

سنجش ایمنی ترافیک در قطعات ترکیبی معبر و کاربری

غزال احمدعلی نژاد، کارشناس ارشد، گروه مهندسی ژئوتکنیک و حمل و نقل، دانشکده مهندسی عمران، اب و محیط زیست، دانشگاه

شهید بهشتی، تهران، ایران

مرتضی اسد امرجی (مسئول مکاتبات)، استادیار، گروه مهندسی ژئوتکنیک و حمل و نقل، دانشکده مهندسی عمران، اب و محیط زیست،

دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

E-mail: m_asadamraji@sbu.ac.ir

پذیرش: ۱۴۰۵/۰۲/۲۲

دریافت: ۱۴۰۴/۰۹/۰۵

چکیده

طراحی معبر شهری در ارتباط متقابل با کاربری قرار دارد، وجود هر کاربری تولید و جذب سفر مخصوص به خود را به همراه دارد. هر گونه تغییر در ویژگی‌های کاربری زمین می‌تواند الگوی سفر را تغییر دهد. توزیع بهینه کاربری‌ها می‌تواند بر ایمنی ترافیک محدوده کاربری و معبر مجاور تاثیر بگذارد. کاربری‌های چند منظوره به دلیل جذب و تولید سفر بالا جزو کاربری‌های مهم به حساب می‌آیند. در این مقاله به منظور ارزیابی تاثیرات ایمنی ترافیکی کاربری‌های چند منظوره از مدل کوداس استفاده شده است. مدل کوداس توانایی ترکیب و تحلیل داده‌های مختلف را دارد همچنین کنترل مضاعفی که در روش کوداس انجام میشود به افزایش دقت مدل سازی کمک می‌کند. از ترکیب گروه کاربری‌های مختلف و رده‌های عملکردی مختلف و ۲۰ مورد از کاربری‌های چند منظوره شهر تهران انتخاب و مورد بررسی قرار گرفتند. پس از دسته بندی معیارهای مربوط به کاربری و معبر، برای وزن دهی معیارها از روش ترکیبی آنالیز شانون و بهترین-بدترین استفاده شده است. طبق نتیجه بیشترین وزن در بخش کاربری به «مساحت زیربنای کاربری» (۰,۳۲۴) و در بخش معبر به «شاخص شدت تصادف» (۰,۲۲۶) تعلق گرفته است. در ادامه قطعات معبر شامل کاربری‌ها به لحاظ ایمنی ترافیک با مدل ترکیبی کوداس رتبه‌بندی شدند. این مطالعه بر مبنای ترکیب کاربری‌ها در نظر گرفته شده است. طبق نتایج کاربری‌های چندمنظوره در مجاورت رده عملکردی بزرگراه با گروه ساختمانی د ریسک ایمنی بیشتری دارند و پس از آن گروه ج در مجاورت معابر بزرگراهی قرار داشتند. از نتایج این پژوهش می‌توان در اولویت‌بندی و ایمن سازی محدوده ی کاربری‌های چند منظوره، تخصیص بودجه ی ایمنی در محدوده ی مربوطه و در اجرایی شدن مبحث ۲۳ مقررات ملی ساختمان در زمینه ی الزامات ترافیکی ساختمان‌ها استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: ایمنی ترافیک، کاربری‌های چند منظوره، معبر بلا فصل، مدل کوداس

۱. مقدمه و بیان مسأله

ایمنی ترافیک به عنوان یکی از ارکان اصلی برنامه‌ریزی و طراحی شهری، در محدوده کاربری‌های چندمنظوره از پیچیدگی و اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. کاربری چندمنظوره به کاربری‌ای اطلاق می‌شود که در آن انواع مختلفی از فعالیت‌ها مانند مسکونی، تجاری، اداری و فراغت در مجاورت یکدیگر و یا حتی در یک ساختمان قرار گرفته‌اند. این رویکرد که از اصول کلیدی کاربری درون‌زا و نوشهرگرایی است، علی‌رغم مزایای متعدد از جمله کاهش وابستگی به خودرو، افزایش پیاده‌مداری و سرزندگی شهری، چالش‌های خاصی را برای ایمنی ترافیک به وجود می‌آورد [WHO, 2019].

کاربری زمین و سیستم حمل‌ونقل دو روی یک سکه هستند. هر کاربری زمین، به دلیل نوع فعالیتی که در آن جریان دارد، "تولید و جذب سفر" خاص خود را ایجاد می‌کند. برای مثال، یک مجتمع تجاری تعداد زیادی سواره و پیاده را در ساعات اوج به خود جذب می‌کند، در حالی که یک کاربری مسکونی عمدتاً در ساعات شروع و پایان روز تولید سفر دارد. در یک محیط چندمنظوره، این الگوهای سفر مختلف در هم آمیخته شده و تعاملات پیچیده‌ای بین استفاده‌کنندگان مختلف (عابران پیاده، دوچرخه‌سواران، وسایل نقلیه موتوری) ایجاد می‌کند. این تعاملات اگر به درستی مدیریت نشوند، می‌توانند به قانون‌های بالقوه برخورد و تصادف تبدیل شوند.

یکی از کاربری‌هایی که ایمنی تایک محدوده آن حایز اهمیت است، کاربری‌های چند منظوره است. کاربری‌های چند منظوره به دلیل تولید و جذب سفر متنوع و تقاضا برای سفرهای متفاوت از دسته کاربری‌های حایز اهمیت بر ایمنی معبر است. در نتیجه لازم است که مورد توجه ویژه قرار گیرد.

شاخص‌های متعددی می‌تواند بر ایمنی مجاور کاربری‌های چند منظوره تاثیر بگذارد. این شاخص‌ها را می‌توان در دو دسته معیارهای مربوط به کاربری چندمنظوره نظیر تعداد طبقات،

ظرفیت پارکینگ، مساحت کاربری، میزان تولید و جذب سفر و... می‌تواند تاثیر متفاوتی بر روی ایمنی کاربری‌های ذکر شده بگذارد در نتیجه وجود کاربری‌های چند منظوره تاثیر گذار بر روی ایمنی معبر بلافصل خود است.

تهران به عنوان کلان‌شهری با تراکم جمعیتی حدود ۱۲ میلیون نفر و روزانه میلیون‌ها سفر درون‌شهری، با معضلات حاد ترافیکی، آلودگی هوا و سایر مشکلات شهری مواجه است که حاصل دهه‌ها برنامه‌ریزی مبتنی بر تفکیک کاربری‌ها (جدا بودن مناطق مسکونی از تجاری و اداری) و اتکای افراطی به خودروی شخصی می‌باشد. در چنین بستری، کاربری‌های مختلط با کاربری‌های چندمنظوره (ترکیب هماهنگ کاربری مسکونی، تجاری، اداری، خدماتی و تفریحی در یک مجتمع یا محدوده) راهبردی کارآمد برای کاهش سفرهای غیرضروری، افزایش پیاده‌مداری و بهبود سرزندگی شهری محسوب می‌شوند. با این حال، پیاده‌سازی این مدل در تهران با چالش‌های ساختاری و حقوقی منحصربه‌فردی روبه‌رو است: از یک سو، قوانین تفکیک‌شده کاربری اراضی در طرح‌های جامع و تفصیلی، عملاً ایجاد فضاهای چندمنظوره را با محدودیت‌های جدی مواجه کرده است؛ از سوی دیگر، مالکیت‌های خرد و پراکنده زمین، کمبود سیستم حمل‌ونقل عمومی کارآمد در بسیاری از مناطق، مقاومت اجتماعی در برابر تغییر کاربری محله‌های شمال شهر، و نبود نهاد هماهنگ‌کننده میان دستگاه‌هایی مانند شهرداری، وزارت راه و شهرسازی و سازمان میراث فرهنگی از موانع اصلی بر سر راه ایجاد کاربری‌های چندمنظوره در پایتخت به شمار می‌روند.

