

2



The second international conference
on new
ideas in
architecture
urbanism
geography
and environment sustainability.

دومین همایش بین المللی ایده های نوین در معماری، شهرسازی، جغرافیا

و محیط زیست پایدار

The Second International Conference on new ideas in architecture, urbanism, geography and environmental sustainability



CERTIFICATE NO :
HH-2017-464202

روزبه شاد، امین رضائی اسفهرود
کوهپای می شود مقاله ارزشمند شاتحت عنوان:
”مدلسازی و تهیه نقشه هزینه اقتصادی تصادفات ترافیکی“
دو دین همایش بین المللی ایده های نوین در معماری، شهرسازی، جغرافیا و محیط زیست پایدار که در شهر مشهد برگزار گردید مورد پذیرش نهایی قرار گرفته است. همچنین مراتب پاس و قدردانی خود را از برای شما بزرگوار داشته و موفقیت روز افزونتان را در تمام عرصه های زندگی از خداوند متعال خواستاریم.

سید عباس طباطبائی میرزئی
مدیر عامل سراج کنسرسیوم
از جمله

رضا نوروزی
دبیر علمی همایش

سید علی عمودی
دبیر کمیته اجرایی همایش

همایش بین المللی ایده های
نوین در معماری، شهرسازی
جغرافیا و محیط زیست پایدار



www.Paydarconf.ir
Info@Paydarconf.ir



مدلسازی و تهیه نقشه هزینه اقتصادی تصادفات ترافیکی

روزبه شاد

استادیار، دانشکده مهندسی دانشگاه فردوسی مشهد
r.shad@um.ac.ir

امین رضائی اسفهرود

دانشجوی کارشناسی ارشد راه و ترابری دانشگاه فردوسی مشهد
amin.rezaei.esfahroud@mail.um.ac.ir

چکیده

پیش‌بینی احتمال رخداد تصادفات ترافیکی با هدف جلوگیری از خسارات جانی و مالی فراوانی که به جامعه و افراد تحمیل می‌کند، همواره از اهمیت ویژه‌ای در بین مسئولین و محققین برخوردار می‌باشد. بررسی نمودن کلیه‌ی عوامل دخیل و اطلاعات موجود در طراحی و پیاده‌سازی راه‌ها، تقاطع‌ها و معابر منجر به خسارات جبران‌ناپذیری در سطوح مختلف شخصی و اجتماعی خواهد شد. لذا با شناسایی عوامل دخیل در تصادفات و برنامه‌ریزی‌های اصولی، می‌توان تا حد قابل قبولی خسارت‌های مالی و جانی را کاهش داده و به شرایط مطلوب که همان به حداقل رساندن صدمات و هزینه‌های تصادفات می‌باشد، دست یافت. یکی از راه‌کارها برای شناسایی عوامل موثر بر تصادفات مدل‌سازی عوامل دخیل در آن است. در این پژوهش هدف ایجاد یک مدل برای تخمین هزینه‌های ناشی از تصادفات و عوامل تاثیرگذار بر اساس اطلاعات تصادفات چهارساله (۲۰۱۲-۲۰۱۵) شهر لیدز انگلستان می‌باشد. در پایان این پژوهش مدل‌های توانی و EXP جهت تخمین هزینه اقتصادی تصادفات ایجاد شد و بر مبنای آن‌ها نقشه‌های هزینه ترافیکی تهیه گردید.

واژگان کلیدی: تصادفات ترافیکی، مدل‌سازی، رگرسیون، تخمین چگالی کرنل، هزینه تصادفات.

مقدمه

حمل و نقل در راه‌ها از یک سو سود هنگفتی را نصیب جامعه نموده و از سوی دیگر هزینه‌های مالی سنگین مستقیم و غیرمستقیمی را نیز بر جامعه تحمیل می‌کند. هزینه‌های مستقیم شامل: هزینه‌های ایجاد زیرساخت‌های ارتباطی، تجهیزات و کارکنان موردنیاز (جهت ساخت و نگهداری راه) و تامین ایمنی می‌باشند. هزینه‌های غیر مستقیم نیز شامل: آلودگی هوا ناشی از ترافیک، تصادفات، افزایش آلودگی صوتی و تخریب محیط زیست می‌باشند. در این میان هزینه‌ی تصادفات ترافیکی بسیار هنگفت بوده و شامل: هزینه خودروهایی خسارت دیده، زیرساخت‌های تخریب شده، جراحات، معلولیت‌ها و جان افراد فوت شده، تاخیر در سفرهای شهری، ایجاد فشارهای روانی، استرس، صدمات روحی و نظیر آن می‌باشد. به‌عنوان مثال در سال ۲۰۱۳ بر اثر تصادفات ترافیکی ۳۲۷۱۹ نفر در ایالات متحده آمریکا و ۲۷۰۲۵ نفر در فدراسیون روسیه جان خود را از دست دادند (WHO, 2015).

