فصلنامه مهندسی ترافیک، سال بیست و دوم، شماره ۸۸، بهار ۱۴۰۱، ص. ۱۴-۱

شناسایی عوامل بالقوه خطر وقوع تصادفات عابرین پیاده در استان گیلان با استفاده از رویکرد مدلسازی معادلات ساختاری

نوید احمدزاده جوکندان، دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی راه و ترابری دانشگاه پردیسان فریدونکنار

عباس شیخ فرد، دانشجوی دکترای راه و ترابری، دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل

فرشید رضا حقیقی (مسئول مکاتبات)، دکترای راه و ترابری، استادیار دانشکده راه و ترابری، دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل

E-mail: haghighi@nit.ac.ir

چکیده

افزایش آمار تصادفات عابرین پیاده از جمله نگرانی‌های اخیر در خصوص افزایش نرخ وقوع تصادفات در نتیجه‌ی پیشرفت تکنولوژی در صنعت حمل و نقل و جاده‌ای است. در پژوهش حاضر سعی شد که تصادفات عابرین پیاده طی سالهای ۱۳۹۶-۱۳۹۱ با استفاده از مدلسازی معادلات ساختاری (روش حداقل مربعات جزئی) مورد ارزیابی قرار گیرد. از جمله مزایای بهره‌گیری از مدل معادلات ساختاری در این پژوهش می توان به امکان بررسی متغیرهای پنهان و آشکار علل وقوع تصادفات اشاره کرد. نتایج مدلسازی نشان داد که متغیرهای وابسته به زمان و مکان وقوع تصادفات مهمترین عللی هستند که منجر به تغییرات احتمال خطر وقوع تصادفات در محل مورد مطالعه پژوهش می‌شود. که مدل ارائه شده در این پژوهش نشان از چگونگی تاثیرگذاری متغیرها در حوادث را دارند.

واژه‌های کلیدی: مدل‌سازی رفتار عابران پیاده، تصادفات عابران پیاده، ایمنی عابران پیاده، مدل معادلات ساختاری

۱. مقدمه

شناسایی علل وقوع تصادفات و ارائه راهکار برای حذف یا کاهش تاثیر این عوامل در سطح جاده‌ها امری ضروری می‌باشد. با توسعه روزافزون زندگی ماشینی و ترافیک در معابرها، در طی ۵۰ سال گذشته اثرات مثبت اقتصادی و رفاهی، سرعت جابجایی مسافر و کالا، نکته حائز اهمیت این می‌باشد که روز به روز حوادث جاده‌ای در حال افزایش است. خسارت‌های ناشی از این حوادث بار سنگینی بر جامعه بشری تحمیل کرده است. با توجه به این موضوع که سهم عابر پیاده از تلفات جاده ای حدود ۱/٤ میزان تلفات سالیانه در سراسر دنیا است. لذا عابرین پیاده از آسیب پذیر ترین کاربران ترافیک می باشند. طبق گزارش سازمان بهداشت جهانی(چاپ گزارش سال ۲۰۱۸) در خصوص وضعیت ایمنی جاده‌ها، سالانه تلفات رانندگی در جاده ها به ۱,۳۵ میلیون رسیده است. عامل اصلی در تلفات جاده‌ای افراد ۵ تا ۲۹ سال می‌باشد. بیشترین تاثیرگذاری بروی عابران، دوچرخه سواران و موتورسواران می‌باشد. بنا به گزارش اتحادیه بین‌المللی حمل و نقل جاده‌ای، سوانح جاده‌ای و رانندگی تا سال ۲۰۲۰ بعد از بیماری‌های قلبی و افسردگی به سومین عامل مرگ و میر در جهان تبدیل خواهد شد. طبق آمار سال ۱۳۹۷ پزشکی قانونی تعداد کشته شدگان در تصادفات جاده‌ای (فوتی های کمتر از سی روز) ۱٦٤۰۰ نفر است که به تفکیک راه‌های درون شهری ٤۲۷٦ نفر و در راه های برون شهری ۱۱۰۲۹ نفر و جاده های روستایی ۱۰۹۵ نفر می‌باشد آمار فوتی‌های سال ۱۳۹۷ نسبت به سال ۱۳۹٦، ۱,٤+ نفر افزایش داشته است.

۲. پیشینه پژوهش

ژئو و همکاران (۲۰۱٦) در رابطه با نقض قوانین عابران پیاده در والیان چین با استفاده از سه مولفه TPB که شامل درک کنترل رفتاری، هنجار ذهنی، نگرش ابزاری، هنجار توصیفی و درک از ریسک می‌باشد را با استفاده از پرسش نامه‌ای که بدین منظور تنظیم شده و در بین عابران توضیح گردید و در بازخورد نتایج این پرسش نامه، ۲٦۰ پاسخ بی عیب نقض حاصل گردید. با استفاده از مدل معادلات ساختاری SEM تجزیه و تحلیل شد. نتایج حاصل از مدل به این ترتیب می‌باشد که حضور عابران در رفتار یکدیگر به شدت تاثیر گذار است و از طرفی رفتار اجتماعی خانواده‌ها تاثیرات فراوانی در رفتار عابران دارد. آل محمد و همکاران(۲۰۱۹) گزارشات و آمارهای تصادفات عابران پیاده و دوچرخه سواران در بین سال‌های ۲۰۰۹-۲۰۱٦ در کشور آمریکا را مورد بررسی قراردادند. سالانه تصادفات بین عابران پیاده ٤٦٪ و دوچرخه سواران ۳٤٪ می‌باشد. در مقایسه با سال‌های پیش این آمارها روبه افزایش است. تصادفات عابران پیاده و دوچرخه سواران با عوامل جاده‌ها رابطه عکس دارند ولی با عوامل محیطی و اقتصادی رابطه مثبتی دارند. در این پژوهش از ٦۰ متغیر در ۲۰۰ کریدور بزرگراه برای ارتباط متغیرهای آشکار و پنهان مورد بررسی واقع گردید. نتیجه مدل معادلات ساختاری بر این شد که تاثیرگذار ترین متغیر پنهان شده در تصادفات، ضعف در طراحی لاین‌های دوچرخه و عابر پیاده می‌باشد. آوینش و همکاران (۲۰۱۸) برای شناسایی عوامل موثر در ایمنی عابران پیاده سطح شهر هند، چهار گذرگاه میانی را با استفاده از ۱۱ متغیر در ضمینه ویژگی‌های وسایل نقلیه، جاده و عابر پیاده بررسی کردند و با مدل رگرسیون خطی چندگانه مدل‌سازی و تجزیه و تحلیل گردید. نتایج حاصل از این پژوهش بر این می‌باشد که عواملی چون سرعت وسیله نقلیه، فاصله وسیله نقلیه از یکدیگر، سرعت حرکت عابر پیاده، نوع وسیله نقلیه و رفتار راننده تاثیرات زیاد و مستقیمی در ایمنی عابران پیاده دارد ولی سن عابران پیاده و راننده وسیله نقلیه، تاثیر کمی در این موضوع دارد. در پژوهش حاضر و مطالعه پژوهش‌های پیشین، محققین عوامل تاثیرگذار بر حوادث را مورد بررسی واقع گردید. و متغیرها را به چهار گروه: ۱-

