

توسعه ی مدل نرخ تصادفات ترافیکی بر اساس رابطه ی سرعت، چگالی و جریان ترافیک در راه های دو طرفه (مطالعه موردی: محور رشت - رودسر)

شاهین شعبانی، استادیار، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه پیام نور تهران، تهران، ایران
وحید عسگرنژاد، دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشگاه پیام نور، مرکز بین المللی عسلویه، ایران
آزاده قنبرپور، دانش پژوه دکتری، گروه مهندسی عمران، دانشگاه پیام نور تهران، تهران، ایران
پست الکترونیکی نویسنده مسئول: Azadeh.ghanbarpour@yahoo.com

دریافت: 96/02/20 - پذیرش: 96/06/15

چکیده

تحلیل تصادفات ترافیکی، از نقطه نظر فنی و ایمنی، شامل بررسی نرخ و شدت رخداد آن می باشد. در مقاله ی حاضر، اثرگذاری پارامترهای ترافیکی شامل سرعت و حجم وسایل نقلیه بر تصادفات، مورد تحلیل قرار گرفته است. محور پر تصادف رشت - رودسر به منظور توسعه ی رابطه ی نرخ تصادفات به عنوان مرجع با پارامترهای جریان، چگالی و سرعت وسیله نقلیه مورد ارزیابی آماری قرار گرفته و اعتبار سنجی مدل، با استفاده از تحلیل تصادفات در محور بیرجند - قائن به عنوان محور مشابه از لحاظ مشخصات هندسی و آمار تصادفات، بررسی شده است. مدل سازی به روش رگرسیون غیرخطی و چند متغیره انجام شده و نتایج پژوهش نشان می دهد که برآزنده ترین مدل از یک تابع نمایی پیروی می نماید. مدل نهایی، منحنی حجم - سرعت را به صورت یک منحنی S شکل نشان می دهد و نشانگر رابطه ی عکس نرخ تصادفات و سرعت با ضریب 0/25 و رابطه ی مستقیم نرخ تصادفات با حجم تردد با ضریب 0/0005 می باشد.

واژه های کلیدی: نرخ تصادفات، جریان ترافیک، سرعت، مدل سازی

1- مقدمه

آنچه این مطالعه را از سایر مطالعات ارتباط پارامترهای ترافیکی برای مدلسازی تصادفات مجزا می سازد، شیوه تحلیل پارامترهای اصلی ترافیکی منطبق بر شرایط بومی کشور و معیارهای بین المللی است. مطالعه حاضر با هدف کلی سنجش تأثیر مشخصه های آماری توزیع سرعت جریان ترافیک در تصادفات جاده ای و اهداف جزئی زیر تعریف شده است.

• به دست آوردن بینش بیشتر به رابطه بین حجم ترافیک و ایمنی بزرگراهها

از آنجا که تصادفات جاده ای، به عنوان یکی از مهمترین عوامل اتلاف منابع انسانی و مالی مطرح است و تا به امروز مدل واحدی منطبق بر خصوصیات جریان ترافیک در تصادفات ارائه نشده است، مطالعه ی حاضر توجه ویژه ای به میزان تأثیر مشخصه های آماری توزیع سرعت جریان ترافیک نموده است. نمودار اساسی جریان ترافیک و مدل های مربوط به آن یکی از اجزای مهم مطالعات حمل و نقل و ترافیک است که روابط ریاضی بین اجزای اصلی جریان ترافیک را بیان می دارد. مدل های جریان ترافیک به دو صورت خردنگرو و کلان نگر بیان می شوند.

• به دست آوردن بینش بیشتر به رابطه بین سرعت و ایمنی بزرگراه‌ها

• بررسی رابطه بین سرعت، حجم و چگالی و رسیدن به رابطه‌ای مناسب در جهت کاهش تصادف

رویکرد اصلی مطالعه حاضر، تمرکز بر بومی سازی مدل های جهانی و از اهداف نهایی این پژوهش تعیین مدلی بر اساس سرعت و احجام وسایل نقلیه می باشد که بتوان با استفاده از این مدل ها نرخ تصادفات را در محور مورد مطالعه برآورد کرد تا با کمک آن با تعدیل سرعت، نرخ تصادفات را کاهش داد.

2- مروری بر ادبیات موضوع

طبق گزارش سال 2013 بانک جهانی، تصادفات جاده‌ای دومین عامل مرگ و میر در کشورهای در حال توسعه می باشد. مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی در آخرین گزارش خود در اردیبهشت 1395 از تصادف‌های جاده‌ای برآورد کرده اعلام کرد که هزینه‌های اقتصادی و اجتماعی تصادف های رانندگی حدود 8 درصد تولید ناخالص داخلی است. نقش حمل و نقل در مراحل مختلف توسعه اقتصادی- اجتماعی یک کشور و هم‌چنین در اقتصاد کشورهایی با درجات مختلف توسعه، متفاوت است اما تأثیر و تعامل آن در اقتصاد و فرآیند توسعه اقتصادی کلیه کشورها به ویژه کشورهای در حال توسعه بسیار جدی است [Saffarzadeh, 2002]، آمار کشته و مجروحان تصادفات جاده ای سال 1385 در ایران، به ترتیب 27567 و 276762 نفر می باشد [Vahhabzadeh, 2008] و 60 درصد از حوادث منجر به جرح و فوت در ایران به حوادث رانندگی تعلق دارد، در حالی که در آمار جهانی این رقم 25 درصد است [Pourmoalem and Ghorbani, 2011] شاد و همکاران در مطالعه ی سال 1392، رابطه تکرار تصادفات در یک شعاع مکانی مشخص را بر حسب شرایط فیزیکی و هندسی با فرمول ارائه نموده اند [Shad et al, 2013] براساس تحقیقات در اثر 1/5 کیلومتر در ساعت کاهش سرعت متوسط ترافیک، تعداد تصادفات جرحی بین 2 تا 7 درصد کاهش می یابد. از سوی دیگر، تفاوت سرعت خودروها نسبت به هم نیز عامل مهمی در بروز تصادفات است. تحقیقات اخیر نشان داده اعمال مقررات و کنترل