اهمیت موضوع

براساس گزارش سازمان بهداشت جهانی، تصادفات رانندگی یکی از علل اصلی مرگ‌ومیر افراد ۵ تا ۴۴ سال می‌باشد (Kapp, ۲۰۰۳; WHO, 2011). این سازمان در گزارش سال ۲۰۰۴ خود اعلام کرد که در سال ۱۹۹۸ تصادفات ترافیکی نهمین عامل مرگ‌ومیر انسان‌ها بوده‌اند (WHO, 2004)، ولی با توجه به رشد روزافزون تعداد وسایل نقلیه و افزایش سرعت آن‌ها، (طبق گزارش سال ۲۰۱۱ همین سازمان) پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۲۰ تصادفات ترافیکی به پنجمین عامل مرگ‌ومیر بشر بدل خواهند شد. همچنین تصادفات ترافیکی سالیانه باعث فوت ۴/۲ میلیون انسان در سراسر جهان خواهد گردید (WHO, 2011). فرآیند لازم جهت بهبود ایمنی شبکه راه شامل ۶ گام غربالگری شبکه، تشخیص، انتخاب راه کار، ارزیابی اقتصادی، اولویت بندی راه کارها و ارزیابی اثربخشی ایمنی است. در اولین گام یا غربالگری شبکه، مکان‌هایی که تاثیر بیشتری بر برنامه بهبود ایمنی شبکه راه دارند، شناسایی می‌شوند. مدل‌های رتبه بندی سایت‌های شبکه با هدف بهبود ایمنی، گام مهمی در غربالگری شبکه در راستای اجرای فرآیند ایمنی محسوب می‌گردند (AASHTO, 2010). مدل‌های پیش‌بینی تصادفات ترافیکی راه‌ها برای درک بهتر عوامل موثر بر تصادفات و کاهش فراوانی و شدت آن‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. عواملی مانند: شرایط هندسی راه، ویژگی‌های راننده، نوع خودرو و مشخصه‌های مربوط به جریان ترافیک مانند: سرعت و حجم ترافیک با ابعاد تصادف ارتباط تنگاتنگی دارند (Lee and Son, 2008; AASHTO, 2010).

همواره پنج روش جهت کاهش صدمات تصادفات پیشنهاد می‌شود: اجرای کنترل‌ها، اصلاح رفتارها، پیش‌بینی تصادفات، کنترل صدمات و مدیریت بعد از خسارات. در این بین معمولاً آنالیز تصادفات ترافیکی جهت درک علل وقوع و میزان خسارات استفاده می‌شود (Zhang and Xie, 2008). علاوه بر این با کمینه کردن فراوانی تصادفات توسط آنالیز و پیش‌بینی آن‌ها، وضعیت ایمنی را می‌توان بهبود بخشید.

اهداف

با توجه به اهمیت شناسایی عوامل دخیل در هزینه تصادفات اهداف از این پژوهش به شرح زیر تعیین گردیده است.

- مدل‌سازی و شناسایی عوامل تاثیرگذار بر هزینه تصادفات ترافیکی.
- تهیه نقشه هزینه تصادفات ترافیکی.

مطالعات گذشته

پیش‌بینی و شناسایی عوامل تاثیرگذار بر تصادفات ترافیکی همواره یکی از دغدغه‌های پژوهشگران و مسئولین حوزه حمل‌ونقل بوده است و در همین راستا مطالعات مختلفی در این زمینه صورت گرفته است.

ژیانگ ژنگ و هلی هانگ از داده‌های تصادفات سال ۲۰۰۶ شهر فلوریدا برای مدل‌سازی تصادفات استفاده کرده‌اند. در این پژوهش از مدل شبکه عصبی و لوجیت جهت پیش‌بینی تصادفات استفاده شد. آن‌ها در انتها به این نتیجه رسیدند که سطح لغزنده راه، نوع و عمر خودرو و سن راننده بیشترین تاثیر را بر شدت تصادفات داشتند (Zeng and Huang, 2014).

