بررسی رابطه بین وضعیت روسازی و عملکرد راه از لحاظ شاخص تصادفات

علی مقدم کامرانی[۱] ، سید فرهاد افتخار زاده[2]

[۱] کارشناس ارشد عمران – راه و ترابری تهران جنوب،moghaddam_civil@yahoo.com

[۲]دکترای عمران – برنامه ریزی و حمل ونقل پژوهشکده حمل و نقل،eftekharzadehir@rahiran.ir

چکیده

برای تعیین عملکرد راه می توان از پارامترهای مختلفی نظیر حجم ،سرعت،ایمنی ،وضعیت روسازی استفاده کرد. یکی از پارامترهای مرتبط با ایمنی تعداد تصادفات می باشد. تحقیقات بسیاری درباره بررسی روابط بین پارامترهای مختلف راه و تعداد تصادفات صورت گرفته است ولی در زمینه پارامترهای مختلف روسازی راه و بررسی آن بر سطح عملکردی راه (خصوصاً شاخصهای گوناگون تصادفات) مطالعات جامع و کافی خصوصاً در ایران صورت نگرفته است. در مطالعاتی که تا کنون صورت گرفته است ،ارتباط نرخ تصادفات یا فراوانی تصادف در حیطه تعداد باندها، عرض باند، وجود خط میانه، نوع خط میانه، عرض شانه، AADT، چگالی دسترسی ، تعداد تقاطع های مشاهده شده در هر بخش جاده، محدودیت سرعت، درجه قوس قائم، قوس افقی، طول قطعه راه، وضعیت آب و هوا، زمان هر روز هفته و سایر متغیر های موثر پرداخته اند. در این مقاله سعی شده است که پارامترهای مختلف روسازی یکی از راههای کشور مورد بررسی قرار گیرد و رابطه آن با شاخصهای مختلف تصادفات بدست آید. در این راستا محور مشهد – باغچه ، باغچه – تربت حیدریه تا سه راهی شادمهر از لحاظ پارامتری موثر در وضعیت روسازی راه مورد بررسی قرار گرفت . ابتدا راه مذکور به قطعات دلخواه تقسیم شده و در هر قطعه به بررسی خرابیهای روسازی پرداختیم و شاخص وضعیت روسازی PCI را در هر قطعه بدست آوردیم . در این راستا عرض خطوط ، تعداد خطوط ، عرض و نوع شانه و ضخامت روسازی نیز تعیین گردیده است. سپس پارامترهای موثر در ایمنی وتصادفات که شامل وضعیت ایمنی راه ، میانگین ترافیک روزانه (ADT) و نرخ تصادفات می باشد برای مسیر جمع آوری گردید . در این راستا با استفاده از پایگاه داده های اطلاعاتی استخراج شده در مورد مسیر مورد مطالعه، اثر پارامترهای وضعیت روسازی بر روی تصادفات و ایمنی مورد بررسی قرار گرفته و با استفاده از روشهای تحلیل آماری و رگرسیون به کمک نرم افزار SPSS و STATA مدلهای ریاضی که بتواند رابطه بین وضعیت روسازی راه ونرخ تصادفات راه را نشان دهد، برای مسیر مذکور بدست آمده است. با توجه به نتایج خروجی و آزمونهای آماری، مدل کرافت برای نرخ تصادفات و مدل دو جمله ای منفی برای تعداد تصادفات پیشنهاد گردید. در گام بعد آنالیز حساسیت روی مدلها صورت گرفته و رابطه بین متغیرهای مستقل و وابسته تعیین شده و نتایج نهایی از آن استخراج گردید. نتایج حاصل از مدل سازی نشان می دهد که کمی عرض جاده و عریض بودن شانه آسفالتی راه، از مهمترین عوامل موثر در وقوع تصادفات جاده ای در محور مشهد – باغچه و باغچه تربت حیدریه تا سه راهی شادمهر می باشد و پس از آن خرابیهای سطح رویه راه (که با شاخص PCI ارزیابی می شود) و ADT عاملهای موثر بعدی در نرخ تصادفات می باشد. همچنین بیشترین عامل موثر در تعداد تصادفات در این محور، عرض شانه راه و سپس عرض روسازی و شاخص PCI در این محور می باشد .

