فصلنامه مهندسی ترافیک، سال بیست و سوم، شماره ۹۲، بهار ۱۴۰۲، ص. ۷۶-۶۷

تأثیر فضایی سهم انواع کاربری‌های زمین در وقوع تصادفات بر اساس نواحی ترافیکی

مطالعه موردی: کلان‌شهر شیراز

محمد صدیق باور، پژوهشگر دکتری، گروه تخصصی عمران راه و ترابری و حمل‌ونقل، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

علی نادران (مسئول مکاتبات)، استادیار، برنامه‌ریزی و مهندسی حمل‌ونقل، دانشکده مهندسی عمران، معماری و هنر، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

E-mail: naderan@srbiau.ac.ir

محمود صفارزاده، استاد، برنامه‌ریزی و مهندسی حمل‌ونقل، دانشکده مهندسی عمران و محیط‌زیست، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

چکیده

نوع کاربری زمین در هر ناحیه ترافیکی مهم‌ترین عامل تعیین‌کننده تعداد وسایل نقلیه، ویژگی‌های هندسی و ترافیکی در آن ناحیه است. کاهش تراکم و اختلاط انواع وسایل نقلیه و در محیط‌های شهری به‌منظور کاهش تصادفات یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های مهندسین حمل‌ونقل است. در این مطالعه به‌منظور بررسی تأثیر سهم انواع کاربری‌ها در هریک از نواحی ترافیکی شهر شیراز بر احتمال وقوع تصادف، از روش دومرحله‌ای شامل شناسایی انواع کاربری‌های تأثیرگذار در بروز تصادف و همچنین اثرات فضایی بین متغیرهای مستقل و داده‌های تصادف در فضا استفاده گردیده است همچنین از روش‌های هسته چگالی کرنل به‌منظور یافتن پهنای باند مناسب جستجوی مشاهدات، رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی و رگرسیون پواسن وزن‌دار جغرافیایی به‌منظور بررسی اثرات فضایی تأثیر سهم انواع کاربری‌ها بر وقوع تصادف استفاده شده است. نتایج مطالعه نشان داده است که از بین مدل‌های مذکور مدل محلی GWPR بر اساس معیارهای صحت سنجی عملکرد بهتری نسبت به مدل جهانی پواسن و مدل محلی GWR دارد همچنین وجود کاربری مسکونی، تجاری، بایر و متروکه و اختلاط مسکونی و غیرمسکونی بیشترین تأثیر را در بروز تصادف دارند. بررسی اثرات فضایی انواع کاربری اراضی در هریک از نواحی ترافیکی در این مطالعه می‌تواند به‌منظور انجام اقدامات ایمنی بسیار حائز اهمیت باشد.

واژه‌های کلیدی: کاربری اراضی، رگرسیون پواسن وزن‌دار جغرافیایی، رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی، تصادف، هسته چگالی کرنل

۱. مقدمه

ارتباط بین کاربری زمین و سیستم حمل‌ونقل از گذشته تاکنون در تصمیم‌گیری‌های کلان شهری تأثیرگذار بوده است. توسعه کاربری‌های شهری به ظرفیت سیستم‌های حمل‌ونقل و ترافیک شهری بستگی دارد بنابراین در تحلیل‌های مکانی، کشف ارتباط بین حمل‌ونقل و کاربری اراضی بسیار حائز اهمیت تلقی می‌گردد (Musa & Moses, 2014) امروزه با گسترش شبکه شهری و به دنبال آن افزایش ترافیک سیستم‌های حمل‌ونقلی، نگرانی افزایش تصادفات به دلیل تراکم شبکه شهری افزایش یافته است (Almasi & Behnood, 2022 ; ; Larson, Liu, ; Ikhuoria, 1987Aribigbola, 2008 ; Zhong, ; Leibowicz, 2020& Yezer, 2012 Jiang, & Nielsen, 2022). کاربری‌های اراضی تعیین‌کننده تعداد سفرهای جذب‌شده و تولیدشده به هر ناحیه ترافیکی است بنابراین مدیریت صحیح سیستم‌های حمل‌ونقلی بر اساس ویژگی‌های کاربری‌های شهری، کاهش مخاطرات ناشی از همبستگی زیاد بین این دو سیستم را به دنبال دارد در استفاده از مدل‌های فضایی جهت تحلیل داده‌های مکانی، انتخاب شجاع جستجو یا پهنای باند یکی از مهم‌ترین معیارهای تحلیل داده‌های مکانی به شمار می‌آید که با استفاده از تراکم هسته کرنل اندازه‌گیری می‌شود. اگر اندازه شعاع جستجوی تراکم هسته کرنل به‌درستی انتخاب نشود نتایج مدل‌سازی دقت قابل‌قبول را ندارد که دلیل آن این است شعاع‌های جستجوی بالا باعث همپوشانی زیاد و انتخاب نواحی متراکم زیاد می‌گردد و از طرفی دیگر انتخاب شعاع جستجوی کم باعث می‌شود تعداد زیادی از مشاهدات در نظر گرفته نشود (Kazmi, ; Le, Liu, & Ahmed, Mumtaz, & Anwar, 2022 ; Srikanth & Srikanth, 2020Lin, 2020) با توجه به بررسی‌های انجام‌گرفته با توجه به اهمیت زیاد تراکم انواع کاربری‌ها در تولید و جذب سفر یک ناحیه ترافیکی و به دنبال آن افزایش درگیری بین وسایل نقلیه و کاربران راه در مطالعات گذشته ارتباط فضایی بین تعداد تصادفات و انواع کاربری اراضی بر اساس نواحی ترافیکی موردبررسی قرار نگرفته است علاوه بر آن تأثیر هم‌زمان تراکم انواع کاربری‌ها و همچنین اختلاط چند کاربری در یک ناحیه ترافیکی نیز در نظر گرفته نشده است در این مطالعه در گام اول به بررسی مهم‌ترین عوامل محیطی تأثیرگذار بر رخ داد تصادف درون‌شهری بر اساس نوع کاربری پرداخته می‌شود و در گام دوم با انتخاب شعاع جستجوی مناسب فضایی تأثیر تراکم انواع کاربری‌ها و همچنین اختلاط انواع کاربری در سطح نواحی ترافیکی شهر شیراز پرداخته خواهد شد.

