



فصلنامه علمی - ترویجی

مطالعات مدیریت ترافیک

دانشگاه علوم انتظامی ناجا

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

کواهی می شود:

مقاله آقایان روزه شاد، علیرضا هویدافر، مصطفی مرادزاده

با عنوان « ارزیابی عملکرد سرعت کیرهای معابر شهری و کنترل آنها توسط

GIS » ارزیابی، تأیید و در فصلنامه مطالعات مدیریت ترافیک شماره ۳۴ پانز

۱۳۹۳ چاپ شده است.

دبیر تحریریه فصلنامه مطالعات مدیریت ترافیک

سرپرست سید رضا جوادیان

آدرس:

انتهای اتوبان شهید همت غرب - بعد از پل

رودخانه کن - دانشگاه علوم انتظامی

دانشکده علوم و فنون راهنمایی و رانندگی

تلفن: ۴۸۹۳۱۶۳۶ - ۴۸۹۳۱۶۳۴

فاکس: ۴۸۹۳۱۶۴۰

پست الکترونیک دانشکده:

Purahvar@police.ir

شماره: ۴۹۵۴/۵۳/۴/۴۶ تاریخ: ۹۳/۱۱/۳۶

دانشکده راهنمایی و رانندگی

ارزیابی عملکرد سرعت گیرهای معابر شهری و کنترل آنها

روزبه شاد^۱، علیرضا هویدا فرد^۲، مصطفی مرادزاده^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۷/۱۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۰/۲۱

چکیده

جانمایی صحیح و مناسب سرعت گیرها علاوه بر افزایش ایمنی و کاهش تعداد تصادفات، سرعت وسایل نقلیه را کنترل کرده و منجر به ساماندهی ترافیک شهری می شود. عوامل متعددی در طراحی و جانمایی سرعت گیرها دخیل اند تا به تصمیم گیرندگان مرتبط کمک کنند که تخصیص موقعیت ناصحیح و عواقب ناشی از آنها را مدیریت کنند. لذا در این مقاله سعی بر آن است که با هدف استفاده از سامانه اطلاعات مکانی به منظور افزایش ایمنی شهروندان و کنترل سرعت خودروهای اورژانسی، مکان های مناسب برای کاهنده های سرعت در شهر کاشان در نظر گرفته شده و کارکرد هر یک به کمک تحلیل سلسله مراتبی مورد ارزیابی قرار گیرد. با جمع آوری و آماده سازی داده های مکانی مؤثر و مدیریت صحیح آنها در سامانه اطلاعات مکانی، مناطق حادثه خیز شهری قابل ساماندهی بوده و نقاط قوت و ضعف سرعت گیرهای موجود مشخص می شوند. سپس داده های مکانی در قالب یک محیط دیجیتال تصمیم گیر و کنترل گر با یکدیگر تلفیق شده و وضعیت شبکه معابر با توجه به نتیجه محاسبات ارزیابی می شوند. نتایج این مطالعه نشان داد که نصب سرعت گیرهای پیشنهادی و مدیریت مکان صحیح آنها در شبکه معابر شهر کاشان منجر به ارائه راه کارهای عملیاتی برای خودروهای عبوری خواهد شد به نحوی که با توجه به وضعیت پیشنهادی سامانه از وقوع مشکلات در حمل و نقل شهری جلوگیری شده و ضریب ایمنی افزایش می یابد.

کلیدواژه ها: تحلیل سلسله مراتبی، سامانه اطلاعات مکانی، سرعت گیر، تصمیم گیری، عملکرد سرعت گیر.

۱. استادیار مهندسی عمران، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد، نویسنده مسئول:

Rouzbeh_Shad@Yahoo.com

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد راه و ترابری، دانشکده مهندسی، واحد بین الملل دانشگاه فردوسی مشهد،

Alireza.hoveida@gmail.com

۳. دانشجوی کارشناسی ارشد راه و ترابری، دانشکده مهندسی، واحد بین الملل دانشگاه فردوسی مشهد