کلمات کلیدی: شاخصهای روسازی راه و تصادفات، مدلهای رگرسیون ،آنالیز حساسیت،SPSS،STATA

مقدمه

در سالهای اخیرتحقیقاتی برای بررسی رابطه بین شاخص تصادفات بعنوان معیار عملکرد راه و ویژگیهای روسازی راه های مختلف اعم از روسازی آسفالتی و بتنی در جهان صورت گرفته است. بسیاری از مطالعات پیشین، ارتباط نرخ تصادفات یا فراوانی تصادف را در حیطه تعداد باندها، عرض باند، وجود خط میانه، نوع خط میانه، عرض شانه، AADT[1]، چگالی دسترسی ، تعداد تقاطع های مشاهده شده در هر بخش جاده، محدودیت سرعت، درجه ی قوس قائم، قوس افقی، طول قطعه راه، وضعیت آب و هوا، زمان هر روز هفته و سایر متغیر های موثر بررسی کرده اند

NOLANDو OH دریافتند که افزایش در عرض باند تأثیر برجسته شاخصی بر نرخ تصادف ندارد [1]، اما ABDEL-ATY یافتند که عرض باریک باند، عرض شانه ای باریک و کاهش عرض متوسط، تأثیرات برجسته و مثبتی در نرخ تصادف داشته اند [2]. از طرف دیگر هادی و همکاران دریافتند که افزایش عرض باند به ۱۳-۱۲ فوت بر حسب نوع بزرگراه، منجر به کاهش تصادف در آزاد راه های حومه و بزرگراه های با میانه جدا نشده می شود[۳] ، در حالی

[1] - Annoal Average Daily Traffic

Archive of SID
www.SID.ir

که kalaftis و همکاران دریافتند که عرض باند، وضعیت جاده، نوع جاده و اصطکاک، مهم ترین متغیرهایی هستند که بر نرخ تصادف درتسهیلات جاده ای ۲ بانده تأثیر می گذارند [۴] . NOLAND و OH در تحقیقاتشان یافتند که افزایش تعداد باندها در بالا بودن تصادفات ترافیک مشارکت دارند[1]. ABDEL-ATY دریافتند که عرض باریک باند، عرض باریک شانه، و کاهش عرض میانی تأثیر برجسته ی مثبتی بر روی فراوانی تصادف داشته است[۲] .ایوان و همکاران دریافتند که ضریب مدل عرض شانه برای پیش بینی نرخ تصادفات فردی وسایل نقلیه منفی بود، اما برای پیش بینی تصادفات چندگانه مثبت بود[۳] . تحقیقاتDeo Chimba نشان داد که ویژگی سطح آسفالته فاکتور توزیع مهم دیگری برای تصادف راه اصلی است، که به موقعیت آب و هوا ارتباط دارد. اتوبانهای ۶بانده ، در سطوح خشک ، خیس و لغزنده میزان تلفات و صدمات بالایی داشتند . میزان تلفات بین این دو موقعیت خیلی متفاوت نبود ،اما میزان صدمات در اتوبانهای ۶ بانده در مقایسه با میزان صدمات در اتوبانهای ۴ بانده بسیار بیشتر و بالاتر بود. میزان صدمات در اتوبانهای ۶ بانده تقریبا دو برابر بیشتر از این میزان در اتوبانهای ۴ بانده بود[5]

.