عوامل انسانی ۲- عوامل مربوط به خودرو ۳-عوامل مرتبط با محل تصادفات ٤- عوامل مرتبط با محل تصادف تقسیم کردند. با استفاده از نرم افزار smart-pls متغیرهای پنهان نیز، مورد تحلیل واقع گردید. این در صورتی است که در دیگر مدل‌ها این امکان وجود ندارد و یا بررسی نشده است، در صورتی که این متغیرها بر نتیجه تحلیل تاثیرگذار هستند. از این رو می‌توان عواملی تاثیر گذار را با استفاده از این روش تحلیل و نتیجه گیری کرد.

۳. روش تحقیق

۳-۱ مقدمه

مدل معادلات ساختاری یکی از پرکاربردترین و بهترین روش در تجزیه و تحلیل داده‌های چند متغیره می‌باشد. در مدل معادلات ساختاری دو رویکرد وجود دارد که هدف رویکرد اول کم کردن اختلاف میان ماتریس کواریانس مدل نظری و ماتریس کواریانس مقادیر می‌باشد و هدف از رویکرد دوم مبنی بر واریانس است و وابستگی کمتری به حجم نمونه‌ها و متغیرها دارد.

۳-۲ محل مورد بررسی

در این پژوهش جاده‌های استان گیلان با استفاده از ۱۳۵۹ داده از تصادفات عابرین پیاده با وسایل نقلیه که شامل متغیرهایی مربوط به عوامل جاده، انسان، وسیله نقلیه و زمان مورد بررسی قرار گرفت. جاده‌های مورد بررسی شامل جاده‌های درون شهری، برون شهری و روستایی استان گیلان می‌باشد. داده‌های استفاده شده در این پژوهش مربوط به سال‌های ۱۳۹۱-۱۳۹٦ می‌باشد که از پزشکی قانونی استان گیلان اخذ گردید.

۳-۳ مدل‌سازی

مدل‌سازی با هدف تعیین عامل‌های حادثه ساز در تصادفات عابرین پیاده با وسایل نقلیه در سطح جاده می‌باشد. بدین صورت مشخص نمودن عامل‌های حادثه ساز در تصادفات عابرین پیاده با استفاده از معادلات ساختاری که با نرم افزار smrt- pls و sp22 در سطح معنی‌داری ۰,۰۵ انجام شد. در مراحل بعدی مدل‌سازی برای متغیرهای رده‌ای از آزمون کای- اسکوئر برای نیکویی برازش استفاده شد. همچنین در این راستا از معیارهای پایانی و روایی همگرا و روایی واگرا برای بررسی مدل اندازه گیری و نیز از معیارهای Q^2 و R^2 در راستای کنترل مناسب بودن برازش مدل و ضرایب آن استفاده گردید. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌های تحقیق از روش ۲ مرحله‌ای هالاند برای مدل‌یابی به روش حداقل مربعات جزئی استفاده شد. در مرحله اول شامل تعیین مدل اندازه گیری از طریق پایایی و روایی است. در مرحله دوم شامل تعیین مدل ساختاری از طریق تحلیل شاخص‌های برازندگی، ضرایب تعیین و تحلیل مسیر است.

٤. نتایج و تفسیر آنها

٤-۱ متغییرهای مورد بررسی

در این پژوهش بر اساس تحقیقات پیشین، مجموعه‌ای از متغیرهایی که انتظار می‌رود از عوامل بالقوه خطر تصادف عابرین پیاده در استان گیلان باشند، مطابق جدول زیر تهیه شد. از میان متغیرهای زیر، جنسیت و سن در گروه عوامل انسانی، متغیر نوع خودرو درگیر در تصادف در گروه عوامل مربوط به خودرو، متغیرهای شهر محل وقوع تصادف، محل وقوع تصادف و نوع معبر درون‌شهری و برون‌شهری در گروه عوامل مرتبط با محل تصادف و متغیرهای تاریخ وقوع تصادف، ساعت وقوع تصادف و سال وقوع تصادف در گروه عوامل مرتبط با زمان وقوع تصادف قرار گرفتند. آمار و جزئیات اطلاعات تصادفات عابرین پیاده با وسایل نقلیه استان گیلان از طریق مکاتبه با واحد آموزش پزشکی قانونی استان گیلان جمع‌آوری و آنالیز گردید.