در پژوهشی دیگر، ژیانگ ژنگ و همکارانش از اطلاعات تصادفات بین سال های ۲۰۰۲ - ۲۰۰۶ جهت مدل سازی تصادفات هنگ کنگ استفاده کردند. هدف آن ها در این پژوهش توسعه یک مدل شبکه عصبی برای کشف رابطه ای بین فرکانس تصادفات، عوامل خطر و همچنین مقایسه عملکرد این مدل با مدل سنتی چندمتغیره پواسون-لوگ نرمال بوده است. آن ها از الگوریتم گرادیان مزدوج برای پیش بینی در شبکه عصبی استفاده کردند. نتایج این پژوهش نشان داد که مدل شبکه عصبی دارای عملکرد بهتری نسبت به مدل پواسون-لوگ نرمال است. همچنین مشخص گردید که عواملی مانند حجم ترافیک، تعداد (تراکم) ایستگاه های اتوبوس در قطعه و هوای بارانی در تصادفات منجر به جرح و حجم ترافیک و تعداد (تراکم) رمپ ها در تصادفات منجر به فوت دارای بیشترین تاثیر هستند (Zeng and Wong, 2016).

در پژوهش دیگری ژیانگ ژن و همکاران، جهت توسعه یک مدل شبکه عصبی برای ایجاد یک رابطه بین تصادفات و عوامل خطر، مقایسه عملکرد شبکه عصبی با روش دوجمله ای منفی اقدام نمودند. در این مقاله مدل شبکه عصبی به دو روش ساخت و هرس شبکه بهینه سازی شد. نتایج این پژوهش نشان می دهد که مهمترین عوامل بروز تصادفات شامل حجم ترافیک، تعداد (تراکم) ایستگاه های اتوبوس در قطعه و هوای بارانی و فرصت برای تغییر خط، هستند. (Zeng and Gao, 2016).

در تحقیقی دیگر ژان هیونگ و همکاران به کمک اطلاعات چهار ساله (۲۰۰۳-۲۰۰۶) تصادفات شهر جیلیان چین خسارات تصادفات را با استفاده از روش بیزین تحلیل نمودند. در این تحقیق عوامل دخیل در تصادفات به چهار گروه اصلی شرایط محیطی، جاده، ترافیک و تلفات تقسیم شدند. نتایج بدست آمده نشان داد که به دلیل کم بودن ابعاد نمونه ها، برآورد خسارات مالی کمتر از استاندارد (یعنی صفر) تخمین زده شده است. لذا در این روش خطا زیاد بوده و نتایج قابل اعتماد نیستند. همچنین پژوهش مذکور نشان داد که تعداد تقاطع ها به عنوان پارامتری مهم در تصادفات مطرح است (Huiyong and Honggou, 2010).

در پژوهش دیگری ژوان و همکاران، با استفاده از داده های سه ساله (۲۰۰۳-۲۰۰۵) شهر گرانا اسپانیا صدمات وقوع تصادفات توسط شبکه بیزین را بررسی نمودند. در این تحقیق فقط تصادفات مسیره های مستقیم مورد بررسی قرار گرفته و تقاطع ها از پایگاه داده حذف شدند. نتایج این پژوهش نشان داد که اغلب رانندگان درگیر بین ۱۸-۲۵ سال سن داشتند و تصادفات منجر به خسارت اغلب در روز و تصادفات منجر به فوت معمولا در شب اتفاق می افتند (Mujalli and Calvo, 2011).

در پژوهشی دیگر، حسین و همکاران از اطلاعات تصادفات سه ساله (۲۰۰۷-۲۰۰۹) شامل سرعت، تعداد وسایل نقلیه سبک و سنگین، شرایط آب و هوایی، فاصله از رمپ ها و علایم راهنمایی در بزرگراه های ژاپن جهت تعیین طول منطقه خطر بر اساس نوع تصادف استفاده کردند. برای این منظور از مدل بیزین استفاده شده و نتایج بررسی منجر به شناسایی منطقه خطر گردید. نتایج تحقیق مذکور کمک بسزایی در جهت پیش گیری از وقوع تصادفات ارائه نمودند (Hossain and Muromachi, 2012).
جونگ چن و همکاران در پژوهشی دیگر از مدل لجستیک رگرسیون جهت تجزیه و تحلیل شدت تصادفات استفاده کردند. داده های مورد استفاده شامل تصادفات بین سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۵ شهر نیومکزیکو است که از سه مجموعه اصلی داده های تصادف، داده های خودرو و داده های راننده تشکیل شده و شامل زمان و مکان رخداد تصادف، شرایط آب و هوایی، ویژگی های هندسی راه، مشخصات خودروی درگیر و شدت آسیب است. نتایج بدست آمده از این پژوهش نشان می دهد که در مسیره های دارای قوس و یا سطح خیس (لغزنده) تصادفات با شدت بیش تر اتفاق می افتد، تصادفاتی که در آن ها یکی از وسایل درگیر موتورسیکلت می باشد، دارای شدت بیشتری هستند، تصادفاتی که راننده آن دارای سن بالای ۶۳ سال داشتند از شدت بیش تری برخوردار بودند و تصادفات با یک وسیله درگیر دارای شدت بیشتری هستند (Chen et al., 2016).