بررسی رابطه بین وضعیت روسازی و عملکرد راه از لحاظ تصادفات

حوزه مطالعاتی این تحقیق ، بررسی عوامل موثر روسازی بر تصادفات (بعنوان عملکرد راه) در راه های برون شهری ایران است پس از انجام بررسی های لازم مشخص شد که تعدادی از محورهای استان خراسان رضوی نیازهای رساله را برآورده می کنند ، به خصوص اینکه امکان دسترسی به ۱ سال اطلاعات قابل قبول وجود داشت . از سوی دیگر ، با توجه به اینکه پارامترهای روسازی طرح و مشخصات حجم ترافیک در بانک اطلاعات تصادفات وجود ندارد ، بنابراین دستیابی به مدل مورد نظر ، نیازمند افزودن چنین اطلاعاتی به بانک اطلاعات تحقیق بود. به این ترتیب اطلاعات حجم ترافیک نیز از طریق بانک اطلاعاتی ترافیک راه ها مستقر در سازمان راهداری و حمل ونقل جاده ای کشور تهیه شد. اما برای اخذ وضعیت روسازی راه های مورد مطالعه ،مرجع مشخصی وجود نداشت . بنابراین با مراجعه به تعدادی شرکت مهندسین مشاوری که سابقه فعالیت در آن محورها را داشتند برخی اطلاعات مورد نیاز از فایلهای موجود استخراج شده و مابقی از طریق برداشت میدانی تکمیل شد. در این محوراقدام به افراز این محور به ۳۲ قطعه با طولهای متفاوت شده است و برای هر قطعه پارامترهای عرض خطوط ، سرعت عملکردی ، میانگین ترافیک روزانه ، شانه سمت راست جانبی ، طول قطعه و ضخامت روسازی بعنوان پارامترهای مستقل و پارامترهای تعداد تصادفات ، نرخ تصادفات در قطعه ، نرخ تصادفات بر حسب میلیون وسیله نقلیه کیلومتر بعنوان پارامترهای وابسته ، برای هر قطعه افراز شده اختصاص یافت . پس از آنکه اطلاعات مورد نیاز قطعات استخراج گردید ، مدل سازی می شود و با استفاده از آن اقدام به تجزیه و تحلیل داده ها می گردد برای ایجاد رابطه بین آنها بهتر است که از روش رگرسیون جهت رابطه بین متغیرها استفاده گردد. قبل از ایجاد مدل ابتدا تحلیل همبستگی بین پارامترهای دخیل در مدل انجام می شود تا متغیر های مشابه در یک مدل بطور همزمان مورد استفاده قرار نگیرند . درنظر داشته باشید که مقدار $P\text{-}value$ درنظر گرفته شده در این رساله برابر ۰/۱۵ می باشد. سپس با استفاده از اقدام به ایجاد مدل می نماییم.

ایجاد انواع مدلهای رگرسیون

۱- مدل رگرسیون خطی چند گانه

فرم کلی این مدل بصورت زیر است:

(۱)

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \ldots\ldots\ldots + \beta_p x_p$$

تحلیل همبستگی نشان داد که تعداد تصادفات با شاخص کیفی وضعیت روسازی PCI و سرعت عملکردی و شانه سمت راست جانبی و طول مقطع ، نرخ تصادفات AR1 فقط با شاخص کیفی وضعیت روسازی PCI ، نرخ تصادفات AR2با شاخص کیفی وضعیت روسازیPCI و عرض روسازی و شانه سمت راست جانبی در سطح خطای ۱۵ درصد معنی دار می باشد . مدلهای بدست آمده به قرار زیر می باشد.

الف) مدل تعداد تصادفات : با انجام رگرسیون به این نتیجه رسیدیم که بهتر است متغیر سرعت از معادله حذف کرد. بنابراین فرم کلی معادله برای تعداد تصادفات بصورت زیر می باشد:

$$N = 5.914 - 0.186PCI + 4.61SLR + 2.76L, R^2 = 0.749$$

(۲)

ب) نرخ تصادفات در قطعات : فرم کلی معادله برای تعداد تصادفات بصورت زیر می باشد:

$$AR\ 1 = 6.80 - 0.053\ PCI$$

$$R^2 = 0.30 \qquad (۳)$$

ج) نرخ تصادفات بر حسب میلیون وسیله نقلیه کیلومتر:فرم کلی معادله برای تعداد تصادفات بصورت زیر می باشد:

(۴)

$$AR2 = 1.878 - 0.06PCI - 0.182WL + 0.388SLR$$

$$R^2 = 0.411$$

۲-مدل رگرسیون نمایی:

فرم کلی این معادله بدین صورت می باشد:

$$Y = \beta_0 \beta_1^{x1} \ldots\ldots \beta_p^{xp} \qquad (۵)$$

برای اینکه مدل بصورت خطی در آید، xi و $\log Y$ را بعنوان ورودی وارد مدل می کنند که بصورت زیر در می آید:

Archive of SID

www.SID.ir

(۶)

$$\log(Y) = \log\beta_0 + x_1 \log\beta_1 + ... + x_p \log\beta_p$$

الف) مدل تعداد تصادفات : متغیرهای ورودی برای ایجاد مدل رگرسیون برای تعداد تصادفات شامل طول قطعه ، شاخص وضعیت روسازی ، عرض شانه سمت راست جانبی می باشد.

فرم کلی معادله بدست آمده از نتایج رگرسیون حاصله برای تعداد تصادفات بصورت زیر می باشد:

(۷)

$$\log n1 = 0.995 - 0.004PCI + 0.114SLR + 0.052L$$
$$R^2 = 0.753$$

که رابطه فوق را نیز می توان بصورت زیر نوشت:

$$N1 = (9.86)(0.991)^{PCI}(1.30)^{SLR}(1.127)^{L}$$
$$R^2 = 0.753 \quad (۸)$$

ب) نرخ تصادفات در قطعات: متغیرهای ورودی برای ایجاد مدل رگرسیون برای نرخ تصادفات $AR1$ شامل شاخص وضعیت روسازی ، عرض شانه سمت راست جانبی ، عرض روسازی می باشد.