جدول ۱. فهرست متغیرها

متغیرهای پنهان	متغیرهای آشکار	نام متغیر در مدل	سطوح متغیر
عوامل انسانی	سن	Age	بین ۰ تا ۷ سال – بین ۷ تا ۱۸ سال – بین ۱۸ تا ۲۵ سال – بین ۲۵ تا ۵۰ سال – بین ۵۰ تا ۱۵۰ سال
	جنسیت	Gender	زن – مرد
عوامل مربوط به خودرو	نوع خودرو درگیر در تصادف	Car Type	خودرو سواری شامل پژو ۴۰۵، پژو ۲۰۶، پراید، پژو پارس، سمند، پیکان، تندر ۹۰ و سایر مینی‌بوس اتوبوس شامل بنز، شهاب، ولوو، اسکانیا و سایر. وانت بار شامل نیسان، پیکان و سایر کامیونت کامیون شامل بنز، اسکانیا، ولوو، هوو و سایر تریلی شامل بنز، اسکانیا، ولوو، هوو و سایر موتورسیکلت دوچرخه آمبولانس ماشین کشاورزی تانکر حمل مواد خطرناک ماشین‌های راه سازی خودروهای نظامی و انتظامی
عوامل مرتبط با محل تصادف	شهر محل وقوع تصادف	City Name	آستارا، آستانه اشرفیه، املش، بندر انزلی، تالش، رشت، رضوانشهر، رودبار، رودسر، سیاهکل، شفت، صومعه سرا، فومن، لاهیجان، لنگرود، ماسال
	محل وقوع تصادف	Crash Location	معابر درون‌شهری، معابر برون شهری، سایر شامل خاکی و روستایی و نامعلوم
	نوع معبر درون شهری و برون شهری	Type	معابر درون شهری شامل خیابان اصلی، خیابان فرعی، کوچه، بزرگراه، تقاطع، میدان، کمربندی، پل، زیرگذر، معابر اختصاصی، بلوار و سایر معابر برون شهری شامل آزادراه، بزرگراه، جاده اصلی، جاده فرعی، راه روستایی، کمربندی، معابر اختصاصی و سایر
عوامل مرتبط با زمان تصادف	تاریخ وقوع تصادف	Date	فروردین، اردیبهشت، خرداد، تیر، مرداد، شهریور، مهر، آبان، آذر، دی، بهمن و اسفند
	ساعت وقوع تصادف	Time	ساعت ۷ تا ۱۹ (روز)، ساعت ۱۹ تا ۰۰ (شب) و ساعت ۰۰ تا ۷ (بامداد)
	سال وقوع تصادف	Year	سال‌های ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۶

٤-٢ تجزیه و تحلیل توصیفی یافته‌ها

موضوع آمار توصیفی تنظیم و طبقه‌بندی داده‌ها، نمایش ترسیمی، و محاسبه مقادیری از قبیل‌نما، میانگین، میانه و ... می‌باشد که حاکی از مشخصات یکایک اعضای جامعه مورد بحث است. درآمار توصیفی اطلاعات حاصل از یک گروه، همان گروه را توصیف می‌کند.

٤-٢-١ آزمون کای- اسکوئر برای نیکویی برازش

از این آزمون برای تحلیل یک متغیر رده‌ای استفاده می‌شود به این صورت اگر اختلافی در فراوانی میان رده‌های پاسخ وجود داشته باشد، آزمون کای – اسکوئر برای نیکویی برازش آن را نشان می‌دهد. برای داده‌های پژوهش نتایج در جدول ۲ آمده است. با توجه به جدول اگر مقدار معناداری آزمون برای متغیری کمتر از ۰,۰۵ به‌دست آمده باشد، می‌توان نتیجه گرفت که بین فراوانی‌های سطوح آن متغیر تفاوت معناداری وجود دارد. به‌عبارتی تفاوت بین فراوانی‌های سطوح متغیر از نظر آماری تایید می‌گردد.

جدول ۲. توصیف مشاهدات به تفکیک سطوح متغیرهای تحقیق

نام متغیر		فراوانی	درصد	درصد تجمعی	آماره کای اسکوئر	درجه آزادی	مقدار معناداری
نام شهر محل وقوع تصادف	آستارا	٢٤	١,٧٦٦	١,٧٦٦	٢١٧٧,٧٣٠	١٥	٠,٠٠٠
	آستانه اشرفیه	٨٢	٦,٠٣٤	٧,٨٠٠			
	املش	١٧	١,٢٥١	٩,٠٥١			
	بندر انزلی	٦٧	٤,٩٣٠	١٣,٩٨١			
	تالش	٩١	٦,٦٩٦	٢٠,٦٧٧			
	رشت	٤٨٢	٣٥,٤٦٧	٥٦,١٤٤			
	رضوانشهر	٣٨	٢,٧٩٦	٥٨,٩٤٠			
	رودبار	٥٤	٣,٩٧٤	٦٢,٩١٤			
	رودسر	٩٦	٧,٠٦٤	٦٩,٩٧٨			
	سیاهکل	١٣	٠,٩٥٧	٧٠,٩٣٥			
	شفت	٥٣	٣,٩٠٠	٧٤,٨٣٥			
	صومعه سرا	٩٢	٦,٧٧٠	٨١,٦٠٥			
	فومن	٤٢	٣,٠٩١	٨٤,٦٩٦			
	لاهیجان	١٢٨	٩,٤١٩	٩٤,١١٥			
	لنگرود	٦٦	٤,٨٥٧	٩٨,٩٧٠			
	ماسال	١٤	١,٠٣٠	١٠٠,٠٠٠			
سال وقوع تصادف	٩١	٢٧٥	٢٠,٢٣٥	٢٠,٢٣٥	١٥,٠٥٣	٥	٠,٠١٠
	٩٢	٢٢١	١٦,٢٦٢	٣٦,٤٩٧			
	٩٣	٢٣٣	١٧,١٤٥	٥٣,٦٤٢			

