ارایه مدل تحلیلی افزایش سرعت مجاز در آزادراه ها و تاثیر آن بر ارتقاء ایمنی سفر

کامران رحیم اف، استادیار، گروه مهندسی راه و ترابری، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
محمدرضا ملک، دانشجوی دکتری، گروه مهندسی راه و ترابری، دانشگاه پیام نور،تهران، ایران
سعید آفتابی حسین، دانشجوی دکتری، گروه مهندسی راه و ترابری، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
پست الکترونیکی نویسنده مسئول: K_Rahimov@yahoo.com

دریافت: 96/01/09- پذیرش: 96/03/28

چکیده

عامل سرعت در رانندگی به مرگ و صدمات جدی منجر می شود. هر چند تصویر دقیقی برای نشان دادن سرعتی که به تصادف منجر می شود وجود ندارد، هزینه بالای تصادفات که روزانه توسط جوامع به اشکال مختلف پرداخت می شود. سبب گردیده بهبود ایمنی از اهداف مهم طراحان و برنامه ریزان حمل و نقل باشد. از مهمترین جنبه های ایمنی راه ها، ساخت مدل های پیش بینی تصادفات جهت کمی سازی رابطه میان خصوصیات راه و تعداد تصادفات مشاهده شده است.در این مقاله سعی شده است که با در نظر گرفتن تمامی عوامل، تاثیر سرعت مجاز بررسی شده و با استفاده از بانک اطلاعاتی جمع آوری شده، در دو محور مطالعاتی "آزادراه تهران - قم" و "آزادراه کرج - قزوین" بصورت رفت و برگشت مدلی ارائه شود، تا میزان تاثیر افزایش سرعت مجاز راه بر ایمنی جاده های برون شهری بررسی شود. بدین منظور متغیرهای تاثیر گذار شامل حجم تردد، روشنایی، سن، تعدادخطوط، سرعت تردد وسایل نقلیه، شانه راه و ... جهت مدلسازی انتخاب شده اند. سپس بر اساس آمارگیری و برداشت های میدانی در محورهای مطالعاتی و تکمیل اطلاعات لازم، متغیرهای اصلی تعیین و مدل نهایی کالیبره و ارائه شده است. مدل نهایی به صورت فرم تابع لگاریتم طبیعی ایجاد شده است که شامل متغیرهایی همچون: میانگین حجم تردد روزانه، سرعت مجاز وسایل نقلیه، سرعت تردد وسایل نقلیه، شاخص کیفیت روسازی راه و متوسط درصد وسایل نقلیه سنگین در ماه در محور می باشد. در ادامه با استفاده از آنالیز حساسیت، میزان تاثیر گذاری سرعت مجاز را بر ایمنی سنجیده شده است که حاکی از تاثیر این متغیر به میزان 17 درصد در وقوع تصادفات می باشد.و در نهایت راهکاری جهت ارتقاء ایمنی در کشور مطرح گردیده است.

واژه‌های کلیدی: سرعت، تصادفات، مدلهای پیش بینی، ایمنی تردد

1- مقدمه

آنالیز آمارهای تصادفات در انگلیس نشان می دهد که عامل بیش از ۱۲ درصد از کل صدمات ناشی از تصادفات نیز به علت داشتن سرعت بالا بوده است و عامل ۱۸ درصد از کل صدمات و جراحات جدی ناشی از تصادفات به علت سرعت بالا و در ۲۸ درصد کل تصادفاتی که منجر به مرگ شده است نیز عامل سرعت بالا دخیل بوده است. بنابراین واضح است در هر جایی که تصادفات جدی و یا کشنده‌ای صورت گرفته، به احتمال زیاد سرعت غیرمجاز، یک عامل اصلی برای این موضوع بوده است. البته افرادی نیز مدعی اند که سرعت عامل مهمی در کاهش تصادفات نیست، که البته تحقیق و تجربیاتی که مؤید این نقطه نظر باشند، تقریبًا وجود ندارد. اما تمامی تحقیقات انجام شده در خصوص عوامل وقوع تصادفات، نشان می دهد که عواملی مثل سرعت غیرمجاز و سرعت مجاز نیز به عنوان عامل کمکی حدود ۳۰ درصد در تصادفات جاده ای دخیل می باشند (قربانی، 1385).

تلاش اندکی توسط متخصصین ترافیک به منظور بررسی تاثیر متقابل عامل سرعت و نتیجه تاثیر پارامترهای دخیل در آن بر وقوع تصادفات و ایمنی صورت گرفته است. نقش و مطالعه این قبیل تاثیرات، مهم و غیر قابل انکار می باشد. به علت این که می‌تواند تاثیر شرایط محیطی بر شاخص‌های طرح هندسی و سرعت را در مواقع بحرانی واضح تر نشان دهد و به عنوان یک شاخص، برای کاهش احتمال تصادفات و افزایش ایمنی در جاده های برون شهری به کار گرفته شود. در حال حاضر مطالعاتی در مورد طرح هندسی انجام پذیرفته است که در آن‌ها متخصصین تلاش کرده اند با گسترش روابط و مدل‌هایی تاثیر پارامترهای طرح هندسی را بر ایمنی جاده ها تخمین بزنند. سرعت مجاز نیز به عنوان یکی از پارامترهای مهم راه مورد توجه قرار گرفته و تحقیقاتی در این خصوص انجام گرفته است. باید اذعان داشت که مسئله سرعت به عنوان یکی از عوامل بروز تصادفات و افزایش شدت آن از مباحث عمده و ضروری مورد بحث کارشناسان ترافیک و حمل و نقل بوده است و در اغلب سمینارها و کنفرانس ها به آن توجه شده است. مقاله های «بررسی حداکثر سرعت مجاز در ایتالیا» و «تجربه اجرای حداکثر سرعت مجاز 55 مایل در ساعت در آمریکا» که در کنفرانس مطالعات بین المللی مهندسی ترافیک در ایتالیا ارائه شده‌اند نمونه‌هایی از آن هستند. اما در ایران متأسفانه مطالعه و تحقیقی در مورد تاثیر افزایش سرعت مجاز بر ایمنی و معیار افزایش سرعت مجاز انجام نشده است، و به نقش مهم آن در ایمنی توجهی نگردیده است. در ادامه سعی می شود به بررسی افزایش سرعت مجاز و تاثیر آن در افزایش ایمنی مسیر، پرداخته شود.

2- پیشینه تحقیق

در اوایل دهه 1970 ایجاد محدودیت‌های سرعت در سراسر جهان از جمله محدودیت سرعت 55 مایل در ساعت در آمریکا مورد توجه زیادی قرار گرفته است. قبل از آن نیز در این زمینه مطالعاتی انجام شده بود که از آن جمله می‌توان مطالعه سولمون(Solomon)را در سال1969،در مورد رابطه تعداد مجروحین و سرعت نام برد. در سال 1974، یاکش(Jokach)درباره رابطه احتمال درگیر شدن در تصادفات فوتی و سرعت مطالعه کرد. نیلسون(Nilsson ,1982-1990)تغییر در تصادفات، جراحات و مرگ را در اثر تغییر سرعت حرکت در سوئد بررسی کرد. در کل تحقیقات در کشورهای مختلف حاکی از آن است که شدت تصادفات و احتمال خطر مرگ بطور قابل ملاحظه ای با افزایش سرعت وسایل نقلیه درگیر در تصادفات افزایش می یابد وکاهش سرعت وسایل نقلیه بطورچشمگیری تلفات تصادفات رانندگی را کاهش می دهد.(Nilsson G,2004)

مطالعه کارشناسان نشان دهنده این است که اعمال سرعت مجاز و کاهش آن حتی اگر با کنترل دقیق همراه نباشد باعث کاهش تصادفات و شدت آن می شود. علت آن طبیعی است زیرا سرعت مجاز کمتر، باعث کاهش سرعت حرکت وسایل نقلیه و تغییر توزیع سرعت می شود. در سرعت کمتر احتمال انجام عملی جهت اجتناب از تصادفات توسط راننده بیشتر است. در ضمن انرژی جنبشی وسایل نقلیه درگیر در تصادفات با توان دوم سرعت افزایش می یابد. (Buddemeyer J , 2010)

مطالعات نشان داده است که احتمال رویداد تصادف وقتی واریانس سرعت بالاست بیشتر است. متوسط سرعت در مسافت توقف و مسافتی که وسایل نقلیه در زمان ثابت دید عکس العمل طی می‌کنند موثر است.