با توجه به این موضوع در این مقاله ریسک ایمنی ترافیک در محدوده کاربری‌های چندمنظوره با استفاده از مدل کوداس و با استفاده از معیارهای مربوط به کاربری و مربوط به معبر بلافصل مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۲. ادبیات پژوهش

۲-۱ رابطه مستقیم بین کاربری زمین و تصادفات

ترافیکی

مطالعه رابطه مستقیم بین تصادفات ترافیکی و کاربری های زمین برای اولین بار در دهه نود توسط لوین و همکاران (۱۹۹۵) آغاز شد [Lopan, 1995]. در سال 2012 اوپانگ و همکاران برای بررسی عوامل محیطی بر روی تصادفات از متغیرهای ترافیکی و حمل و نقل، شامل: نوع تراکم، طراحی هندسی، دسترسی به مقصد و فاصله تا مقصد جهت تحلیل داده های تصادف استفاده کردند. نتایج مطالعه آنها نشان داد طول خیابان و تراکم محیط کارگاهی در افزایش فراوانی تصادفات تاثیر گذار است. با این حال، افزایش تعداد تقاطعات نتیجه منفی در افزایش فراوانی تصادفات را نشان داد [Liu et al., 2012]. کاربری زمین یکی از مهمترین شاخص های گسترش شبکه شهری و به دنبال آن افزایش حجم تردد است. در حالی که تأکید زیادی بر تأثیر عوامل انسانی، ویژگی های وسیله نقلیه، شرایط جاده و سایر متغیرهای محیطی، مانند آب و هوا یا زمان روز، بر تصادفات وسایل نقلیه شده است، مطالعات کمی در مورد بررسی رابطه بین کاربری زمین و تصادفات وسایل نقلیه موتوری انجام شده است (کیم و همکاران، ۲۰۱۰). لوین و همکاران بر اساس داده های هواپیما، مشاهده کردند که بیشتر تصادف ها نزدیک تر به مراکز کار اتفاق می افتند. آنها همچنین به این نتیجه رسید که تصادفات در مناطق روستایی به احتمال زیاد تصادفات کشنده یا همراه با آسیب جدی هستند که می توانند مربوط به رانندگی در شب و تاثیر الکل باشد. در سال 2011 ایوان و همکاران تأثیر جمعیت، اشتغال، کاربری زمین و فعالیت اقتصادی را بر تصادفات وسایل نقلیه موتوری شناسایی کرده اند. آنها مدل های خطی، پواسون و دوجمله ای منفی را مقایسه کردند و به این نتیجه رسیدند، مدرسه و کابری تجاری با تصادفات همبستگی مثبت و معناداری دارد [Ewing et al., 2011].

کانیه و همکاران پژوهشی با هدف تعامل بین تراکم ترافیک و کاربری زمین در سال ۲۰۲۱ انجام داده اند. برای این منظور چهل

و پنج مقاله از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰ مورد تحلیل قرار گرفت. این مقالات بر اساس ویژگی های کاربری و معبر در دسته بندی های مختلف مورد تجزیه و تحلیل و طبقه بندی قرار گرفتند. همچنین برای کشف رابطه بین تراکم کابری زمین و ترافیک استفاده از داده های نقشه آنلاین پیشنهاد کرد. همچنین از آنجایی که در هند شهرنشینی به سرعت در حال رشد است، طبق مطالعات انجام شده دریافتند که رابطه مثبتی بین ناهمگونی در توزیع کاربری زمین و تراکم ترافیک وجود دارد. این مطالعه نشان داد که رگرسیون خطی بیشترین استفاده را دارد (۲۱ مقاله) و پس از آن تحلیل همبستگی (۱۷ مقاله) و کمترین استفاده را روش مدلسازی معادلات ساختاری دارد. تراکم مهمترین معیار استفاده از زمین است. از بین مقالات استفاده شده، ۸۷ درصد از تراکم در مورد تراکم ترافیک استفاده کردند. این مطالعه همچنین نشان داد که ایالات متحده سهم عمده ای در استفاده از تراکم ترافیک و زمین داشته است. همچنین در حالت کلی کاربری تجاری تأثیر نسبتاً بالایی بر تراکم ترافیک دارد و یک جامعه زمانی متعادل در نظر گرفته می شود که دارای توزیع مسکونی و شغلی تقریباً برابر باشد [Kanyepe et al., 2021].

در سال ۲۰۲۳ به منظور ارزیابی و کاهش تصادفات در معابر شهری آفریقای جنوبی، معیارهای ترافیکی مربوط به معابر جمع آوری شد و با استفاده از مدل رگرسیون دو جمله ای به این نتیجه رسیدند که تعداد جاده های دسترسی، عرض جاده، عرض میانه و سرعت وسیله نقلیه بر بروز تصادف های ترافیکی تأثیر می گذارند. نتایج تحقیق مذکور نشان داد اثر ترکیبی محدودیت عرض جاده، محدود کردن تعداد جاده های دسترسی، افزایش عرض میانه و کاهش سرعت می تواند وقوع تصادفات ترافیکی را تا بیش از ۴۰ درصد کل تصادف هایی که در سناریوی معمولی رخ می دهد کاهش دهد [Dillip Kumar Das, 2023].

۲-۲ اثرات کاربری های چندمنظوره برای ایمنی

ترافیک

براساس بررسی اسناد مختلف، وجود کاربری‌های چند منظوره اثراتی بر ایمنی ترافیک خواهد داشت. به عنوان مثال چالش‌های این کاربری‌ها عبارتند از:

ترافیک ترکیبی و تعارضات: اختلاط بالای وسایل نقلیه، عابران پیاده و دوچرخه‌سواران در یک فضای محدود، احتمال بروز تعارض و تصادف را افزایش می‌دهد [Asadamraji et al., 2024].

تقاضای بالای پارکینگ: کاربری‌های چندمنظوره تولید سفر بالا دارند که often با تقاضای زیاد برای پارکینگ همراه است. این امر می‌تواند منجر به توقف‌های غیرقانونی، کاهش دید رانندگان و ایجاد مانع برای تردد عابران پیاده شود [Volker, and Thigpen, 2022].

پیچیدگی طراحی: طراحی معابر در چنین مناطقی باید پاسخگوی نیازهای همه کاربران به صورت عادلانه باشد. یافتن توازن بین ظرفیت سواره‌رو، ایمنی عابر پیاده و فضای کیفی عمومی یک چالش طراحی است [Effati and Saheli, 2022].

مزایایی که از ایجاد این کاربری‌ها ایجاد می‌شود به شرح زیر است:

تمرکز فعالیتها در یک محدوده: با تمرکز و قرارگیری مقاصد در یک نقطه، نیاز به استفاده از تعداد بیشتر خودرو برای انجام فعالیت‌های روزمره کاهش می‌یابد و در صورت کاربری مدهای مختلف حمل و نقل از آنها استفاده خواهد شد [Pulugurtha et al., 2013].

وجود "چشم‌های خیابان": حضور مداوم مردم در ساعات مختلف روز و شب به دلیل تنوع کاربری‌ها، به طور طبیعی نظارت بر فضای عمومی را افزایش داده و موجب احساس امنیت بیشتر و کاهش تخلفات می‌شود [Bruck and Soteropoulos, 2022].

کاهش تصادفات شدید: این امر به نوبه خود باعث کاهش حجم تردد وسایل نقلیه موتوری و در نتیجه کاهش احتمال تصادفات شدید می‌شود.