شو یانگ و همکاران با استفاده از آمار ۵ سال (۲۰۰۷-۲۰۱۱) شهر سنت لوئیس امریکا جهت مشخص کردن مناطق بحرانی، براساس نرخ تصادفات و هزینه های اقتصادی آن اقدام کرده اند. در این مطالعه نقشه نرخ تصادف بر اساس تعداد تصادفات در سال و نقشه هزینه اقتصادی تصادفات در سال تهیه گردید (Yang and Wu, 2013).

روش تحقیق

مدل های آماری

فرآیند لازم جهت بهبود ایمنی شبکه راه شامل ۶ گام غربالگری شبکه، تشخیص، انتخاب راه کار، ارزیابی اقتصادی، اولویت بندی راه کارها، ارزیابی اثربخشی ایمنی است. در اولین گام یا غربالگری شبکه، مکان‌هایی که تاثیر بیشتری بر برنامه بهبود ایمنی شبکه راه دارند، شناسایی می‌شوند. مدل‌های رتبه بندی سایت‌های شبکه با هدف بهبود ایمنی، گام مهمی در غربالگری شبکه در راستای اجرای فرآیند ایمنی محسوب می‌گردند (AASHTO, 2010).

رگرسیون

مدل‌های رگرسیون غیر خطی به الگوریتم‌هایی که برای تطبیق توابع غیر خطی تصادفی بر روی داده‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند، گفته می‌شوند. هدف از این مدل‌ها ایجاد یک رابطه میان هزینه تصادفات و عوامل وابسته می‌باشد. یکی از نکاتی که در مدل‌سازی باید به آن توجه شود این است که داده‌های ورودی کمی باشند و داده‌های کیفی نیز قبل از ورود به دستگاه رگرسیون باید کمی‌سازی شوند.

سیستم اطلاعات مکانی

سیستم اطلاعات مکانی که اخیراً مدنظر خیلی از محققین مربوط به تحلیل تصادفات و ایمنی معابر قرار گرفته است، بر مبنای یک بستر اطلاعاتی مکان مبنای عمل نموده و تصمیم‌گیری کارآمدی (سریع و بهنگام) را بر روی تصادفات ترافیکی اجرا می‌نماید. نتایج حاصل از سیستم مذکور در مراحل شامل قبل از وقوع تصادفات، هنگام وقوع پدیده تصادف و مدیریت عملکردهای بعد از حادثه قابل استفاده می‌باشند. لازم به ذکر است که استفاده از سیستم اطلاعات مکانی در مدیریت تصادفات ترافیکی، منجر به ارائه دقیق اطلاعات در نقاط مختلف شده و به شناسایی نقاط حادثه خیز (که از اصول اولیه بهبود ایمنی است) منتهی خواهد شد. به‌طور کلی سیستم اطلاعات مکانی چارچوبی قدرتمند جهت مدل‌سازی، پردازش و مدیریت در مسائل مربوط به تصادفات درون شهری و برون شهری و تاثیرات ناشی از آن‌ها می‌باشد. همچنین سیستم اطلاعاتی قادر است که با هدف کاهش وقوع تصادفات رانندگی، به اقدامات مرتبط با ایمن‌سازی سرعت بخشد (Shad and Moghimi, 2013). مدل‌های متفاوتی جهت تجزیه و تحلیل مکانی و محاسبه نقاط بحرانی وجود دارند، یکی از روش‌های مناسب برای این منظور تخمین چگالی کرنل است. در چگالی کرنل برای برآورد هر نقطه یک شعاع تخمین ایجاد می‌شود و در این دایره ارزش هر نقطه با کاهش فاصله آن افزایش می‌یابد (Deshpande and Arkatkar, 2011). تخمین کرنل با هسته k به صورت زیر تعریف می‌گردد (1).

$$f(x) = \frac{1}{nR} \sum_{i=1}^n k_i \left(\frac{d_i}{R}\right) \quad (1)$$

در این رابطه $f(x)$ تخمین کرنل، n تعداد نمونه‌های موجود در شعاع تخمین، R شعاع تخمین، k_i مقدار نمونه i و d_i فاصله نمونه i تا مرکز تخمین هستند.