مدل توانی ارائه شده توسط نیلسون در رساله خود از تغییرات مختلف بر روی محدودیت سرعت که در اواخر دهه 60 و اوایل دهه 70 در سوئد اجرا شده، بدست آمده است. از مطالعات متوجه شدند که درصد تغییر در تصادفات جرحی با مربع تغییر نسبی سرعت متناسب است این مساله برای افزایش و هم کاهش سرعت متوسط ترافیک بکار گرفته شده است. مدل در قالب 6 معادله که تغییرات در تعداد تصادفات یا تعداد کاربرانی از راه که در تصادفات مجروح یا کشته شده اند، با تغییرات سرعت متوسط ترافیک بیان نمود.

(1) تعداد تصادفات مرگبار $$Y1 = \left(\frac{V1}{V0}\right)^{4} * Y0$$

(2) تعداد مرگ و میرها $$Z1 = \left(\frac{V1}{V0}\right)^{4} * Y0 + \left(\frac{V1}{V0}\right)^{8} * (Z0 - Y0)$$

(3) تعداد تصادفات مرگبار با جراحات شدید $$Z1 = \left(\frac{V1}{V0}\right)^{3} * Y0$$

$$Z1 = \left(\frac{V1}{V0}\right)^{3} * Y0 + \left(\frac{V1}{V0}\right)^{6} * (Z0 - Y0)$$

(4) تعداد مرگ و میرها یا جراحات شدید

$$Z1 = \left(\frac{V1}{V0}\right)^{2} * Y0$$

(5) تعداد تصادفات جرحی

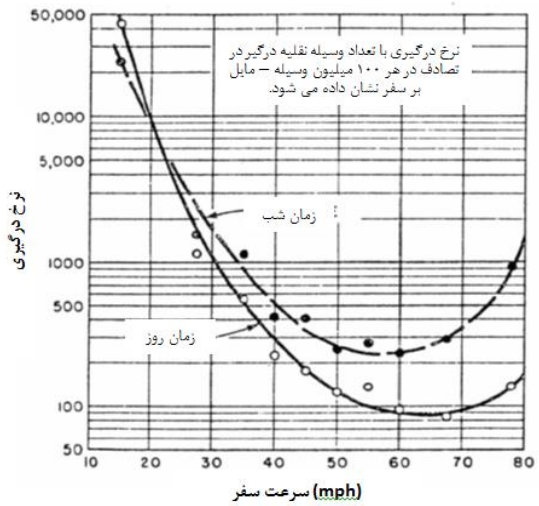
$$Z1 = \left(\frac{V1}{V0}\right)^{2} * Y0 + \left(\frac{V1}{V0}\right)^{4} * (Z0 - Y0)$$

(6) تعداد کاربران راه که مجروح شده اند

در روابط فوق سرعت را با V، تصادفات را با Y و قربانیان تصادفات را با Z نمایش داده است. به علاوه، اندیس 0، مقادیر به دست آمده قبل از تغییر متوسط سرعت و اندیس 1، مشاهدات به دست آمده در سرعت متوسط را پس از تغییر نشان می دهد. مدل توانی بیانگر آن است که تعداد تصادفات مرگبار، تصادفات جرحی شدید (شامل تصادفات مرگبار) و تمام تصادفات جرحی گزارش شده بوسیله پلیس (شامل تصادفات جرحی جدی و مرگبار) به ترتیب با توان چهارم، سوم و دوم تغییرات نسبی در متوسط سرعت ترافیک متناسب اند. توان در معادله ای که نشان دهنده تصادفات جرحی است، از معادله انرژی جنبشی استخراج گردیده است. (Nilsson G, 2004)

نیلسون توان چهارم را برای تصادف‌های مهلک و ال ویک 4/5 را مطرح می‌سازد؛ با بکارگیری 4 در این زمینه، چنانچه حدّ سرعت از 55 مایل بر ساعت به 70 مایل بر ساعت افزایش پیدا کند، با مدل نمایی می‌توان 161درصد افزایش را در تصادف های مهلک پیش بینی کرد(2/61 = 1/27 × 1/27 × 1/27 ؛ 1/27 = 55 ÷ 70) برای هر 100 تصادف مهلک قبلی، 261 تصادف مهلک بعدی وجود دارد. برای تصادف‌های منجر به صدمه با شدت‌های مختلف، می‌شود توانهای کوچکتری را بکار برد. ایمنی ترافیک می‌تواند از طریق عباراتی نظیر تکرار تصادفات یا رتبه تصادف محاسبه شود. هر تغییری در میزان تصادفات می‌توانست کاملاً از طریق تغییر در عمومیت تصادف‌ها باشد با تغییر در میزان سفرها، به همین دلیل این تغییرات مهم بود و محققان بارها استفاده از شمارش تصادف‌ها را بعنوان متغیرهای وابسته پیشنهاد کردند که برای کنترل کردن اثرات تغییر در معرض تهدید بوسیله دخالت دادن محاسبات ترافیکی به عنوان متغیرهای توصیفی بود.

منحنی U شکل معروف سولومون نشان داد که میزان‌های درگیری تصادف در سرعت‌ها یک کمی بالای سرعت‌های ترافیک میانگین پایین‌ترین هستند. هر چه انحراف بین سرعت و سرعت میانگین ترافیک موتورسواران ـ هر دو بالا و پایین سرعت میانگین ـ بیشتر باشد شانس درگیری در تصادف بیشتر خواهد بود. همبستگی بین میزان درگیری تصادف و انحرافات از سرعت ترافیک میانگین به یک فرضیه‌ای منجر شد که انحراف سرعت است که احتمال درگیری راننده در تصادف را افزایش می‌دهد نه سرعت. هائر در تئوری بعدی اش در مورد تضاد یا برخورد ترافیک پایه و مبنای تئوریکی را برای یافته‌های سولومون فراهم ساخت. نتایج سولومون در شکل 1 زیر دوباره تولید می‌شوند. (Melisa D , 2010)



شکل1. نتایج مطالعه و بررسی سولومون(Melisa D , 2010)

ارتباطU شکل سولومون توسط موندن با استفاده از یک روش تحلیلی مختلف در جاده‌های برونشهری اصلی در انگلیس توسط سیریلو در بزرگراههای بین ایالتی ایالات متحده و اخیراً توسط هارکی و همکارانش در جاده های برونشهری و شهری اعلان شده است. در سرعت‌هایی که از 25–55 mph (40–89 کیلومتر بر ساعت) در دو ایالات، ایالات متحده تکرار گردیده همه مطالعات و بررسی های ایالات متحده اما خیلی ویژه، مطالعات و بررسی‌های سولومون برای وابستگی آنها به گزارشات تصادف برای سرعت‌های قبل از تصادف وسیله‌های نقلیه درگیر شده در تصادفات که می توانست از نتایج منحرف شوند مورد نقد و بررسی قرار گرفتند. مطالعه و بررسی سولومون همچنین برای داده‌های سرعت ترافیک مقایسه ای غیر معرف، فقدان پیوستگی بین داده های تصادف و سرعت و ترکیب تصادف آزاد جریان یابند با وسیله های نقلیه کند حرکت‌کننده که می‌توانست میزان‌های درگیری در تصادفات بالا را در سرعت‌های پایین توضیح دهد نقد و بررسی شده است. (Carlson R.C , 2010)