فرم کلی معادله بدست آمده از نتایج رگرسیون حاصله برای نرخ تصادفات $AR1$ بصورت زیر می باشد:

$$\log AR1 = 1.408 - 0.005PCI - 0.121WL + 0.201SLR \quad (۹)$$
$$R^2 = 0.728$$

که رابطه فوق را نیز می توان بصورت زیر نوشت:

(۱۰)

$$AR1 = (25.585)(0.989)^{PCI}(0.757)^{WL}(1.588)^{SLR}$$

ج) نرخ تصادفات بر حسب میلیون وسیله نقلیه کیلومتر: متغیرهای ورودی برای ایجاد مدل رگرسیون برای نرخ تصادفات $AR2$ شامل شاخص وضعیت روسازی ، عرض شانه سمت راست جانبی ، عرض روسازی می باشد.

فرم کلی معادله بدست آمده از نتایج رگرسیون حاصله برای نرخ تصادفات $AR2$ بصورت زیر می باشد:

$$\log AR2 = 0.47 - 0.002PCI - 0.098WL + 0.182SLR \quad (۱۱)$$
$$R^2 = 0.601$$

که رابطه فوق را نیز می توان بصورت زیر نوشت:

(۱۲)

$$AR2 = (2.951)(0.995)^{PCI}(0.798)^{WL}(1.52)^{SLR}$$
$$R^2 = 0.601$$

۳- مدل رگرسیون کرافت:

فرم کلی مدل کرافت بصورت زیر می باشد:

$$Y = \beta_0 X_1^{\beta_1} X_2^{\beta_2} ..... X_P^{\beta_P} \quad (۱۳)$$

برای اینکه مدل بصورت خطی در آید، $log\ xi$ و $log\ Y$ را بعنوان ورودی وارد مدل می کنند که بصورت زیر در می آید:

(۱۴)

$$\log Y = \log(\beta_0) + \beta_1 \log(x_1) + ... + \beta_p \log(x_p)$$

الف) مدل تعداد تصادفات : متغیرهای ورودی برای ایجاد مدل رگرسیون کرافت برای تعداد تصادفات شامل لگاریتم طول قطعه ، لگاریتم شاخص وضعیت روسازی ، لگاریتم عرض شانه سمت راست جانبی ، لگاریتم عرض روسازی میباشد.

فرم کلی معادله بدست آمده از نتایج رگرسیون حاصله برای تعداد تصادفات بصورت زیر می باشد:

(۱۵)

$$\log N1 = 1.254 - 0.337\log(PCI) + 0.67\log(SLR) + 0.553\log(L)$$
$$R^2 = 0.719$$

که رابطه فوق را نیز می توان بصورت زیر نوشت:

$$N1 = (17.94)(PCI)^{-0.337}(SLR)^{0.67}(L)^{0.553} \quad (۱۶)$$

ب) نرخ تصادفات در قطعات: متغیرهای ورودی برای ایجاد مدل رگرسیون کرافت برای نرخ تصادفات $AR1$ شامل لگاریتم ADT، لگاریتم شاخص وضعیت روسازی ، لگاریتم عرض شانه سمت راست جانبی ، لگاریتم عرض روسازی می باشد.

فرم کلی معادله بدست آمده از نتایج رگرسیون حاصله برای تعداد تصادفات بصورت زیر می باشد:

$$\log AR1 = -0.337 - 2.01\log(WL) - 0.251\log(PCI) + 0.775\log(SLR) + 0.711\log(ADT) \quad (۱۷)$$
$$R^2 = 0.798$$

که رابطه فوق را نیز می توان بصورت زیر نوشت:

$$AR1 = (0.46)(WL)^{-2.01}(PCI)^{0.251}(SLR)^{0.775}(ADT)^{0.711} \quad (۱۸)$$
$$R^2 = 0.798$$

ج) نرخ تصادفات بر حسب میلیون وسیله نقلیه کیلومتر: متغیرهای ورودی برای ایجاد مدل رگرسیون کرافت برای نرخ تصادفات $AR2$ شامل لگاریتم ADT، لگاریتم شاخص وضعیت روسازی ، لگاریتم عرض شانه سمت راست جانبی ، لگاریتم عرض روسازی می باشد