۲. ادبیات پژوهش

اویانگ و همکاران در مطالعه خود به بررسی روشی جامع مبتنی بر سیستم اطلاعات جغرافیایی به‌منظور درک اثرات محیطی بر تصادفات ترافیکی پرداختند آن‌ها در مطالعه‌شان از بلوک‌های سرشماری متغیرهای حمل‌ونقلی، شامل نوع تراکم، تنوع، طراح هندسی، دسترسی به مقصد و فاصله تا مقصد جهت تحلیل داده‌های تصادف استفاده کردند نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد طول خیابان و تراکم محیط کارگاهی در افزایش فراوانی تصادفات تأثیرگذار است بااین‌حال، افزایش تعداد تقاطعات نتیجه منفی در افزایش فراوانی تصادفات را نشان داد (Ouyang & Bejleri, 2014) در مطالعه‌ای دیگر مرلین و همکاران به بررسی رابطه بین دسترسی به کاربری‌های مسکونی و احتمال رخ داد تصادف در یک دوره سه ساله در ایالت فلوریدا آمریکا پرداختند. آن‌ها در مطالعه‌شان میزان دسترسی افراد به مناطق مسکونی بر اساس وسایل نقلیه مایل پیموده شده (VMT)[1] در رخ داد تصادف را مورد ارزیابی قرار دادند نتایج مطالعه نشان داد مناطق تجاری با فاصله ۱۰ دقیقه‌ای از مناطق مسکونی، تعداد تصادفات کمتری نسبت به مناطق تجاری با فاصله ۲۰ تا ۳۰ دقیقه‌ای از مناطق مسکونی دارند (Merlin, ; Merlin, Guerra, & Cherry, et al., 2020 ; Dumbaugh, 2020). با مروری بر مطالعات گذشته دریافتیم که تراکم و نوع کاربری‌ها از مهم‌ترین عوامل محیطی

تأثیرگذار در رخ داد تصادف هستند بنابراین شناسایی میزان تأثیرگذاری انواع کاربری‌ها بر رخ داد تصادف از اهمیت بالایی برخوردار است همچنین داده‌های تصادف دارای ناهمگنی فضایی هستند پدیده‌ای که با همبستگی مکانی شناخته می‌شود یعنی علاوه بر تأثیر متغیرهای محیطی در رخ داد تصادف، ویژگی‌های محلی هر تصادف از یک موقعیت به موقعیت دیگر متفاوت است بنابراین بدون در نظر گرفتن ویژگی‌های محلی و ارتباط فضایی آن‌ها با یکدیگر، مدل‌های آماری نتایج مطلوبی ارائه نخواهند کرد. مدل‌های آمار فضایی این قابلیت را دارند که ارتباط فضایی داده‌های تصادف در موقعیت‌های مکانی مختلف در مدل‌سازی را لحاظ کنند که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان مدل-های مبتنی بر سیستم اطلاعات جغرافیایی، مدل‌های تأخیر فضایی، مدل‌های رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی و رگرسیون پوآسون وزن‌دار جغرافیایی نام برد. در این مطالعه در گام اول به شناسایی مهم‌ترین کاربری‌های تأثیرگذار در بروز تصادف در سطح نواحی ترافیکی پرداخته می‌شود و در گام بعدی با استفاده از مدل‌های رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی و رگرسیون پوآسن وزن‌دار جغرافیایی مناسب برای داده‌های شمارشی به‌منظور بررسی تأثیر عوامل محیطی با در نظر گرفتن ناهمگونی فضایی، به برآورد فراوانی تعداد تصادفات درون‌شهری شهر شیراز پرداخته خواهد شد.

۳. روش پژوهش

محدوده این مطالعه نواحی ترافیکی شهر شیراز مرکز استان فارس کشور ایران است. داده‌های این مطالعه از دو منبع گرداوری شده است: دسته اول داده‌های مکانی تصادف درون‌شهری شهر شیراز از سال ۱۳۹۸ تا ۱۴۰۰ مجموعاً ۳٤٥٨٨ گزارش‌شده توسط پلیس از معاونت حمل‌ونقل و ترافیک شهرداری شیراز تهیه گردید دسته دوم لایه‌های اطلاعاتی کاربری‌های اراضی شهر شیراز از معاونت شهرسازی شهر شیراز گردآوری گردید اطلاعات توصیفی داده‌های این مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده است. شهر شیراز دارای ۳۲۵ ناحیه ترافیکی است و تنوع کاربری‌های اراضی در آن‌ها بر اساس مطالعات طرح جامع حمل‌ونقل به ۳۷ دسته تقسیم‌بندی شده است که در این مطالعه به‌منظور بررسی همبستگی بین متغیرهای مستقل و کاهش خطای آن در مدل‌سازی ابتدا بر اساس مدل همبستگی پیرسون متغیرهای مستقل مورد ارزیابی قرار گرفتند. متغیرهای که همبستگی بالایی داشتند در گام اول به‌صورت تجمیعی با سایر متغیرهای مشابه در مدل‌سازی وارد شدند پس‌ازآن در صورت وجود همبستگی بین متغیرهای مستقل، تعدادی از متغیرها حذف گردید تا از خطای مدل ناشی از همبستگی بین متغیرهای مستقل کاسته شود درنهایت بر اساس مدل پیرسون، کاربری‌های اراضی به ۱۳ دسته طبقه‌بندی شدند که کمترین میزان همبستگی را از خود نشان دادند. کاربری‌های اراضی شناسایی‌شده این مطالعه بر اساس مساحت شامل: شبکه معابر، تعداد واحد مسکونی، تعداد واحد تجاری، فرهنگی و مذهبی، ورزشی، آموزشی، بهداشتی درمانی، فضای سبز و مزارع، اداری ستادی، صنایع و تأسیسات و حمل‌ونقل، بایر و مخروبه، مختلط مسکونی و غیرمسکونی، سایر کاربری‌ها شامل: گورستان، دامداری، نظامی، رودخانه می‌باشند.

