

پیش بینی احتمال رخ داد تصادفات واژگونی در آزاد راه‌های برون شهری بر اساس تابع رگرسیون لجستیک (مطالعه موردی: آزاد راه زنجان-قزوین و آزاد راه زنجان-تبریز)

مقاله علمی - پژوهشی

سید مهدی سجادی*، گروه مهندسی عمران، واحد زنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، زنجان، ایران
خلیل زمانی، دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه مهندسی عمران، واحد زنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، زنجان، ایران
اشکان رحیم زاده، گروه اقتصاد، واحد زنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، زنجان، ایران
*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: s.mehdi.sajjadi@iauz.ac.ir

دریافت: ۱۴۰۳/۰۳/۱۸ - پذیرش: ۱۴۰۳/۰۹/۳۰

صفحه ۳۱۶-۳۰۹

چکیده

تصادفات واژگونی جزء یکی از مهمترین خطرات محتمل در راه‌ها به شمار می‌رود و بالا بودن شدت این نوع تصادفات و سهم قابل توجهی که در بروز تلفات ترافیکی به خود اختصاص داده است، باعث شده تا از جایگاه خاصی در مجموعه برنامه‌های اقدامات پیشگیرانه به منظور کاهش عواقب آن برخوردار باشد. لذا این تحقیق در پی ارائه مدل آماری با استفاده از رگرسیون لجستیک دو وجهی است تا بدین طریق متغیرهای تاثیرگذار در احتمال رخ داد تصادفات واژگونی آزاد راه‌های بین شهری را شناسایی نماید. برای این پژوهش از اطلاعات فرم کام ۱۱۴، احجام ترافیکی و اطلاعات آب و هواشناسی در سال‌های ۹۲ و ۹۳ و ۹۴ برای آزاد راه‌های زنجان-قزوین و زنجان-تبریز بهره گرفته شده است. نتایج پژوهش نشان داد که مدل احتمال رخ داد تصادفات واژگونی آزاد راه زنجان تبریز توسط سه متغیر مستقل جنسیت، شغل راننده و وضعیت هندسی و با درصد دقت ۸۱ درصد و مدل احتمال رخ داد تصادفات واژگونی آزاد راه زنجان-قزوین تنها با استفاده از دو متغیر مستقل شغل راننده و نوع بار و با درصد دقت ۷۱ درصد حاصل شده اند. با عنایت به مدل زنجان تبریز (مدل پیشنهادی برتر) می‌توان به عنوان نتیجه کلی این گونه ادعا نمود که رخ داد تصادفات واژگونی بیشتر وابسته به عوامل انسانی است.

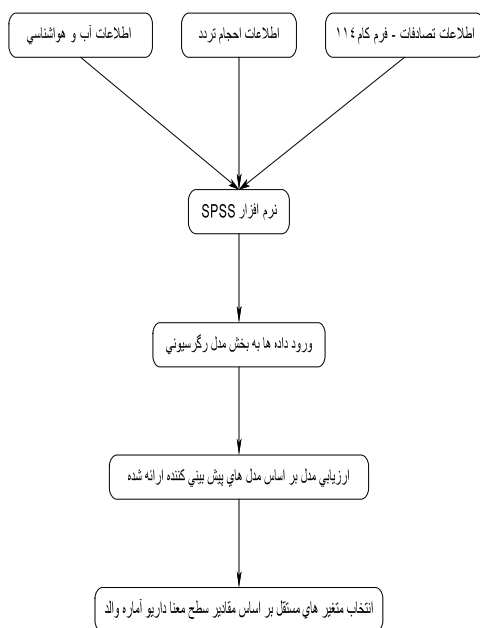
واژه‌های کلیدی: آزاد راه، پیش بینی تصادفات، تصادفات واژگونی، رگرسیون لجستیک

۱- مقدمه

ترنر و همکارانش در سال ۲۰۰۸ تمرکز فعالیت‌های خود را بر روی مدل‌های پیش بینی تصادفات برای تقاطعات قرار دادند. این آمار نشان می‌داند، تقاطعات با حجم ترافیک سنگین و تقاطعاتی که سرعت حرکت وسایل نقلیه در آنها بالا است، جزو نقاط حادثه خیز شهری به حساب می‌آیند [Turner, Roozenburg and Smith, 2009]. مطابق با تحقیقات ترنر، روزنبورگ و وود مشخص گردید، به دلیل

واژگونی از انواع تصادفات مهم بوده که شدت صدمات و خسارات وارده در آن معمولاً زیاد می‌باشد. این نوع تصادفات عمدتاً بنا به دلایلی نظیر سرعت بیش از حد، خستگی و حواس پرتی راننده، نقایص رویه راه و سیستم‌های کنترلی وسیله نقلیه رخ می‌دهد که در آن وسیله نقلیه به خارج از جاده منحرف شده و راننده دیگر، قادر به کنترل وسیله نمی‌باشد [سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای کشور، "۱۳۹۲"].