فرم کلی معادله بدست آمده از نتایج رگرسیون حاصله برای تعداد تصادفات بصورت زیر می باشد:

$$\log AR2 = 1.70 - 1.877og(WL) - 0.182\log(PCI) + 0.74\log(SLR) \quad (۱۹)$$
$$R^2 = 0.57$$

که رابطه فوق را نیز می توان بصورت زیر نوشت:

(۲۰)

$$AR2 = (50.12)(WL)^{-1.877}(PCI)^{0.182}(SLR)^{0.74}$$
$$R^2 = 0.57$$

بررسی مدلها و انتخاب مدل :

به نواع مدلها و آماره های مربوط به آن در جدول ۱ دقت کنید.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۱- آماره های مدلهای ساخته شده برای مسیر

نوع مدل	R^2	R^2_{adj}	SE	D-W	F
مدل خطی- N1	0.749	0.722	4.25	0.98	27.871
مدل خطی- AR1	0.30	0.295	1.771	1.386	12.77
مدل خطی- AR2	0.41	0.347	0.242	2.033	6.50
مدل نمایی- N1	0.753	0.272	0.08	1.02	28.48
مدل نمایی- AR1	0.728	0.7	0.089	0.989	24.95
مدل نمایی- AR2	0.601	0.558	0.076	1.981	14.064
مدل کرافت- N1	0.719	0.688	0.09	1.226	23.84
مدل کرافت- AR1	0.798	0.768	0.078	1.825	26.61
مدل کرافت- AR2	0.568	0.522	0.08	2.004	12.265

برای بررسی مدل تعداد تصادفات *N1*، ابتدا پارامتر R^2 را بعنوان معیار اصلی سنجش در نظر می گیریم. پر واضح است که مدل رگرسیون نمایی از لحاظ تعداد تصادفات دارای R^2 بیشتری نسبت مدلهای دیگر می باشد. آماره F برای تمامی مدلها در یک بازه می باشد. اما آماره دوربین – واتسون در هیچکدام در بازه ۱/۵ تا ۲/۵ نیست .بنابراین هیچ کدام از این مدلها مورد قبول نیست.برای بررسی مدل نرخ تصادفات *AR1* و *AR2*، ابتدا پارامتر R^2 را بعنوان معیار اصلی سنجش در نظر می گیریم. مقدار R^2 برای رگرسیون خطی مدل *AR1* و *AR2*به ترتیب برابر ۰/۲۹۹و ۰/۴۱۱ می باشد ولی آماره دوربین – واتسون در بازه مربوطه نیست. برای رگرسیون نمایی مدل *AR2* برابر ۰،۶۰۱ می باشد. ولی مدل *AR1* در رگرسیون نمایی از لحاظ آزمون دوربین – واتسون مورد قبول نمی باشد، زیرا خطاها آن مستقل نمی باشند. برای رگرسیون کرافت مدل *AR1*و *AR2* مقدار R^2 به ترتیب برابر ۰/۷۹۸ و ۰/۵۶۸ می باشد. از طرفی آماره *F*برای مدل رگرسیون خطی *AR1* و AR2 به ترتیب برابر ۱۲/۷۷ و ۶/۵ می باشد. آماره *F*برای مدل رگرسیون نمایی *AR2* برابر ۱۴/۰۶ است. آماره *F*برای مدل رگرسیون کرافت *AR1* و AR2 به ترتیب برابر ۲۶/۶۱ و ۱۲/۲۶۵می باشد. با بررسی در می یابیم که مدل رگرسیون کرافت از لحاظ آماره F وآماره R^2 دارای مقدار بهتری می باشد. بنابراین مدل رگرسیون کرافت بعنوان مدل برتر از لحاظ نرخ تصادفات در قطعات انتخاب می گردد.

نتیجه گیری

تحلیل حساسیت روند تغییرات هر یک از متغیرهای مستقل در مقابل متغیر وابسته ، در صورتی که دیگر متغیر ها را ثابت در نظر گیریم را نشان میدهد . چهار حالت مختلف را بررسی می نماییم:

الف) *WL* و *ADT* و *SLR* ثابت باشند ولی *PCI* را بعنوان متغیر در نظر بگیریم :

در صورتی که متغیرهای *WL* و *ADT* و *SLR* را ثابت در نظر گیریم ، رابطه فوق بصورت $K1 = PCI^{-0.251}$ در می آید که درمقدار *K1*بصورت زیر می باشد:

$$K1 = \frac{AR1}{0.46(WL)^{-2.01}(SLR)^{0.775}(ADT)^{0.711}}$$

نمودار ۱ تغییرات *K1* را بصورت تابعی از *PCI* در معادله فوق نمایش می دهد. همانگونه که مشاهده می نمایید با افزایش *PCI* مقدار *K1* بصورت تابعی هموگرافیک کاهش می یابد. این بدین معنا می باشد که اگر مقادیر *WL* و *ADT* و *SLR* ثابت بمانند ، با افزایش *PCI* نرخ تصادفات کاهش می یابد .