۳-۲ نظریه‌های کلیدی و اسناد مهم در زمینه ایمنی ترافیک کاربری‌های چندمنظوره

در خصوص موضوع مقاله نظریه‌هایی نیز وجود دارد که برخی از آنها عبارتند از:

نظریه تئوری تعادل ریسک: این تئوری پیشنهاد می‌کند که رانندگان سطح ریسک پذیرفته‌شده‌ای دارند. اگر محیطی (مانند یک خیابان عریض در مرکز شهر) ایمن‌تر به نظر برسد، رانندگان ممکن است با سرعت رانندگی کنند و سطح ایمنی را به حالت قبلی بازگردانند. بنابراین، طراحی معابر در کاربری‌های چندمنظوره باید به گونه‌ای باشد که به راننده حس درستی از محیط دهد (برای مثال، با باریک کردن مسیرها یا استفاده از مبلمان شهری) [Stanković et al., 2020].

تئوری جریان تعارض: این تئوری بر شناسایی نقاطی تمرکز دارد که در آن مسیر حرکت کاربران مختلف (وسایل نقلیه، عابران، دوچرخه‌ها) با یکدیگر تلاقی می‌کنند. در کاربری چندمنظوره، این نقاط تعارض بسیار زیاد هستند و نیازمند راهکارهای طراحی خاصی مانند گذرهای عابر پیاده برجسته، جزیره میانی، چراغ‌های عابر پیاده و تفکیک واضح مسیرها هستند [Merlin et al., 2020].

برخی اسناد مهمی که در زمینه ایمنی ترافیک کاربری‌های چندمنظوره وجود دارد عبارتند از:

مبحث ۲۳ مقررات ملی ساختمان با عنوان الزامات ترافیکی ساختمانها که در آن به موضوع اثرسنجی ترافیکی ساختمان بر معابر بلافاصله، ایمنی ترافیک محدوده عملیات ساختمانی و ترافیک داخل ساختمانها اشاره کرده است [code 23, 1401].

۳. روش پژوهش

می گیرد. این روش باعث کاهش دخالت نظر شخصی و افزایش دقت در تحلیل می شود.

مراحل آنالیز شانون به صورت زیر است:

• مرحله اول

تشکیل ماتریس تصمیم (X) به شکل رابطه ۳-۱:

$$X = [x_{ij}]_{n \times m} = \begin{bmatrix} x_{11} & \dots & x_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & \dots & x_{nm} \end{bmatrix}, \quad (1)$$

$x_{ij} (x_{ij} \geq 0)$ نشان دهنده ارزش عملکرد i امین گزینه در شاخص j امین شاخص است. ($j \in \{1, \dots, n\}$) است (جایی که i بین ۱ و n و j بین ۱ و m است).

• مرحله دوم

نرمال کردن ماتریس تصمیم بالا و هر درایه نرمال شده، p_{ij} نامیده می شود. نرمال شدن در رابطه ۳-۲ نشان داده شده است که درایه هر ستون بر مجموع ستون تقسیم می شود.

$$p_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^n x_{ij}}, \quad (2)$$

• مرحله سوم

آنالیز هر معیار (E_j) را به شکل رابطه ۳-۳ محاسبه کرده:

$$E_j = -k \sum_{i=1}^n p_{ij} \ln p_{ij}, \quad (3)$$

• مرحله چهارم

مقدار (درجه انحراف) d_j با رابطه ۳-۴ محاسبه می شود

$$d_j = 1 - E_j, \quad (4)$$

• مرحله پنجم

سپس مقدار وزن w_j با رابطه ۳-۵ محاسبه می گردد. در واقع وزن شاخص برابر با هر d_j تقسیم بر مجموع d_j ها می باشد.

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^m d_j}, \quad (5)$$

روش بهترین_بدترین (BWM) یک روش تعیین وزن تصمیم گیری چندمعیاره است که در آن ابتدا بهترین و بدترین معیار مشخص می شوند، سپس سایر معیارها نسبت به این دو مقایسه می شوند تا وزن هر معیار تعیین شود. این روش با تعداد مقایسه کمتر و سازگاری بیشتر، دقت بالایی در وزن دهی دارد و

این پژوهش از نظر نوع، کاربردی است که وزن دهی معیارهای آن از روش ترکیبی آنالیز شانون و بهترین-بدترین انجام شده است و رتبه بندی ریسک ایمنی محدوده کاربری های چندمنظوره آن با استفاده از تکنیک کوداس (ارزیابی مبتنی بر فاصله ترکیبی) صورت پذیرفته است. معیار های برداشت شده برای کاربری شامل: طول صف خودرو، تعداد ورودی خودرو، عرض ورودی خودرو، تعداد ورودی عابر، عرض ورودی عابر، تمهیدات ایمن سازی برای سالمندان و معلولین، تولید و جذب سفر (برگرفته از مطالعات و کتاب نرخ سفرسازی کاربری های شهر تهران ۱۴۰۳)، مساحت کاربری، ظرفیت پارکینگ کاربری و تعداد طبقات کاربری است.

طول صف خودروها در ساعت اوج ترافیک به صورت میدانی و از طریق مشاهده ی مستقیم برای یک ساعت ثبت شده است. معیارهای برداشت شده برای معبر مجاور کاربری شامل: پارک حاشیه ای و دوپل، گذرگاه عابر پیاده، عرض پیاده، تجهیزات آرام سازی، کندرو، تامین مثلث دید، طرح هندسی مسیر دسترسی به کاربری و شعاع قوس، معبر مجاوررو سازی معبر مجاور، عرض معبر، سرعت مجاز معبر و شاخص شدت تصادف است. شاخص شدت تصادف یک معیار عددی در حمل و نقل است که برای اندازه گیری شدت و اهمیت تصادفات در یک منطقه استفاده می شود. در این شاخص انواع مختلف تصادف بر اساس میزان خسارت انسانی و مالی وزن دهی می شود.

پس از برداشت داده ها آن ها از روش آنالیز شانون و بهترین-بدترین وزن دهی می شوند. در ادامه مراحل این دو روش ذکر شده است. پس از وزن دهی معیارها، کاربری های مشخص شده به وسیله مدل کوداس از نظر ایمنی ترافیک رتبه بندی می شوند. روش آنالیز شانون یک روش وزن دهی عینی در تصمیم گیری چندمعیاره است که اهمیت شاخص ها را بر اساس میزان پراکندگی و تنوع داده ها تعیین می کند. هرچه تغییرات یک شاخص بیشتر باشد، اطلاعات بیشتری داشته و وزن بالاتری

این نرخ سازگاری در بازه $[0, 1]$ قرار می‌گیرد و هر چه به صفر نزدیکتر باشد مقایسات از سازگاری و ثبات بیشتری برخوردارند و هر چه به یک نزدیکتر باشد مقایسات از سازگاری و ثبات کمتری برخوردارند.

$$CR = \frac{\xi^*}{CI}. \quad (7)$$

برای رتبه‌بندی معیارها از مدل کوداس استفاده شده است.

کوداس با ترکیب دو نوع فاصله اقلیدسی و تاکسی، توانایی بالایی در رتبه‌بندی گزینه‌ها و تشخیص گزینه برتر دارد. همچنین کوداس نسبت به تغییرات وزن معیارها حساسیت کمی دارد.