در این مطالعه در گام اول با استفاده از آزمون همبستگی پیرسون همبستگی بین متغیرهای مستقل انجام گرفت و ۳۷ نوع کاربری بر اساس روش‌های تجمیعی و کاهش همبستگی به ۱۳ نوع کاربری تقلیل یافت در گام دوم مطالعه با استفاده از روش تراکم هسته کرنل شعاع جستجوی مناسب مشاهدات استخراج گردید و سپس بر اساس مدل‌های GWR و GWPR تأثیر متغیرهای مستقل با در نظر گرفتن همبستگی فضایی در برآورد فراوانی تصادفات شهر شیراز ارزیابی گردید.

جدول ۱. ویژگی‌های توصیفی متغیرهای مطالعه

متغیرها	حداقل	حداکثر	مجموع	میانگین	خطای استاندارد	واریانس
تعداد تصادفات	۷,۰۰	٦٨٦,۰۰	۳٤٥٨٨,۰۰	۱۰٦,٤۲	۸٤,۳٤	۷۱۱۳,٦۲
شبکه معابر	۰,۰۰	۷۳,۳٤	۷۹٦۰,٦٦	۲٤,٤۹	۱۱,۰۰	۱۲۰,۹۷
مسکونی	۰,۰۰	۷۰,۱۸	۹۲۲۳,۳۷	۳۰,۲۱	۱۸,۸۷	۳٥٦,۱٦
فرهنگی-مذهبی- جهانگردی	۰,۰۰	۳۰,٦٦	٤۳٥,٥۹	۱,۳٤	۳,٥۹	۱۲,۸۸
بهداشتی-درمانی	۰,۰۰	۸٤,٤٥	۳۱۳,۷۲	۰,۹۷	٥,۳۳	۲۸,٤۲
ورزشی	۰,۰۰	۳٥,۱۸	۱۳٤,۱۹	۰,٤۱	۲,۲۰	٤,۸٤
اداری ستادی	۰,۰۰	۸۷,۸۳	٥٥٦,۷٦	۱,۷۱	٥,۸۸	۳٤,٦۰
فضای سبز و مزارع و دامداری	۰,۰۰	۸٦,٥۹	۲٤۱۳,۱٥	۷,٤۳	۱۳,۷٥	۱۸۸,۹٤
تجاری	۰,۰۰	۳۰,٤٤	٦۷۰,٤۸	۲,۰٦	۳,۹۷	۱٥,۷٥
تأسیسات، صنایع و حمل‌ونقل	۰,۰۰	۹٤,۲٦	۱۰۹۳,۳۱	۳,۳٦	۷,٦۹	٥۹,۰۹
بایر و متروکه	۰,۰۰	۹٤,۳۱	۳۹٥٦,۱۲	۱۲,۱۷	۱٦,۹۲	۲۸٦,۱٤
آموزشی	۰,۰۰	۷۳,۳۰	۷۸٦,۷۷	۲,٤۲	٦,۱۰	۳۷,۱٦
مختلط مسکونی و غیرمسکونی	۰,۰۰	۱٤,۱٦	٦٦۷,۱۹	۲,۰٥	۲,٥۲	٦,۳٤
مختلط غیرمسکونی	۰,۰۰	۳٦,۳۷	۱۹۰,۳۰	۰,٥۹	۲,٥۲	٦,۳٥
سایر کاربری	۰,۰۰	۱۰۰,۰۰	۳٥۰٤,۸۱	۱۰,۷۸	۲٥,٤٥	٦٤۷,۹٤