گردآوری اطلاعات

داده‌های مورد استفاده در این پژوهش شامل اطلاعات تصادفات چهار سال (۲۰۱۲-۲۰۱۵) شهر لیدز انگلستان می‌باشد. داده‌ها شامل اطلاعات مکانی، تاریخ، ساعت، شرایط آب‌وهوایی، وضعیت روشنایی، درجه راه و وضعیت سطح مسیر تصادفات، نوع و تعداد وسیله درگیر در حادثه می‌باشند. همچنین نقشه اطلاعات مکانی شهر لیدز تحت فرمت شیپ‌فایل^۱ در محیط GIS تهیه شده است که به راحتی مکان و اطلاعات تصادفات با این نقشه تلفیق می‌شوند. هزینه تصادفات در این کشور نیز در جدول ۱ آمده است که برای محاسبه هزینه هر تصادف مورد استفاده قرار می‌گیرد. پارامترهای تاثیرگذار بر هزینه تصادفات به صورت کیفی هستند که برای استفاده از آن‌ها در مدل‌سازی مطابق جدول ۲ کمی‌سازی شدند.

جدول ۱: هزینه اقتصادی تصادفات به تفکیک شدت وارده (Statista, 2017).

هزینه	صدمه
۱.۷۸۳.۵۵۶	فوت
۲۰۰.۴۲۲	صدمه شدید

^۱ Shapefile.

١٥.٤٥٠	صدمه جزئی
--------	-----------

جدول ۲: متغیرهای محاسبه شده و تاثیرگذار بر هزینه تصادفات.

مقدار کمی		علامت	نام متغیر
مقدار	توضیح		
4	یک وسیله	N	تعداد وسایل درگیر
2	دو وسیله		
1	سه وسیله و بیشتر		
2	روز وسط هفته	D	تاریخ تصادف
3	تعطیلات پایان هفته		
3	5 - 21	T	ساعت
2	13 - 5		
5/1	21 - 13		
4	$A, A(M)$	F	درجه راه
3	B		
2	C		

5/1	Motorway		
2	خشک	S	وضعیت سطح روسازی
4	مرطوب		
5/0	برف		
75/0	یخ زده		
25/0	3 cm خیس با عمق بیش از		
5/0	روز	L	روشنایی
1	شب با وجود چراغ روشنایی		
2	شب بدون چراغ روشنایی		
3	آفتابی	W	آب و هوا
1	آفتابی همراه باد		
5/1	بارانی		

5/2	بارانی همراه باد		
25/0	برفی		
75/0	برفی همراه باد		
5/3	مه آلود		
1	دو چرخ		
75/0	خودرو سبک	V	نوع خودرو
5/1	خودرو سنگین		
	متغیر وابسته	Cost	هزینه تصادف

تحلیل و مدل سازی

ابتدا داده‌ها به دو دسته داده‌های آموزش (اطلاعات سال‌های ۲۰۱۲-۲۰۱۴) و داده‌های تست (سال ۲۰۱۵) تقسیم شدند، از داده‌های آموزش جهت ایجاد مدل غیر خطی و از داده‌های تست برای صحت‌سنجی مدل استفاده شد. در این پژوهش دو مدل غیر خطی الف - توانی و ب - EXP جهت مدل‌سازی انتخاب و اجرا شدند و معادله برآورد هزینه بدست آمد (جدول ۳)، سپس از داده‌های تست جهت مقایسه دو مدل استفاده شد. نتایج ضریب هم‌بستگی دو مدل در جدول ۴ بیان شده است. سپس نقشه مکانی شهر و اطلاعات مکانی و توصیفی هزینه تصادفات و نتایج داده‌های تست در محیط نرم‌افزار ArcGIS ادغام شدند و با استفاده از تخمین چگالی کرنل سه نقشه الف- هزینه تصادفات برای آمار سال ۲۰۱۵، ب- هزینه تصادفات براساس مدل توانی برای سال ۲۰۱۵ و ج- هزینه تصادفات براساس مدل EXP برای سال ۲۰۱۵ بدست آمد (شکل‌های ۱، ۲ و ۳).

جدول ۳: معادلات برآورد شده حاصل از رگرسیون.