مقدمه

ارتقای سطح ایمنی علاوه بر این که نقش مهمی در کارایی شبکه حمل و نقل شهری دارد، از اصلی ترین عوامل تأثیرگذار در مدیریت معابر شهری و نحوه کنترل و نظارت سرعت وسایل نقلیه محسوب می شود. سرعت وسایل نقلیه، در برخی مناطق خاص مانند مناطقی که دارای کاربری مسکونی هستند، همواره موجبات نگرانی ساکنان را فراهم می کند. لذا آرام سازی ترافیک یا به عبارتی کنترل سرعت وسایل نقلیه به عنوان عاملی مؤثر در افزایش ضریب ایمنی عابران پیاده و همچنین دوچرخه سواران، موجب کاهش تعداد و شدت تصادفات، کاستن از آلودگی هایی مانند: آلودگی های صوتی و زیست محیطی و ارتقای سطح کیفیت زندگی شهروندان می شود (دیکسون^۱ و همکاران، ۱۹۷۷). در این راستا، ضرورت دارد که طبق ضوابط، مقررات و استانداردها، فرآیند نصب و به کارگیری سرعت گیرها انجام پذیرد. در غیر این صورت نه تنها افزایش ایمنی را به همراه ندارد، بلکه باعث بروز مشکلاتی از قبیل: کاهش سرعت خدمات رسانی خودروهای اورژانس، آسیب رسانی به وسایل نقلیه، منحرف کردن ترافیک به سمت مناطق مسکونی و ایجاد مزاحمت برای ساکنان خواهد شد (کوتزل^۲ و همکاران، ۲۰۰۶). مسئله طراحی مکان سرعت گیرها، اولین بار در ۷ ژوئن سال ۱۹۰۶ در شهر چاتهام ایالت نیوجرسی امریکا مطرح شد (اسکلاباخ^۳، ۲۰۱۴). سپس با توجه به نتایج خوب حاصل از طرح مذکور ایالت های دیگر نیز بر آن شدند که از این سازه به منظور افزایش ضریب ایمنی در شبکه حمل و نقلی استفاده کنند. در ادامه، انستیتوی مهندسان حمل و نقل در طی گزارشی، اولین سرعت گیر اروپا را به شهر دلف هلند منتسب کرد (همان منبع). پس از آن در سال ۱۹۷۳ انواع مختلفی از سرعت گیرها و سرعت کاهها طراحی شده و در کشورهای اروپایی و آسیا به کار گرفته شدند (واتز^۴، ۱۹۷۳). در راه های شهری و

-
1. Dixon
 2. Cottrell
 3. Schlabach
 4. Watts

بین‌شهری ایران با توجه به وسعت بالای کشور و آمار روزافزون حوادث ناشی از تصادفات، نیاز بیشتری به کاهش و کنترل سرعت وسایل نقلیه احساس می‌شود (بوریس^۱ و همکاران، ۲۰۱۳). به این منظور از انواع سرعت‌شکن‌های مختلف مانند: گرده ماهی، مانع ساندویچی، سرعت‌گیر معمولی و نظیر آن، با در نظر گرفتن شرایط مختلف شبکه معابر و نوع کاربرد هر یک استفاده می‌شود. این روش‌ها، به لحاظ طراحی و اجرا لازم است که طبق استاندارد پیاده‌سازی شوند، در غیر این صورت خطری جدی ایمنی ترافیک را در راه‌ها و خیابان‌های کشور تهدید خواهد کرد. این خطر زمانی حادتر می‌شود که کنترل‌کننده‌های سرعت، جانمایی درستی نداشته و به صورت صحیح نمایان‌سازی نشده‌اند. لذا در این مقاله با هدف ارائه روشی قانون‌مند و نوین به منظور طراحی و کنترل سرعت‌گیرها در معابر شهر کاشان، رویکردهای اضطراری مورد توجه قرار داده شده و نحوه ایمن‌سازی خیابان‌ها مدنظر قرار می‌گیرد. به منظور تحقق این موضوع، روش تحلیل سلسله مراتب در محیط سامانه اطلاعات مکانی پیاده‌سازی شده و با توجه به عوامل مؤثر در مکان سرعت‌گیرها توزیع مناسب مکانی آنها معین می‌شود. به طور یقین استفاده از روش ارائه‌شده در سازمان‌ها و ارگان‌های مرتبط با حمل‌ونقل شهری موجب می‌شود که تا حد زیادی وضعیت شبکه ارتباطی از طریق جانمایی سرعت‌گیرها بهبود یافته و راه‌کارهای اجرایی مرتبط با این زمینه، در خدمات مختلف ساماندهی شوند. برای مثال، در امدادسانی آتش‌سوزی، عدم توجه به تراکم و محل سرعت‌گیرها در خیابان‌های شهر، موجب کندی عملکرد تیم‌های امدادی شده و خسارت‌های ناشی از آن ممکن است جبران‌ناپذیر باشد. همچنین در حین وقوع زلزله در بخشی از مناطق شهر، استفاده مؤثر از سرعت‌گیرهای هیدرولیک زیرزمینی با توجه به ضوابطی معین، ممکن است باعث نجات جان رانندگان شود. با توجه به این‌که استفاده از سرعت‌گیرهای هیدرولیک هزینه‌بر بوده و نیازمند نگرش‌های زیرساختی در معابر و خیابان‌هاست، مقاله پیش‌رو با تکیه بر مسئله مدیریت شرایط اورژانسی و افزایش