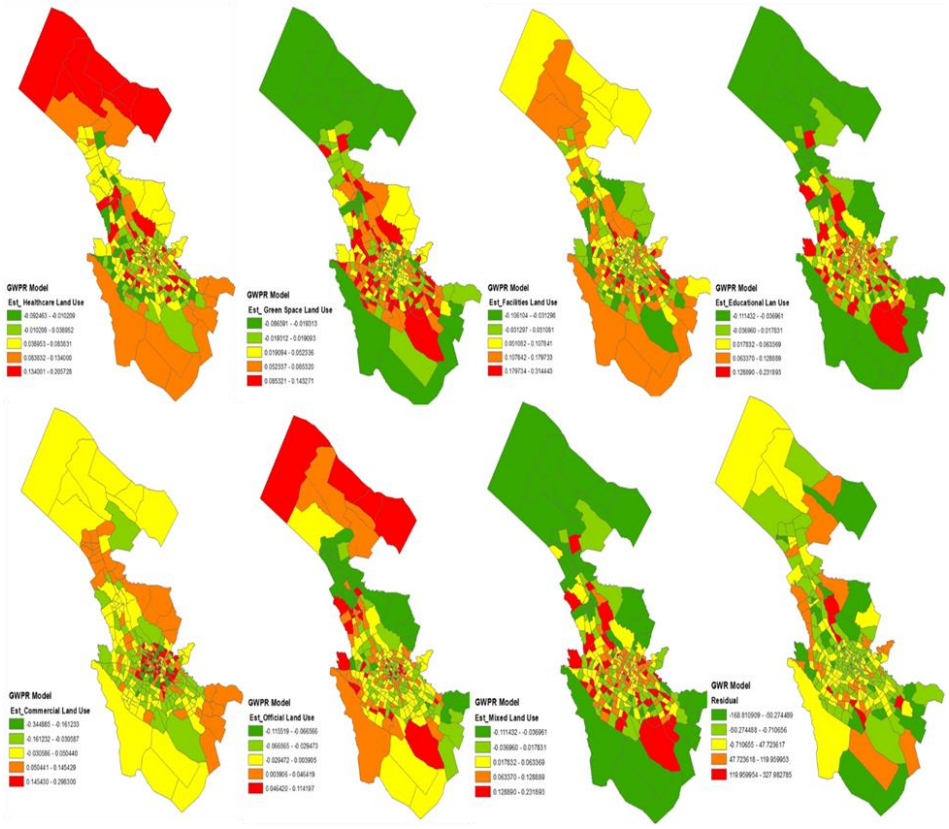
۳-۱ اعتبار سنجی مدل‌ها

برای ارزیابی و مقایسه عملکرد مدل‌های GWR از سه آماره برای اندازه‌گیری دقت برآورد استفاده شده است که ابتدا از AIC به‌عنوان نیکویی برازش استفاده خواهد شد.

٤. تحلیل داده‌ها

بر اساس جدول ۱ در این مطالعه برآورد تعداد تصادفات در ۳۲٥ ناحیه ترافیکی شهر شیراز با استفاده از متغیرهای کاربری اراضی مورد ارزیابی قرار گرفته است. از سال ۱۳۹۸ تا ۱٤۰۰ تعداد ۳٤٥۸۸ تصادف در شهر گزارش شده است که به‌طور متوسط در هر ناحیه ترافیکی ۱۰٦ تصادف رخ داده است (حداقل ۷ و حداکثر ٦۸٦). شبکه معابر به‌طور متوسط ۲٤ درصد از کاربری هر ناحیه ترافیکی را به خود اختصاص داده است (حداقل ۰ و حداکثر ۷۳ درصد) که در برخی از نواحی مراکز شهری سهم کاربری معابر به‌طور قابل‌توجهی بیشتر از سایر کاربری‌ها بوده است. واحدهای مسکونی به‌طور متوسط ۱۸ درصد از مساحت نواحی ترافیکی را اشغال کرده‌اند که در برخی نواحی مسکونی با تراکم بالا تا ۷۰ درصد از مساحت نواحی ترافیکی را به خود اختصاص داده است (حداقل ۰ و حداکثر ۷۰ درصد). مجموع کاربری‌های فرهنگی، مذهبی و گردشگری به‌طور متوسط ۱,۳ درصد از مساحت نواحی ترافیکی را به خود اختصاص داده‌هاست که حداکثر آن در مناطق بافت سنتی شهر شیراز تا ۳۰ درصد مساحت نواحی ترافیکی را به خود اختصاص داده است (حداقل ۰ و حداکثر ۳۰ درصد). درصد مساحت کاربری بهداشتی درمانی به‌طور متوسط حدود ۱، کاربری ورزشی حدود ۰,٥ درصد، کاربری-های اداری ستادی به‌طور متوسط ۱,۷، کاربری زمین‌های بایر و متروکه به‌طور متوسط ۱۲ درصد، اختلاط کاربری‌های مسکونی و غیرمسکونی به‌طور متوسط ٤ درصد از مساحت نواحی ترافیکی را دارا است بر اساس ارزیابی‌ها تقریباً بیش از ۹۰

درصد همبستگی بین متغیرهای مستقل در بازه قابل‌قبول (کمتر ۰,٤) قرار گرفته است همچنین سطح معناداری پیشگویی مقدار همبستگی در بین تعدادی از متغیرها قابل‌قبول گزارش شده است اما در تعدادی دیگر، کم بودن مقدار همبستگی معنادار نبوده است که دلیل آن می‌تواند وجود خطای بایاس در بین متغیرها باشد که بر اساس مطالعات گذشته (Almasi & Behnood, 2022) این خطا قابل‌چشم‌پوشی است. همان‌گونه که در مقدمه اشاره گردید یکی از معیارهای مهم جهت مدل‌سازی به روش آمار فضایی انتخاب شعاع جستجوی مشاهدات است در این مطالعه ٤ شعاع جستجو به روش تراکم هسته کرنل انجام گرفته است و از بین آن‌ها شعاع ۳۰۰ متر که بهترین پوشش دهی مقادیر مشاهدات را دارد انتخاب گردیده است انتخاب شعاع جستجوی ۳۰۰ متر در مطالعات گذشته با دقت بالاتری مقادیر مشاهدات را در برگرفته است و درنتیجه نتایج مدل با دقت بالاتری گزارش شده است (Harirforoush & Bellalite, 2019). بیشترین عامل تأثیرگذار در رخ داد تصادف در نواحی ترافیکی، مساحت زمین بایر در اختلاط با سایر کاربری‌ها بیشتر بوده است با توجه به رابطه نمایی مدل رگرسیون پواسن افزایش یک واحد مساحت کاربری زمین بایر در مدل محلی باعث می‌شود ۰,۹۵ واحد احتمال رخ داد تصادف افزایش یابد که در مدل جهانی این مقدار ۰,۸۳ به دست آمده است نتایج به‌دست‌آمده با مطالعه (Wedagama et al., 2006; Fuentes et al., 2022) مطابقت دارد.