با دقت در نمودار ۱در می یابیم مهمترین قسمت در تعیین نرخ تصادفات نقاطی است که *PCI* آن کمتر از ۴۰ می باشد. همانطور که می بینید در *PCI* کمتر از ۴۰ شیب نمودار افزایش می یابد ،یعنی نرخ تصادفات در *PCI* کمتر از ۴۰ با آهنگ بیشتری افزایش می یابد و به مرحله بحرانی می رسد. پس تصادفات بوقوع پیوسته بیشتر درنواحی و قطعاتی از مسیر مشهد – باغچه و باغچه تربت حیدریه تا سه راهی شادمهر اتفاق افتاده است که *PCI*آن کمتر از ۴۰ بوده است و این وضعیت نامناسب روسازی را در این محور می رساند. از مطالب فوق به این نتیجه می رسیم که در فوق نگهداری راه در *PCI* بیشتر از ۴۰ برای جلوگیری از افزایش تصادفات لازم و ضروری به نظر می رسد .

ب) *ADT* و *SLR*و *PCI* ثابت باشند ولی *WL* را بعنوان متغیر در نظر گیریم:

در صورتی که متغیرهای *ADT* و *SLR*و *PCI* را ثابت نگاه داریم ، رابطه بصورت $K2 = (WL)^{-2.01}$ در می آید که در آن *K2*بصورت زیر تعریف می گردد:

$$K2 = \frac{AR1}{0.46(PCI)^{-0.251}(SLR)^{0.775}(ADT)^{0.711}}$$

نمودار ۲ تغییرات *K2* را بصورت تابعی از *WL* نمایش می دهد.همانطور که از نمودار پیداست ، با افزایش عرض روسازی آسفالتی مقدار *K2* کاهش می یابد. یعنی اگر مقادیر *ADT* و *SLR*و

Archive of SID

www.SID.ir

PCI ثابت بمانند ، با افزایش WL نرخ تصادفات کاهش میابد. با دقت درآن میتوان پیش بینی کرد که چنانچه عرض روسازی کمتر از ۷/۳ گردد ، نرخ تصادفات به شدت افزایش می یابد. در عرض روسازی بین ۷/۳ تا ۷/۸ متر ، نرخ تصادفات به مقدار ۰/۰۰۲ طول مسیر ودر عرض روسازی بین ۷/۸ تا ۹/۸ متر تغییرات نرخ تصادفات به مقدار ۰/۰۰۶ طول مسیر می باشد. بنابراین به این نتیجه می رسیم که حداقل عرض روسازی که باید در این مسیر اجراگردد ۷/۸ متر می باشد.

ج) ADT و WL و PCI ثابت باشند ولی SLR را بعنوان متغیر در نظر گیریم:در صورتی که متغیرهای ADT و WL و PCI را بعنوان ثابت نگاه داریم رابطه فوق بصورت $K3 = (SLR)^{0.775}$ درمیآیدکه مقدار $K3$ بصورت زیر تعریف می گردد:

$$K3 = \frac{AR1}{0.46(WL)^{-2.01}(PCI)^{-0.251}(ADT)^{0.711}}$$

همانطور که مشاهده می نمایید(نمودار ۳) با افزایش شانه آسفالتی سمت راست (SLR) مقدار $K3$ تقریبا بصورت سهمی شکل با شیب مثبت افزایش می یابد، بر خلاف آنچه که انتظار می رود. این مسیر از میان روستاهای زیادی عبور می کند که به خودی خود می بایستی عبور وسایل نقلیه کشاورزی و سنگین و کندرو در این مسیر به وفور مشاهده شود. از طرفی چون عرض شانه آسفالتی زیاد می باشد و بعلت آنکه فرهنگ ترافیک وراننده گی در ایران آنچنان جا نیفتاده است ، رانندگان از شانه آسفالت شده بعنوان خط سبقت استفاده می کنند و از سمت راست یکدیگر سبقت می گیرند. این خطوط هنگامی که در مناطق روستایی و مسکونی عبور می کنند دردسر ساز شده و باعث تصادفات شاخ به شاخ و فردی و گروهی زیادی می گردند. عیب شانه ها ی عریض آن است که بعلت زیاد بودن عرض آن ،راننده بعنوان یک خط عبوری یا خط سبقت تلقی کرده و با خودروهایی که در شانه راه توقف کرده تصادف کرده و مشکلات بسیاری را باعث گردد.