ویژگی‌هایشان طبقه بندی و کد گذاری مجدد می‌گردند. بعد از طبقه بندی اطلاعات به صورت کد بدی مجدد، متغیرهای مستقل جهت پیش بینی احتمال رخ داد تصادفات واژگونی، وارد بخش مدل رگرسیون لجستیک نرم افزار مذکور می‌شوند. بر اساس نتایج خروجی جدول‌ها، مدل‌های ارائه شده بر اساس درصد دقتشان در پیش بینی مدل، انتخاب می‌شوند. انتخاب متغیرهای مستقل نیز بر اساس آماره والد و سطح معنا داری متغیرهای مستقل می‌باشد. به گونه‌ای که هر متغیر دارای سطح معنا داری (خطای قابل قبول) کمتر از ۰/۰۵ باشد به عنوان متغیر مهم و تاثیر گذار در مدل انتخاب و وارد مدل نهایی خواهد شد.



شکل ۱. فلوجارت فرآیند انجام تحقیق

۳- یافته‌های تحقیق

ابتدای امر در این مرحله مجدداً داده‌های اولیه را کد بندی می‌کنیم. این کدها به شرح ذیل جهت انجام تحلیل رگرسیون به عنوان متغیرهای تاثیر گذار در مدل‌های پیش بینی کننده مورد استفاده قرار می‌گیرند.

-متغیر جنسیت در دو طبقه با کد ۱ برای مرد و کد ۲ برای زن
-متغیر تحصیلات در سه طبقه با کد ۱ برای تحصیلات زیر دیپلم، کد ۲ برای دیپلم و کد ۳ برای تحصیلات بالای دیپلم
-متغیر شغل راننده در سه طبقه با کد ۱ برای شغل رانندگی، کد ۲ برای شغل آزاد و کد ۳ شغل حالت غیره (نظامی، دانشجوی و ...)

اینکه احتمال برخوردهای مختلف در میدان‌ها وجود دارد، از این رو مدل‌های مختلفی برای تصادفات وسایل نقلیه و عابران پیاده در میدان‌ها وجود دارد [Turner, Wood and Roozenburg, 2014]. الیاس و همکارانش در سال ۲۰۱۰ ریسک وقوع تصادف را با استفاده از مدل‌های فعالیت مبنای روزانه ارزیابی نمودند. در این مطالعه از طریق ایجاد سناریوهایی مانند تغییر در سطح تحصیلات و یا اشتغال افراد و همچنین تغییر در دسترسی‌های شبکه راه‌ها، الگوی سفر آنها ارزیابی شده و ریسک مورد انتظار وقوع تصادف شبیه سازی شده است [Elias, Toledo, Shifan, 2010]. حقیقی و شهبازی پژوهش دیگری را با عنوان مدل ارزیابی شدت تصادفات در میدانها (مطالعه موردی شهر تهران) انجام دادند. در این پژوهش به منظور پیدا کردن عوامل مؤثر بر شدت تصادفات و جراحات حاصل از آن و ارتباط این عوامل با دانش علمی موجود با استفاده از مدل رگرسیون لجستیک و رگرسیون پروبیت مورد بررسی قرار گرفت [حقیقی، شهبازی، ۱۳۹۵]. برای موفقیت در کاهش پایدار تصادفات جاده‌ای ضروری است با برنامه‌ریزی شفاف و بهره‌گیری از روش‌های علمی تجربه شده عمل نمود. بنابراین هدف کلی این تحقیق ارائه مدل ریاضی در پیش بینی احتمال رخ داد تصادفات واژگونی می‌باشد تا بدین طریق این نوع از تصادفات جاده ای را پیش بینی و با استفاده از عملیات پیشگیرانه از وقوع آن‌ها جلوگیری نموده و یا با مدیریت آن خسارات را تا حد قابل توجهی کاهش دهد. در صورتی که بتوان شانس تصادفات را به صورت مدل ریاضی بیان نمود می‌توان احتمال رخ داد تصادفات را با استفاده از خلاهای موجود در واقعیت شناسایی نمود و با ارائه راهکارهای بازدارنده (اعمال قانون) یا تشویقی، استفاده کنندگان از راه (رانندگان) را تا حدودی در برابر آسیب‌های ناشی از تصادفات واژگونی بیمه نمود.