شکل ۱. برآورد متغیرهای مستقل در روش GWPR

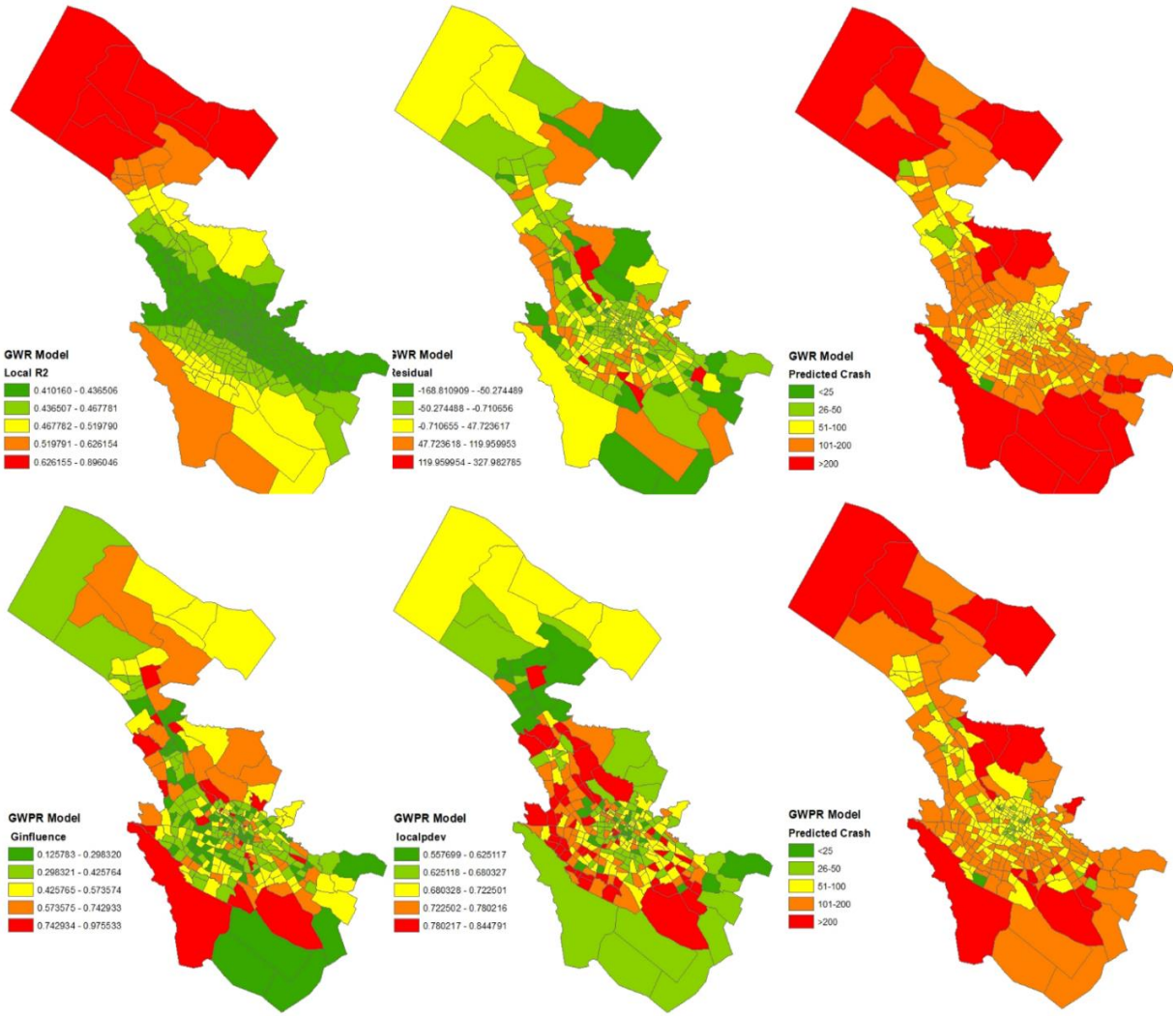
افزایش یک واحد مساحت کاربری مسکونی در مدل محلی ۰,۹۱ و در مدل جهانی ۰,۹۷ در افزایش تعداد تصادفات تأثیرگذار بوده است که این نتایج با مطالعه (Ouyang & Bejleri, 2014) همچنین اختلاط کاربری‌های مسکونی و غیرمسکونی در مدل محلی ۱,۱۲ و در مدل جهانی ۱,۱۷ واحد در افزایش فراوانی تصادفات تأثیرگذار بوده است.