مراحل مدل ترکیبی کوداس

- گام صفر: آماده‌سازی ماتریس تصمیم

$$X = [x_{ij}]_{n \times m} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nm} \end{bmatrix} \quad (8)$$

$$i \in \{1, 2, \dots, n\}$$

$$j \in \{1, 2, \dots, m\}$$

$$x_{ij} \geq 0$$

x_{ij} ارزش گزینه i م براساس معیار j م

- گام اول: نرمال کردن ماتریس تصمیم

$$n_{ij} = \begin{cases} \frac{x_{ij}}{\max_i x_{ij}} & j \in N_b \\ \frac{\min_i x_{ij}}{x_{ij}} & j \in N_c \end{cases} \quad (9)$$

N_b معیارهای مثبت

N_c معیارهای منفی

- گام دوم: محاسبه ماتریس نرمال وزن‌دار

$$r_{ij} = w_j n_{ij} \quad (10)$$

w_j وزن معیار j ام

وابستگی به قضاوت‌های متعدد را کاهش می‌دهد در این روش از ۷۰ تن از خیرگان حمل و نقل و راه و ترابری که در سازمانهای حمل و نقل، دانشگاه‌ها و پلیس بودند استفاده شد. این متخصصین حداقل دارای ۵ سال سابقه کار در زمینه ایمنی ترافیک بودند و ۵۷ درصد مرد و ۴۳ درصد خانم بودند.

مراحل تعیین وزن‌ها به روش بهترین-بدترین (BWM)

- مرحله اول

در این مرحله ابتدا بهترین و بدترین شاخص تعیین می‌شود. درواقع در این مرحله شاخصی که اهمیت و تاثیرگذاری بیشتری دارد را تعیین کرده و آن را بهترین میزان نامیده و شاخصی که کمتر از بقیه دارای اهمیت است را انتخاب کرده و بدترین شاخص نامیده می‌شود.

- مرحله دوم

حال دو جدول ساخته می‌شود و پس از این که بهترین شاخص از نظر خود را تعیین کرده، در جدول اول معیار اهمیت داشتن هر یک از سایر معیارها را نسبت به مهم‌ترین معیار به صورت یک عدد بین ۱ تا ۹ نمایش داده می‌شود. در واقع برتری بهترین معیار نسبت به سایر معیارها مشخص می‌شود. سپس این کار برای بدترین معیار هم به صورت مشابه در جدول دوم انجام داده می‌شود، با این تفاوت که در این جدول میزان کم اهمیت بودن این شاخص نسبت به سایر شاخص‌ها با عدد بزرگتری در جدول نمایش داده می‌شود.

- مرحله سوم

با حل یک مسأله بهینه سازی غیرخطی رابطه ۳-۶ می‌توان مقدار اوزان و همچنین نرخ سازگاری را به دست آورد:

$$\begin{aligned} & \min \xi \\ & s. t. \\ & \left| \frac{w_B}{w_j} - a_{Bj} \right| \leq \xi \quad \forall j, \\ & \left| \frac{w_j}{w_W} - a_{jW} \right| \leq \xi \quad \forall j, \\ & \sum_j w_j = 1 \\ & w_j \geq 1 \quad \forall j \end{aligned} \quad (6)$$

سنجش ایمنی ترافیک در قطعات ترکیبی معبر و کاربری

در جدول ۲ مقادیر مربوط به ۱۲ معیار ترافیکی و هندسی معابر مجاور هر کاربری ثبت شده است. مقادیری مانند «شاخص شدت تصادف» و «سرعت مجاز معبر» بیشترین تنوع را در بین کاربری‌ها دارند که نشان‌دهنده تأثیر بالای این دو معیار بر ریسک ایمنی است. اعداد ۱،۲، ۱،۴، ۱،۲۵، ۱،۵ و ۳ در جداول ۲ و ۳ بکار رفته است وزن های بکار رفته در سند ایمنی ترافیک محدوده کاربریها در IRAP می‌باشد [Nazir et al., 2024].

جدول ۳ شامل ۹ معیار مرتبط با خود کاربری مانند مساحت، ظرفیت پارکینگ، تعداد طبقات و جذب و تولید سفر است. اختلاف قابل توجه در مقادیر «جذب و تولید سفر» و «مساحت کاربری» بین ردیف‌ها، نشان می‌دهد که این دو معیار نقش کلیدی در تمایز ریسک ایمنی کاربری‌ها دارند. پس از تشکیل ماتریس تصمیم طبق مراحل بیان شده وزن پارامترها را از دو روش آنالیز و بهترین-بدترین بدست می‌آوریم. در جدول ۴ وزن نهایی پارامترها از میانگین وزنی دو روش ذکر شده بدست آمده است. بر اساس نتایج وزن‌دهی ترکیبی (آنالیز و بهترین-بدترین)، بیشترین وزن در بخش کاربری به «مساحت کاربری» (۰،۳۲۴) و در بخش معبر به «شاخص شدت تصادف» (۰،۲۲۶) تعلق گرفته است.

وزن بسیار کم «کندرو» (۰،۰۲۱) و «پارک حاشیه‌ای» (۰،۰۲۳) نشان می‌دهد که این معیارها در مقایسه با سایر شاخص‌ها تأثیر کمتری بر ایمنی ترافیک محدوده دارند. بر اساس این نمودار، مرکز خرید کوروش و میرداماد (هر دو با گروه ساختمانی «د» در مجاورت بزرگراه) بالاترین ریسک ایمنی را دارند و در رتبه‌های اول و دوم قرار گرفته‌اند. در مقابل، کاربری‌های رویال ادرس و سام ستر (با گروه ساختمانی «ج» در مجاورت معابر محلی) کمترین ریسک ایمنی را نشان می‌دهند که تأثیر مستقیم نوع معبر مجاور و گروه ساختمانی را بر ایمنی ترافیک تأیید می‌کند.

روایی پرسشنامه BWM و ترکیبی آنالیز-بهترین-بدترین با نرخ سازگاری ۰،۰۷۴ محاسبه شد که در بازه پذیرش (کوچک‌تر

• گام سوم: تعیین راه‌حل ایده‌آل منفی

$$ns = [ns_j]_{1 \times m} \quad (11)$$

$$ns_j = \min_i r_{ij} \quad (12)$$

• گام چهارم: تعیین فاصله اقلیدسی و فاصله تاکسی

گزینه‌ها از راه‌حل ایده‌آل منفی

$$E_i = \sqrt{\sum_{j=1}^m (r_{ij} - ns_j)^2} \quad (13)$$

$$T_i = \sum_{j=1}^m |r_{ij} - ns_j| \quad (14)$$

• گام پنجم: تعیین ماتریس ارزیابی نسبی

$$Ra = [h_{ik}]_{n \times n}$$

$$h_{ik} = (E_i - E_k) + (\psi(E_i - E_k) \times (T_i - T_k))$$

$$\psi(x) = \begin{cases} 1 & |x| \geq \tau \\ 0 & |x| < \tau \end{cases}$$

$$k \in \{1, 2, \dots, n\}$$

$$\tau = 0.02$$

• گام ششم: محاسبه نمره ارزیابی گزینه‌ها

$$H_i = \sum_{k=1}^n h_{ik}$$

۴. تحلیل داده‌ها

برای به کارگیری الگوی ارائه شده، شهر تهران انتخاب شد. دلیل انتخاب شهر تهران وجود کاربری‌های چندمنظوره زیاد و همچنین ترکیب رده‌های عملکردی معابر مختلف و تلفات بالای تصادفات (حدود ۶۰۰ کشته تصادف در سال ۱۴۰۳) می‌باشد. و برای اتکای بیشتر به نتیجه‌ی نهایی از ترکیب رده‌های معابر بزرگراهی، شریانی، جمع و پخش‌کننده و محلی و ساختمان‌های نوع ج و د استفاده شده است و مورد تحلیل قرار گرفته است. در جدول ۱ اسامی کاربری‌های بررسی شده ذکر شده است. برای وزن دهی داده‌ها از طریق روش آنالیز ابتدا ماتریس تصمیم‌گیری ایجاد می‌شود. معیارها به دو دسته‌ی مرتبط به کاربری و مرتبط به معبر تفکیک شده است و هر دو دسته جداگانه وزن دهی می‌شود.