3–ارتباط بین سرعت طراحی، ..سرعت عملکردی و سرعت مجاز

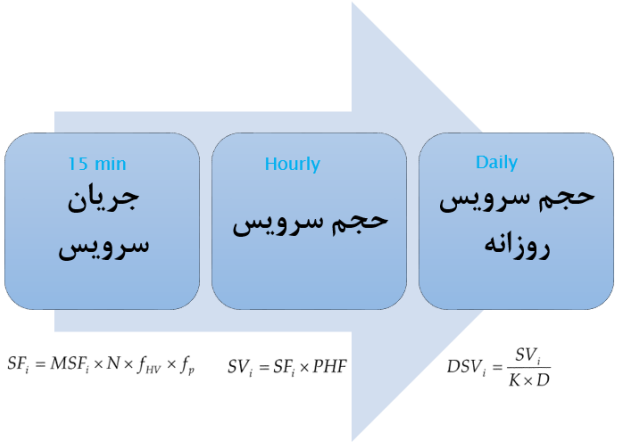
حدود سرعت، سرعت‌های سفر قانونی حداکثر تحت شرایط مطلوب آب و هوای خوب، جریان آزاد ترافیک و قابلیت مشاهده خوب هستند. اعلان حدود سرعت مناسب برای اطمینان از سطح یا میزان منطقی سرعت و سفر مؤثر در بزرگراهها و خیابانها ضروری هستند. حد سرعت اعلان شده غیر واقعی عموماً میزان شکایت راننده را کاهش می دهد و به نوبه خود تعداد تصادفات میزان تصادفات و تلفات مرتبط را افزایش می‌دهد. عمل یا رویه کنترل سرعت بر فرضیه ای بنا گردید که کنترل سرعت‌ها تعداد و شدت تصادفات یا برخوردها را کاهش می‌دهد. اما با وجود این توافق و رضایت بین تمایلات برای به حداکثر رساندن کارایی سفر و تمرین کنترل بر سرعت های مسافرت به دست می آید. از اینرو تنظیم حدود سرعت، تمایز مناسب بین انواع گوناگون چنین سرعت از قبیل سرعت طراحی، .سرعت عملکردی و سرعت درصدی 85٪ و اهمیت هر یک در تنظیم حد سرعت تعریف و مشخص گردید. پیوستگی طرح در آزادراه های برونشهری دو خطه به نظر می رسد که از طریق انتخاب و کاربرد سرعت طراحی فراهم شده است.AASHTO سرعت طراحی را به طور سرعت بی‌خطر حداکثر تعریف و مشخص می سازد که می‌تواند در بخش مشخص و معین شده راه حفظ و نگهداری شود وقتی شرایط به حدی مطلوب است، که ویژگی‌های طراحی راهها حاکم هستند. سرعت جریان آزاد را در آزاد راه می‌تواند بصورت زیر تخمین زده شود:

$$FFS = BFFS - f_{lw} - f_{lc} - f_N - f_{ID}$$

در آنالیز برنامه‌ریزی و مهندسی مقدماتی برای محاسبه حجم تقاضا در آزادراه ها از فرمول زیر استفاده می شود :

$$V = DDHV = AADT \times K \times D$$

در شکل 2 محاسبات جریان سرویس، حجم سرویس و حجم سرویس روزانه در آزادراهها آورده شده است.



شکل 2. محاسبه حجم سرویس روزانه (HCM , 2010)

سرعت و جریان ترافیک

ایمن‌ترین سرعت در زمان رانندگی در ترافیک سنگین، سرعتی است که با توجه به سرعت سایر وسایل نقلیه و حفظ فاصله مناسب با وسیله نقلیه جلویی و عدم تجاوز از سرعت معین شده اتخاذ گردد. اگر قادر به حفظ فاصله ایمن با وسیله نقلیه جلویی نیستند، با سرعتی معادل 5 تا 7 کیلومتر بر ساعت کمتر از سرعت جریان ترافیک حرکت کند، تا فاصله ایمن رعایت شود.

رابطه سرعت و ایمنی

در مطالعه ملی شدت تصادف (NCSS) با بررسی حدود ده هزار تصادف در سالهای 1977 تا 1979 به این نتیجه رسیدند که احتمال مرگ بطور ناخوشایندی با افزایش تغییر سرعت در لحظه برخورد افزایش می‌یابد در این مطالعه فرض شده است که تغییر در سرعت (Δv) پس از زمان ثابت صد میلی ثانیه از شروع برخورد اولیه تصادف رخ می دهد.(Melisa D , 2010)

سرعت وسایل نقلیه بویژه اختلاف سرعتها در یک قسمت از راه یا جاده در احتمال تصادف موثر است. وقتی سرعت وسایل نقلیه موتوری در قسمتی از مسیر در طیف گسترده ای پراکنده است احتمال تصادف وسایل نقلیه بیشتر است. اختلاف گسترده تر سرعت تعداد سبقت وسایل نقلیه را افزایش می‌دهد و فرصت تصادف چند وسیله نقلیه را فراهم می‌کند بررسی تقریبی 6800 تصادف در راههای دو خطه بین شهری در آمریکا نشان داد که حرکت 25 mph (40 کیلومتر بر ساعت) بالا یا زیر سرعت مجاز احتمال درگیر شدن در تصادف را تقریباً ده برابر می‌کند.

تفاوت سرعت‌ها در تصادف جلو به عقب در راههای بین ایالتی آمریکا نقش عمده‌ای دارد این تصادفات در نزدیکی تقاطع‌ها جایی که وسایل نقلیه سرعت خود را جهت تغییر خط و خروج از ترافیک سریع، آهسته می‌کنند بسیار رایج است. در توزیع و آنالیز سرعتها از پارامترهای گوناگونی بهره می‌گیرند که مهمترین آنها متوسط و واریانس سرعتها می‌باشد. دلایل فیزیکی برای اینکه چرا این دو پارامتر در ایمنی جاده‌ها نقش دارند وجود دارد. واریانس سرعت منعکس کننده تغییرات سرعت در ترافیک است و واریانس بالا نشان دهنده میزان قابل توجهی موقعیت تغییر خط، سبقت و توقف و حرکت می باشد.

سرعت مجاز

سرعت مجاز سرعتی است که راننده با رعایت قوانین مربوط به محدودیت سرعت در جاده و شرایط ترافیکی رانندگی می‌کند و رعایت این امر بسیار مهم و ضروری است.

رانندگی با سرعت مجاز نیز در جاده‌های شهری مشکل آفرین است. علی‌رغم اینکه تنها ده درصد از رانندگان در جاده‌های شهری با سرعت غیرمجاز می‌رانند اما در صورت بروز تصادف بیش از ۶۰ درصد از تمامی سرنشینان خودرو (راننده‌ها و مسافران) جان خود را از دست می‌دهند و این بدان دلیل است که اگر چه قانون حداکثر سرعت مجاز در قسمتهای زیادی از مناطق شهری اعمال یا اجرا می‌شود، اما عملاً رانندگی در مکانهایی که محدودیت سرعت دارند بسیار مشکل می‌باشد. البته رعایت قانون حداکثر سرعت مجاز به هنگام شب و در شرایط آب و هوایی بد بسیار مهم می باشد.

با این وجود عده‌ای معتقدند که چون ترافیک و عبور و مرور خودورها در شب کمتر است رانندگی با سرعت بیشتر، ایمن تر می‌باشد. اما حقیقت این است که میانگین احتمال بروز تصادف در هر کیلومتر سفر بین ساعت ۷ شب و ۷ صبح دو برابر احتمال خطر بین هفت صبح و هفت شب می‌باشد. کنترل سرعت وسایل نقلیه یکی از الزامات رانندگی در تمامی کشورهاست. گرچه سرعت گیرها و اعلام کننده‌های اتوماتیک صوتی سرعت در داخل اتومبیل هر یک می‌تواند نقش مفید و موثری در کنترل سرعت اتومبیل داشته باشد اما آنچه که بیشترین اهمیت را دارد، رعایت سرعت مجاز و مطمئن توسط رانندگان خودروهاست. در بسیاری از موارد تخلف رانندگان از سرعت مجاز سبب پیامدهای ناگواری می‌گردد که تاثیر آن تا پایان عمر بر روح و جسم فرد و خانواده باقی می‌ماند (قربانی، 1385).