جدول ۲. نتایج مدل‌سازی به روش محلی و جهانی

مقایسه نتایج مدل‌ها	نتایج مدل محلی (Local) رگرسیون پوآسن وزن‌دار جغرافیایی (GWPR)													نتایج مدل جهانی (Global) رگرسیون پوآسون			
متغیرهای توضیحی	میانگین	خطای استاندارد	حداقل	حداکثر	بازه	کران پایین	میانه	کران بالا	انحراف معیار	اختلاف با مقدار بحرانی	همبستگی فضایی	Estimate	Standard Error	z(Est/SE)	Exp (Est)
ثابت مدل	−۰,۳۳۲	۲,۹٤٦	−۱۰,۸۱٦	٤,۷۲٤	۱٥,٥٤	−۱,۹۸۷	−۰,۰۸٥	۱,۷٤۹	۱۲۰۷,٥٤	−۱۱٥۳,۳۲	دارد	۱,٦۹٥	۰,۰٦۱	۲۷,۷۹۲	٥,٤٤٦
شبکه معابر	−۰,۰٤۱	۰,۱۷۳	−۰,٦٥۳	۰,۸۱۳	۱,٦۳۳	−۰,۲۲۹	−۰,۱۳	۰,۰۳٤	۱۷٤۰,٥۷۱	−۱۲۲۲,۸۷	دارد	−۰,۱۷٦	۰,۰۰٦	−۲۷,۱٥٥	۰,۸۳۹
مسکونی	−۰,۰۸۹	۰,۱۹۷	−۰,٦۰۹	۰,٦۷۳	۱,۲۸۳	−۰,۲۰۹	−۰,۱۱٥	۰,۰۳۷	۱۳٤۰,٥۷۱	−۱۲۸۹,۸۷	دارد	−۰,۰۲۲	۰,۰۰٤	−٥,۹٤۲	۰,۹۷۸
فرهنگی–مذهبی– جهانگردی	۰,۰۰۰	۰,۰٥٥	−۰,۱٤۸	۰,۱٥۸	۰,۳۰۷	۰,۰٤۲	−۰,۰۱	۰,۰۳٦	۳٥٤,۸۷٥	−۳۰٤,۹۰	دارد	۰,۰٥۳	۰,۰۰٤	۱٤,۰۷٥	۱,۰٥٤
بهداشتی–درمانی	۰,۰٦۱٥	۰,۰٥۹۰	−۰,۰۹۲٤	۰,۲۰٥	۰,۲۹۸	۰,۰۱۹	۰,۰٥۸	۰,۰۹٦	۳۹۱,۱٥۳	−۳۳۸,٥۹۸	دارد	۰,۰٤۹	۰,۰۰۳	۱٥,۲۲٥	۱,۰٥۰
ورزشی	۰,۰۲۱۳	۰,۰٥٤	−۰,۰۹٤٥	۰,۱٤۷	۰,۲٤۱	−۰,۰۲٤	۰,۰۲٦۰	۰,۰٦٥	۲۹٥,٥۹۹	−۲٤٦,۸۱۷	دارد	۰,۰٤۷	۰,۰۰۳	۱٤,۹۸٤	۱,۰٤۸
اداری ستادی	۰,۰۳٦٦	۰,۰٤۷۰	−۰,۰۸٦	۰,۱٤۳	۰,۲۲۹	۰,۰۰٤	۰,۰۳۸۰	۰,۰۷۷	۲۷۲,۷۲۹	−۲۲٥,۳۸۲	دارد	−۰,۰۲٤	۰,۰۰۳	−٦,۹۱۲	۰,۹۷٦
فضای سبز و مزارع و دامداری	−۰,۰۱۰	۰,۰٤٤	−۰,۱۱٥	۰,۱۱٤	۰,۲۲۹	−۰,۰۳۹	−۰,۰۱٦	۰,۰۱٦	۱٦٦,۲۰۱	−۱۱۷,۳٤۹	دارد	−۰,۰٥۱	۰,۰۰٦	−۸,۲۰۹	۰,۹٥۰
تجاری	۰,۰۱٥۸	۰,۱۱۹	−۰,۳٤٤	۰,۲۹	۰,٦٤۳	−۰,۰٥٤	۰,۰۱۰	۰,۰۸۱	۳۱٥,۲۲۱	−۲۷۰,٥۳۹	دارد	۰,۰۷۰	۰,۰۰٥	۱٤,۹۲۳	۱,۰۷۳
تأسیسات، صنایع و حمل‌ونقل	۰,۰۷۳۳	۰,۰۷۷۲	−۰,۱۰٦	۰,۳۱٤	۰,٤۲۰	۰,۰۲۹٤	۰,۰۸۰	۰,۱۲	۳٦٤,۲۹۹	−۳۲۰,٥۱۱	دارد	۰,۱۲۷	۰,۰۰٦	۲۲,۱٤۹	۱,۱۳٥
بایر و متروکه	۰,۲٤۲۲	۰,۱٥٤	−۰,۱۳۹	۰,٦۲۸	۰,۷٦۸	۰,۱۱۳٥	۰,۲٤٦	۰,۳٦۹	٥۳۰,۷٤۲	−٤۸۰,۱٥۲	دارد	۰,۰۳۲	۰,۰۰٤	۷,۸٤۲	۱,۰۳۳
آموزشی	۰,۰٤۲۳	۰,۰۷۳۹	−۰,۱۱۱	۰,۲۳۱	۰,۳٤۳	−۰,۰۰٦	۰,۰۳۹۰	۰,۰۸٤	۱۸۹,۳٤۷	−۱٤۱,٤۱٥	دارد	۰,۱۰۳	۰,۰۰٥	۲۰,۰٥۹	۱,۱۰۸
مختلط مسکونی و غیرمسکونی	۰,۱۱۳٤	۰,۱۰۸	−۰,۰۷۰	۰,٥۰۲	۰,٥۷۳	۰,۰٤۲۱	۰,۰۹٥٥	۰,۱۷٦	۷۲۲,۲۹۳	−٦۷۷,۲۳٥	دارد	۰,۱٦۷	۰,۰۰۳	٥۲,٦٥٤	۱,۱۸۲
مختلط غیرمسکونی	۰,۰٦٥٦	۰,۰۸٦۱	−۰,۱٦۳	۰,۲۱٦۱	۰,۳۷۹	۰,۰۰۹۹	۰,۰٦۹٤	۰,۱۳٥	۲٤٦,٦٥۲	−۱۹٦,٦۹٥	دارد	−۰,۱۷٦	۰,۰۰٦	−۲۷,۱٥٥	۰,۸۳۹
سایر کاربری	۰,۰٤۸۳	۰,۰۹۹	−۰,۱۲٤	۰,۲۹۱	۰,۳٤۳	−۰,۰۰٦	۰,۰۲۹	۰,۰٦٤	۲٤۲,٦۳۷	−۱۰٦,٦۲٥	دارد	۰,۰٤۷۳	۰,۰۸۳	−۰,۱٤۹	۰,۲۷٤

در جدول ۲ مقادیر منفی اختلاف انحراف معیار از مقدار بحرانی نشان می‌دهد که متغیرها دارای همبستگی مکانی هستند. از بین مدل‌های محلی مدل GWPR دقت بالاتری نسبت به GWR دارد؛ بنابراین ادامه مدل‌سازی بر اساس مدل بهینه GWPR انجام گرفته است.