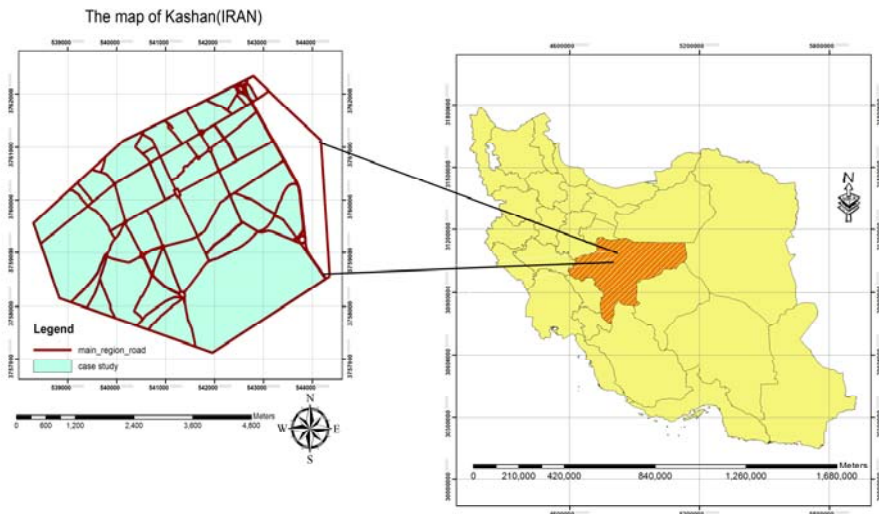
1. Boris

ایمینی از طریق جانمایی مؤثر سرعت‌گیرهای معمولی، به‌صورت ذیل سازماندهی شده است. در بخش دوم محدوده تحقیق معرفی شده و ویژگی‌ها و خصوصیات آن بررسی می‌شود. در بخش سوم با بررسی تجربیات و کارهای تحقیقی گذشتگان از قبیل انواع سرعت‌گیرها و محدوده‌های سرعت، مزایا و معایب هر یک بررسی شده و نقاط قوت مقاله جهت تعیین مکان صحیح بارزتر می‌شود. سپس در بخش چهارم، مبانی و مفاهیم مرتبط با سامانه اطلاعات مکانی، طراحی سرعت‌گیرها و نقش جانمایی تأسیسات بر روی معابر شهری با استفاده از مدل تصمیم‌گیری تحلیل سلسله مراتبی توضیح داده شده که نشان‌دهنده نقش قابل ملاحظه طراحی مکان سرعت‌گیرها در حوادث شهری و کاهش صدمات و لطمات ناشی از جانمایی ناصحیح آنهاست و وفق مناسبی از معادلات و توابع حاکم بر طراحی مناسب سرعت‌گیرها ترسیم می‌شود. در بخش پنجم، عوامل تأثیرگذار در مسئله، به‌صورت مکان‌مند تشریح می‌شوند. در ادامه، مباحثی مانند نحوه آماده‌سازی عوامل و فرمول‌های مورد استفاده به‌منظور ترکیب آنها در محیط سامانه اطلاعات مکانی به‌طور کامل تعریف شده و نتایج حاصل از پیاده‌سازی، مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرند. در نهایت در بخش ششم، با تشریح خلاصه‌ای از کار انجام‌شده، نتایج به‌دست آمده و پیشنهادهای مناسب جهت ادامه کار ارائه می‌شوند.