نقش سرعت مجاز در تصادفات

معرفی سرعت مجاز و یا کاهش آن حتی اگر با کنترل ضعیف همراه باشد بطور موثری در کاهش تصادفات و شدت آن موثر است. میزان تلفات بصورت درصدی از تعداد افراد

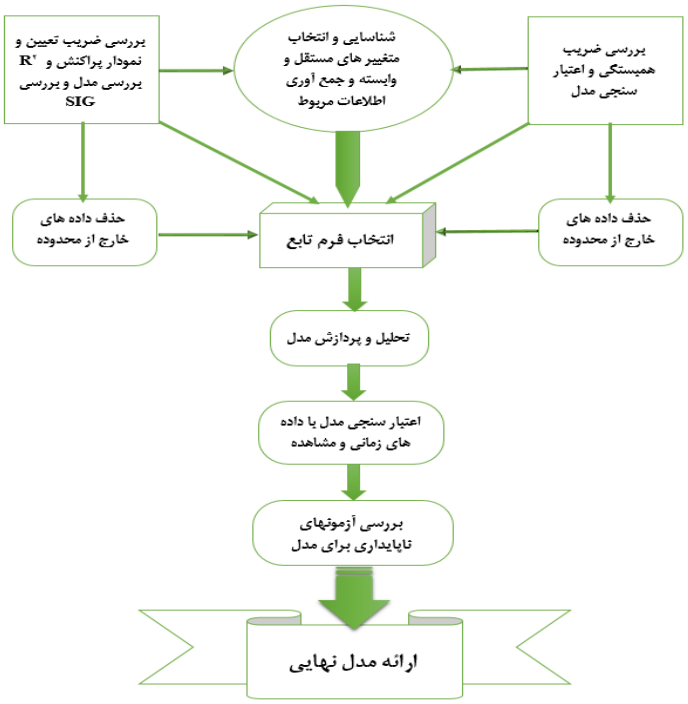
مجروح در محلهایی که سرعت مجاز بالاتر است بیشتر است. این زیاد تعجب انگیز نیست زیرا سرعت مجاز کمتر، اغلب سرعت ترافیک را به طرف کمتر شدن هدایت می‌کند. سرعت کمتر زمان بیشتری را برای انجام عملی جهت اجتناب از تصادف فراهم می کند. در ضمن انرژی جنبشی با توان دوم سرعت افزایش می یابد و هرچه انرژی جنبشی بیشتر باشد شدت تصادف و جراحت بیشتر است(Nilsson G,2004).

انتخاب متغیرهای موثر در مدل

مدل ارائه شده بر اساس اهمیت و نقش متغیر ها و مشخصات هندسه راه و حجم تردد وسایل نقلیه تکمیل گردیده است که شامل حجم تردد ترافیک روزانه، سرعت مجاز، متوسط سرعت تردد، شاخص وضعیت روسازی، درصد وسایل نقلیه سنگین، عرض روسازی سواره رو، عرض شانه راه، نوع شانه راه، متوسط شعاع قوس، متوسط سن رانندگان درگیر در تصادف می باشد.

فلوچارت ساخت مدل

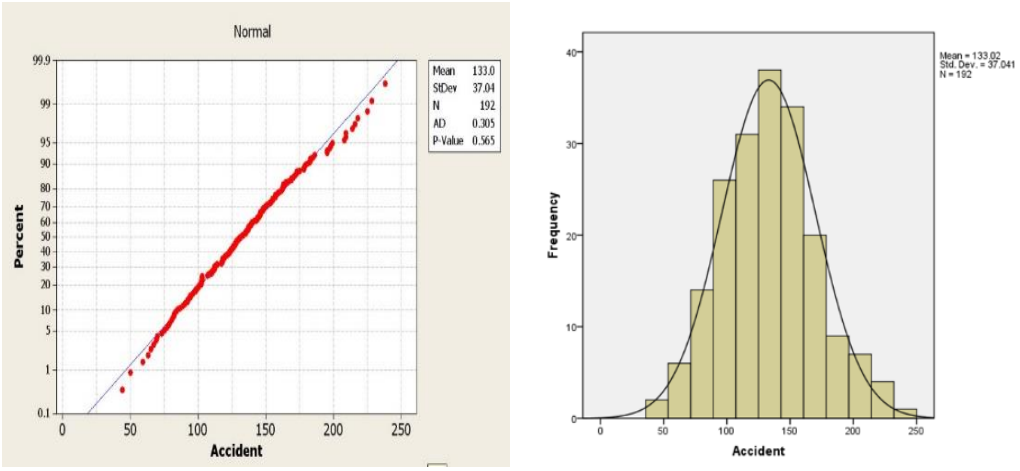
در شکل شماره 3 فلوچارت مطالعه مربوط به ساخت مدل‌های مناسب در خصوص پیش‌بینی وقوع تصادفات، که نیازمند شناسایی متغیرهای مناسب به منظور کامل بودن و دقیق بودن نتایج حاصله و در عین حال توصیف کننده اثرات متقابل عوامل مربوط به هم نیز باشد.



شکل 3. فلوچارت روند ساخت مدل مناسب پیش بینی

4- ارائه مدل پیش‌بینی

در این مطالعه، در ابتدا باید مشخص شود که مدل تصادفات از چه تابعی تبعیت می کند، در صورتیکه توزیع تصادفات بصورت توزیع نرمال باشد، ما می‌توانیم از مدلهای خطی و رگرسیون استفاده کنیم که این موضوع را می توان به دو روش اثبات نمود. اولی به صورت نمودار هیستوگرام که از خروجی نرم افزار SPSS گرفته می‌شود و دومی نرم افزار Minitab می‌باشد. همانطور که در شکل 4 آورده شده است نتیجه می‌شود که تصادفات از توزیع نرمال پیروی می‌کند در نتیجه می‌توان از رابطه‌های توزیع نرمال که به صورت توابع خطی و لگاریتم طبیعی است استفاده نمود.



شکل4. نمودار توزیع نرمال تصادفات با استفاده از خروجی نرم افزار SPSS و Minitab

در جدول 1، متغیرهای متوسط حجم ترافیک روزانه در ماه (ADT)، محدودیت سرعت مجاز (SL)، متوسط سرعت تردد در ماه (AVS)، شاخص کیفیت روسازی مسیر (PCI) و متوسط درصد وسایل نقلیه سنگین در ماه (PHV) که به ترتیب از بیشترین وابستگی با تعداد تصادفات و از کمترین میزان وابستگی با یکدیگر برخوردار می‌باشند، در نظر گرفته شده و در یک فرآیند مبتنی بر سعی و خطا، کاراترین مدل با ورود مناسبترین متغیرها و ارزیابی شاخص‌های برازش و آزمون‌های اعتباری برای مسیر مورد مطالعه آزادراه تهران–قم و تهران–کرج به صورت رفت و برگشت برای سالهای 82 تا 86 که در آن در سال 84 تغییر سرعت مجاز از 110 به 120 اجرایی گردید تعیین شده است.