سرعت توسط دستگاه‌های خودکار، میزان تصادفات را تا 19 درصد کاهش می دهد [Makinen, 2003]. بررسی تقریبی 6800 تصادف در راه های دوخطه بین شهری در آمریکا نشان داد که حرکت با سرعت 40 کیلومتر بر ساعت بالاتر یا کمتر از سرعت مجاز احتمال درگیر شدن در تصادف را تقریباً ده برابر می کند [West and Dunn, 1971]. رابطه ی میزان تصادفات با عوامل مربوط به سرعت و واریانس سرعت در رابطه ی لیو نشان داده شده است و سایر پارامترهای مربوط به خصوصیات راه و راننده در یک پارامتر مجزا تحلیل شده است [Liu, 1998]. تحقیقات نشان می دهد که 50 درصد رانندگان سریع تر از میزان مجاز می رانند و تغییر در سرعت مجاز بر انتخاب سرعت اثر می گذارد که تغییر در سرعت متوسط بر اثر تغییر در سرعت مجاز حدود 25 درصد تغییر در سرعت مجاز می باشد بطوریکه هائر این تغییر در مناطق غیرشهری را 42 درصد عنوان کرد [Hauer, 2012]. اطلاع از ظرفیت، در کنار پیش بینی تقاضای آتی، به مهندسين ترافیک اجازه می دهد که طراحی ها و برنامه ریزی های تسهیلات جاده ای را به نحو مناسب انجام دهند. در صورتی که برآورد مهندسين از ظرفیت تسهیلات کمتر از مقدار واقعی باشد، طراحی بیشتر از حد نیاز خواهد بود که موجب اتلاف سرمایه ها و منابع می شود و برآورد بیش از مقدار واقعی، سبب می شود که تسهیلات طراحی شده جوابگوی تقاضای ترافیک آتی نباشد [Wei and Sun, 2013].

برای مدل سازی مسئله ی جریان ترافیک، مسیری بین دو نقطه ی مفروض در نظر گرفته می شود، اگر تعداد ماشین هایی که به این قسمت از راه وارد می شوند بیشتر از تعداد ماشین هایی که از این قسمت از راه خارج می شوند باشند، در آن صورت تعداد ماشین های این قسمت از راه افزایش می یابد و برعکس اگر تعداد ماشین هایی که به این قسمت از راه وارد می شوند کمتر از تعداد ماشین هایی که از این قسمت از راه خارج می شوند باشند، در آن صورت تعداد ماشین های این قسمت از راه کاهش می یابد که این پدیده را در ریاضی با استفاده از نرخ جریان (شار) تعریف می شود [Zhang, 1998][Del and Benitez, 1995].

استفاده از تابع شار، به عنوان یک تابع غیرخطی برای تابع سرعت جریان از سال 1956 مورد استفاده قرار گرفت [Richards, 1955][Lighthill and whitham,

آماري از تصادفات جاده‌اي توسط پليس راه كسب گرديد. در ادامه، آمار و اطلاعات به دست آمده از سوابق و برداشت‌هاي ميداني با استفاده از نرم افزارهاي آماري تجزيه و تحليل شده است. براي پردازش داده هاي ورودی از روش برآزش استفاده گرديد. روند كلي تغييرات نرخ تصادفات در هر مقطع، بر اساس پارامترهاي ورودی و مستقل: سرعت و حجم وسایل نقلیه و خروجی نرخ تصادفات، مدل سازی گرديد.

3- تحليل داده‌ها و مدل‌سازی

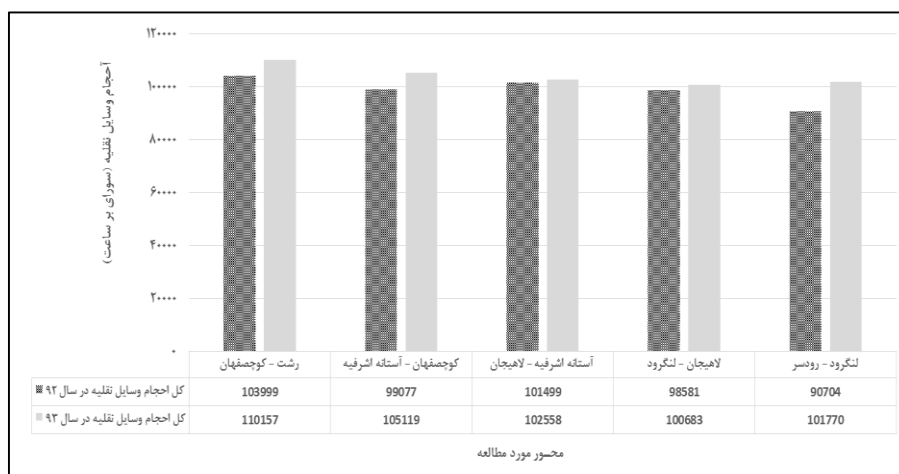
معرفی محور مورد مطالعه

محور مطالعاتی پژوهش، كمر بندي رشت - رودسر می‌باشد كه احجام وسایل نقلیه، برای سال‌های 1392 و 1393، از سازمان حمل و نقل، گردآوری شده اند. شكل (1)، نمونه داده های حجم وسایل برای محور رشت - رودسر می باشد. حجام به صورت فصلی و با بازه های سه ماه می باشند. برای دست یابی به دقت در تحلیل، محور مورد مطالعه به پنج مقطع به صورت زیر تقسیم گرديد: رشت - كوچ صفهان، كوچصفهان - آستانه اشرفیه، آستانه اشرفیه - لاهیجان، لاهیجان - لنگرود، لنگرود - رودسر. و محور رودسر - رشت نیز به مقاطع زیر تقسیم‌بندی شده: رودسر - لنگرود، لنگرود - لاهیجان، لاهیجان - آستانه اشرفیه، آستانه اشرفیه - كوچصفهان، كوچصفهان - رشت.