نام متغیر		فراوانی	درصد	درصد تجمعی	آماره کای اسکوئر	درجه آزادی	مقدار معناداری
	۹٤	۲۲۰	۱٦,۱۸۸	٦۹,۸۳۱			
	۹٥	۲۰۲	۱٤,۸٦٤	۸٤,٦۹٥			
	۹٦	۲۰۸	۱٥,۳۰٥	۱۰۰,۰۰۰			
محل وقوع تصادف	درون شهری	۳۸٥	۲۸,۳۳۰	۲۸,۳۳۰	۱۰۲٤,۰۷۱	۲	۰,۰۰۰
	برون شهری	۹٦٥	۷۱,۰۰۸	۹۹,۳۳۸			
	سایر (روستایی – خاکی)	۹	۰,٦٦۲	۱۰۰,۰۰۰			
	نامعلوم	۰	۰,۰۰۰	۱۰۰,۰۰۰			
جنسیت	مرد	۱۰٥۱	۷۷,۳۳٦	۷۷,۳۳٦	۱۲۷۹,٥۲۳	۲	۰,۰۰۰
	زن	۳۰۱	۲۲,۱٤۹	۹۹,٤۸٥			
	ثبت نشده	۷	۰,٥۱٥	۱۰۰,۰۰۰			
سن	بین ۰ تا ۷ سال	۳۳	۲,٤۲۸	۲,٤۲۸	۲٤٥٥,۹۰۹	٥	۰,۰۰۰
	بین ۷ تا ۱۸ سال	٦٥	٤,۷۸۳	۷,۲۱۱			
	بین ۱۸ تا ۲٥ سال	٥۱	۳,۷٥۳	۱۰,۹٦٤			
	بین ۲٥ تا ٥۰ سال	۲۳٥	۱۷,۲۹۲	۲۸,۲٥٦			
	بین ٥۰ تا ۱٥۰ سال	۸۹۱	٦٥,٥٦۳	۹۳,۸۱۹			
	ثبت نشده	۸٤	٦,۱۸۱	۱۰۰,۰۰۰			
تاریخ وقوع تصادف	۳ ماهه اول – فروردین	۱٦۸	۱۲,۳٦۲	۱۲,۳٦۲	۱۳۸,۳۱٥	۱۲	۰,۰۰۰
	۳ ماهه اول – اردیبهشت	۹۷	۷,۱۳۸	۱۹,٥۰۰			
	۳ ماهه اول – خرداد	۸۹	٦,٥٤۹	۲٦,۰٤۹			
	۳ ماهه دوم – تیر	۷٤	٥,٤٤٥	۳۱,٤۹٤			
	۳ ماهه دوم – مرداد	۱۰۰	۷,۳٥۸	۳۸,۸٥۲			
	۳ ماهه دوم – شهریور	۱٤۰	۱۰,۳۰۲	٤۹,۱٥٤			
	۳ ماهه سوم – مهر	۱۱٥	۸,٤٦۲	٥۷,٦۱٦			
	۳ ماهه سوم – آبان	۱۲۰	۸,۸۳۰	٦٦,٤٤٦			
	۳ ماه سوم – آذر	۱۳٤	۹,۸٦۰	۷٦,۳۰٦			
	۳ ماهه چهارم – دی	۱۱۱	۸,۱٦۸	۸٤,٤۷٤			
	۳ ماهه چهارم – بهمن	۹۹	۷,۲۸٥	۹۱,۷٥۹			
	۳ ماهه چهارم – اسفند	۸۷	٦,٤۰۲	۹۸,۱٦۰			
	ثبت نشده	۲٥	۱,۸٤۰	۱۰۰,۰۰۰			

	نام متغیر	فراوانی	درصد	درصد تجمعی	آماره کای اسکوئر	درجه آزادی	مقدار معناداری
ساعت وقوع تصادف	ساعت ۷ تا ۱۹ – روز	۸٤۲	٦۱,۹٥۷	٦۱,۹٥۷	۱۲٦۲,۳۷۷	۳	۰,۰۰۰
	ساعت ۱۹ تا ۰۰ – شب	٤۲۰	۳۰,۹۰٥	۹۲,۸٦۲			
	ساعت ۰۰ تا ۷ – بامداد	٦٥	٤,۷۸۳	۹۷,٦٤٥			
	ثبت نشده	۳۲	۲,۳٥٥	۱۰۰,۰۰۰			
نوع معبر درون شهری و برون شهری	معبر درون شهری – خیابان اصلی	۱۷۰	۱۲,٥۰۹	۱۲,٥۰۹	۲٥۱۹,۹۸۰	۱۷	۰,۰۰۰
	معبر درون شهری – خیابان فرعی	٤٤	۳,۲۳۸	۱٥,۷٤۷			
	معبر درون شهری – کوچه	۹	۰,٦٦۲	۱٦,٤۰۹			
	معبر درون شهری – بزرگراه	۱٥	۱,۱۰٤	۱۷,٥۱۳			
	معبر درون شهری – تقاطع	۱۲	۰,۸۸۳	۱۸,۳۹٦			
	معبر درون شهری – میدان	٤۹	۳,٦۰٦	۲۲,۰۰۱			
	معبر درون شهری – کمربندی	۲۹	۲,۱۳٤	۲٤,۱۳٥			
	معبر درون شهری – پل	۷	۰,٥۱٥	۲٤,٦٥۰			
	معبر درون شهری – زیرگذر	۰	۰,۰۰۰	۲٤,٦٥۰			
	معبر درون شهری – معابر اختصاصی	۰	۰,۰۰۰	۲٤,٦٥۰			
	معبر درون شهری – بلوار	٤۹	۳,٦۰٦	۲۸,۲٥٦			
	معبر درون شهری – سایر	۰	۰,۰۰۰	۲۸,۲٥٦			
	معبر درون شهری – نامعلوم	۰	۰,۰۰۰	۲۸,۲٥٦			
	معبر برون شهری – آزادراه	۲۷	۱,۹۸۷	۳۰,۲٤۳			
	معبر برون شهری – بزرگراه	۲٤۷	۱۸,۱۷٥	٤۸,٤۱۸			
	معبر برون شهری – جاده اصلی	۳۹٥	۲۹,۰٦٥	۷۷,٤۸۳			
	معبر برون شهری – جاده فرعی	۱٤٤	۱۰,٥۹٦	۸۸,۰۷۹			
	معبر برون شهری – راه روستایی	۲۰	۱,٤۷۲	۸۹,٥٥۱			
	معبر برون شهری – کمربندی	۱۳۰	۹,٥٦٦	۹۹,۱۱۷			
	معبر برون شهری – معابر اختصاصی	۰	۰,۰۰۰	۹۹,۱۱۷			
	معبر برون شهری – سایر	۱	۰,۰۷٤	۹۹,۱۹۱			
	معبر برون شهری – نامعلوم	۲	۰,۱٤۷	۹۹,۳۳۸			
	ثبت نشده	۹	۰,٦٦۲	۱۰۰,۰۰۰			
نوع خودرو درگیر با عابر	سواری – پژو ٤۰٥	۱۱۱	۸,۱٦۸	۸,۱٦۸	۳۱٤۲,۲٥۸	۲۹	۰,۰۰۰
	سواری – پژو ۲۰٦	۸۷	٦,٤۰۲	۱٤,٥۷۰			