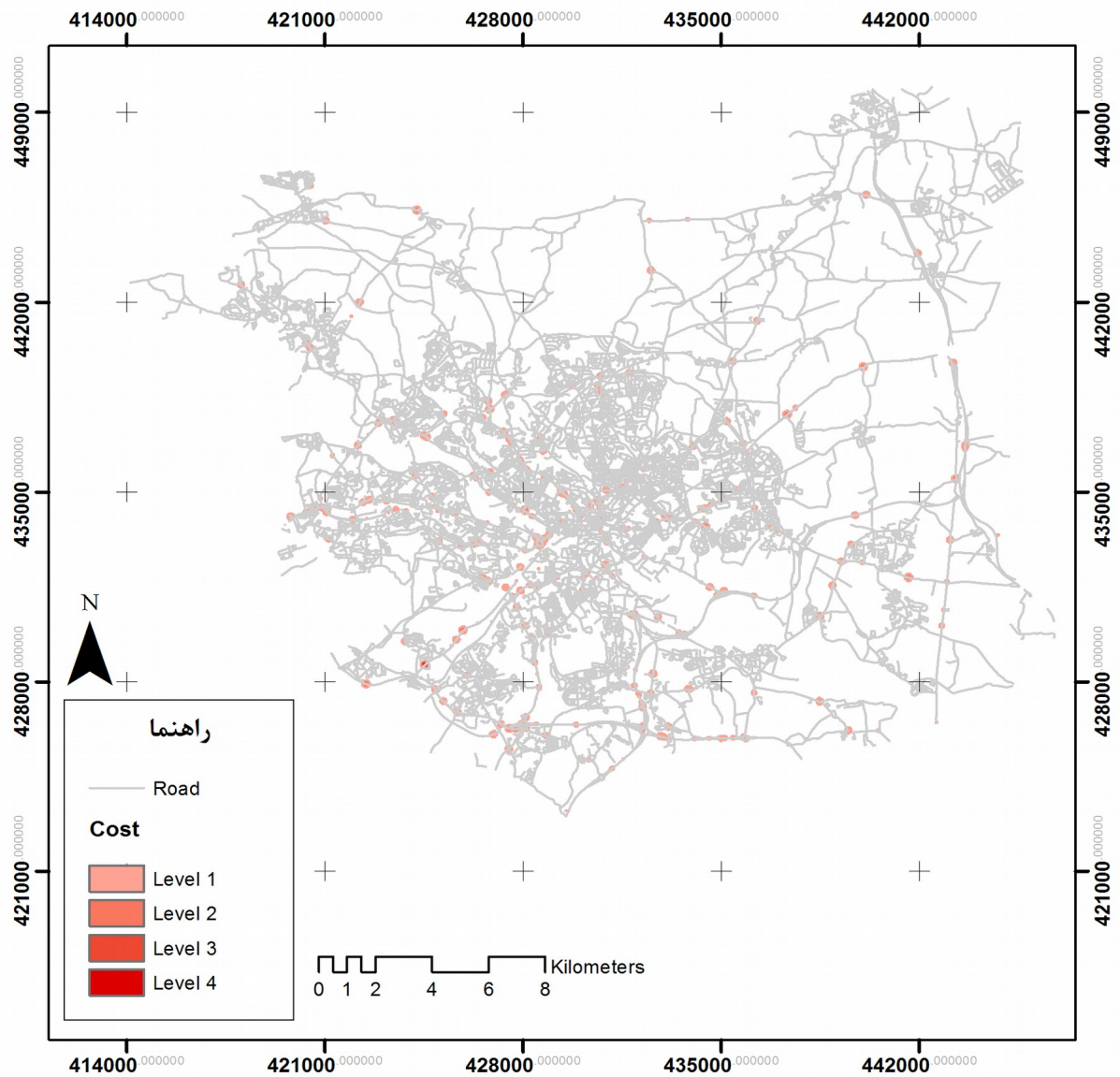
مدل	معادله
توان	$Cost = (4104.491) * N^{0.722} * D^{1.022} * T^{0.590} * F^{0.717} * S^{0.355} * L^{0.437} * W^{0.093} * V^{0.417}$
ی	

$$Cost = 2.236 * exp(N^{0.464}) * exp(D^{0.592}) * exp(T^{0.436}) * exp(F^{0.447}) * exp(S^{0.272}) * exp(L^{0.427}) * exp(W^{0.08}) * exp(V^{0.402})$$

EX
P

جدول ۴: ضریب همبستگی.