[1956] و پس از آن، وضعیت چگالی راه به صورت ترسیمی در طول زمان رسم گرديد. منظور كردن نیروهای فیزیکی مانند اصطكاك جانبی، باد و نیروی گرانش برای یک خودرو در حال حرکت توسط داگانزو، معرفی و مدلی از جریان ترافیک، توسعه داده شد [Daganzo, 2011]. تحلیل كلان جریان ترافیک با الگوریتم هایی كه رابطه ی جریان تردد با پارامترهاي نظیر سرعت و چگالی را مشخص می نماید در سال 2012 معرفی شد [Nicholas and Lester, 2012]. تابع رابطه ی جریان، سرعت و تراكم در مطالعات سال 2011 كنونو، به شكل تابع عملكرد ایمن بیان گرديد [Kononov and Allery, 2013]. در مطالعات انجام شده برای ارائه ی مدل غیرپارامتریک جریان ترافیک [Chiou et al, 2013]، مشخص گرديد كه با استفاده از الگوهای ترافیکی، مدل نقشه به تعدادی كلاستر و سپس با برنامه نویسی ژنتیکی، هر كلاستر جهت پیش بینی ویژگی های ترافیکی نظیر می گردد. در سال 2014 نیز، مطالعات محاسبه پارامترهاي كليدی مدل LWR برای محاسبه ی چگالی ترافیک نشان داده شده است [Polson and Sokolov, 2014].

2- روش شناسی پژوهش

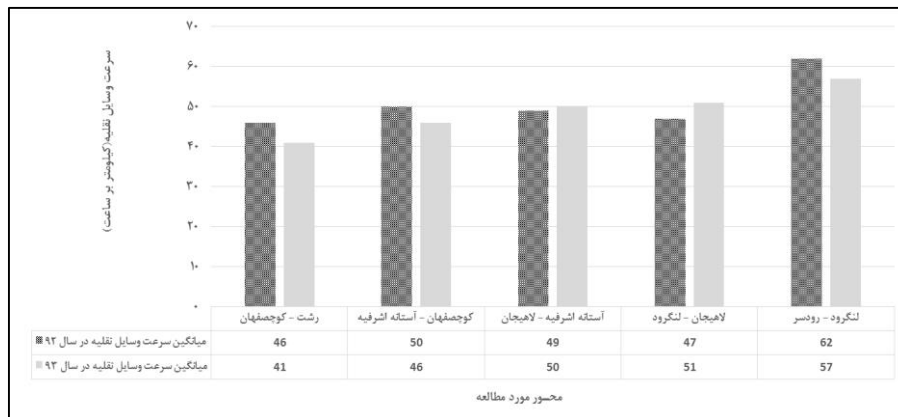
در این مطالعه، مسیرهای مختلف در بزرگراه‌های برون شهری رودسر و رشت انتخاب و جریان ترافیک در هر مقطع به صورت 24 ساعته و خودكار توسط دستگاه‌های تردد شمار بر خط و دوربین‌های ثبت سرعت بررسی و اطلاعات



شكل 1. احجام وسایل نقلیه برای محور رشت - رودسر به تفکیک مقطع (سال‌های 92 و 93)

مربوط به سرعت در سال‌های 92 و 93 در جدول (1) نشان داده شده است.

در شکل (2)، میانگین سرعت وسایل نقلیه در سال‌های 92 و 93 به عنوان نمونه به تفکیک مقطع و برای محورهای رشت - رودسر نشان داده شده است. شاخص‌های آماری



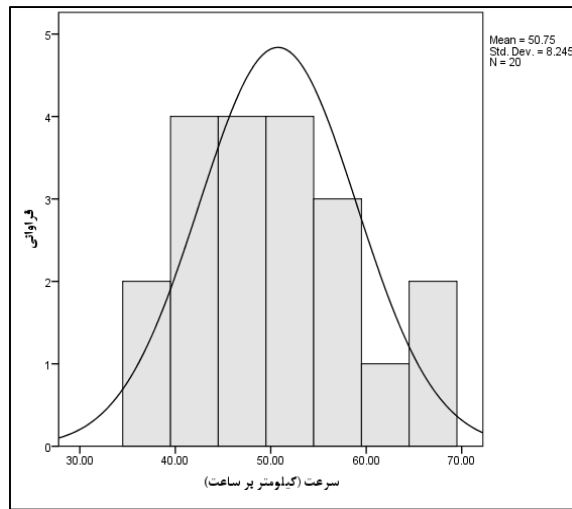
شکل 2. میانگین سرعت وسایل نقلیه برای محور رشت - رودسر به تفکیک مقطع (سال 92 و 93)

جدول 1. شاخص آماری سرعت وسایل نقلیه برای محور مورد مطالعه (سال 92 و 93)