از ۰,۱ قرار می‌گیرد و نشان‌دهنده ثبات مقایسات زوجی است. همچنین تکرارپذیری نتایج مدل کوداس با تغییر در وزن معیارها تا ± 5 درصد، تغییری کمتر از ۳ درصد در رتبه نهایی کاربری‌ها ایجاد کرد که بیانگر پایایی مناسب مدل است. برای اعتبار سنجی این مطالعه، نتایج این رتبه بندی، با رتبه بندی IRAP مقایسه شده است. سیستم مدیریت ایمنی IRAP که تاکنون در صدها کشور دنیا پیاده شده است، پرستاده‌ترین روش در ارزیابی ایمنی راه شناخته می‌شود که با شناسایی نقاط مستعد

حادثه سهم بسیار زیادی در ایمن سازی شبکه راه ها ایفا کرده است [Murozi ET AL.,2022]. رتبه‌های بدست آمده از روش کوداس با رتبه بندی روش IRAP به اندازه ۸۳ درصد متناسب بوده است. برای مثال نتایج IRAP کاربری های کوروش و میرداماد که به ترتیب بیش ترین ریسک ایمنی و رویال آدرس و سام ستر که دارای کمترین ریسک ایمنی هستند کاملاً با تعداد ستاره‌های کسب شده در سیستم IRAP متناسب بود.

جدول ۱. اسامی کاربری های بررسی شده

۱	سیوان ستر	۱۱	نبوت
۲	میرداماد	۱۲	یوتویا
۳	پارسیان	۱۳	رویال ادرس
۴	ایده ال	۱۴	مال ملل
۵	عتیق	۱۵	سام ستر
۶	افریقا	۱۶	پلاتین
۷	امرالذ	۱۷	لیدوما
۸	نارمک	۱۸	میلاد نور
۹	سون ستر	۱۹	ستین
۱۰	کوروش	۲۰	پردیس

سنجش ایمنی ترافیک در قطعات ترکیبی معبر و کاربری

جدول ۲. ماتریس تصمیم معیارهای معبر بلافصل محدوده کاربری چند منظوره

شاخص شدت تصادف	سرعت مجاز معبر	عرض معبر (کلی)	روسازی معبر مجاور	طرح هندسی مسیر دسترسی به کاربری و شعاع قوس	معبر مجاور	تامین مثلث دید	تجهیزات آرامسازی دارد	کندرو	عرض پیاده	پارک حاشیه‌ای	گذرگاه عابر پیاده
۶	۴۰	۱۵	۲	۱	۲	۱,۴	۱,۲۵	۱,۵	۳	۱,۲	سیوان ستر
۵	۴۰	۱۲	۲	۲	۲	۱,۴	۱,۲۵	۱,۵	۴	۱,۲	میرداماد
۶	۴۰	۱۵	۲	۲	۲	۱,۴	۱,۲۵	۱,۵	۵	۱,۲	پارسیان
۱۵	۴۰	۹	۲	۱	۲	۱,۴	۱,۲۵	۱,۵	۴	۱,۲	ایده ال
۱۸	۴۰	۹	۲	۱	۲	۱,۴	۱,۲۵	۱,۵	۴	۱,۲	عتیق
۹	۳۰	۱۲	۳	۲	۱	۱,۲	۱,۲۵	۱,۵	۴	۱,۲	افریقا
۳	۵۰	۱۵	۳	۱	۲	۱,۲	۱,۲۵	۱,۵	۳	۱,۲	امerald
۳	۵۰	۱۰	۳	۱	۲	۱,۴	۱,۲۵	۱,۵	۴	۱,۲	نارمک
۱۵	۳۰	۱۰	۲	۱	۲	۱,۲	۱,۲۵	۱,۵	۴	۱,۲	سون ستر
۴۶	۸۰	۲۵	۳	۲	۲	۱,۲	۱,۲۵	۱,۵	۷	۱,۲	کوروش
۳	۵۰	۱۵	۳	۱	۲	۱,۴	۱,۲۵	۱,۵	۳	۱,۲	نبوت
۴	۴۰	۷	۲	۲	۱	۱,۲	۱,۲۵	۱,۵	۲	۱,۲	یوتوبیا
۴	۲۰	۷	۲	۳	۱	۱,۴	۱,۲۵	۱,۵	۲	۱,۲	رویال ادرس
۳	۴۰	۷	۲	۳	۱	۱,۲	۱,۲۵	۱,۵	۳	۱,۲	مال ملل
۳	۴۰	۷	۳	۳	۱	۱,۴	۱,۲۵	۱,۵	۳	۱,۲	سام ستر
۳۳	۵۰	۲۰	۳	۲	۲	۱,۴	۱,۲۵	۱,۵	۵	۱,۲	پلاتین
۳۳	۵۰	۲۰	۳	۲	۲	۱,۴	۱,۲۵	۱,۵	۵	۱,۲	لیدوما
۳۳	۵۰	۲۰	۳	۲	۲	۱,۴	۱,۲۵	۱,۵	۵	۱,۲	میلاد نور
۳۳	۵۰	۲۰	۳	۲	۲	۱,۴	۱,۲۵	۱,۵	۵	۱,۲	ستین

فصلنامه مهندسی حمل و نقل / سال هفدهم / شماره چهارم (۶۹) / تابستان ۱۴۰۵

شاخص شدت	سرعت	عرض معبر	روسازی	طرح هندسی	مسیر دسترسی	تأمین مثلث	تجهیزات	کندرو	عرض پیاده	پارک حاشیه‌ای	گذرگاه	تصادف
۲	۳۰	۷	۲	۲	۱	۱,۲	آرامسازی دارد	۱,۵	۲	۱,۲	عابر پیاده	۱,۴
پردیس												

جدول ۳. ماتریس تصمیم پارامتر های توسعه چند منظوره

تعداد طبقات توسعه	ظرفیت پارکینگ توسعه	مساحت (با جزییات)	جذب و تولید سفر	عرض ورودی عابر	عرض ورودی خودرو	تعداد ورودی خودرو	تعداد ورودی عابر	طول صف برحسب خودرو	سیوان سنتر
۶	۷۰۰	۳۰۰۰۰	۵۸۲۰	۲	۶	۱	۲	۱۰	۱۰
۱	۱,۲	۵۰۰۰	۱۴۸۷	۸	۱,۲	۱,۲	۴	۱,۲	میرداماد
۱۰	۲۰۰	۴۰۰۰	۱۱۶۲	۶	۶	۱	۲	۷	پارسیان
۶	۲۵۰	۱۱۰۰۰	۳۹۷۰,۷	۶	۷	۱	۱	۸	ایده ال
۴	۲۰۰	۳۲۰۰	۵۰۱,۶	۲	۶	۱	۳	۱۲	عتیق
۵	۱,۲	۲۵۰۰	۷۴۳,۵	۳	۱,۲	۱,۲	۲	۱,۲	افریقا
۱۴	۱۰۰۰	۹۸۰۰	۲۹۹۳,۲	۳	۸	۱	۲	۱۰	امerald
۲	۱,۲	۲۰۰۰	۴۷۰,۵	۶	۱,۲	۱,۲	۲	۱,۲	نارمک
۱۰	۳۰۰	۲۰۰۰۰	۳۲۷۲,۵	۲	۶	۱	۳	۱۰	سون سنتر
۱۸	۲۰۰۰	۹۵۰۰	۴۲۹۵,۴۵	۳	۶	۱	۴	۱۰	کوروش
۴	۱,۲	۴۰۰۰	۶۷۴	۶	۱,۲	۱,۲	۲	۱,۲	نبوت
۱۳	۳۲۰	۶۰۰۰	۵۳۲۵	۲,۵	۶	۱	۱	۷	یوتوبیا
۱۴	۲۷۰	۱۵۰۰۰	۳۱۵۸,۵	۲,۵	۶	۱	۱	۷	رویال ادرس
۹	۱۴۰	۳۶۰۰	۲۸۸۶	۴	۶	۱	۲	۱۰	مال ملل
۹	۲۴۰	۱۷۰۰۰	۳۰۷۵	۳	۷	۱	۱	۱۰	سام سنتر
۱۴	۵۰۰	۶۵۰۰۰	۱۱۶۵۲	۲,۵	۸	۱	۲	۱۲	پلاتین