	نام متغیر	فراوانی	درصد	درصد تجمعی	آماره کای اسکوئر	درجه آزادی	مقدار معناداری
متوفی	سواری – پراید	۳۵۹	۲۶,۴۱۶	۴۰,۹۸۶			
	سواری – پژو پارس	۹۱	۶,۶۹۶	۴۷,۶۸۲			
	سواری – سمند	۸۱	۵,۹۶۰	۵۳,۶۴۲			
	سواری – پیکان	۷۲	۵,۲۹۸	۵۸,۹۴۰			
	سواری – تندر ۹۰	۴۱	۳,۰۱۷	۶۱,۹۵۷			
	سواری – سایر	۵۱	۳,۷۵۳	۶۵,۷۱۰			
	سواری – نامعلوم	۱۷	۱,۲۵۱	۶۶,۹۶۱			
	مینی‌بوس	۱۴	۱,۰۳۰	۶۷,۹۹۱			
	اتوبوس – بنز	۳	۰,۲۲۱	۶۸,۲۱۲			
	اتوبوس – شهاب	۱	۰,۰۷۴	۶۸,۲۸۶			
	اتوبوس – ولوو	۱	۰,۰۷۴	۶۸,۳۵۹			
	اتوبوس – اسکانیا	۱	۰,۰۷۴	۶۸,۴۳۳			
	اتوبوس – سایر	۰	۰,۰۰۰	۶۸,۴۳۳			
	اتوبوس – نامعلوم	۰	۰,۰۰۰	۶۸,۴۳۳			
	وانت بار – نیسان	۱۰۸	۷,۹۴۷	۷۶,۳۸۰			
	وانت بار – پیکان	۵۸	۴,۲۶۸	۸۰,۶۴۸			
	وانت بار – سایر	۸	۰,۵۸۹	۸۱,۲۳۶			
	وانت بار – نامعلوم	۰	۰,۰۰۰	۸۱,۲۳۶			
	کامیونت	۲۰	۱,۴۷۲	۸۲,۷۰۸			
	کامیون – بنز	۳۸	۲,۷۹۶	۸۵,۵۰۴			
	کامیون – ولوو	۱۰	۰,۷۳۶	۸۶,۲۴۰			
	کامیون – اسکانیا	۶	۰,۴۴۲	۸۶,۶۸۱			
	کامیون – هوو	۰	۰,۰۰۰	۸۶,۶۸۱			
	کامیون – سایر	۱۲	۰,۸۸۳	۸۷,۵۶۴			
	کامیون – نامعلوم	۱	۰,۰۷۴	۸۷,۶۳۸			
	تریلی – بنز	۹	۰,۶۶۲	۸۸,۳۰۰			
	تریلی – ولوو	۰	۰,۰۰۰	۸۸,۳۰۰			
	تریلی – اسکانیا	۱	۰,۰۷۴	۸۸,۳۷۴			
	تریلی – هوو	۰	۰,۰۰۰	۸۸,۳۷۴			

نام متغیر	فراوانی	درصد	درصد تجمعی	آماره کای اسکوئر	درجه آزادی	مقدار معناداری
تریلی – سایر	۳	۰,۲۲۱	۸۸,۵۹۵			
تریلی – نامعلوم	۰	۰,۰۰۰	۸۸,۵۹۵			
موتورسیکلت	۱۰۷	۷,۸۷۳	۹۶,٤٦۸			
دوچرخه	۰	۰,۰۰۰	۹۶,٤٦۸			
آمبولانس	۰	۰,۰۰۰	۹۶,٤٦۸			
ماشین کشاورزی	۰	۰,۰۰۰	۹۶,٤٦۸			
تانکر حمل مواد خطرناک	۰	۰,۰۰۰	۹۶,٤٦۸			
ماشین‌های راه سازی	۲	۰,۱٤۷	۹۶,٦۱۵			
خودروهای نظامی و انتظامی	۰	۰,۰۰۰	۹۶,٦۱۵			
سایر	۰	۰,۰۰۰	۹۶,٦۱۵			
نامعلوم	۷	۰,۵۱۵	۹۷,۱۳۰			
ثبت نشده	۳۹	۲,۸۷۰	۱۰۰,۰۰۰			

٤-۳ تجزیه و تحلیل استنباطی یافته‌ها

فرض آماری، پارامترتوزیع یک متغیر تصادفی است. نقطه آغاز آزمون و اصولا بدون داشتن فرضیه آماری امکان انجام یک آزمون دشوار است. فرضیه این آزمون با دو نوع فرض .H و فرض خلاف HA بیان می‌شود. فرضیه استفاده شده در آزمون آماری فرضیه صفر و فرضیه پژوهشی همان فرض خلاف و جهت دار می‌باشد. البته انتخاب فرضیه جهت‌دار دلخواه و تصادفی نیست، بلکه در صورتی فرضیه پژوهشی را می‌توان جهت‌دار تدوین کرد که تئوری یا تحقیقات قبلی شواهدی برای آن ارائه کنند.

٤-۳-۱ ارزیابی مدل اندازه گیری

- پایایی

بدین معنی که اگر پژوهشگر، پژوهش خود را دوباره و یا به صورت موازی اجرا کند و نتایج هر دو یکسان باشد، ابزار از پایایی کامل برخوردار است. خود از سه طریق بررسی ضرایب بارهای عاملی، ضرایب آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی صورت می‌پذیرد.

- ضرایب بارهای عاملی

بارهای عاملی از طریق محاسبه مقدار همبستگی سوالات یک عامل با آن عامل محاسبه می‌شوند در صورتی که این مقدار ۰,٤ یا بیشتر شود واریانس بین عامل و سوالات آن از واریانس خطای اندازه‌گیری آن عامل بیشتر بوده و پایایی در اندازه‌گیری مدل قابل قبول است ولی اگر از۰,٤ کمتر شود باید سوال اصلاح و یا از مدل پژوهشی حذف گردد. در مدل تحقیق به بررسی ضرایب بارهای عاملی هریک از سوال‌های مربوط به ٤ عامل می‌پردازیم:

جدول ۳. بررسی ضرایب بارهای عاملی

تصادفات منجر به فوت	انسان	خودرو	مکان وقوع تصادف	زمان وقوع تصادف
سن	۰,۹۷۱	۰,۰۲۷	۰,۰۲۰	۰,۰٤۱
جنسیت	۰,۹۷۹	۰,۰۳۵	۰,۰۵٦	۰,۰۱٤
نوع خودرو	۰,۰۳۲	۱,۰۰۰	۰,۰۱۵	۰,۰٤۹
نام شهر	۰,۰۵۵	-۰,۰۲۷	۰,۷۲۵	۰,۰۸۵
محل تصادف	۰,۰۳٤	۰,۰٤٤	۰,۹٤۱	۰,۰۷۳
نوع معبر	۰,۰۲۱	۰,۰۱۲	۰,۹۳۸	۰,۰۵۳
تاریخ وقوع تصادف	۰,۰۳٤	۰,۰۰۷	۰,۰۵۵	۰,۵۸۳
زمان وقوع تصادف	۰,۰۲۹	۰,۰۳۰	۰,۰۵۹	۰,۷٦٦
سال وقوع تصادف	-۰,۰٦۵	۰,۱۱٤	۰,۰۲۲	۰,۵٤۲

منبع: خروجی نرم‌افزار Smart PLS

مقدار ملاک برای مناسب بودن ضرایب بارهای عاملی، ۰,٤ می‌باشد. در جدول فوق ضرایب بارهای عاملی مربوط به عامل‌های تحقیق از ۰,٤ بیشتر می‌باشد.