در شکل ۱ برآورد مقادیر متغیرهای مستقل در هریک از نواحی در مدل محلی نشان داده شده است که بر اساس آن تأثیر متغیر مساحت کاربری مسکونی در شمال شهر شیراز در رخ داد تصادف بیشتر از سایر نواحی ترافیکی بوده است که با مطالعه (Fuentes et al., 2022; ; Ouyang & Bejleri, 2014 ; Wedagama et al., 2006) مطابقت دارد همچنین تأثیر کاربری فضای سبز و تفریحی در مراکز شهر بیشتر از سایر نواحی در رخ داد تصادف به دست آمده است همچنین تأثیر صنایع، تجهیزات و حمل‌ونقل در رخ داد تصادف، در قسمت جنوبی و مرکز مایل به جنوب شهر شیراز بیشتر از سایر نواحی به دست آمده است. در شکل ۲ نتایج پیش‌بینی مدل‌های GWPR و GWR به همراه مقادیر باقی‌مانده‌ها و R^2 برای تمامی نواحی ترافیکی نشان داده شده است که بر اساس آن می‌توان دریافت در نواحی ترافیکی که مقدار R^2 به عدد ۱ نزدیک‌تر و مقادیر باقی‌مانده به صفر نزدیک‌تر باشد مدل با دقت بالاتری فراوانی تصادفات را پیش‌بینی کرده است.



شکل ۲. مقایسه نتایج مدل‌سازی GWR و GWPR

۵. نتیجه‌گیری

در این مطالعه از یک رویکرد سیستماتیک جهت بررسی تأثیر مساحت انواع کاربری‌های زمین بر رخ داد تصادف در سطح نواحی ترافیکی شهر شیراز استفاده شده است. در این مطالعه در گام اول از بین ۳۷ نوع کاربری شهری، ۱۳ نوع کاربری انتخاب گردیده است. کاربری‌های انتخابی با ترکیب مساحت کاربری‌های مشابه به‌منظور کاهش همبستگی بین متغیرهای مستقل انتخاب گردیده‌اند در گام دوم با استفاده از روش تراکم هسته کرنل شعاع جستجوی مناسب مشاهدات انتخاب گردیده است و در ادامه دو رویکرد مدل‌سازی محلی و جهانی اتخاذ شده است. نتایج مطالعه نشان داده است که مدل‌های محلی برازش بهتری نسبت به مدل جهانی دارند همچنین از بین دو مدل GWPR و GWR مدل اول نتیجه بهتری ارائه کرده است. در این مطالعه متغیرهای کاربری مسکونی، تجاری، زمین بایر و مختلط مسکونی مهم‌ترین متغیرهای تأثیرگذار در افزایش رخ داد تصادف شناسایی شده‌اند به‌گونه‌ای که کنترل و مدیریت صحیح این کاربری‌ها تأثیر بیشتری بر کاهش نسبت به سایر کاربری‌ها دارد. در این مطالعه تأثیر اختلاف زیاد مساحت انواع کاربری‌ها در سطح نواحی ترافیکی بر رخداد تصادف کاملاً محسوس است. در برخی نواحی ترافیکی تا ۸۰ درصد از مساحت ناحیه از یک نوع کاربری است و بالا بودن انحراف معیار، پراکندگی کاربری‌ها در سطح شهر را نشان می‌دهد به‌عنوان‌مثال انحراف معیار بالای کاربری بهداشتی درمانی نشان می‌دهد که این کاربری کمترین اختلاط را با سایر کاربری‌ها در سطح نواحی دارند از طرفی دیگر تجمع این نوع کاربری در نواحی ترافیکی خاص بیشتر از سایر کاربری‌ها دیده شده است. کاربری‌های ورزشی نیز مانند کاربری بهداشتی درمانی مساحت کمتری نسبت به سایر کاربری‌ها در نواحی ترافیکی به خود اختصاص داده‌اند واریانس پایین (۴٫۵ درصد) آن نشان می‌دهد اختلاط این نوع کاربری بیشتر از سایر کاربری‌ها است و با نسبت‌های متفاوت در سطح شهر پراکنده شده است. در کاربری اداری و ستادی با توجه به تراکم بسیار بالا (تا ۸۷ درصد مساحت ناحیه ترافیکی) در تعدادی از نواحی ترافیکی و همچنین واریانس کمتر نسبت به کاربری‌های مسکونی و تجاری نشان می‌دهد پراکندگی این کاربری در سطح نواحی ترافیکی بیشتر درنتیجه اختلاط بیشتری با سایر کاربری‌ها دارند همچنین با توجه به درصد مساحت بالا (۹۴ درصد) کاربری تأسیسات و صنایع در برخی از نواحی و همچنین واریانس بالا نشان می‌دهد پراکندگی این کاربری‌ها در سطح شهر شیراز کمتر و اختلاط کمتری با سایر کاربری‌ها دارد به‌عبارت‌دیگر مساحت زیادی از این کاربری‌ها در نواحی ترافیکی محدودی تجمیع شده است؛ بنابراین همان‌گونه که مورد انتظار بود مدل محلی نتایج قابل‌قبول‌تری نسبت به مدل جهانی ارائه کرده است. همان‌گونه که در قسمت متدولوژی اشاره گردید مقادیر کمتر AIC، AIC_C و BIC و مقادیر خطا نشان‌دهنده برازش بهتر مدل و مقادیر R^2 و R^2 هرچه به مقدار ۱ نزدیک‌تر باشد مدل بهینه‌تر است و با توجه واریانس پایین همچنین اختلاف ۱۴ درصدی مساحت بین حداقل و حداکثر مقدار آن نشان می‌دهد این نوع اختلاط به‌طور وسیع در سطح شهر شیراز پراکندگی دارد. نتایج این مطالعه می‌تواند جهت برنامه‌های عملیاتی بلند به‌منظور کاهش فراوانی تصادف با در نظر گرفتن الویت بندی اقدامات ایمنی مورداستفاده قرار گیرد. نویسندگان این مطالعه پیشنهاد می‌کنند در مطالعات بعدی از روش توزیع دوجمله‌ای منفی که خاصیت بیش پراکندگی داده‌های تصادف را در نظر می‌گیرد جهت پیش‌بینی فراوانی تصادفات موردبررسی قرار گیرد.