۲- روش تحقیق

این بخش به صورت کلی شاکله اصلی تحقیق را به صورت تئوری بیان می‌کند. در این پژوهش داده‌های تصادفات استخراج شده از فرم کام ۱۱۴، اطلاعات آب و هوا شناسی و احجام ترددی محورهای آزادراهی زنجان-قزوین و زنجان- تبریز در سال‌های ۱۳۹۲ الی ۱۳۹۴ به نرم افزار SPSS وارد شده و سپس اقدام به پایش می‌شود. بعد از ورود داده‌ها به نرم افزار مذکور، متغیرهای وارد شده بر اساس

مدل برابر ۷۵ درصد بوده است. یعنی در این مرحله ۳۰۸ عدد از سایر تصادفات و ۶۶۶ عدد از تصادفات واژگونی به درستی تفکیک شده‌اند. به عبارتی ۲۷۶ عدد از سایر تصادفات به اشتباه در گروه تصادفات واژگونی و ۴۹ عدد از تصادفات واژگونی در گروه سایر تصادفات قرار گرفته‌اند. در مرحله چهارم صحت طبقه بندی مدل با ورود متغیر وضعیت هندسی مسیر ۸۱/۳ درصد بوده است. بنابراین مدل مرحله ۴ به عنوان بهترین مدل برای پیش بینی تصادفات واژگونی در آزاد راه زنجان تبریز معرفی و تحلیل می‌شود.

جدول ۱. جدول خروجی نتایج طبقه بندی مدل رگرسیون لجستیک آزاد راه زنجان تبریز

	Observed		Predicted		
			تصادف نوع		Percentage Correct
			غیره	واژگونی	
Step 1	نوع	غیره	۳۰۸	۲۷۶	۵۲/۷
	تصادف	واژگونی	۴۹	۶۶۶	۹۳/۲
	Overall Percentage				۷۵
Step 2	نوع	غیره	۴۳۸	۱۴۶	۷۵
	تصادف	واژگونی	۱۳۰	۵۸۵	۸۱/۸
	Overall Percentage				۷۸/۸
Step 3	نوع	غیره	۴۷۰	۱۱۴	۸۰/۵
	تصادف	واژگونی	۱۴۶	۵۶۹	۷۹/۶
	Overall Percentage				۸۰
Step 4	نوع	غیره	۴۳۸	۱۴۶	۷۵
	تصادف	واژگونی	۹۷	۶۱۸	۸۶/۴
	Overall Percentage				۸۱/۳

a. The cut value is .500

جدول شماره ۲ با عنوان جدول متغیرهای موجود و تاثیر گذار در مدل های رگرسیون لجستیک در آزاد راه زنجان- تبریز ضمن ارائه خلاصه‌ای از نقش هر متغیر در مدل نشان می‌دهد که کدام متغیرها بعد از اجرای رگرسیون لجستیک، در مدل باقی مانده است. این جدول، مهم ترین جدول در تفسیر نتایج مربوط به معنی داری و میزان تاثیر هر متغیر مستقل بر متغیر وابسته می‌باشد. در این تحقیق با استناد به نتایج جدول شماره ۲ می‌توان گفت فقط سه متغیر مستقل

-متغیر وضعیت روشنایی در سه طبقه با کد ۱ برای وضعیت روشنایی روز، کد ۲ برای وضعیت روشنایی در شب بدون روشنایی و کد ۳ حالت غیره

-متغیر وضعیت سطح راه در سه طبقه با کد ۱ برای حالت خشک و معمولی، کد ۲ برای حالت خیس و مرطوب و کد ۳ برای حالت ابری و مه آلود

-متغیر عامل انسانی موثر در تصادف در سه طبقه با کد ۱ برای حالت خستگی و خواب آلودگی با کد ۱، حالت عجله و شتاب بی مورد با کد ۲ و سایر عوامل با کد ۳

-متغیر علت تامه موثر در تصادف در سه طبقه با کد ۱ برای حالت عدم توجه به جلو، حالت عدم کنترل وسیله نقلیه با کد ۲ و سایر عوامل با کد ۳

-متغیر هندسه راه در دو طبقه با کد ۱ برای حالتی که مسیر هندسی مستقیم و مسطح و کد ۲ برای سایر وضعیت‌های هندسی

-متغیر نوع بار وسیله نقلیه در سه طبقه با کد ۱ برای حالت بدون بار، کد دو برای حالتی که بار وسیله نقلیه محصولات کشاورزی است و کد ۳ سایر حالت‌های بار موجود در وسیله نقلیه