سنجش ایمنی ترافیک در قطعات ترکیبی معبر و کاربری

تعداد طبقات توسعه	ظرفیت پارکینگ توسعه	مساحت (با جزییات)	جذب و تولید سفر	عرض ورودی عابر	عرض ورودی خودرو	تعداد ورودی خودرو	تعداد ورودی عابر	طول صف برحسب خودرو	لیدوما
۱۲	۱۰۰۰	۳۲۰۰۰	۸۲۹۴,۵	۲,۵	۶	۱	۳	۱۰	لیدوما
۱۱	۲۵۰	۷۷۰۰	۲۷۱۵	۲,۵	۶	۱	۳	۱۲	میلاد نور
۶	۲۴۰	۷۰۰۰	۱۱۰۶	۲,۵	۶	۱	۱	۱۰	ستین
۵	۱,۲	۲۵۰۰	۳۹۴,۵	۶	۱,۲	۱,۲	۱	۱,۲	پردیس

جدول ۴. وزن نهایی پارامترها

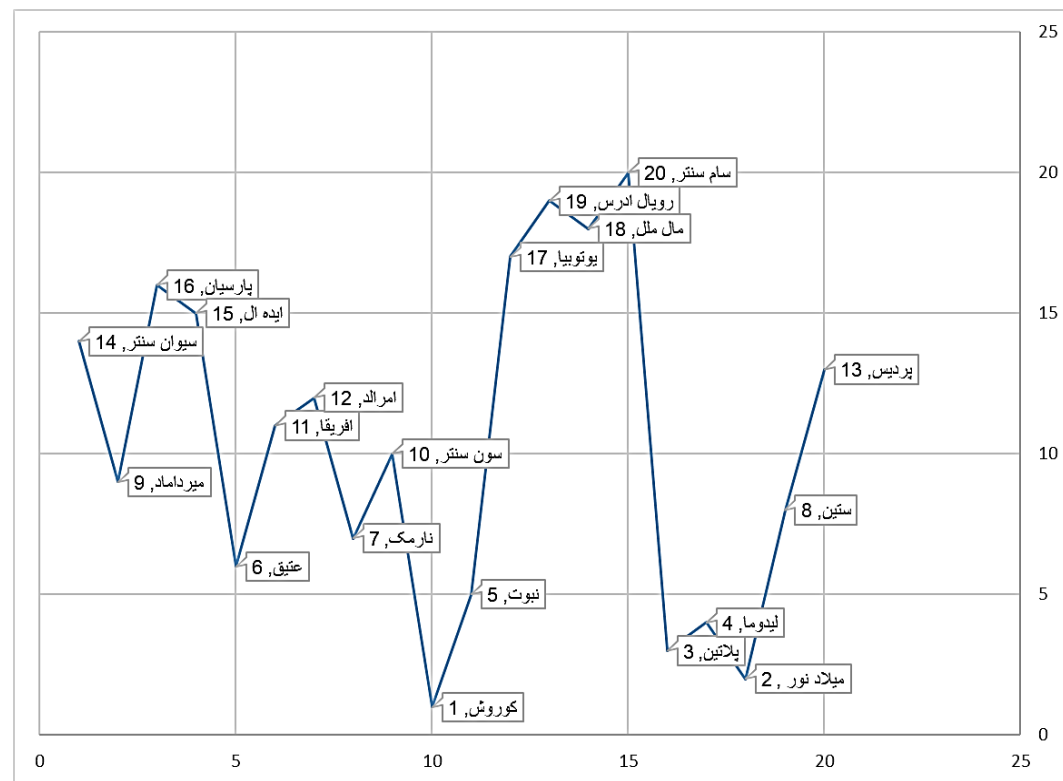
وزن نهایی پارامترهای کاربری	وزن نهایی پارامترهای معبر
طول صف برحسب خودرو	۰,۰۳۲۱۴۳
تعداد ورودی عابر	۰,۰۲۳۸۹۴
تعداد ورودی خودرو	۰,۰۵۲۵۲۸
عرض دسترسی ورودی خودرو	۰,۰۴۱۰۷۵
عرض دسترسی ورودی عابر	۰,۰۳
جذب و تولید سفر	۰,۰۲۷۴۵۳
مساحت کاربری	۰,۰۵۷۲۴
ظرفیت پارکینگ کاربری	۰,۰۶۵۵۴۷
تعداد طبقات کاربری	۰,۰۳۱۴۵
عرض معبر	۰,۰۷۷۱۵۴
سرعت مجاز معبر	۰,۱۳۴۶۶۸
شاخص شدت تصادف SI	۰,۴۲۶۸۴۷