آلفای کرونباخ: این معیار، معیاری کلاسیک برای سنجش پایایی و سنجه‌ای مناسب برای ارزیابی پایداری درونی محسوب می‌گردد. پایداری درونی نشان‌دهنده میزان همبستگی عامل و نشانگرهای مربوط به آن است. مقدار بالای واریانس تبیین شده بین عامل و نشانگرهای آن در مقابل خطای اندازه‌گیری مربوط به هر نشانگر، پایداری درونی بالا را نتیجه می‌دهد. مقدار آلفای کرونباخ بالاتر از ۰,۷ نشان‌دهنده پایایی قابل قبول است. البته در برخی از موارد مقدار ۰,٦ را ملاک قرار می‌دهند. که در این پژوهش مقدار آلفای کرونباخ به جزء در زمان وقوع تصادف ۰,٦٤ می باشد مابقی بالای ۰,۷ است.

- پایایی ترکیبی

روش حداقل مربعات جزئی معیار مدرن‌تری نسبت به آلفای کرونباخ به نام پایایی ترکیبی بکار می‌برد و برتری آن نسبت به آلفای کرونباخ در این است که پایایی عامل‌ها بصورت همبستگی با یکدیگر محاسبه می‌گردد. در این صورت که مقدار پایایی ترکیبی برای هر عامل بالاتر از۰,۷ است. این نشان از پایداری مناسب برای مدل اندازه‌گیری دارد. طبق جدول شماره٤ عامل‌های مربوطه به این پژوهش بالای ۰,۷ می‌باشد. این مدل از نظر پایایی مناسب است.

- روایی همگرا

به بررسی همبستگی هر عامل با نشانگرهای خود می‌پردازد.AVE میزان همبستگی یک عامل با نشانگرهای خود را نشان می‌دهد. هرچه میزان همبستگی بیشتر، برازش نیز بیشتر است. مقدار مناسب بالای ۰,۵ است. که در این پژوهش تمام متغیرها AVE بیش از ۰,۵ است.

- روایی واگرا

میزان رابطه یک عامل با نشانگرهایش در مقایسه با رابطه آن عامل با سایر عامل‌هاست، زمانی روایی واگرا قابل قبول است که میزانAEV برای هر عامل بیشتر از واریانس اشتراکی بین آن عامل و عامل‌های دیگر در مدل باشد. همان گونه که در جدول ٤

مشخص شده است، برای تمام عامل‌ها مقدار جذر AVE هر عامل از مقدار همبستگی دو عامل بیشتر است.

جدول ٤. بررسی مدل اندازه‌گیری پژوهش

٤ زمان وقوع تصادف	٣ مکان وقوع تصادف	٢ خودرو	١ انسان	متغیرهای پژوهش	آلفای کرونباخ	پایایی ترکیبی	روایی همگرا
			۰,۹۷۵	١ انسان	۰,۹٤۹	۰,۹۷۵	۰,۹۵١
		١,۰۰۰	۰,۰۳۲	٢ خودرو	١,۰۰۰	١,۰۰۰	١,۰۰۰
	۰,۸۷٤	۰,۰١۵	۰,۰٤۰	٣ مکان وقوع تصادف	۰,۸۳۹	۰,۹۰٦	۰,۷٦٤
۰,۷١٢	۰,۰۷۹	۰,۰٤۹	۰,۰۲۷	٤ زمان وقوع تصادف	۰,٦٣۹	۰,٦٦٨	۰,۵۰۷

٤-٣-٢ آزمون مدل ساختاری

بعد از بررسی برازش مدل‌های اندازه‌گیری نوبت به برازش مدل ساختاری پژوهش می‌رسد. بخش مدل ساختاری بر خلاف مدل‌های اندازه‌گیری، به نشانگرها (متغیرهای آشکار) کاری ندارد و تنها عامل‌های پنهان همراه با روابط میان آن‌ها بررسی می‌گردد.

- ضرایب معنی داری t (مقادیر t- values)

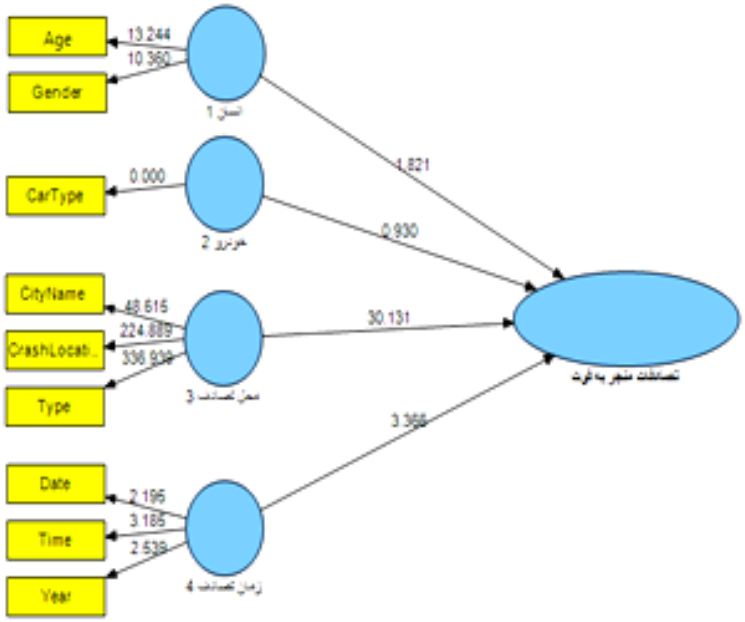
ابتدایی و اساسی‌ترین معیار برای سنجش رابطه‌ی بین عامل‌ها در مدل است. در صورتی که مقدار این اعداد از ١,٩٦ بیشتر شود، نشان از صحت رابطه‌ی بین عامل‌ها و در نتیجه تایید فرضیه‌ها پژوهش در سطح اطمینان ۰,۹۵ است.