-متغیر نوع وسیله نقلیه در چهار طبقه با کد ۱ برای سواری، کد ۲ برای وانت بار، کد ۳ برای کامیون و کد ۴ برای سایر وسایل نقلیه

- شرایط آب و هوایی در سه طبقه با کد ۱ برای حالت صاف، کد ۲ برای حالت برف، باران و طوفان و کد ۳ برای حالت ابری در کل ۱۱ متغیر با طبقه‌بندی‌های جدید به عنوان متغیرهای پیش بینی کننده احتمال رخ داد تصادفات واژگونی در آزاد راه زنجان تبریز و زنجان قزوین شناسایی و به عنوان عوامل موثر در پیش بینی شانس تصادفات واژگونی در این مسیر وارد مدل رگرسیونی لجستیک خواهند شد.

۳-۱- مدل پیش‌بینی کننده تصادف واژگونی آزاد راه زنجان-تبریز

بر اساس نتایج جدول شماره ۱ می‌توان به میزان صحت و سقم مدل در طبقه بندی تصادفات پی برد. همان گونه که در این جدول دیده می‌شود درصد صحت پیش بینی و طبقه بندی مدل در چهار مرحله پس از ورود متغیر به مدل نشان داده شده است. به عنوان مثال در مرحله اول که متغیرهای job1 و job2 در مدل بود دقت طبقه بندی تصادفات توسط

جدول ۲. متغیرهای موجود و تاثیر گذار در مدل‌های رگرسیون لجستیک آزاد راه زنجان تبریز

	B	Wald	df	Sig.	Exp(B)
job		۱۵/۹۶۲	۲	۰/۰۰۰	
Step 1					
job(1)	۰/۲۵۶	۰/۱۵۸	۱	۰/۶۹۱	۱/۲۹۲
job(2)	-	۹/۳۹۸	۱	۰/۰۰۲	۰/۰۷۹
Constant	۰/۶۹۳	۱/۶۰۲	۱	۰/۲۰۶	۲/۰۰۰
geometry(1)	۰/۵۱۳	۵/۶۶۴	۱	۰/۰۱۷	۱/۵۳۹
job		۱۶/۲۸۹	۲	۰/۰۰۰	
Step 2					
job(1)	۰/۱۸۱	۰/۰۷۱	۱	۰/۷۹۰	۱/۱۹۹
job(2)	-	۹/۸۸۱	۱	۰/۰۰۲	۰/۰۶۵
Constant	-	۰/۲۵۱	۱	۰/۱۱۶	۰/۶۹۷
geometry(1)	۰/۶۰۵	۵/۹۲۸	۱	۰/۰۱۵	۱/۹۸۰
sex(1)	۱/۳۱۷	۳/۴۷۰	۱	۰/۰۶۳	۱/۱۴۹
job		۱۷/۷۷۸	۲	۰/۰۰۰	
Step 3					
job(1)	-	۰/۰۰۰	۱	۰/۹۸۸	۰/۹۸۹
job(2)	-	۱۱/۲۰۷	۱	۰/۰۰۱	۰/۰۴۶
Constant	-	۳/۰۳۶	۱	۰/۰۸۱	۰/۰۸۹
Light condition		۶/۰۱۰	۲	۰/۰۵۰	
Light condition(1)	۲/۳۲۷	۲/۳۰۷	۱	۰/۱۲۹	۱۰/۲۴۶
Light condition(2)	۰/۷۵۶	۰/۲۴۸	۱	۰/۶۱۸	۲/۱۳۰
Step 4					
geometry(1)	۰/۶۴۳	۵/۳۰۰	۱	۰/۰۲۱	۱/۱۶۵
sex(1)	۱/۲۵۲	۵/۱۲۰	۱	۰/۰۲۴	۱/۷۶۱
job		۱۸/۱۹۸	۲	۰/۰۰۰	
job(1)	۰/۴۷۳	۰/۳۶۲	۱	۰/۵۴۷	۱/۶۰۴
job(2)	-	۱۰/۴۴۴	۱	۰/۰۰۱	۰/۰۴۷
Constant	-۲	۵/۰۴۲	۱	۰/۰۳۵	۰/۰۸۶