جدول ۵. متغیرهای مربوط به روش فاصله نسبی

غزال احمدعلی نژاد، مرتضی اسد امرجی

پارامتر های معبر			پارامتر های کاربری		
H index	فاصله تاکسی	فاصله اقلیدسی	H index	فاصله تاکسی	فاصله اقلیدسی
-۲,۲۴۵۸	۰,۲۰۰۹۳۲	۰,۰۷۵۴۳۱	-۱,۲۰۶۴۴	۰,۱۰۹۸۳۸	۰,۰۵۳۶۱۶
-۲,۷۶۸۴	۰,۱۵۷۵۶	۰,۰۵۷۹۱	۳,۹۰۵۳۱	۰,۳۰۹۰۴۴	۰,۲۲۳۶۶
-۲,۷۲۱۸۷	۰,۱۵۴۱۵۱	۰,۰۵۹۴۵۸	-۱,۷۰۲۹۴	۰,۰۷۰۵۴۵	۰,۰۳۷۰۰۵
-۱,۳۳۱۲	۰,۲۴۰۰۲	۰,۱۰۵۹۸۸	-۱,۷۹۸۵۷	۰,۰۵۴۱۱۲	۰,۰۳۳۷۹۲
-۰,۹۲۵۳	۰,۲۴۵۱۶	۰,۱۱۹۵۲۷	-۰,۸۶۶۴۸	۰,۱۱۹۱۸۶	۰,۰۶۴۹۶۵
-۲,۹۱۹۴	۰,۱۱۶۳۰۸	۰,۰۵۲۷۸۵	۳,۸۰۶۶۴۵	۰,۳۰۲۷۳۲	۰,۲۲۰۳۹۷
-۲,۰۳۹۳۸	۰,۲۰۱۵۸۴	۰,۰۸۲۳۲۱	-۱,۱۷۴۱۶	۰,۱۰۵۷۲۸	۰,۰۵۴۶۹
-۲,۲۶۳۱۷	۰,۱۶۰۴۳۹	۰,۰۷۴۷۹	۳,۷۸۳۵۱۳	۰,۲۸۲۸۲۱	۰,۲۱۹۶۷۸
-۱,۴۹۷۹۸	۰,۲۱۹۶۷۶	۰,۱۰۰۴۰۶	-۰,۹۷۰۳۶	۰,۱۲۹۴۵۵	۰,۰۶۱۵۰۶
۴,۵۳۹۲۶۵	۰,۴۹۰۲۱۵	۰,۳۰۰۹۹۴	-۰,۶۱۰۸	۰,۱۴۸۵۱	۰,۰۷۳۵۰۶
-۲,۱۰۹۸۷	۰,۱۸۴۶۲۴	۰,۰۷۹۹۴۴	۳,۷۸۶۷۴۹	۰,۲۸۸۰۲	۰,۲۱۹۷۷۲
-۲,۷۵۷۵۹	۰,۱۳۶۷۶۴	۰,۰۵۸۲۳۳	-۱,۴۹۶۳۹	۰,۰۸۵۰۰۹	۰,۰۴۳۹۱۷
-۳,۲۴۳۴۲	۰,۰۷۵۲۱۲	۰,۰۴۱۸۶۴	-۱,۴۵۹۴۳	۰,۰۸۶۳۹۳	۰,۰۴۵۱۵۲
-۳,۲۴۲۶	۰,۰۸۴۵۳۵	۰,۰۴۱۹۱۲	-۱,۳۷۵۷۶	۰,۰۹۰۹۶۳	۰,۰۴۷۹۴۹
-۳,۱۵۰۳۲	۰,۰۸۸۳۰۱	۰,۰۴۵۰۰۷	-۱,۳۹۴۴۸	۰,۰۸۲۷۵۷	۰,۰۴۷۳۱۷
۱,۷۲۳۳۵۲	۰,۳۵۰۷۷۲	۰,۲۰۷۷۲	-۰,۸۴۶۴	۰,۱۴۰۴۴	۰,۰۶۵۶۴۷
۱,۷۲۳۳۵۲	۰,۳۵۰۷۷۲	۰,۲۰۷۷۲	-۰,۹۸۷۶۴	۰,۱۳۳۹۹۲	۰,۰۶۰۹۳۳
۱,۷۵۰۸۹۳	۰,۳۶۴۴۶۴	۰,۲۰۸۶۲	-۰,۸۴۳۱۷	۰,۱۳۰۶۷۵	۰,۰۶۵۷۴۹
۱,۷۲۳۳۵۲	۰,۳۵۰۷۷۲	۰,۲۰۷۷۲	-۱,۴۰۲۹۶	۰,۰۷۸۳۰۶	۰,۰۴۷۰۲۹
-۳,۱۶۱۰۴	۰,۰۸۹۸۵۸	۰,۰۴۴۶۵۱	۳,۷۷۲۹۶۲	۰,۲۷۴۷۷۴	۰,۲۱۹۳۴۷

سنجش ایمنی ترافیک در قطعات ترکیبی معبر و کاربری



شکل ۱. نمودار رتبه بندی ریسک ایمنی محدوده توسعه‌های چندمنظوره

۵. بحث

بدترین وزن دهی شده اند. برای روش بهترین-بدترین پرسش نامه‌ای تعبیه شده است که هفتاد نفر از افراد متخصص، نخبگان و نمایندگان سازمان های مرتبط با حمل و نقل به آن پاسخ دادند و به پارامتر های ذکر شده امتیاز دادند. برای پارامتر های مخصوص معبر از یک تا سه به ترتیب: شاخص شدت تصادف در معبر، سرعت مجاز معبر و عرض معبر بیش ترین وزن را شامل می شدند. برای پارامتر های مخصوص کاربری چند منظوره از یک تا سه به ترتیب: مساحت کاربری، ظرفیت پارکینگ کاربری و جذب و تولید سفر به کاربری بیش ترین وزن را شامل می شدند.

برای رتبه بندی کاربری ها از مدل کوداس استفاده شده است. ابتدا ماتریس تصمیم تشکیل شده است. سپس مقادیر مورد نیاز از معیارهای فاصله اقلیدسی و تاکسی و در نهایت فاصله نسبی محاسبه شده است و در نهایت رتبه بندی شده اند. طبق نتایج کاربری های چندمنظوره با گروه ساختمانی د و در مجاورت رده عملکردی بزرگراهی ریسک ایمنی بیشتری دارند و پس از آن گروه ج در مجاورت معابر بزرگراهی قرار داشتند. باتوجه به معیارهای دارای اهمیت و کاربریه ها و قطعات معابر دارای ریسک ایمنی بیشتر می توان در کاربردهای اجرایی برنامه ریزی کرد. از نتایج این پژوهش می توان در اولویت بندی و ایمن سازی محدوده ی مالها، تخصیص بودجه ی ایمنی ترافیک در محدوده مربوطه و در اجرایی شدن مبحث ۲۳ مقررات ملی ساختمان در زمینه ی الزامات ترافیکی ساختمان ها استفاده نمود.

تغییرات در بخشی از قطعات معابر شهری و تغییر رده عملکردی آنها به صورت مقطعی و عدم ثبت دقیق داده های تصادفات رانندگی در معابر شهری از محدودیت های این پژوهش به شمار می رود.

برای مطالعات آینده می توان وزن دهی به پارامترهای حمل و نقل عمودی در کاربری ها، تعیین دامنه شمول ساختمانها برای خدمات مهندسی ترافیک، ارزیابی ایمنی سایر کاربری ها در معابر شهری، بکارگیری مدل های critic و سایر مدل های مشابه

نتایج این پژوهش نشان داد که از میان معیارهای مرتبط با کاربری، «مساحت»، «ظرفیت پارکینگ» و «جذب و تولید سفر» و از میان معیارهای مرتبط با معبر، «شاخص شدت تصادف»، «سرعت مجاز» و «عرض معبر» بیشترین وزن را در تعیین ریسک ایمنی کاربری های چندمنظوره دارند. این یافته با مطالعه کیم و یاماشیتا (۲۰۰۷) در هاوایی همخوانی دارد که نشان داد کاربری های تجاری و مراکز جاذب سفر، همبستگی مثبتی با تصادفات دارند. همچنین ایوان و همکاران (۲۰۱۳) تأیید کردند که کاربری های تجاری بیشترین ارتباط را با افزایش تصادفات نشان می دهند که با وضعیت مجتمع های تجاری بزرگ در این پژوهش (مانند کوروش و میرداماد) سازگار است. از سوی دیگر، نقش پررنگ «سرعت مجاز معبر» در مدل ارائه شده، با نتایج دیلیپ کومار داس (۲۰۲۳) مطابقت دارد که سرعت وسیله نقلیه را یکی از مهم ترین عوامل مؤثر بر تصادفات معرفی کرد. در مقابل، بر خلاف مطالعه کانیه و همکاران (۲۰۲۱) که تأکید زیادی بر تراکم کاربری داشت، در پژوهش حاضر معیارهایی مانند «تعداد طبقات» و «کندرو» وزن نسبتاً کمی کسب کردند که می تواند ناشی از تفاوت در بافت شهری تهران (غلبه حمل و نقل شخصی و پراکندگی کاربری ها) باشد. همچنین یافته های این پژوهش نشان داد که کاربری های گروه ساختمانی «د» در مجاورت معابر بزرگراهی بالاترین ریسک ایمنی را دارند. این الگو با نظریه تعادل رانک تاین قابل تبیین است: رانندگان در معابر پرسرعت، سطح ریسک بالاتری را می پذیرند و با سرعت بیشتری رانندگی می کنند که ایمنی را کاهش می دهد.