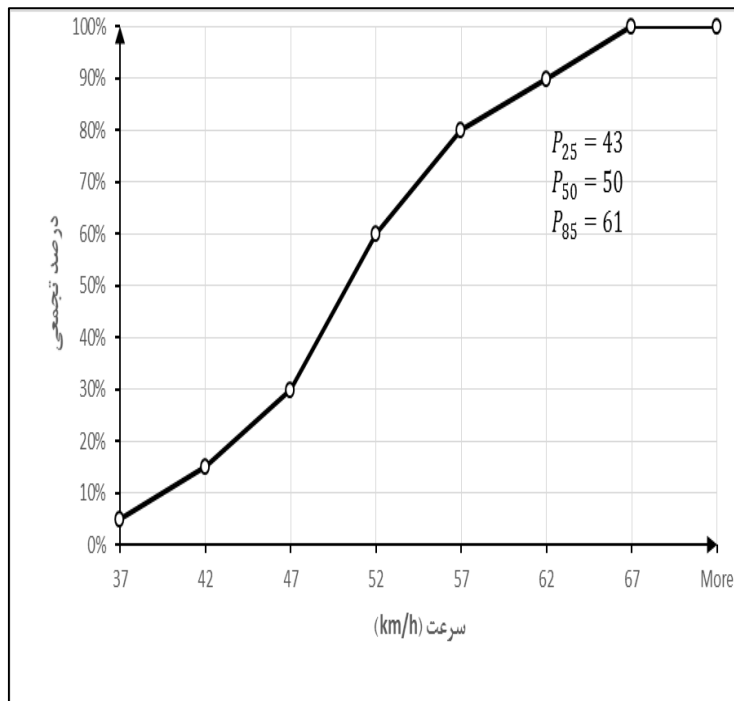
سال 93		سال 92		شاخص آماری
محور رودسر - رشت	محور رشت - رودسر	محور رودسر - رشت	محور رشت - رودسر	
51/5	49/2	50/5	50/8	میانگین
1/2	1/4	1/5	1/8	خطای استاندارد
51	49	50/5	50	میانه
58	49	51	49	مد
5/2	6/5	6/9	8/2	انحراف معیار
26/9	42	47/6	68	واریانس نمونه
0/8	-0/9	0/8	-0/6	کشیدگی
-0/1	0/1	0/7	0/2	چولگی
22	22	28	29	دامنه
39	39	39	37	کمینه
61	61	67	66	بیشینه
1030	983	1009	1015	مجموع
20	20	20	20	تعداد داده

بازه 50/5 - 51/5 (کیلومتر بر ساعت) قرار دارد. به عنوان نمونه، منحنی توزیع فروانی سرعت برای محور رشت - رودسر در سال (1392) و منحنی توزیع تجمعی سرعت در این محور در اشکال (3) و (4)، نشان داده شده است.

همانطور که در جدول (1)، مشاهده می‌شود، میانگین سرعت وسایل نقلیه در محور رشت - رودسر برای سال‌های 92 و 93 در بازه 49/2 - 50/8 (کیلومتر بر ساعت) قرار دارد. همچنین با توجه به جدول مذکور، سرعت وسایل نقلیه در محور رودسر - رشت برای سال‌های 92 و 93 بترتیب در



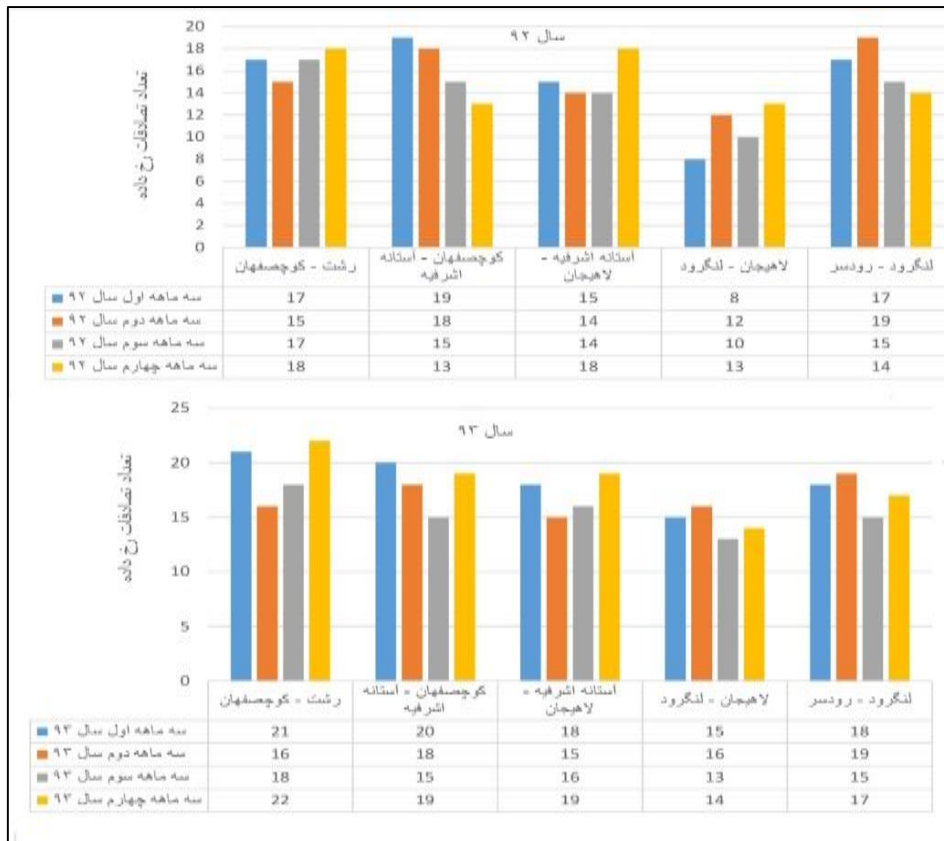
شکل 3. منحنی توزیع فروانی سرعت وسایل نقلیه برای محور رشت - رودسر (سال 92)



شکل 4. منحنی توزیع توزیع تجمعی سرعت وسایل نقلیه برای محور رشت - رودسر (سال 92)

لنگرود است که بترتیب برابر 67 و 43 تصادف می‌باشد. همچنین با توجه به شکل مذکور، بیشترین تعداد تصادفات رخ داده برای سال 93 مربوط به مقطع رشت - کوچصفهان و کمترین مقادیر مشاهده شده مربوط به محور لاهیجان - لنگرود است که بترتیب برابر 77 و 58 تصادف می‌باشد.