توانایی پیش‌بینی مدل در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار را دارا می‌باشند. در میان مجموعه متغیرهای باقی مانده در معادله، متغیر وضعیت هندسی مسیر کمترین اثر و متغیر جنسیت بیشترین اثر مثبت را در پیش‌بینی وضعیت تصادفات واژگونی دارند این در حالی است که شغل بیشترین اثر منفی را بر مدل پیش‌بینی گر دارد. اولین متغیری که کمترین تاثیر را در احتمال رخ داد تصادفات واژگونی دارد، نوع شغل فردی است که هدایت وسیله نقلیه را بر عهده دارد. این متغیر با نسبت بخت ۰/۰۴۷، تاثیر منفی بر رخ داد تصادفات واژگونی دارد. یعنی با کاهش یک واحد در رتبه شغل راننده، احتمال رخ داد تصادفات واژگونی به میزان ۴/۷ درصد افزایش می‌یابد (یعنی ۹۵/۳- درصد). به عبارت دیگر هر چه رتبه شغل فردی که هدایت وسیله نقلیه را بر عهده دارد بالاتر باشد، احتمال رخ داد تصادفات واژگونی کم می‌شود.

دومین متغیر که بیشترین تاثیر را در احتمال رخ داد تصادفات واژگونی دارد، نوع جنسیت راننده است. این متغیر با نسبت بخت ۱/۷۶۱ تاثیر مثبتی بر رخ داد تصادفات واژگونی دارد. این مقدار نشان می‌دهد که احتمال رخ داد تصادف واژگونی به اندازه ۱/۷۶۱ و یا ۰/۷۶۱ برابر در حالتی که راننده مرد باشد افزایش می‌یابد (یعنی ۷۶/۱ درصد).

سومین متغیری که بیشترین تاثیر را در احتمال رخ داد تصادفات واژگونی دارد، وضعیت هندسی مسیری که تصادف در آن رخ داده است. این متغیر با نسبت بخت ۱/۱۶۵ تاثیر مثبتی بر رخ داد تصادفات واژگونی دارد. این مقدار نشان می‌دهد که احتمال رخ داد تصادف واژگونی به اندازه ۱/۱۶۵ و یا ۰/۱۶۵ برابر در حالتی که وضعیت هندسی مسیر مسطح و مستقیم باشد افزایش می‌یابد (یعنی ۱۶/۵ درصد).

همچنین بر اساس نتایج جدول شماره ۲ می‌توان مدل رگرسیونی لجستیک را بر اساس مرحله چهارم به صورت زیر نشان دهیم.

$$\ln\left(\frac{\pi}{1-\pi}\right) = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k \quad (۱)$$

$$\text{مدل رگرسیونی لجستیک} \quad (۲)$$

$$= -2.078 - 1.458 \text{ job} \\ + 1.252 \text{ gender} \\ + 0.643 \text{ geometry}$$

درصد). دومین متغیری که تاثیر معنی دار بر احتمال تصادفات واژگونی در آزاد راه زنجان قزوین را دارد، نوع شغل فردی است که هدایت وسیله نقلیه را برعهده دارد می باشد. اثر این متغیر بر متغیر وابسته منفی است. یعنی با تغییر حالت نوع شغل از حالت شغل آزاد به حالت شغل رانندگی احتمال رخ داد تصادفات واژگونی در آزاد راه کاهش می یابد و بر عکس با تغییر حالت شغل از حالت شغل رانندگی به حالت شغل رانندگی احتمال تصادف واژگونی به نسبت ۰/۲۹۶ افزایش می دهد (یعنی به میزان ۰,۷۰۴- درصد). همچنین بر اساس نتایج جدول شماره ۴ می توان مدل رگرسیونی لجستیک را بر اساس مرحله دوم به صورت زیر نشان دهیم.

$$\ln\left(\frac{\pi}{1-\pi}\right) = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \text{مدل رگرسیونی لجستیک} &= -0.982 \quad (2) \\ &+ 1.04 \text{ kind load} \\ &- 1.218 \text{ job} \end{aligned}$$

جدول ۴. متغیرهای موجود در مدل های رگرسیون لجستیک آزاد

راه زنجان قزوین

	B	Wald	df	Sig.	Exp(B)
job		۲۸/۸۶۶	۲	۰/۰۰۰	
job(1)	۰/۵۷۳	۱/۹۵۴	۱	۰/۱۶۲	۱/۷۷۳
Step 1a	-	۱۱/۱۵۸	۱	۰/۰۰۱	۰/۱۸۹
job(2)	۱/۶۶۵				
Constant	-	۱/۰۴۸	۱	۰/۰۶۶	۰/۷۲۹
Kind load	۰/۳۵۷				
Kind load(1)		۷/۳۶۵	۲	۰/۰۲۵	
Kind load(2)	۰/۴۵۴	۱/۳۹۰	۱	۰/۲۳۸	۱/۵۷۴
Step 2b	۱/۰۴	۳/۶۸۲	۱	۰/۰۴۵	۱/۰۸۹
job		۱۵/۶۰۷	۲	۰/۰۰۰	
job(1)	۰/۵۶۲	۱/۷۷۳	۱	۰/۱۸۳	۱/۷۵۴
job(2)	-	۵/۰۳۶	۱	۰/۰۲۵	۰/۲۹۶
Constant	-	۱۳/۰۷۹	۱	۰/۰۳۸	۰/۵۴۱
	۰/۹۸۲				

