this study is to investigate and evaluate the impact of natural factors on road accidents on coastal roads in Mazandaran province and to provide effective solutions (Case study: Si Sangan road in Mazandaran province). The research method is statistical in terms of data collection and analysis. Due to the fact that the present study seeks to design a model for the impact of natural factors in accidents on a section of the Nowshahr-Royan axis road (adjacent to the Si Sangan Coastal Forest Park in Nowshahr) in recent years, first citing meteorological organization statistics to examine the parameters Climate and its analysis is done and then using the statistics of road accidents and traffic passing in this part of the route, accidents caused by climate are examined. Thus, the data of the last three years of accidents, weather conditions and passing traffic are used for modeling. Analyzes, tests and statistical modeling were performed in the form of SPSS software. The results showed that the share of climate variables was such that weather conditions, rainfall and wind speed, temperature and horizontal visibility were the most important variables affecting the severity of accidents in the present study. So that this amount for the amount of precipitation is equivalent to a positive coefficient of 0.832, weather conditions are equivalent to a positive coefficient of 0.698, wind speed is equivalent to a positive coefficient of 0.066, temperature is equivalent to a positive coefficient of 0.027, and horizontal visibility is equivalent to a positive coefficient of 0.022.

Keywords: Road Accidents, Natural Factors, Coastal Roads, Traffic, Weather Conditions