- معیار Q2

معیار Q^2 اگر در مدلی به درستی تعریف شود عامل‌ها قادر خواهند بود تا تاثیرات کافی بر سوالات یکدیگر گذاشته و از این راه، فرضیه‌ها به درستی تایید شوند. مقدار Q^2 باید در مورد تمامی عامل‌های وابسته مدل محاسبه شود. این معیار قدرت پیش‌بینی مدل را مشخص می‌سازد و در صورتی که مقدار Q^2 در مورد یکی از عامل‌های درون‌زا سه مقدار ۰,۰۲، ۰,۱۵ و ۰,۳۵ را کسب نماید، به ترتیب نشان از قدرت پیش‌بینی ضعیف، متوسط و قوی عامل یا عامل‌های برون زای مربوط به آن دارد. در جدول ۵، این معیاربرای عامل درون زا متوسط می‌باشد. این نشان می‌دهد که عامل برون‌زا در پیش‌بینی عامل وابسته مناسب بوده و برازش مدل ساختاری را تایید می‌سازد.

- معیار R Squares یا R2

R^2 معیاری است که نشان از تاثیر یک عامل برون زا بر یک عامل درون زا دارد و سه مقدار ۰,۱۹، ۰,۳۳ و ۰,٦٧ به عنوان ملاک برای مقادیر ضعیف، متوسط و قوی در نظر گرفته می‌شود. مقدار R^2 برای عامل‌های برون زا یا مستقل برابر صفر است. با توجه به جدول ۵ مقدار R^2 برای عامل وابسته مدل در حد قوی قرار دارد و با توجه به مقدار ملاک، مناسب بودن برازش مدل ساختاری، تایید می‌شود.



نمودار ۱. مدل ضرایب معنی‌داری – مدل ساختاری

جدول ۵. بررسی روابط درون مدل ساختاری

روابط درون مدل ساختاری	ضرایب مسیر	ضرایب معناداری	R^2	Q^2	نتیجه
۱ انسان<- تصادفات منجر به فوت	۰,۱۸٦	۱,۸۲۱	۰,۹۹۹	۰,۲۸۹	عدم تایید رابطه
۲ خودرو<-تصادفات منجر به فوت	۰,۰۱۵	۰,۹۳۰			عدم تایید رابطه
۳ مکان وقوع تصادف<- تصادفات منجر به فوت	۰,۹٦۸	۳۰,۱۳۱			تایید رابطه
٤ زمان وقوع تصادف<- تصادفات منجر به فوت	۰,۰۵۹	۳,۳٦٦			تایید رابطه

- مدل ضرایب معنی‌داری – مدل ساختاری

با توجه به جدول فوق که برای همه‌ی رابطه‌ها نشان داده شده است، فقط رابطه بین متغیرهای "مکان وقوع تصادف" و "زمان وقوع تصادف" با متغیر وابسته "خطر تصادف عابرین پیاده" معنی‌دار شده است چون مقدار معنی‌داری برای این رابطه‌ها بزرگتر از ۱,۹٦ به‌دست آمده است. ضریب مسیر میان عوامل انسانی و متغیر وابسته تصادفات منجر به فوت ۰,۱۸٦ و ضریب معناداری متناظر با آن کوچکتر از ۱,۹٦ (۱,۸۲۱) به‌دست آمده است. بنابراین عوامل انسانی شامل جنسیت و سن متوفیان بر وقوع تصادفات تاثیر معناداری ندارند. ضریب مسیر میان عوامل مرتبط با خودرو و متغیر وابسته تصادفات منجر به فوت ۰,۰۱۵ و ضریب معناداری متناظر با آن کوچکتر از ۱,۹٦ (۰,۹۳۰) به‌دست آمده است. بنابراین نوع خودرو درگیر تصادف بر وقوع تصادف تاثیر معناداری ندارد.

ضریب مسیر میان عوامل مرتبط با مکان تصادف و متغیر وابسته تصادفات منجر به فوت ۰,۹٦۸ و ضریب معناداری متناظر با آن بزرگتر از ۱,۹٦ (۳۰,۱۳۱) به‌دست آمده است. بنابراین عوامل مرتبط با مکان تصادف شامل شهر محل وقوع تصادف، محل وقوع تصادف و نوع معبر درون شهری یا برون شهری بر وقوع تصادفات تاثیر معناداری دارند که متغیر محل وقوع تصادف از

منظر این‌که معبر درون شهری باشد یا برون شهری و یا خاکی و روستایی، چون بار عاملی بزرگتری دارد، از تاثیرگذاری بیشتری برخوردار است. ضریب مسیر میان عوامل مرتبط با زمان تصادف و متغیر وابسته تصادفات منجر به فوت ۰,۰۵۹ و ضریب معناداری متناظر با آن بزرگتر از ۱,۹٦ (۳,۳٦٦) به‌دست آمده است. بنابراین عوامل مرتبط با زمان تصادف شامل تاریخ وقوع تصادف، ساعت وقوع تصادف و سال وقوع تصادف بر وقوع تصادفات تاثیر معناداری دارند که متغیر ساعت وقوع تصادف از منظر این‌که تصادف چه ساعتی از شبانه‌روز اتفاق افتاده باشد، چون بار عاملی بزرگتری دارد، از تاثیرگذاری بیشتری برخوردار است.

٤-۳-۳ نتایج مدل

- عوامل مرتبط با مکان تصادف شامل شهر محل وقوع تصادف، محل وقوع تصادف و نوع معبر درون شهری یا برون شهری بر وقوع تصادفات تاثیر معناداری دارند که متغیر محل وقوع تصادف از منظر این‌که معبر درون شهری باشد یا برون شهری و یا خاکی و روستایی، چون بار عاملی بزرگتری دارد، از تاثیرگذاری بیشتری برخوردار است.
- عوامل مرتبط با زمان تصادف شامل تاریخ وقوع تصادف، ساعت وقوع تصادف و سال وقوع تصادف بر وقوع تصادفات تاثیر معناداری دارند که متغیر ساعت وقوع تصادف از منظر این‌که تصادف چه ساعتی از شبانه‌روز اتفاق افتاده باشد، چون بار عاملی بزرگتری دارد، از تاثیرگذاری بیشتری برخوردار است.