۳-۲- مدل پیش بینی کننده تصادف واژگونی آزاد راه زنجان-قزوین

با عنایت به جدول شماره ۳ در مرحله اول که متغیرهای job1 و job2 در مدل بود دقت طبقه بندی تصادفات توسط مدل برابر ۷۱/۱ درصد بوده است. یعنی در این مرحله ۶۵۶ عدد از سایر تصادفات و ۱۷۰۳ عدد از تصادفات واژگونی به درستی تفکیک شده اند. در مرحله دوم صحت طبقه بندی مدل با ورود متغیر نوع بار Kind load1 و Kind load2 همان ۷۱/۱ درصد باقی مانده است. بنابراین مدل مرحله ۲ به عنوان بهترین مدل برای پیش بینی تصادفات واژگونی در آزاد راه زنجان قزوین معرفی و تحلیل می شود.

جدول ۳. جدول طبقه بندی مدل رگرسیون لجستیک آزاد راه

زنجان قزوین

	Observed	Predicted		
		تصادف نوع		Percentage
		غیره	واژگونی	Correct
Step 1	غیره نوع	۶۵۶	۷۸۱	۴۵۷/۷
	واژگونی تصادف	۱۷۷	۱۷۰۳	۹۰/۶
	Overall Percentage			۷۱/۱
Step 2	غیره نوع	۷۲۷	۷۱۰	۵۰/۶
	واژگونی تصادف	۲۴۸	۱۶۳۲	۸۶/۸
	Overall Percentage			۷۱/۱

a. The cut value is .500

در این بخش با استناد به نتایج جدول شماره ۴ می توان گفت که در میان مجموعه متغیرهای باقی مانده در معادله، متغیر نوع شغل کمترین اثر و متغیر نوع بار بیشترین اثر را در پیش بینی وضعیت تصادفات واژگونی را دارند و به شرح ذیل تشریح گردیده اند.

اولین متغیری که بیشترین تاثیر را در احتمال رخ داد تصادفات واژگونی دارد، نوع بار خودرو است. این متغیر با نسبت بخت ۱/۰۸۹ تاثیر مثبتی بر رخ داد تصادفات واژگونی دارد. این مقدار نشان می دهد که احتمال رخ داد تصادف واژگونی به اندازه ۱/۰۸۹ و یا ۰/۰۸۹ برابر در حالتی که بار از نوع محصولات کشاورزی باشد افزایش می یابد (یعنی ۸/۹

جدول ۵. خلاصه خروجی داده های عددی در مدل پیش بینی تعداد تصادفات واژگونی در آزاد راه زنجان-قزوین

احتمال رخ داد تصادفات واژگونی	job	geometry	gender
۰/۱۱۱	۰	۰	۰
۰/۳۰۴	۰	۰	۱
۰/۴۵۴	۰	۱	۱
۰/۱۹۲	۰	۱	۰
۰/۰۵۳	۱	۱	۰
۰/۰۳	۱	۰	۰
۰/۰۹۲	۱	۰	۱
۰/۱۶۲	۱	۱	۱

$$(۳) \quad \text{مدل رگرسیونی لجستیک} \\ = -0.982 + 1.04 \text{ kind load} - 1.218 \text{ job}$$

اگر نوع بار وسیله نقلیه محصولات کشاورزی باشد $\text{kload} = 1$ در غیراینصورت $\text{kload} = 0$
اگر عنوان شغلی فردی که هدایت وسیله نقلیه را بر عهده دارد آزاد باشد $\text{job} = 1$ در غیراینصورت $\text{job} = 0$

جدول ۶. خلاصه خروجی داده های عددی در مدل پیش بینی تعداد تصادفات واژگونی در آزاد راه زنجان-قزوین

احتمال رخ داد تصادفات واژگونی	job	Kind load
۰/۲۷۲	۰	۰
۰/۵۱۴	۰	۱
۰/۱	۱	۰
۰/۲۳۹	۱	۱

مدل نهایی جهت پیش بینی شانس رخ داد تصادفات واژگونی در آزاد راه.