در شکل (5)، مقادیر تصادفات رخ داده برای محور رشت - رودسر در سال های 92 و 93 به تفکیک محور نشان داده شده است. با توجه به شکل مذکور، بیشترین تعداد تصادفات رخ داده برای سال 92 مربوط به مقطع رشت - کوچصفهان و کمترین مقادیر مشاهده شده مربوط به محور لاهیجان -



شکل 5. مقادیر تصادفات رخ داده برای محور رشت - رودسر (سال های 92 و 93)

4-تحلیل آماری داده‌های ورودی

رگرسیون آن را توضیح داد، ضریب تعیین تعدیل شده (Adjusted R Square) و خطای معیار تخمین (Std. Error of the Estimate) را ارائه می‌کند.

همانطور که در شکل (7) به عنوان نمونه دیده می‌شود، با زیاد شدن احجام وسایل نقلیه از سرعت وسایل نقلیه کم شده بطوریکه پس از رسیدن به یک مقدار نهایی منحنی یک شیب ثابت را خواهد داشت و سرعت وسایل نقلیه به مقداری کم و ثابت خواهد رسید. روابط بیانگر هر دو مدل نیز در خود شکل نشان داده شده است.

در شکل (6)، خلاصه نتایج تحلیل آماری نشان داده شده است. خروجی نرم‌افزار دارای سه جدول مهم می‌باشد که عبارتند از: جدول خلاصه نتایج (Model Summary)، جدول آنالیز واریانس رگرسیون (ANOVA) و جدول ضرایب (Coefficients).

در جدول خلاصه نتایج، به ترتیب ضریب همبستگی چندگانه (R) (در رگرسیون خطی ساده که دارای دو متغیر است، ضریب همبستگی چندگانه برابر قدر مطلق ضریب همبستگی آن‌ها می‌باشد)، ضریب تعیین (R Square) یا (R2) (میزان تغییرپذیری در متغیر وابسته که می‌توان به وسیله

Model Summary (خلاصه نتایج)

R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
.985	.971	.970	.026

The independent variable is V92.

ANOVA (آنالیز واریانس رگرسیون)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	.825	1	.825	1262.558	.000
Residual	.025	38	.001		
Total	.850	39			

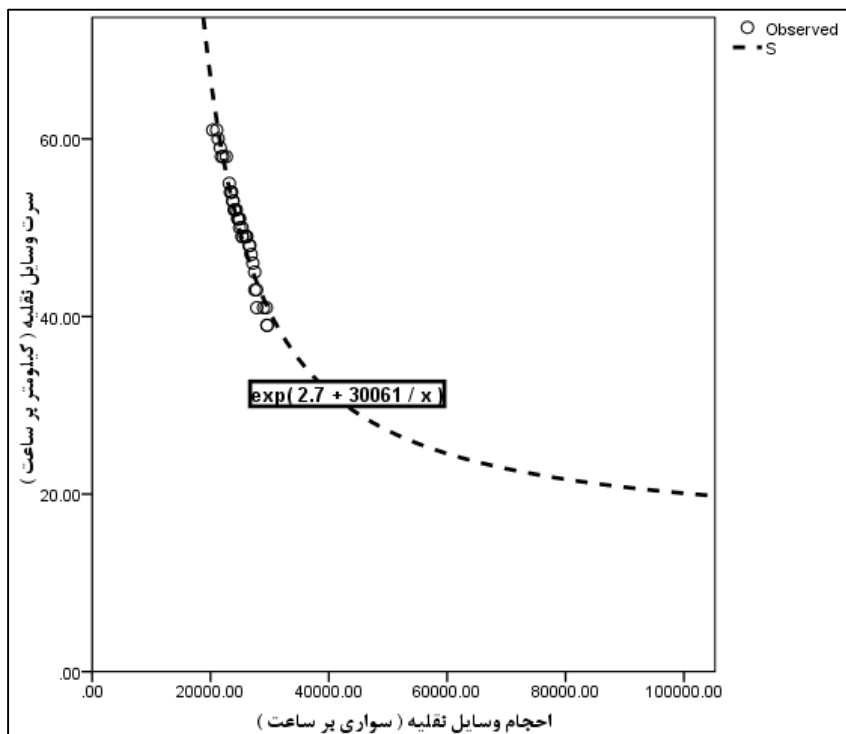
The independent variable is V92.

Coefficients (ضرایب)

	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 / V92	41967.306	1181.097	.985	35.532	.000
(Constant)	2.160	.050		43.613	.000

The dependent variable is ln(S92).

شکل 6. خروجی نرم افزار برای منحنی S - V (سال 92)

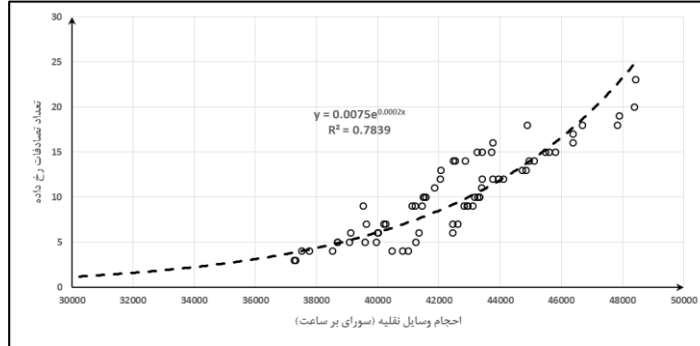


شکل 7. منحنی حجم - سرعت (1393)

مدل نرخ تصادفات بر اساس احجام وسایل نقلیه

با توجه به نوع توزیع داده‌ها، تابع نمایی، نزدیکترین گزینه برای ایجاد مدل می‌باشند.