جدول 1. نتایج ماتریس همبستگی متغییرهای موثر

	Accident	ADT	SL	AVS	PCI	PHV
Accident	1	0/772	0/703	0/606	-0/537	-0/515
ADT	0/772	1	0/474	0/476	-0/454	-0/391
SL	0/703	0/474	1	0/448	-0/428	-0/341
AVS	0/606	0/476	0/448	1	-0/368	-0/433
PCI	-0/537	-0/454	-0/428	-0/368	1	0/073
PHV	-0/515	-0/391	-0/341	-0/433	0/073	1

مطابق با فرآیند شرح داده شده، فرآیند ساخت مدل در هر گروه، با ساخت و کالیبراسیون یک مدل تک متغیری شامل متغیر ADT که با توجه به نتایج ماتریس همبستگی، از بیشترین میزان همبستگی با تعداد تصادفات در طول راه برخوردار می‌باشد، آغاز می‌گردد. بررسی مقادیر R^{2a} مدل‌های حاصله، بیانگر برازش نسبتا مناسب

مدل‌های تک‌متغیره ساخته شده با شکل‌های کلی خطی و لگاریتم طبیعی می‌باشد. ضمن آنکه بررسی نتایج آزمون‌های اعتبار سنجی F و t بیانگر اعتبار مدل‌ها و ضرایب آن می‌باشد. در گام بعدی، محدودیت سرعت مجاز (SL) که بعد از متغیر ADT دارای بیشترین مقدار همبستگی با میزان تصادفات می‌باشند، به مدل‌های موجود افزوده می‌گردد. بررسی R^{2a} مدل‌های جدید، بیانگر بهبود قابل توجه مقادیر این شاخص در اثر اضافه شدن متغیر جدید می‌باشد که این مساله اطمینان از کارایی مدل حاصل شده را به همراه خواهد داشت. قابل ذکر است این مساله بدین دلیل حایز اهمیت می‌باشد که اگرچه افزایش یک متغیر موثر بر مدل پیش‌بینی میزان تصادفات، بر میزان دقت آن می‌افزاید. اما این افزایش دقت با توجه به هزینه‌های ناشی از جمع‌آوری مقادیر مربوط به متغیر ورودی جدید، می‌بایست از مقادیر قابل توجه و مناسبی برخوردار باشد تا متضمن کارایی آن باشد. بررسی نتایج آزمون‌های F و t نیز موید اعتبار ضرایب دومین مدل ساخته شده مشتمل بر متغیرهای ADT و SP می‌باشد. از این‌رو تا این مرحله با قطعیت می‌توان مدل دوم در هر گروه را مدل مناسب‌تری نسبت به مدل اول در آن گروه دانست. بررسی کارایی و اعتبار سنجی مدل و ضرایب سومین مدل ساخته شده در هر گروه که از متوسط سرعت عملکردی تردد در ماه (AVS) حاصل شده است، نیز مناسب‌تر بودن آن نسبت به مدل‌های قبلی را نشان می‌دهد. مدل چهارم هر گروه، با اضافه نمودن متغیر شاخص کیفیت روسازی راه (PCI) به مدل سوم حاصل می‌گردد. بررسی کارایی و اعتبار سنجی مدل مناسب بودن این پارامتر را هم نشان می دهد. مدل مورد بررسی پنجم نیز از اضافه نمودن متغیر متوسط درصد وسایل نقلیه سنگین (PHV)، به مدل چهارم بدست می‌آید. بالا بودن شاخص برازش و نیز معتبر بودن ضرایب مدل بر اساس آزمون‌های آماری، مناسب بودن مدل را مورد تایید قرار می‌دهد. ضمن آنکه افزایش قابل توجه مقدار R^{2a} در آن نسبت به مدل چهارم، هیچ‌گونه تردیدی در مناسب‌تر و کاراتر بودن آن در مقایسه با مدل‌های 1 تا 5، باقی نمی‌گذارد و این مدل پذیرفته می گردد. در انتها مدل کلی پیش بینی تصادفات به شکل مدل خطی زیر می‌باشد که از جداول (2 تا 4) انتخاب مدل و ضرایب آن بدست آمده:

A=0/002ADT+2/376SL+0/83AVS-0/771PCI-3/738 PHV-214/574

که در آن:

A: تعداد تصادفات پیش بینی شده در ماه و ADT: متوسط حجم ترافیک روزانه در ماه (veh/day) و SL: محدودیت سرعت مجاز (km/hr) و AVS: متوسط سرعت تردد وسایل نقلیه در ماه (km/hr) و PCI: شاخص کیفیت روسازی مسیر و PHV: متوسط درصد وسایل نقلیه سنگین در ماه و همچنین مدل لگاریتم طبیعی بصورت زیر تعریف می‌شود: در این قسمت مدل لگاریتم طبیعی بر داده‌ها تصادف برازش داده شده است و در فرایند ساخت مدل رگراسیون از روش توأم برای ورود متغیرها استفاده شده است.

مدل و نتایج حاصل از برازش مدل به شرح زیر می‌باشد و همچنین انتخاب مدل و صحت آن و ضرایب از جداول (5 تا 7) بدست آمده است:

$$\mathbf{A = 11/81 * e^{((1/343*10^{-5})ADT+0/018SL+0/005AVS-0/007PCI-0/034PHV)}}$$

جدول 2. خلاصه اطلاعات مدل خطی (نکویی برازش مدل خطی)

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
5	0/891	0/794	0/788	16/802

جدول3. ANOVA مربوط به مدل خطی

Model		Sum of Squares	Df	Mean Square	f	Sig
5	Regression	209557/669	5	41911/534	148/469	0/000
	Residual	52506/248	186	282/292		
	Total	262063/917	191			

جدول4. نتایج اصلی حاصل از تخمین ضرایب مدل خطی

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig
		B	Std. Error	Beta		
5	(Constant)	-214/574	48/300		-4/443	0/000
	ADT	0/002	**0/000**	0/423	9/992	0/000
	SL	2/376	0/300	0/322	7/930	0/000
	AVS	0/830	0/257	0/133	3/231	0/001
	PCI	-0/771	/209	-0/146	-3/690	0/000
	PHV	-3/738	0/845	-0/172	-4/425	0/000

جدول5. خلاصه اطلاعات مدل لگاریتم طبیعی (نکویی برازش مدل لگاریتم طبیعی)

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
5	0/894	0/800	0/794	0/13653603

جدول 6. ANOVA مربوط به مدل لگاریتم طبیعی

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	f	Sig
5	Regression	13/345	5	2/669	143/171	0/000
	Residual	3/467	186	0/019		
	Total	16/813	191			

جدول 7. نتایج اصلی حاصل از تخمین ضرایب مدل لگاریتم طبیعی

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig
		B	Std. Error	Beta		
5	(Constant)	2/469	0/393		6/289	0/000
	ADT	1/343E-5	**0/000**	0/425	9/908	0/000
	SL	0/018	0/002	0/300	7/289	0/000
	AVS	0/005	0/002	0/104	2/503	0/013
	PCI	-0/007	/002	-0/176	-4/383	0/000
	PHV	-0/034	0/007	-0/193	-4/896	0/000

که در آن:

A: تعداد تصادفات پیش بینی شده در ماه و

ADT: متوسط حجم ترافیک روزانه در ماه (veh/day)

و SL: محدودیت سرعت مجاز کیلومتر و

AVS: متوسط سرعت تردد وسایل نقلیه درماه (km/hr)

و PCI: شاخص کیفیت روسازی مسیر و

PHV: متوسط درصد وسایل نقلیه سنگین در ماه،

در جداول بالا ستون B به عنوان ضریب به منظور پیش بینی مقدار A (تعداد تصادفات) در معادله رگرسیون مورد استفاده قرار می‌گیرد.