$$(۲) \quad \text{مدل رگرسیونی لجستیک} \\ = -2.078 - 1.458 \text{ job} + 1.252 \text{ gender} + 0.643 \text{ geometry}$$

۳-۳- مقایسه مدل های آماری ارائه شده جهت پیش بینی شانس رخداد تصادفات واژگونی در آزاد راه

در خصوص مدل های پیش بینی شانس رخ داد تصادفات واژگونی، مدل آزاد راه زنجان-تبریز با استفاده از سه متغیر مستقل، شانس رخ داد تصادفات را تا ۸۱ درصد به درستی می تواند پیش بینی نماید. این سه متغیر مستقل شامل جنسیت فردی که هدایت وسیله نقلیه را بر عهده دارد، هندسه مسیر و شغل فردی که هدایت وسیله نقلیه را بر عهده دارد می باشند. در این مدل دو متغیر اول دارای تاثیر مثبت بر رخ داد تصادفات واژگونی می باشند حال آنکه متغیر سوم دارای تاثیر منفی بر افزایش شانس رخ داد این نوع تصادفات دارد. حال آنکه مدل آزاد راه زنجان-قزوین با دقت ۷۱ درصد و به کمک تنها دو متغیر می تواند شانس رخ داد تصادفات واژگونی را در آزاد راه پیش بینی نماید. این دو متغیر مستقل عبارتند از شغل فردی که هدایت وسیله نقلیه را بر عهده دارد و نوع باری که وسیله نقلیه حمل می کند. متغیر اول اثر منفی بر افزایش شانس رخ داد تصادفات واژگونی دارد در حالی که متغیر دو اثر مثبت و فزاینده ای بر احتمال رخ داد تصادفات واژگونی دارد. با عنایت به مقایسه دقت مدل های ارائه شده، مدل زنجان-تبریز از دقت نسبتاً بالایی برخوردار است. لذا این مدل به عنوان مدل پیش بینی کننده شانس وقوع تصادفات واژگونی برگزیده می شود. جداول ۵ و ۶ به صورت خلاصه شانس وقوع تصادفات را در هر دو آزاد راه نشان می دهند.

$$(۲) \quad \text{مدل رگرسیونی لجستیک} \\ = -2.078 - 1.458 \text{ job} + 1.252 \text{ gender} + 0.643 \text{ geometry}$$

اگر جنسیت فردی که هدایت وسیله نقلیه را بر عهده دارد مرد باشد $\text{gender} = 1$ در غیراینصورت $\text{gender} = 0$
اگر عنوان شغلی فردی که هدایت وسیله نقلیه را بر عهده دارد آزاد باشد $\text{job} = 1$ در غیراینصورت $\text{job} = 0$
اگر وضعیت هندسی مسیر مستقیم مسطح باشد $\text{geometry} = 1$ در غیراینصورت $\text{geometry} = 0$

۴- نتیجه گیری

همچنین مقایسه بزرگترین متغیرهای مثبت تاثیر گذار بر هر دو مدل نشان داد که با تغییر جنسیت از زم به مرد احتمال رخ داد تصادفات واژگونی در مدل زنجان تبریز افزایش می یابد در حالی که این ضریب در مدل زنجان قزوین، متغیر مستقل نوع بار خودرو است. به عنوان یک نتیجه گیری کلی می توان بیان نمود که مدل زنجان تبریز به دلیل دارا بودن میزان درصد بالای صحت پیش بینی با استفاده از سه متغیر به عنوان بهترین مدل جهت پیش بینی احتمال رخ داد تصادفات واژگونی پیشنهاد می شود. ضمناً با مقایسه متغیرهای موجود در مدل پیش بینی کننده می توان نتیجه گرفت که عامل انسانی موثرترین عامل در رخ داد تصادفات واژگونی می باشد.

۵- مراجع

-حقیقی، فرشید رضا. شهبازی، شروین. (۱۳۹۵). مدل ارزیابی شدت تصادفات در میدانها (مطالعه موردی شهر تهران). مهندسی حمل و نقل، سال هفتم، شماره سوم، ۴۳۵-۴۴۸.
-گزارش آماری سازمان راهداری و حمل و نقل جاده ای کشور (۱۳۹۲)، ایران.

-Elias, W. Toledo, T. Shifan, Y. (2010). The Effect of Daily-Activity Patterns on Crash Involvement. *Accident Analysis and Prevention* 42, 1682-1688.
-Turner, S. Wood, G. and Roozenburg, A. (2014). Accident Prediction Models for High Speed Intersections. *Priodical, Beca*.
-Turner, S.A. Roozenburg, A.P. and Smith A.W. (2009). Roundabout Crash Prediction Models. *Priodic, Christchurch: Beca*.