هنگامی که عرض شانه آسفالتی از ۱/۸۰ بیشتر شود جهش قابل ملاحظه ای در شکل فوق داریم که دلیل آن در بالا ذکر گردید. تغییر عرض شانه از ۱/۸۰ تا ۲/۲۰ باعث می گردد نرخ تصادفات ۰/۲۲ در طول کل مسیر افزایش یابد که عدد قابل ملاحظه ای می باشد. این آمار ما را به این نتیجه می رساند که بیشترین عامل موثر روسازی در نرخ تصادفات ، تعریض بیش از حد شانه آسفالتی راه می باشد. نگارنده توصیه می کند که از ایجاد شانه های عریض در راه های چند خطه بدون در نظر گرفتن نکات ایمنی پرهیز گردد.

د) WLو SLRو PCI ثابت باشند ولی ADTرا بعنوان متغیر در نظر گیریم:

در صورتی که متغیرهای WLو SLRو PCI را ثابت نگاه داریم رابطه فوق بصورت $K4 = ADR^{0.711}$ در می آید که مقدار $K4$ از رابطه زیر بدست می آید:

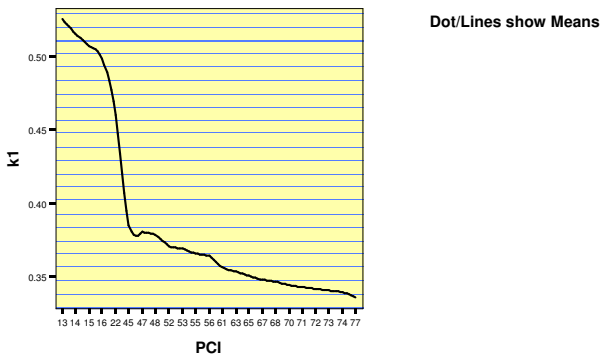
$$K4 = \frac{AR1}{0.46(PCI)^{-0.251}(SLR)^{0.775}(WL)^{-2.01}}$$

نمودار ۴ تغییرات $K4$ را بصورت تابعی خطی از ADT نشان می دهد.

اگر مقادیر WLو SLRو PCI ثابت نگاه داریم ، با افزایش ADT نرخ تصادفات افزایش می یابد. زیرا افزایش ADT به معنای افزایش تردد وسایل نقلیه در مسیر می باشد که کوچکترین عامل انسانی یا وسیله نقیله بعنوان عوامل اصلی تصادفات می تواند نرخ تصادفات را افزایش دهد. با دقت در نمودار فوق به این نتیجه می رسیم که با افزایش ADT به ۱۲۰۰۰ نرخ تصادفات تغییرات خطی ولی افزایش نسبتا قابل تاملی دارد که نشان میدهد مسیر فوق ظرفیت این حجم تردد روزانه را نداشته و برای این حجم ترافیک که اغلب زائرین امام رضا(ع) هستند نمی باشد.

نتیجه گیری و جمع بندی

نتایج حاصل از مدل نشان می دهد که کمی عرض جاده و عریض بودن شانه آسفالتی راه از مهمترین عوامل موثر در وقوع تصادفات جاده ای در محور مشهد – باغچه و باغچه تربت حیدریه تا سه راهی شادمهر می باشد و پس از آن خرابیهای سطح رویه راه (که با شاخص PCI ارزیابی می شود) و ADT عاملهای موثر بعدی در نرخ تصادفات این محور می باشد. البته عوامل طرح هندسی هم مثل درجه قوس و شعاع قوس نیز می تواند در بروز تصادفات دخیل باشند که در چارچوب این مقاله نمی باشد. بطور کلی تحلیل و بررسی انجام شده نشان میدهد با افزایش عرض روسازی و شاخص PCI نرخ تصادفات کاهش می یابد ولی با افزایش عرض آسفالتی شانه راه و میانگین ترافیک روزانه نرخ تصادفات افزایش می یابد . ضمنا نگهداری راه در PCI بیشتر از ۴۰ و تعریض راه به بیش از ۷/۸ نیز ضروری به نظر می رسد تا در کاهش نرخ تصادفات جاده ای این پارامترها بتوانند موثر باشند.