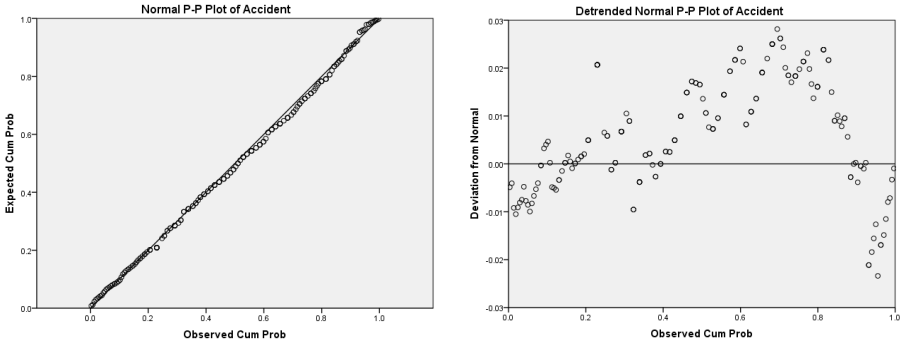
و R^2 مدل خطی 0/788 =

$$A=0/002ADT+2/376SL+0/83AVS-0/771PCI-3/738\ PHV-214/574$$

R^2 مدل پواسونی 0/ 794 = و

$$A = 11/81 * e^{((1/343*10^{-5})ADT+0/018SL+0/005AVS-0/007PCI-0/034PHV)}$$

گام بعد پس از شناسایی مدل‌های مناسب به تفکیک هر یک از گروه مدل‌های پواسونی و خطی، انتخاب مدل مناسب‌تر از میان دو مدل فوق می‌باشد. همان‌طور که ذکر گردید، در این خصوص، یک روش مدون و مشخص وجود نداشته و انتخاب مدل مناسب تنها بر اساس قضاوت مهندسی صورت می‌پذیرد. اگرچه استفاده از معیارهایی نظیر کوچک بودن مقادیر ثابت در مدل‌های با شکل خطی و نیز بالاتر بودن مقادیر R^2 می‌تواند به قضاوت درست‌تر کمک نماید. در این مقاله جهت افزایش سرعت مجاز در آزادراهها مدل پواسون مورد توجه قرار گرفته است. در جدول شماره 7 مقدار سطح معنی داری هر یک از متغیرها با مقدار t تک تک ضرایب در ستون آخر جدول نشان داده شده است. اما در مورد اهمیت و نقش متغیرهای مستقل در پیشگویی معادله رگرسیون باید از مقادیر بتا استفاده کرد. از آنجا که مقادیر بتا استاندارد شده می‌باشد. بنابراین از طریق آن می‌توان در مورد اهمیت نسبی متغیرها قضاوت کرد. بزرگ بودن مقدار بتا نشان دهنده اهمیت نسبی و نقش آن در پیشگویی متغیر وابسته می‌باشد. لذا، در اینجا می‌توان قضاوت کرد که متغیرهای محدودیت سرعت مجاز و میانگین حجم تردد روزانه سهم بیشتری در رابطه با سایر متغیرها در پیشگویی متغیر وابسته دارد. در نهایت برای برازش مدل بدست آمده باقیمانده‌های حاصل از اختلاف مقدار مشاهده شده و مقدار پیش بینی شده از مدل مورد آزمون قرار گرفته است. برای این منظور نمودار pp-plot باقیمانده‌ها، برای بررسی نرمال بودن آنها ترسیم می‌شود که با توجه به گراف بدست آمده که در شکل 5 آورده شده است، نقاط حاصل از داده‌ها باقیمانده حول خط راستی قراردارند که بیانگر تبعیت آنها از توزیع نرمال می‌باشد، که یک فرض مهم برای صحت مدل می‌باشد.



شکل 5. نمودار میزان انحراف باقیمانده‌ها از توزیع نرمال و آزمون نرمال باقیمانده‌ها

از طرفی با توجه به انحراف باقیمانده از توزیع نرمال مشاهده می‌شود که تمامی نقاط داخل یک باند موازی قرار گرفته اند و از هیچ روند خاصی پیروی نمی‌کنند، به عبارت دیگر واریانس باقیمانده نیز ثابت است لذا موارد فوق نشان دهنده برازش مناسب مدل به داده‌ها می‌باشد.

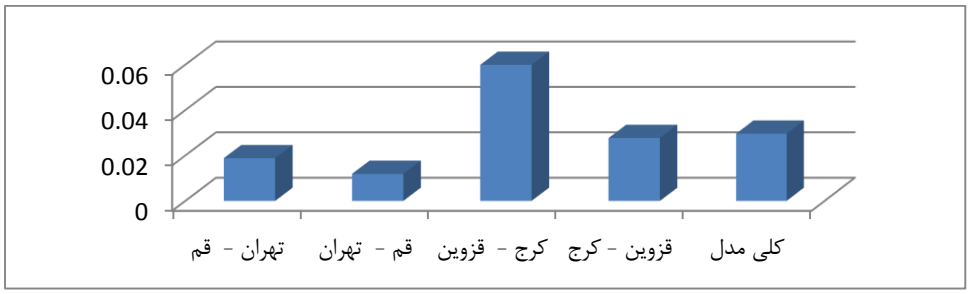
با توجه به تعیین مدل نهایی، نتایج حاصل از برازش مدل به صورت تفکیک شده در قالب جداول بیان شد. که به ترتیب بیان کننده جداول نکویی برازش و ANOVA و نتایج اصلی حاصل از تخمین ضرایب انتخاب شده می‌باشد. جدول ANOVA، بیانگر معنی دار بودن رگرسیون و رابطه خطی بین متغیرها می‌باشد که سطح معناداری (sig=0.000) بدست آمده، معنی دار بودن آن را در سطح اطمینان 95 درصد تایید می کند.

8- اعتبار سنجی مدل

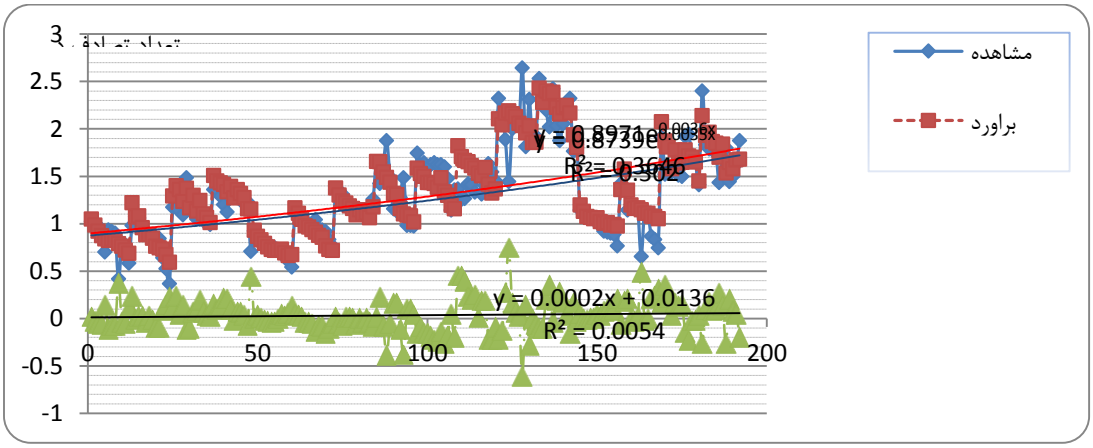
یکی از موارد مهم جهت برآورد مدل، مقایسه تفاوت بین نتایج واقعی و نتایج حاصل از مدل می باشد که به وسیله ی شاخص میانگین مربعات خطا سنجیده (MSE) می‌شود، هرچه این پارامتر به صفر نزدیک‌تر باشد، بیانگر تطابق مدل ایجاد شده با واقعیت می باشد. در جدول ذیل نتایج حاصل از به کارگیری این شاخص به طور جداگانه در هریک از محورهای مطالعاتی، مورد ارزیابی قرار گرفته است. در شکل7 مقایسه ای بین نتایج قابل انتظارتوسط مدل و نتایج موجود و اختلاف بین این نتایج، در محورهای مطالعاتی انجام پذیرفته است

جدول 8. مقایسه میزان میانگین مربعات خطا در هریک از محورهای مطالعاتی

مطالعاتی محور	MSE
تهران – قم	0/018824
قم – تهران	0/011936
کرج – قزوین	0/059952
قزوین – کرج	0/027695
MSE کلی : 0/029602	



شکل 6. نمودار مقایسه میانگین مربعات خطا حاصل در محورهای مطالعاتی



شکل 7. نمودار نتایج حاصل از بکارگیری مدل و مقایسه‌ای میان نتایج حاصل از آن و مشاهده