۶. پی‌نوشت‌ها

1. Vehicle Mail Travel

۷. مراجع

– Al-Hasani, G., Asaduzzaman, M., & Soliman, A.-H. (2021). Geographically weighted Poisson regression models with different kernels: Application to road traffic

Models in Predicting the Frequency of Road Crash (Case Study: Main Road Network of Hamadan Province). Journal of Transportation Research, 19(1), 45-58.

– Kim, K., Pant, P., & Yamashita, E. (2010). Accidents and accessibility: Measuring influences of demographic and land use variables in Honolulu, Hawaii. Transportation Research Record, 2147(1), 9-17.

– Le, K. G., Liu, P., & Lin, L.-T. (2020). Determining the road traffic accident hotspots using GIS-based temporal-spatial statistical analytic techniques in Hanoi, Vietnam. Geo-spatial Information Science, 23(2), 153-164.

– Lee, J. S., Zegras, P. C., & Ben-Joseph, E. (2013). Safely active mobility for urban baby boomers: The role of neighborhood design. Accident Analysis & Prevention, 61, 153-166.

– Merlin, L. A., Guerra, E., & Dumbaugh, E. (2020). Crash risk, crash exposure, and the built environment: A conceptual review. Accident Analysis & Prevention, 134, 105244.

– Quddus, M. A. (2008). Modelling area-wide count outcomes with spatial correlation and heterogeneity: An analysis of London crash data. Accident Analysis & Prevention, 40(4), 1486-1497.

– Stoker, P., Garfinkel-Castro, A., Khayesi, M., Odero, W., Mwangi, M. N., Peden, M., & Ewing, R. (2015). Pedestrian safety and the built environment: a review of the risk factors. Journal of Planning Literature, 30(4), 377-392.

– Sung, H., Lee, S., Cheon, S., & Yoon, J. (2022). Pedestrian Safety in Compact and Mixed-Use Urban Environments: Evaluation of 5D Measures on Pedestrian Crashes. Sustainability, 14(2), 646.

– Zhong, S., Jiang, Y., & Nielsen, O. A. (2022). Lexicographic multi-objective road pricing optimization considering land use and transportation effects. European Journal of Operational Research, 298(2), 496-509.

accident data. Communications in Statistics: Case Studies, Data Analysis and Applications, 7(2), 166-181.

– Almasi, S. A., & Behnood, H. R. (2022). Exposure based geographic analysis mode for estimating the expected pedestrian crash frequency in urban traffic zones; case study of Tehran. Accident Analysis & Prevention, 168, 106576.

– Almasi, S. A., Behnood, H. R., & Arvin, R. (2021). Pedestrian crash exposure analysis using alternative geographically weighted regression models. Journal of advanced transportation, 2021.

– Effati, M., & Saheli, M. V. (2022). Examining the influence of rural land uses and accessibility-related factors to estimate pedestrian safety: The use of GIS and machine learning techniques. International journal of transportation science and technology, 11(1), 144-157.

– Fiorentini, N., Pellegrini, D., & Losa, M. (2022). Overfitting Prevention in Accident Prediction Models: Bayesian Regularization of Artificial Neural Networks. Transportation Research Record, 03611981221111367.

– Fuentes, L., Truffello, R., & Flores, M. (2022). Impact of Land Use Diversity on Daytime Social Segregation Patterns in Santiago de Chile. Buildings, 12(2), 149.

– Gomes, M. J. T. L., Cunto, F., & da Silva, A. R. (2017). Geographically weighted negative binomial regression applied to zonal level safety performance models. Accident Analysis & Prevention, 106, 254-261.

– Harirforoush, H., & Bellalite, L. (2019). A new integrated GIS-based analysis to detect hotspots: a case study of the city of Sherbrooke. Accident Analysis & Prevention, 130, 62-74.

– Ikhuoria, I. A. (1987). Urban land use patterns in a traditional Nigerian city: a case study of Benin City.

– Khaksar, H., Almasi, S. A., & Goharpoor, A. A. (2022). Application of Geographical-Spatial

The Spatial Effect of the Contribution of Land Use Types in the Occurrence of Accidents Based on Traffic Area Zones
Case Study: Shiraz Metropolis

Mohammad Sedigh Bavar, Ph.D. Candidate, Department of Civil Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
Ali Naderan*, Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
Mahmoud Saffarzadeh, Professor, Department of Civil and Environmental Engineering, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

E-mail: naderan@srbiau.ac.ir

Abstract
The type of land use in each traffic area zone (TAZ) is the most important factor determining the number of vehicles, geometric and traffic characteristics in that zone. Any factor in the urban environment that causes congestion and attraction of vehicles at certain times increases the probability of an accident in that area. In this study, in order to investigate the effect of the share of the types of uses in each of the traffic areas of Shiraz city on the probability of an accident, a two-step method including the identification of the types of uses influencing the occurrence of accidents as well as spatial effects between independent variables and accident data in space Kernel density estimate (KDE) methods have also been used in order to find the suitable bandwidth for searching observations, geographically weighted regression (GWR) and geographically weighted Poisson regression (GWPR) in order to investigate the spatial effects of the contribution of land use types on the occurrence Accident is used.The results of the study have shown that among the mentioned models, the local GWPR model has a better performance than the global Poisson model and the local GWR model based on validation criteria. Also, the presence of residential, commercial, barren and abandoned uses and the mixing of residential and non-residential use have the greatest impact on They have accidents. Examining the spatial effects of land use types in each of the traffic areas in this study can be very important in order to carry out safety measures.

Keywords: Land use, Accident, Shiraz metropolis, Kernel Density Estimate, Geographical Weighing Poisson Regression