در این قسمت مدل های پیش بینی کننده با استفاده از مدل های رگرسیون لجستیک مورد تحلیل قرار گرفت. در این حالت احتمال رخ داد تصادفات واژگونی ارزیابی گردید. مقادیر درصد صحت پیش بینی مدل ها نشان داد مدل زنجان تبریز با استفاده از سه متغیر مستقل تا ۸۱ درصد و مدل زنجان قزوین با استفاده از دو مدل تا ۷۱ درصد قادرند احتمال رخ داد تصادفات واژگونی در مسیرهای آزاد راهی را به درستی پیش بینی نمایند. در مدل زنجان-تبریز اولین متغیری که کمترین تاثیر را با احتمال ۴/۷ درصد در رخ داد تصادفات واژگونی دارد نوع شغل فردی است که هدایت وسیله نقلیه را بر عهده دارد. دومین متغیر که بیشترین تاثیر را با نسبت بخت ۱/۷۶۱ در احتمال رخ داد تصادفات واژگونی دارد، نوع جنسیت راننده است. سومین متغیری که بیشترین تاثیر را با نسبت بخت ۱/۱۶۵ در احتمال رخ داد تصادفات واژگونی دارد، وضعیت هندسی مسیری که تصادف در آن رخ داده است. به صورت خلاصه، احتمال رخ داد تصادفات واژگونی در آزاد راه زنجان تبریز زمانی بیشتر است که ۱-وضعیت هندسی مسیر مستقیم و مسطح باشد ۲-شغل فردی که رانندگی می کند شغل آزاد نباشد ۳-جنسیت فردی که رانندگی می کند مرد باشد. در مدل زنجان-قزوین اولین متغیری که بیشترین تاثیر مثبت را با احتمال ۸/۹ درصد در رخ داد تصادفات واژگونی دارد، نوع بار می باشد. دومین متغیری که تاثیر منفی را بر احتمال رخ داد تصادفات واژگونی دارد، نوع شغل فردی است که هدایت وسیله نقلیه را بر عهده دارد می باشد. به صورت خلاصه، احتمال رخ داد تصادفات واژگونی در آزاد راه زنجان قزوین زمانی کمتر است که ۱-نوع بار محصولات کشاورزی باشد ۲-شغل فردی که رانندگی می کند آزاد باشد. همچنین نتایج نشان داد که در هر دو مدل متغیر نوع شغل، متغیری است مشترک که در حالتی که فرد کنترل کننده وسیله نقلیه دارای شغل آزاد باشد اثری منفی بر افزایش احتمال رخ داد تصادفات واژگونی خواهند داشت.

Prediction of the Probability of Occurrence of Overturn Crashes in Suburban Freeway Based on the Logistic Regression Function

(Case Study: Zanjan-Qazvin and Zanjan-Tabriz Freeways)

Seyed Mahdi Sajjadi, Assistant Professor, Highway and Transportation Faculty, Engineering Department, Islamic Azad University, Zanjan Branch, Zanjan, Iran.
Khalil Zamani, M.Sc., Grad., Highway and Transportation Faculty, Engineering Department, Islamic Azad University, Zanjan Branch, Zanjan, Iran.
Ashkan Rahimzadeh, Assistant Professor, Department of Economics, Islamic Azad University, Zanjan Branch, Zanjan, Iran.

E-mail: s.mehdi.sajjadi@iauz.ac.ir

Received: August 2024- Accepted: December 2024

ABSTRACT

Overturn crashes are one of the most important road hazards. Due to the high severity and significant contribution of these types of accidents, it has created a set of preventive measures to reduce the consequences of these types of accidents. Therefore, the present study aims to provide a statistical model using two-dimensional logistic regression, in order to identify the variables that affect the probability of occurrence of overturned crashes in suburban roads. For this research, information from Form 114, traffic volumetric information and meteorological information in the years 92, 93 and 94 were used for Zanjan-Qazvin and Zanjan-Tabriz freeways. The results of this study showed that the probability model of free overturn crashes of Zanjan-Tabriz freeway was achieved by three independent variables of gender, driver's occupation and geometric status with an accuracy of 81%. While the probability occurrence model, the overturn crashes in Zanjan-Qazvin freeway were only achieved using two independent variables of driver occupation and load type with a percentage accuracy of 71%. Given to Zanjan-Tabriz model (the superior model), it can be concluded as a general result that overturned accidents are more dependent on human factors.

Keywords: Crash Prediction, Overturn Crashes, Freeway, Logistic Regression