۶. نتیجه گیری

در این مقاله به منظور بررسی ایمنی ترافیک کاربری های چند منظوره، پارامتر های مخصوص کاربری و معبر بلافصل بیست مورد از کاربری های چند منظوره شهر تهران برداشت شده است. پس از دسته بندی داده ها آنها از روش آنتروپی شانون و بهترین-

– Kim, K., & Yamashita, E. (2002). Motor vehicle crashes and land use: empirical analysis from Hawaii. *Transportation research record*, 1784(1), pp. 73-79.

– Musa, I. J., & Moses, A. O. (2014). An analysis of the effect of land use on road traffic accidents in Zaria. *International Journal of Development and Sustainability*, 3(3), pp. 520-529.

– 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), pp. 496-509.

– Wier, M., Weintraub, J., Humphreys, E. H., Seto, E., & Bhatia, R. (2009). An area-level model of vehicle-pedestrian injury collisions with implications for land use and transportation planning. *Accident Analysis & Prevention*, 41(1), pp. 137-145.

– Naderan, A., & Saffarzadeh, M. Evaluating the Spatial Effect of the Contribution of Different Types of Land Use in the Occurrence of Accidents (Case Study: Shiraz Metropolis).

– Wier, M., Weintraub, J., Humphreys, E. H., Seto, E., & Bhatia, R. (2009). An area-level model of vehicle-pedestrian injury collisions with implications for land use and transportation planning. *Accident Analysis & Prevention*, 41(1), pp. 137-145.

– Pulugurtha, S. S., Duddu, V. R., & Kotagiri, Y. (2013). Traffic analysis zone level crash estimation models based on land use characteristics. *Accident Analysis & Prevention*, no. 50, pp. 678-687.

– Staab, J., Schady, A., Weigand, M., Lakes, T., & Taubenböck, H. (2022). Predicting traffic noise using land-use regression—a scalable approach. *Journal of exposure science &*

برای وزن دهی به عوامل موثر در ایمنی کاربری‌های چند منظوره و مقایسه با نتایج پژوهش انجام شده را در نظر گرفت.

۷. مراجع

– گزارش رسمی پزشکی قانونی: آمار متوفیات و مصدومین ناشی از حوادث رانندگی ارجاعی به مراکز پزشکی قانونی کشور طی سال ۱۴۰۰.

– مبحث ۲۳ مقررات ملی ساختمان (الزامات ترافیکی ساختمان، دفتر تدوین مقررات ملی ساختمان، ۱۴۰۱.

– اسد امرجی، مرتضی و احمد علی نژاد، غزال، ۱۴۰۲، ارزیابی ریسک ایمنی ترافیک معابر بلا فصل ساختمانهای در حال ساخت با بکارگیری ترکیب فاصله اقلیدسی و تاکسی.

– Ewing, R., Greenwald, M., Zhang, M., Walters, J., Feldman, M., Cervero, R., & Thomas, J. (2011). Traffic generated by mixed-use developments—six-region study using consistent built environmental measures. *Journal of Urban Planning and Development*, 137(3), pp. 248-261.

– 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), pp. 144-157.

– Asadi, M., Ulak, M. B., Geurs, K. T., Weijermars, W., & Schepers, P. (2022). A comprehensive analysis of the relationships between the built environment and traffic safety in the Dutch urban areas. *Accident analysis & prevention*, 172, 106683.

Shanghai. Landscape and Urban Planning, 106(1), pp. 73-87.

– Kanyepe, J., Tukuta, M., & Chirisa, I. (2021). Urban land-use and traffic congestion: mapping the interaction. Journal of Contemporary Urban Affairs, 5(1), pp. 77-84.

– Naderan, A., & Saffarzadeh, M. Evaluating the Spatial Effect of the Contribution of Different Types of Land Use in the Occurrence of Accidents (Case Study: Shiraz Metropolis).
– g. Wagner, T., 2009. Verkehrswirkungen von Logistikansiedlungen – Abschätzung und regionalplanerische Bewertung. Harburger Berichte zur Verkehrsplanung.

– Zayerzadeha, A., & Zavareh, M. F. (2019). School zone road safety assessment using the iRAP Star Rating for Schools (SR4S) methodology in Khorasan Razavi Province. Journal of injury and violence research, 11(4).

– Asadamraji, M., Mahmoudabadi, M., & Nadimi, N. (2024). Developing a Hybrid Method for Weighted Distance-Based Prioritization (HWDP) to Prioritize the Implementation of Urban Intelligent Transportation Systems Projects. Iranian Journal of Science and Technology, Transactions of Civil Engineering, 48(2). pp.1061-1071.

– Pulugurtha, S. S., Duddu, V. R., & Kotagiri, Y. (2013). Traffic analysis zone level crash estimation models based on land use characteristics. Accident Analysis & Prevention, 50, 678-687.

– Mubiru, J., & Evdorides, H. (2025). Contextualising Pedestrian Countermeasure Effectiveness in Developing Countries: A Variant iRAP Model with Weighted Risk Adjustment.

environmental epidemiology, 32(2), pp. 232-243.

– Bruck, E., & Soteropoulos, A. (2022). Traffic-land use compatibility and street design impacts of automated driving in Vienna, Austria. Journal of Transport and Land Use, 15(1), pp. 137-163.

– Volker, J., & Thigpen, C. (2022). Not enough parking, you say? A study of garage use and parking supply for single-family homes in Sacramento and implications for ADUs. Journal of Transport and Land Use, 15(1), pp. 183-206.

– Stanković, M., Stević, Ž., Das, D. K., Subotić, M., & Pamučar, D. (2020). A new fuzzy MARCOS method for road traffic risk analysis. Mathematics, 8(3), pp. 457.

– Pamučar, D., Puška, A., Stević, Ž., & Čirović, G. (2021). A new intelligent MCDM model for HCW management: The integrated BWM–MABAC model based on D numbers. Expert Systems with Applications, 175, 114862.

– WHO. (2019). Global status report on road safety 2018 (2018). In: World Health Organization.

– Das, D. K. (2023). Exploring the significance of road and traffic factors on traffic crashes in a South African city. International Journal of Transportation Science and Technology, 12(2), pp. 414-427.

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

– Liu, Y., Wang, F., Xiao, Y., & Gao, S. (2012). Urban land uses and traffic ‘source-sink areas’: Evidence from GPS enabled taxi data in

سنجش ایمنی ترافیک در قطعات ترکیبی معبر و کاربری

مرتضی اسد امرجی، درجه دکتری تخصصی در رشته مهندسی عمران گرایش راه و ترابری را در سال ۱۳۹۷ از دانشگاه تربیت مدرس اخذ نمود و از سال ۱۳۹۹ با سمت استادیار در دانشکده مهندسی عمران، آب و محیط زیست دانشگاه شهید بهشتی مشغول به تدریس و پژوهش می باشد. زمینه های پژوهشی مورد علاقه ایشان ایمنی در ترافیک، مطالعات رفتاری رانندگان، درک خطر، مهندسی ترافیک، سیستم های حمل و نقل هوشمند و تصمیم گیری چند معیاره در سیاست های حمل و نقلی است.



غزال احمد علی نژاد، درجه کارشناسی در رشته مهندسی عمران را در سال ۱۳۹۹ از دانشگاه صنعتی نوشیروانی و درجه کارشناسی ارشد در مهندسی عمران- حمل و نقل را در سال ۱۴۰۳ از دانشگاه شهید بهشتی اخذ نمود. زمینه پژوهشی مورد علاقه ایشان در ترافیک، تحلیل ایمنی ترافیکی معابر است