٤-۳-٤ یافته‌های مدل و بحث

بر طبق نتایج تحلیل عابرانی که به هنگام تاریکی هوا در معابر (الخصوص ایمن نشده) حرکت می‌کنند. عملا باعث ایجاد حوادث ناگوار برای خود و وسایل نقلیه می شوند. به این دلیل که رانندگان وسایل نقلیه در مکان‌هایی که نورپردازی و روشنایی معابر به درستی تعبیه نشده است با مشکل دید از جلو و اطراف مواجهه هستند. با پیش آمدن کوچکترین موارد، حادثه‌ای ناگوار برای هر دو طرف پیش می‌آید. برای جبران و رفع اینگونه موارد در ابتدا باید بحث نورپردازی معابر حل گردد و سپس اعمال قوانین ترافیکی شدید و بررسی کارشناسانه ورودی و خروجی در معابر صورت پذیرد در این صورت می توان شاهد کاهش حوادث و برخورد بین عابران و وسایل نقلیه بود.

۵. نتیجه‌گیری

با پیشرفت تکنولوژی در صنعت حمل و نقل و سوق انسان‌ها به سمت زندگی ماشینی، جامعه روزانه شاهد حوادث ناگواری است که در سطح جاده‌ها رخ می‌دهد. ازاین‌رو سالانه عابران پیاده به علت عدم رعایت قوانین و نقض قوانین ترافیکی جان خود را در برخورد با وسایل نقلیه از دست می‌دهند. با شناسایی عوامل تاثیرگذار در تصادفات، پیشنهاداتی در جهت کاهش تاثیرات این عوامل داده می شود. در این پژوهش با اخذ ۱۳۵۹ داده(حادثه ثبت شده) از پزشکی قانونی استان گیلان که داده‌ها مربوط به سال‌های ۱۳۹۱-۱۳۹٦ جاده‌های (درون شهری، برون‌شهری، روستایی و غیره) استان گیلان می‌باشد صورت گرفت. سپس با استفاده از نرم‌افزار smart- pls داده‌های مورد نظر در مدل معادلات ساختاری ارزیابی و تحلیل شد. در این مدل‌سازی متغیرهایی چون نوع گذرگاه‌ها، جاده مورد تردد، زمان(شب و روز، ماه، فصل از نظر شرایط جوی و محیطی و تاریکی هوا)، نوع جنسیت(مرد و زن)، سن عابر(خرد سال، جوان، میان سال و پیر) و نوع وسیله نقلیه (به تفکیک اعم از دوچرخه، موتور سیکلت، وانت بار، سواری و ...) مورد تحلیل قرار گرفت و در نهایت یک مدل نهایی ارائه شد. طبق نتایج به عمل آمده از مدل معادلات ساختاری متغیرهایی چون زمان و مکان تصادفات و همچنین نوع گذرگاه‌ها، شهر محل تردد اشاره شده است که در تعیین حوادث نقش بسزایی دارند. بر اساس نتایج نهایی مدل،

روش‌هایی چون ایجاد نورپردازی در نقاط تاریک جاده، نصب شب نماها، نصب تابلوهای ترافیکی در نزدیکی گذرگاه‌ها، برگزاری گارگاه‌ها و آموزش قوانین ترافیکی برای عابران، ساخت انیمیشن و یا برگزاری همایش‌های پیاده روی که در آن موضوع هایی چون نحوه تردد در شب و روز، نوع پوشش در شب، محل‌های قرار گیری و تردد، نصب علایم کنترل کننده در نزدیکی گذرگاه‌ها در چند جا و ایجاد چراغ‌های راهنمایی و اعلام خطر در کاهش تنش بین عابران پیاده و وسایل نقلیه تاثیرات مثبتی خواهد داشت. از این رو استفاده از نتایج این پژوهش در مطالعات آتی می تواند به پژوهشگران و محققان برای ایمنی جاده‌ها و نظارت بر عبور و مرور عابران و رانندگان تاثیرات مثبتی برای بهبود شرایط جاده‌ها داشته باشد.

٦. مراجع

– میلاد احمدی مرزاله، میثم ناصری، کیومرث ناصری، تابستان ۹٤، فاکتورهای مؤثر بر حاشیه ایمنی عابرین پیاده در خیابانهای فاقد عائم راهنمایی و رانندگی، صفحات ۱۲۷ تا ۱۳٤.

- World Health Organization. (2018)"Global status report on road safety، 2018", ترجمه خانم ناهید ملکی کارشناس دفتر آمار، ایمنی و ترافیک سازمان راهداری و حمل نقل جاده ای.

– وزارت راه و ترابری(۱۳۸۵)، مدیریت ایمنی راه، تالیف: بانک توسعه آسیایی، ترجمه: معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری، پاییز.

– آمار پزشکی قانونی ایران ۱۳۹۸، آمار متوفیات ناشی از حوادث رانندگی ترافیکی ارجاعی به مراکز پزشکی قانونی کشورطی سال۱۳۹۷.

– شهریار محسنین، محمد رحیم اسفیدانی، ۱۳۹۳،معادلات ساختاری مبتنی بر رویکرد حداقل مربعات جزئی، صفحات۱۸– ٥٤.

– تحلیل آماری با نرم افزارهای SPSS و AMOS، نوشته دکتر بهرام صادقپور گیلده و وهاب مرادی، انتشارات دانشگاه مازندران، چاپ دوم، ۱۳۹۲.

– تحلیل‌های آماری با استفاده از SPSS، نوشته دکتر منصور مومنی با همکاری علی فعال قیومی، چاپ یازدهم، ۱۳۹٦.

- Hongmei Zhou, Stephanie BallonRomero,XiaoQin,2016, An extension of the theory of planned behavior to predict pedestrians' violating crossing behavior using structural equation modeling, Pages 417-424.

- Farah J. Al- Mahameed, Xiao Qin, Robert J. Schneider, Mohammad Razaur Rahman Shaon, , 2019, Analyzing Pedestrian and Bicyclist Crashes at the Corridor Level: Structural Equation Modeling Approach,

- ChaudhariAvinash, ShahJiten, ArkatkarShriniwas, JoshiGaurang, ParidaManoranjan, 2018, Evaluation of pedestrian safety margin at mid-block crosswalks in India,