برای مشخص کردن پارامترهای اثرگذار بر تصادفات رخ داده از تحلیل همبستگی استفاده شده است. در شکل (8)، نمودار مجموع داده‌های سال 92 و 93، رسم شده است.



Model Summary (خلاصه نتایج)

R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
.907	.823	.818	.196

The independent variable is Volume92.

ANOVA^b (آنالیز واریانس رگرسیون)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	6.779	1	6.779	176.446	.000
Residual	1.460	38	.038		
Total	8.239	39			

The independent variable is Volume92.

Coefficients^a (ضرایب)

	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
Volume92	.000	.000	.907	13.283	.000
(Constant)	.078	.029		2.693	.010

The dependent variable is ln(Accident92).

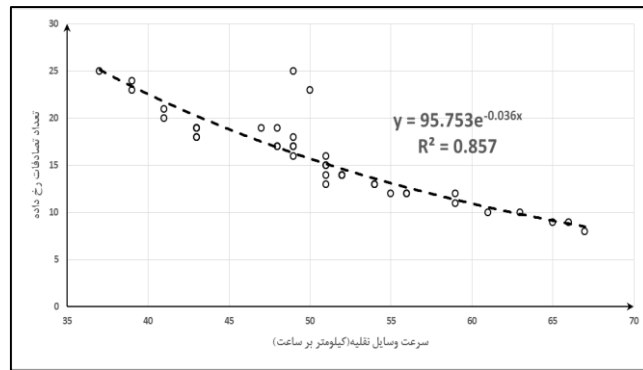
شکل 8. مدل کلی تصادف - حجم برای محور مور مطالعه (برای سال‌های 92 و 93)

مدل ترکیبی برای محور رشت - رودسر در سال 92 در شکل (10) نشان داده شده است. همانطور که در شکل مذکور دیده می‌شود، در داخل هر شکل، پارامترهای تحلیل آماری مربوط به هر مدل نشان داده شده است. پس از تخمین ضرایب پارامترهای مستقل، بازه مربوط به حد بالا و پایین هر ضریب در کنار آن نشان داده شده است که تخمین این ضرایب با ضریب اطمینان 95 درصدی صورت گرفته است.

مدل نرخ تصادفات بر اساس سرعت وسایل نقلیه

در شکل (9)، مدل تصادف - سرعت که با استفاده از برازش آماری بدست آمده برای سال‌های 92 و 93 در محور مور مطالعه نشان داده شده است.

مدل ترکیبی نرخ تصادفات (تصادف - حجم - سرعت) و اعتبارسنجی



Model Summary (خلاصه نتایج)

R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
.911	.831	.826	.122

The independent variable is S93.

ANOVA^b (آنالیز واریانس رگرسیون)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	2.785	1	2.785	186.294	.000
Residual	.568	38	.015		
Total	3.353	39			

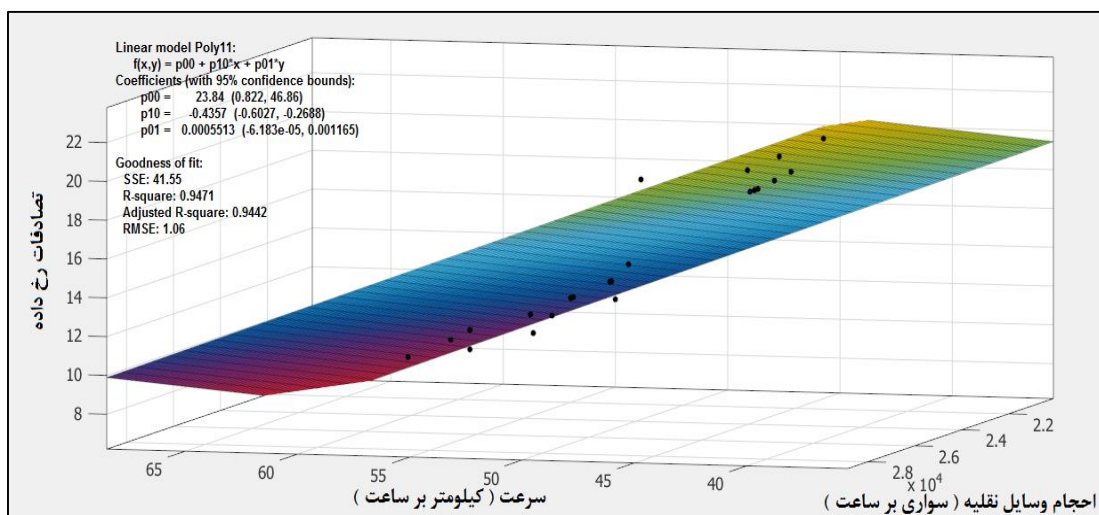
The independent variable is S93.

Coefficients^a (ضرایب)

	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
S93	-.045	.003	-.911	-13.649	.000
(Constant)	149.209	25.018		5.964	.000

The dependent variable is ln(Accident93).

شکل 9. مدل کلی تصادف - سرعت (برای سالهای 92 و 93)



شکل 10. مدل تصادف - حجم - سرعت (سال 92)

داده شده است. همچنین در رابطه (3) مدل کلی تصادف - حجم - سرعت برای محور مورد مطالعه آورده شده است.