نمودار ۱- تغییرات K1 بر حسب PCI

Archive of SID

www.SID.ir

فهرست علائم

n =	تعداد تصادفات
ar1 =	نرخ تصادفات در قطعه
ar2=	نرخ تصادفات در میلیون وسیله نقلیه در کیلومتر
L =	طول قطعه
PCI =	شاخص وضعیت روسازی راه
SLR =	شانه سمت راست جانبی آسفالت شده
WL =	عرض خطوط

مراجع

[1] Noland, R.B., and Oh. L.” The Effect of Infrastructure and Demographic Change on Traffic-Related Fatalities and Crashes: A Case Study of Illinois County-Level Data”. Accident Analysis and Prevention 36, 2004

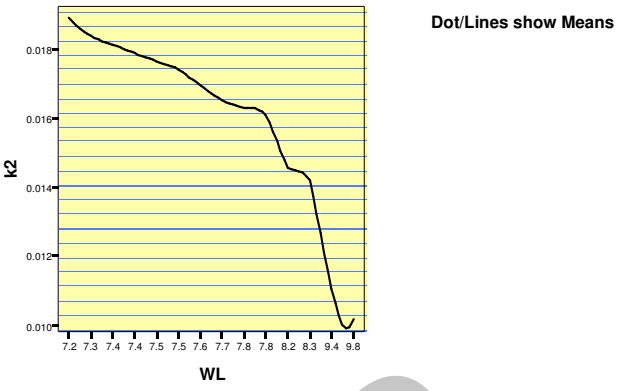
[2] Abdel-Aty, M. A., and Radwan, A. E.” Modeling Traffic Accident Occurrence and Involvement”. Accident Analysis and Prevention 34, 2000

[3]Hass,R.,Hudson,W.R.”Pavement Management System”,Mc Graw-Hill,1986

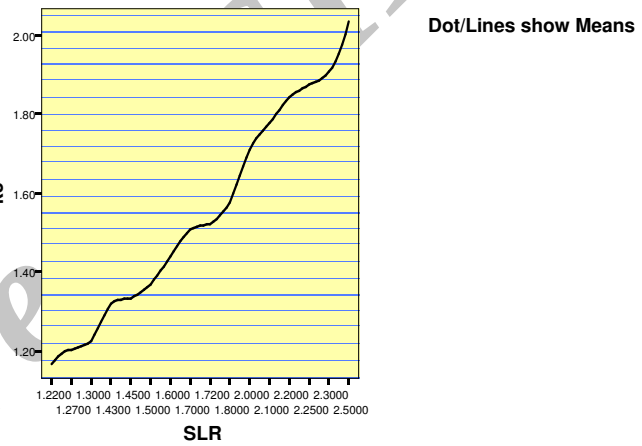
[4] kalaftis,M.G.,and Golias.I.”Effect of Road Geometry and Traffic Volume on Rural Roadway Accident Rates”. Accident Analysis and Prevention 34, 2002,pp.375-365.

[5]Chimba,Deo,"Evaluation of geometric and traffic characteristic affecting the Safety of Six Line Divided roadway" , The Florida State University collage of engineering , 2004

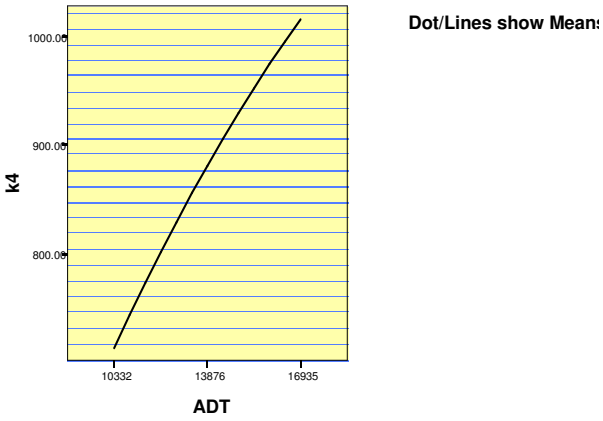
[6] مومنی، منصور،" تحلیل داد ها آماری با استفاده از SPSS " ، نشر کتاب نو، ۱۳۸۶



نمودار ۲- تغییرات K2 بر حسب PCI



نمودار ۳- تغییرات K3 بر حسب PCI



نمودار ۴- تغییرات K4 بر حسب PCI

Archive of SID

www.SID.ir