8-1- صحت نتایج با استفاده از آزمون دوربین – واتسون

یکی از مفروضاتی که در مدل مد نظر قرار می‌گیرد، استقلال خطا ها (تفاوت بین مقادیر واقعی و مقادیر پیش بینی شده توسط معادله) از یکدیگر است. به منظور بررسی استقلال خطاها از یکدیگر از آزمون دوربین – واتسون استفاده می شود که آماره آن از رابطه زیر محاسبه می شود. در این رابطه et میزان اختلال یا خطا در دوره زمانی (برای مثال سال)t و et-1 میزان اختلال یا خطا در دوره زمانی قبل (برای مثال سال قبل)t است.

$$DW = \frac{\sum(e_t - e_{t-1})^2}{\sum e_t^2} \qquad (1)$$

اگرهمبستگی بین خطاها را با ρ نشان دهیم در این صورت آماره دوربین واتسون به کمک رابطه زیرمحاسبه می‌شود.

$$DW = 2(1-\rho) \qquad (2)$$

مقدار آماره این آزمون در دامنه 0 و 4+ قرار دارد زیرا:

- اگر ρ=0 آنگاه DW=2 خواهد بود که نشان می دهد خطاها از یکدیگر مستقل هستند (عدم خود همبستگی).
- اگر ρ=1 آنگاه DW=0 خواهد بود که نشان می‌دهد خطاها دارای خود همبستگی هستند.
- اگر ρ= -1 آنگاه DW=4 خواهد بود که نشان می‌دهد خطاها دارای خود همبستگی منفی هستند.

چنانچه این آماره در بازه 1/5 تا 2/5 قرار گیرد H0 آزمون (عدم همبستگی بین خطاها) پذیرفته می شود و در غیر این صورت H0 رد می شود (همبستگی بین خطاها وجود دارد). که در زیر این آماره برای مدل نهایی آورده شده است. با توجه به اینکه عدد آزمون دوربین – واتسون 1/675 شده در بازه فوق قرار رفته پس آزمون عدم همبستگی بین خطاها پذیرفته می‌شود.

جدول 9. آزمون آماره دوربین- واتسون

Model Summary[b]

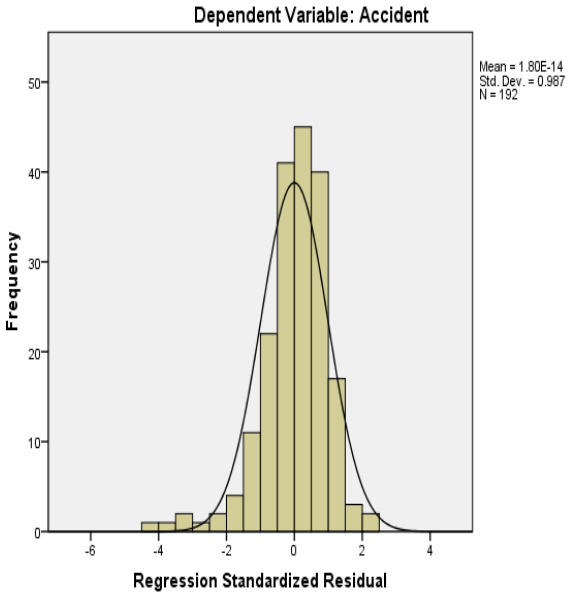
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.894[a]	.800	.794	.13653603	1.675

a. Predictors: (Constant), PHV, PCI, SL, AVS, ADT

b. Dependent Variable: Accident

8-2- آزمون نرمال بودن خطاها

یکی دیگر از مفروضات در نظر گرفته شده آن است که خطاها دارای توزیع نرمال با میانگین صفر می‌باشند. بدیهی است بدین منظور باید مقادیر استاندارد خطاها محاسبه شود و نمودار توزیع داده‌ها و نمودار نرمال آنها رسم شود و سپس مقایسه‌ای بین دو نمودار صورت گیرد از نتیجه آزمون همانگونه که در نمودار 8 دیده می‌شود. با مقایسه نمودار توزیع فراوانی خطاها و نمودار توزیع نرمال، مشاهده می‌شود که توزیع خطاها تقریباً نرمال است، همچنین مقدار میانگین ارایه شده در سمت راست نمودار حاکی از بسیار کوچک بودن و نزدیک به صفر و انحراف معیار نزدیک به یک است.



شکل 8. نمودار بررسی آزمون نرمال بودن خطاها

8-3- آنالیز حساسیت

یکی از مهمترین کاربردهای مدل‌های پیش‌بینی تصادفات، بررسی و ارزیابی میزان کارایی یک راهکار مشخص در کاهش میزان تصادفات می‌باشد. ازجمله مهمترین روش‌ها به منظور دستیابی به چنین هدفی، انجام آنالیز حساسیت مدل می‌باشد که توصیف‌کننده درصد تغییرات متغیر وابسته به درصد تغییرات هر یک از متغیرهای مستقل در صورتی که سایر متغیرها ثابت نگه داشته شود، می‌باشد.

مدل بهینه بدست آمده در این مطالعات به منظور پیش‌بینی تعداد تصادفات واحد طول یک مسیر مشخص که به صورت فرمول زیر می‌باشد، مقادیر حساسیت مدل به تغییرات هر یک از متغیرها در نتیجه بکارگیری راهکارهای مختلف را می‌توان به صورت زیر در نظر گرفت. که برای پارامتر محدودیت سرعت مجاز ما eSL=0/018 SL می‌باشد.

$$A = 11/81 * e^{((1/343*10^{-5})ADT+0/018SL+0/005AVS-0/007PCI-0/034PHV)} \quad (3)$$

در رابطه فوق، e_{SL} حساسیت مدل نسبت به تغییرات متغیر SL می‌باشد. بر اساس رابطه فوق، تغییر یک درصدی در میزان SL، به طور ثابت تغییری در حدود 1/8 درصدی در میزان تصادفات را به همراه خواهد داشت. در ارتباط با سایر متغیرها، وضعیت متفاوت بوده و میزان حساسیت مدل، بسته به وضعیت موجودی که تغییرات در آن اعمال خواهد گردید، متفاوت می‌باشد. در صورتی که به طور خاص به بررسی حساسیت مدل پیش‌بینی تصادفات ساخته شده در این مطالعات نسبت به وضعیت کلی محورهای مورد بررسی پرداخته شود، در نتیجه افزایش سرعت مجاز از 110 به 120 حدود 9/1 درصد می باشد که تاثیری در حدود 17 درصد در افزایش تعداد تصادفات را در بر دارد. در پیوست جدول افزایش تصادفات به ازای افزایش درصدهای مختلف سرعت مجاز به همراه نمودار مربوطه آورده شده است.

با استفاده از مدل نهایی به دست آمده به خوبی می‌توان میزان تاثیرگذاری محدودیت سرعت مجاز را در افزایش ایمنی در صورت ثابت فرض کردن سایر متغیرها، در هر یک از محورهای مورد مطالعه با استفاده از رابطه استخراج شده از آنالیز حساسیت، به طور جداگانه محاسبه و نتایج حاصله از آن را تفسیر و مقایسه کرد. همچنین باید برای افزایش سرعت مجاز و در مقابل افزایش ایمنی باید پارامتر های تاثیر گذار در کاهش تصادفات در نظر گرفته شوند مثلاً کیفیت روسازی راه افزایش یابد و یا شانه راه افزایش یابد تا جبران افزایش سرعت مجاز گردد.

بنابراین می‌توان با جایگذاری میزان تغییرات سرعت مجاز در طی تغییر آن برای هریک از محورها بدون تغییر در پارامترهای دیگر در رابطه مذکور، میزان درصد افزایش تصادفات را به طور تفکیک شده، محاسبه کرد. نتایج حاصل از فرایند فوق الذکر به صورت جمع بندی در جدول10 ارائه شده است.