معادلات بیان کننده مدل تصادف - حجم - سرعت برای سالهای 92 و 93 بترتیب در روابطه (1) و (2) نشان

(1)

$$AC = 23.84 - 0.44.S + 0.0006.V$$

(2)

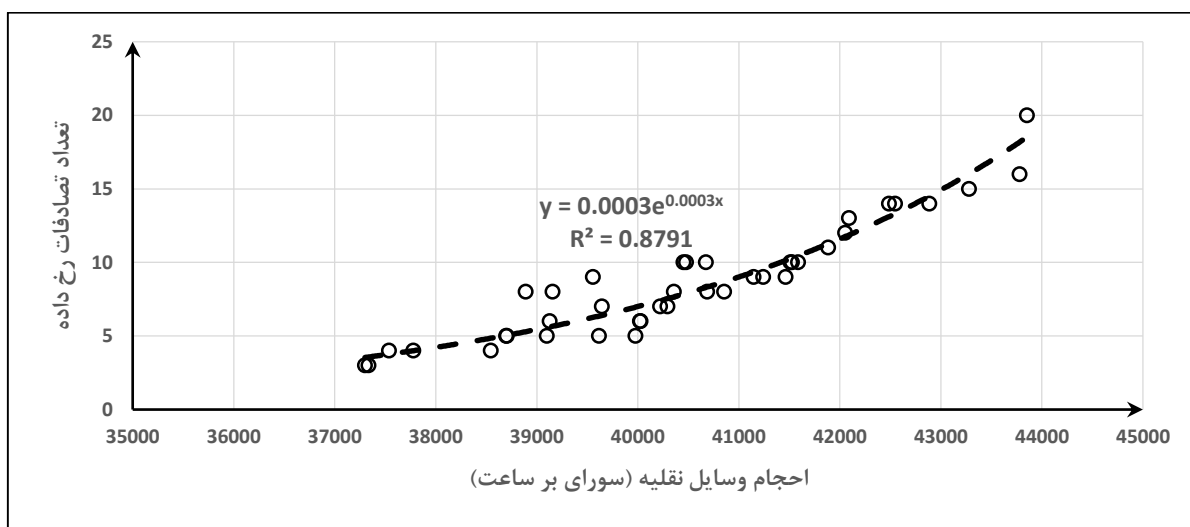
$$AC = -12 - 0.15.S + 0.0014.V$$

(3)

$$AC = 6 - 0.25.S + 0.0005.V$$

محور مذکور و مدل نهایی، توسعه داده شود که به شکل خلاصه در شکل (11)، نتایج تحلیل آماری محور دوم نشان داده شده است. همانطور که در شکل های مذکور دیده می شود مقادیر مربع R (ضریب تعیین) برای مدل تصادف - حجم در محور بیرجند - قائن، 88 درصد بوده که مقداری بالا و مطلوب می باشد.

همانطور که در روابط دیده می شود، برای یک حجم ثابت تصادفات رخ داده با سرعت وسایل نقلیه رابطه ای عکس و برای یک سرعت ثابت تصادفات رخ داده با احجام وسایل نقلیه رابطه ای مستقیم دارد. به منظور اعتبار سنجی داده ها، محور مشابه بیرجند- قائن (از نظر نوع و مشخصات مسیر) مقایسه شده تا تصویری بهتر از وضعیت تصادفات در



Model Summary (خلاصه نتایج)			
R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
.938	.879	.876	.162

The independent variable is V93.

ANOVA (آنالیز واریانس رگرسیون)					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	7.270	1	7.270	276.379	.000
Residual	1.000	38	.026		
Total	8.269	39			

The independent variable is V93.

Coefficients (ضرایب)					
	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
V93	.000	.000	.938	16.625	.000
(Constant)	.000	.000		1.625	.112

The dependent variable is ln(AC93).

شکل 11. خروجی نرم افزار برای مدل تصادف-حجم محور بیرجند-قائن

5- نتیجه گیری

پارامترهای حجم و سرعت وسایل نقلیه به عنوان پارامتر مستقل و تعداد تصادفات رخ داده، پارامتر وابسته در نظر گرفته شدند. در یک حجم ثابت از وسایل نقلیه، پارامتر سرعت با تصادفات رخ داده رابطه ای عکس دارد. همچنین، در یک سرعت ثابت، پارامتر تصادفات رخ داده با حجم وسایل نقلیه رابطه ای مستقیم دارد. نرخ تصادفات در محور رشت - رودسر با محور بیرجند - قائن به منظور سنجش اعتبار مدل، مقایسه شد. مدل تصادف حجم برای محور بیرجند - قائن نیز از مدل نمایی پیروی می کند. براساس مدل سازی صورت گرفته با افزایش حجم وسایل نقلیه، نرخ تصادفات افزایش خواهد یافت. مقایسه انجام شده نشان می دهد که وضعیت رشد نرخ تصادفات برای محور رشت - رودسر به مراتب بسیار وخیم تر از محور بیرجند - قائن می باشد. مقایسه روابط و مدل های این پایان نامه با مدل های تحلیل های مشابه نشان می دهد که مدل های ارائه شده در این تحقیق با دقت قابل قبولی قادر به پیش بینی تصادفات در راه های برون شهری بر اساس پارامترهای ترافیکی محور خواهد بود.

6- مراجع

-Chiou, Y.C., Lan, L.W. and Tseng, C.M. (2013), A novel method to predict traffic features based on rolling self-structured