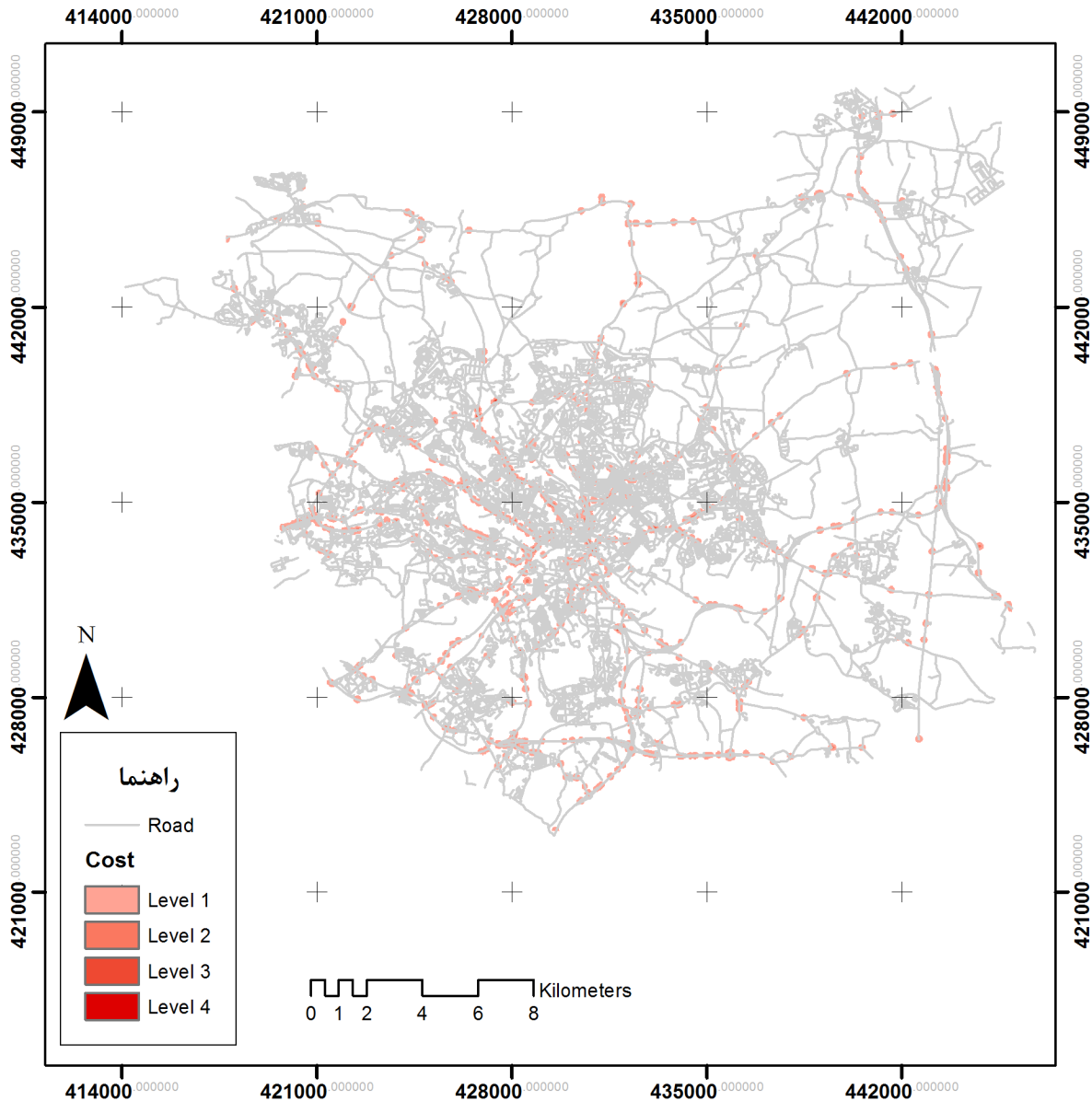
مدل	توانی (آموزش)	توانی (تست)	EXP (آموزش)	EXP (تست)
ضریب همبستگی	۱۹۵/۰	۱۱۷/۰	۱۹۷/۰	۱۱۶/۰