جدول10. مقایسه میزان تاثیر تغییر سرعت مجاز راه در افزایش تصادفات، درصورت ثابت بودن سایر متغیرها

محورهای مورد مطالعه	سرعت مجاز قبل از تغییر	سرعت مجاز پس از تغییر	درصد افزایش تصادفات قابل انتظار
تهران - قم	110	120	17
کرج - قزوین	110	120	17

9-نتیجه‌گیری

ضروری است که حّد مجاز سرعت، نشان دهنده میزان سرعت ایمن در جاده یا مسیری مشخص، با توجه به کاربر و جاده یا مسیر، ترکیب و نوع ترافیک آن، و همچنین ویژگی طراحی آن باشد. افزون بر اینها، حّد سرعت می بایست مناسب و پذیرفتنی باشد، یعنی در واقع با توجه به ویژگی های راه با مسیر و محیط آن، بر منطق استوار باشد. در اینجا توصیه می شود تا حدود سرعت مجاز با توجه به شرایط و نوع راه و پارامترهای موثر تعیین و تاثیر آن دیده شود. و مدل بررسی سولومون خوب به نظر می‌رسد ولی نیاز به اصلاحاتی دارد و سعی گردید تا مدلی ارائه گردد تا بر طبق اصول و ضوابط فنی خاص سرعت مجاز در آزادراه‌ها تعیین گردد. زیرا سرعت مجاز نباید در هیچ آزادراهی و راهی مطابق هم باشد زیرا شرایط هر کدام با هم فرق می‌کند و تعیین سرعت مجاز بر عهده کارگروه کارشناسان ترافیک می‌باشد و امری شخصی و دلبخواهی نیست.

بر اساس مدل مذکور، متغیرهای میزان تردد روزانه، محدودیت سرعت مجاز، متوسط سرعت تردد، به ترتیب بیشترین نقش را بر میزان تصادفات داشته اند. از میان متغیرهای مذکور، متغیر میزان تردد روزانه و نیز محدودیت سرعت مجاز و متوسط سرعت وسایل نقلیه، دارای تاثیر مستقیم بر افزایش تصادفات می‌باشد که این مساله با توجه به کاربرد این متغیر در مدل‌های پیش‌بینی تصادفات که همان ملحوظ نمودن عوامل مربوط به نقش خطاهای انسانی و نقص وسایل نقلیه در وقوع تصادفات می‌باشد، دور از ذهن نخواهد بود.

این در حالی است که شاخص روسازی مسیر و درصد وسیله نقلیه سنگین از نقشی برعکس در وقوع تصادفات برخوردار می‌باشند. به گونه‌ای که افزایش آنها، کاهش تعداد تصادفات را به همراه خواهد داشت. در ادامه از لحاظ آموزشی و مدیریتی و همچنین نقش سرعت مجاز بر ایمنی راهکارهایی آورده شده است.

1- سرمایه گذاری در امر آموزش و فرهنگ رانندگی

با مطالعه مدل و نتایج ارائه شده می توان اثر بالای عامل راننده و به عبارت صحیح تر عدم رعایت قوانین رانندگی را تایید نمود. سرعت یکی ازمهم‌ترین عامل درکاهش ایمنی جاده نسبت به سایردیگر پارامترهای مورد بررسی می باشد.

2- نقش سرعت مجاز بر ایمنی

با توجه به اینکه افزایش سرعت مجاز بدون در نظر گرفتن پارامترهای دیگر موجب افزایش تصادفات می گردد در نتیجه باید با مطالعه و همچنین افزایش و یا کاهش پارامترهای تاثیر گذار بر کاهش تصادفات می توان ضمن افزایش ایمنی در صدد افزایش سرعت مجاز نیز برآییم نتایج حاصله از مدل، نشان می‌دهد برای افزایش سرعت مجاز باید کیفیت روسازی مسیر را افزایش داده تا ایمنی حفظ شود و یا ADT را کاهش دهیم که این خود مستلزم مطالعات فراوانی می باشد که تاثیر ADT بر پارامترهای مختلف بررسی گردد. بنابراین طراحان و متخصصین امر می‌بایست در ابتدای امر به طراحی و یا بهسازی مسیر، توجه ویژه ای داشته و سپس در صدد افزایش سرعت مجاز برآیند. همچنین از روی این مدل می‌توان به تعیین سرعت مجاز نیز اشاره کرد.

3- لزوم مدیریت ترافیک و برنامه ریزی سفر

مدل و نتایج ارائه شده حاصل از آن بیانگر این است که هرچه میانگین روزانه حجم وسایل نقلیه در مسیر بیشتر شود، میزان احتمال رخداد تصادف بیشتر خواهد بود. لذا باید برنامه‌ریزی‌ها به سمت پخش ترافیک در شبکه جاده‌ای و احداث زیرساخت‌های جدید پیش رود. بنابراین ضرورت برنامه ریزی و مدیریت ترافیک در جهت هدفمند نمودن سفرهای بزرگراهی احساس می‌شود تا با کاهش سفرهای غیر ضروری و تردد براساس داده‌های ترافیکی لحظه به لحظه در بزرگراه ها از میزان خطر رخداد تصادف کاسته شود.

10- مراجع

- مترجم م. قربانی، م. نوری‌امیری، (1385)، "کتاب مدیریت ایمنی راه"معاونت آموزش و تحقیقات و فناوری.

- Buddemeyer , j. , “Rural Variable Speed Limit System for Southeast Wyoming”, (2010), Transportation Research Board , 89th Annual Meeting ,January 10-14, 2010 ,Washington, DC.

-Nilsson,G (2004A). “Traffic Safety Diemensions and the Power Model to Describe the Effect of Speed on Safety”. Bulletin 221. Lund Institute of Technology, Department of Technology and Society, Traffic Engineering, Lund.

- Carlson, R.C. ”Variable Speed Limits as a Mainline Metering Device for Freeways”, (2010), Transportation Research Board, 89th Annual Meeting, January 10-14, Washington, DC.

- "Highway Capacity Manual”, 2010.

-Melisa d. Finley, P.E., (2010), “Devices to Implement Short-Term Speed Limits in Texas Work Zones” (2009), Transportation Research Board, 89th Annual Meeting, January 10-14, Washington, DC.

-"Manual on Uniform Control Devices", 2009.

-Schneider, H. (Undated), (2008), "An Analysis of the Impact of Increased Speed Limits on Interstates and on Highways in Louisiana". Louisiana State University.

Analytical Models to Increase the Speed Limit on Freeways and Its Impact on Travel Safety Promotion

K. Rahimov, Assistant Professor, Department of Road & Transportation, Payame Noor University, Tehran, Iran.
M. R. Malek, Ph.D. Student, Department of Road & Transportation, Payame Noor University, Tehran, Iran.
S. Aftabi Hossein, Ph.D. Student, Department of Road & Transportation, Payame Noor University, Tehran, Iran.

E-mail: K_Rahimov@yahoo.com

Received: Feb. 2017-Accepted: May. 2017

ABSTRACT

Operating speed-driving leads to death or serious injuries. However, a clear picture to show speed leads to an accident there, the high cost of accidents on a daily basis paid by communities in different ways. Has caused improve the safety of the main goals is transportation planners. The database collected, based on two studies "Tehran - Qom" and "freeway of Karaj - Qazvin" just sweep a model, so the effect of increasing the speed limit on suburban road safety be investigated. For this purpose, the factors including traffic volume, brightness, age, number of lane, speed of movement of vehicles, shoulder, etc. have been chosen to model. Then, based on surveys and field studies and completing the necessary information in the fields, variables determine the final model calibration and presented. The final model for the natural logarithm function form has been created that includes variables such as: average daily traffic volume, vehicle speed limit, speed of movement of vehicles, road pavement quality index and percentage of heavy vehicles are driven on the moon.

Keywords: Speed, Accident Prediction Models, Traffic Safety