با توجه به هدف اساسی در این پژوهش که مدل سازی تصادفات رخ داده تحت تأثیر پارامترهای سرعت و احجام وسایل نقلیه می باشد، کمربندی رشت - رودسر، به عنوان محور مطالعاتی انتخاب شد که به دلیل انجام سبقت های بسیار زیاد و اکثراً غیرمجاز، شاهد حوادث ناگوار بوده است. دستیابی به منحنی $S - V$ یا مدل حجم - سرعت است که برای مدل سازی از رگرسیون غیرخطی استفاده شده و برانده ترین مدلی که با استفاده از رگرسیون غیرخطی بدست آمد یک منحنی S شکل می باشد که نشان می دهد با زیاد شدن احجام وسایل نقلیه از سرعت وسایل نقلیه کم شده بطوریکه پس از رسیدن به یک مقدار نهایی منحنی یک شیب ثابت را خواهد داشت و سرعت وسایل نقلیه به مقداری کم و ثابت خواهد رسید. رابطه تصادف رخ داده و احجام وسایل نقلیه با استفاده از رگرسیون غیرخطی، مدل نمایی بوده که نشان می دهد با افزایش حجم وسایل نقلیه تعداد تصادفات رخ داده افزایش یافته است. به عبارتی این دو پارامتر با یکدیگر رابطه ای مستقیم دارند. پس از آنکه رابطه بین دو پارامتر تعداد تصادفات رخ داده و سرعت وسایل نقلیه با استفاده از تحلیل همبستگی نشان داده شد. بهترین مدل حاصله از رگرسیون غیرخطی، نیز یک تابع نمایی بوده و با افزایش سرعت، تعداد تصادفات رخ داده کاهش یافته است. به عبارتی این دو پارامتر با یکدیگر رابطه ای عکس دارند. در یک مدل ترکیبی و با استفاده از رگرسیون چند متغیره،

- Pourmoallem, N., Ghorbani, M., (2011), "Road safety aspects, Ministry of Roads and Transportation, Deputy of Education Research and Technology", pp. 375.
- Richards, P.I. (1956), "Shock waves on highways", *Oper. Res.*, 4: pp.42–51.
- Shad, R., Moghimi, R., Mesgar, A., Saleh Moghaddam, M., (2013), "An analysis on accidents and preparing the maps of predicting black spots, Traffic management quarterly", No. 30, pp. 79-101.
- Saffarzadeh, M., (2002), "Transportation and Traffic Engineering", Publication of the Tarbiat Modarres University, Tehran.
- Vahhabzadeh, A., (2008), "The effects of human errors on the accidents of Karaj-Qazvin freeway in 2005 and the measures to control and mitigate it", *Traffic Management Quarterly*, Third year, No. 8, pp. 11-23.
- Wei, Z. and Sun, X. (2013), Capacity analysis based on theoretical and practical considerations, transportation research record, *Journal of transportation research board*, 1846: pp.50-55.
- West, L.B. and Dunn, J.W., (1971), Accidents, "speed deviation and speed limits": In *traffic engineering*, 41(10).
- Zhang, H.M. (1998), "A theory of a no equilibrium traffic flow", *Transportation research part*, 32: pp.385-498.
- Polson, N. and Sokolov, V. 2014. "Bayesian analysis of traffic flow on interstate 1-55": the LWR model. *Annals of applied statistics*, pp.1-21.
- traffic patterns. *Journal of intelligent transportation systems*.
- Daganzo, C.F. (2011), *Fundamentals of transportation and traffic operations*. Elsevier science ltd., 2nd Ed.
- Del Castillo, J.M. and Benitez, F.G. (1995), "On functional form of the speed–density theory, II: empirical investigation". *Transp. Res. B* 29, relationship – I: general, pp.373-406.
- Hauer, E. (2012), "Speed and safety, Transportation research board".
- Kononov, J., Lyon, C. and Allery, B.K. (2013), "Relation of flow, speed, and density of urban freeways to functional form of a safety performance function". *Journal of the transportation research board*", 2236: pp.11-19.
- Lighthill, M.J. and Whitham, G.B. (1955), "On kinematic waves: II. A theory of traffic flow on long crowded roads". *Proceedings royal society, London, Series A* 229(1178): pp.317-345.
- Liu, G.X. (1998), "A study of the relationship between traffic safety and vehicle travel speed in Saskatchewan". University of regina for Saskatchewan highways and transportation.
- Mäkinen, T., Zaidel, D.M., Andersson, G., Biecheler-Fretel, M.B., Christ, R., Cauzard, J.P., Elvik, R., Goldenbeld, C., Gelau, C., -Heidstra, J., Jayet, M.C., Nilsson, G., Papaioanou, P., Quimby, A., Rehnova, V. and Vaa, T. (2003), "Traffic enforcement in Europe, effects, measures, needs and future, Final report to the E.S.C.A.P.E consortium".
- Nicholas, J. and Lester, A. (2012), *Traffic and highway engineering*, 4th edition, University of Virginia, USA, Cengage learning.

Developing the Rate of the Traffic Accidents Model at the Undivided Roads Based On the Relationship among the Speed, Density and Traffic Flow (Case Study: Rasht- Roudsar Corridor)

Sh. Shabani, Assistant professor, Department of Civil Engineering, Payam Noor University (PNU), Tehran, Iran.

V.Asgarnejad, M.Sc.Grad., Payam Noor University, Asalouyeh International Branch, Iran.

A. Ghanbarpour, Ph.D., Candidate, Department of Civil Engineering, Payam Noor University (PNU), Tehran, Iran.

E-mail: Azadeh.ghanbarpour@yahoo.com

Received: June 2017-Accepted: August 2017

ABSTRACT

Traffic accidents analysis, from the technical and safety points of view, includes its rate and severity. This research focuses on the effectiveness of the traffic parameters like, speed, volume and density on the occurrence of the accidents. Rasht- Roudsar corridor is considered as a black corridor to model the relationship between accidents rate and traffic parameters and the model validity is assured by considering another similar corridor name: Ghaen- Birjand. Using worldwide relationships of traffic parameters to localize traffic accidents rates is the main feature of this study. Using the nonlinear and multi variable regression method to develop the model shows that an exponential function would best fit. Speed- Volume diagram follows an S curve and the result explicit an inverse relationship between accident rate and car speeds with a coefficient equal to 0.25, while there is a direct relation between accidents rate and the traffic volumes with a coefficient of 0.0005.

Keywords: Traffic Accidents Rate, Traffic Flow, Speed, Modeling