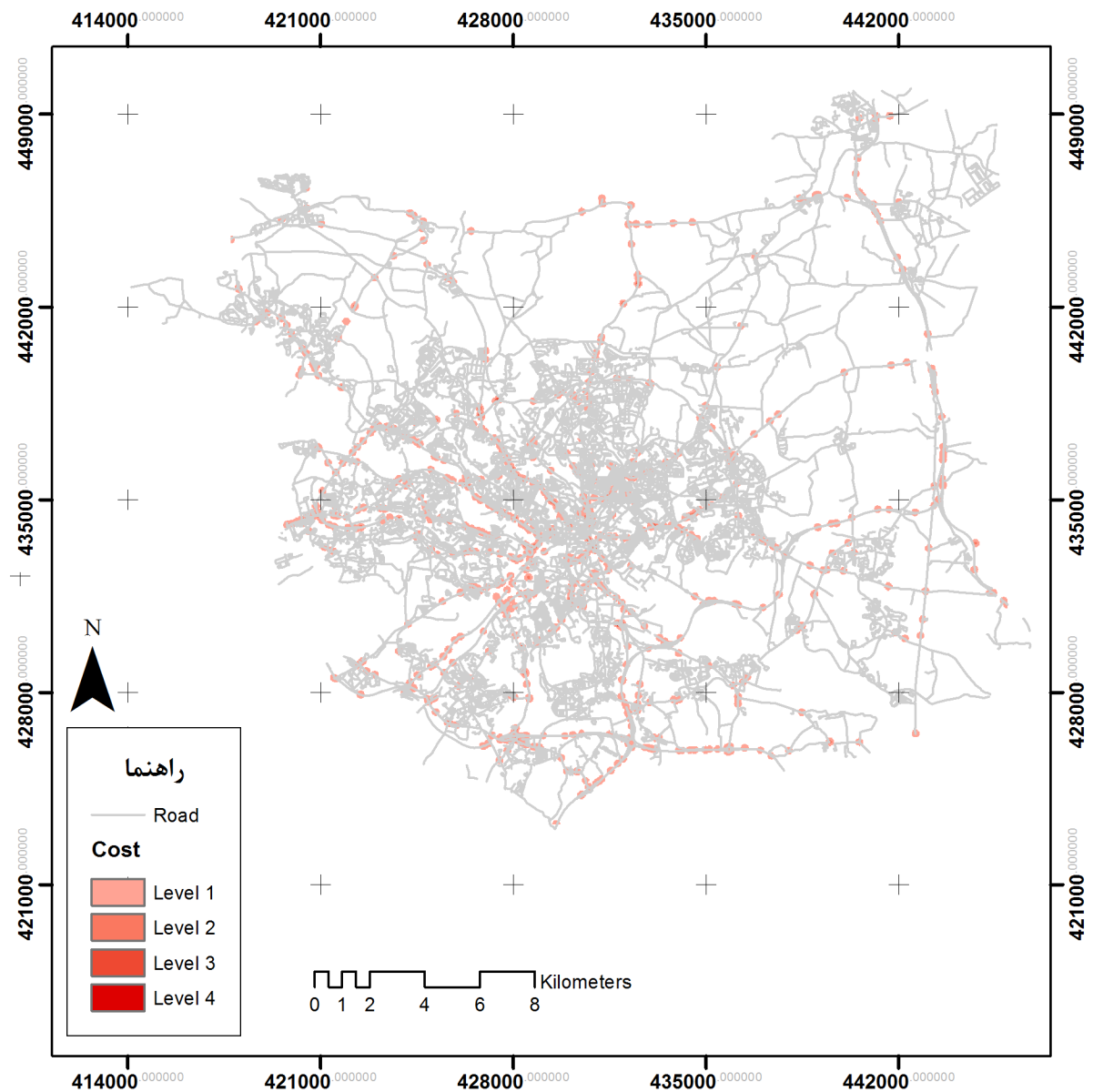
شکل ۱: نقشه هزینه اقتصادی تصادفات براساس آمار سال ۲۰۱۵.

یافته‌ها

با بررسی نتایج حاصل از مدل‌سازی پارامترهای تاثیرگذار مشخص گردید که پارامترهای تاریخ تصادفات (روز میان هفته یا پایان هفته)، تعداد وسایل درگیر و درجه راه به ترتیب بیش‌ترین تاثیر را بر هزینه اقتصادی تصادفات دارند. از سوی دیگر مقایسه نتایج ضریب همبستگی مدل‌ها نشان داد دو مدل از دقت برابری جهت تخمین هزینه تصادفات برخوردارند. در نقشه-های هزینه تصادفات از چهار سطح برای نشان دادن و تفکیک نقاط پرهزینه استفاده شد که نقاط با رنگ قرمز پررنگ نشان‌دهنده نقاط بحرانی هستند.



شکل ۲: نقشه هزینه اقتصادی تصادفات براساس مدل توانی برای سال ۲۰۱۵.



شکل ۳: نقشه هزینه اقتصادی تصادفات براساس مدل EXP برای سال ۲۰۱۵.

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از این پژوهش، بدست آوردن یک مدل رگرسیونی جهت پیش‌بینی هزینه تصادفات ترافیکی براساس پارامترهای محیطی، انسانی بوده است. در این مطالعه پس از مدل‌سازی هزینه تصادفات از اطلاعات مکانی بر پایه سیستم GIS برای شناسایی نقاط پرهزینه استفاده شد و سه نقشه هزینه به شرح زیر بدست آمد.

- نقشه هزینه اقتصادی تصادفات براساس آمار سال ۲۰۱۵.
- نقشه هزینه اقتصادی تصادفات براساس مدل توانی برای سال ۲۰۱۵.
- نقشه هزینه اقتصادی تصادفات براساس مدل EXP برای سال ۲۰۱۵.

همچنین با بررسی مدل‌های پیش‌بینی، تاریخ تصادفات (روز میان هفته یا پایان هفته)، تعداد وسایل درگیر و درجه راه به-
ترتیب بیش‌ترین تأثیر را بر هزینه اقتصادی تصادفات دارند.

منابع