معرفی محدوده تحقیق

کاشان از شهرهای توریستی مهم استان اصفهان است که در شمال آن واقع شده و دارای ۳ بخش و ۶۷ روستاست. فاصله این شهر تا تهران ۲۳۰ کیلومتر، تا قم ۹۵ کیلومتر و تا اصفهان ۲۰۲ کیلومتر برآورد می‌شود (شکل یک). این محدوده با جمعیتی نزدیک به ۴۰۰ هزار نفر و حدود ۲۱۰۰ هکتار وسعت در ۵۱ درجه و ۲۷ دقیقه طول شرقی و ۳۳ درجه و ۵۹ دقیقه عرض شمالی قرار دارد. نواحی شمال و شرق کاشان را دشت کویر احاطه کرده لذا توپوگرافی چندانی ندارد. با وجود آبادی‌ها و شهرهای خوش آب و هوا در دامنه‌ها و ارتفاعات کرکس، مسافران و میهمانان مختلفی از زیرساخت‌های

حمل‌ونقلی آن استفاده می‌کنند. در نتیجه این موضوع و در نظر گرفتن تراکم جمعیت بالای مسافران و شهروندان، ایمنی در زیرساخت‌های حمل‌ونقل این شهر بسیار مهم و اساسی است.



شکل یک: نمایی از محدوده مطالعاتی برای نصب سرعت‌گیر

پیشینه مطالعه

با در نظر گرفتن آن که هدف از مقاله پیش‌رو بررسی طرح مکانی سرعت‌گیرها در ایمنی شبکه حمل‌ونقل است، مطالعات تجربیات در این زمینه بر دو بخش تاریخچه طراحی سرعت‌گیرها و روش‌ها و ضوابط انتخاب مکان آنها متمرکز شد. مکان سرعت‌گیرها نقش مهمی را در کنترل آثار این سازه بر شبکه‌های حمل‌ونقلی دارند. برای مثال در تحقیقی فاصله بین سرعت‌گیر و خطوط عابرپیاده برای بهبود امنیت و تأمین رفاه عابران پیاده مدنظر قرار گرفت (جانسون و همکاران^۱، ۲۰۱۳). گزارش‌های متعددی در مورد اولین سرعت‌گیر وجود دارند که قدیمی‌ترین این گزارش‌ها توسط نیویورک تایمز و در تاریخ ۷ ژوئن سال ۱۹۰۶ منتشر شده‌اند (پاو و انجیوس^۲، ۲۰۰۰). طبق این گزارش اولین سرعت‌گیر دنیا در چاتهام نیوجرسی واقع شده است. این سرعت‌گیر برای حداکثر سرعت

1. Johansson and etal.
2. Pau and Angius

۳۰ مایل بر ساعت و با ارتفاعی در حدود ۵ اینچ (۱۲ تا ۱۳ سانتی متر) طراحی شد و در نزدیکی محل عبور عابران پیاده قرار داده شد. در گزارش دیگری که توسط انجمن مهندسان حمل و نقل منتشر شد، اولین سرعت گیر اروپا در سال ۱۹۷۰ و در شهر دلف هلند به منظور کنترل ایمنی و کاهش مخاطرات ناشی از عبور و مرور وسایل نقلیه ساخته شد (جانسون و همکاران^۱، ۲۰۱۱). از اوایل دهه هفتاد میلادی که در آزمایشگاه تحقیقات حمل و نقل انگلستان، تحقیقات اولیه در مورد کاربرد برآمدگی در سطح روسازی انجام گرفت، به کارگیری سرعت کاه در شبکه معابر مرسوم شد. در اکثر مواقع نتیجه‌ی مطالعات گذشته در زمینه ارزیابی کارایی سرعت کاه‌ها، نشان داده‌اند که نصب سرعت گیر در مکان مناسب تا حدود ۸۵ درصد باعث کاهش سرعت وسایل نقلیه عبوری می‌شود. در جدول زیر نتایج حاصل از این مطالعات به تفکیک سال منعکس شده‌اند (کوترل و همکاران، ۲۰۰۶).

جدول یک: تحقیقات انجام شده در زمینه اثر کاهش سرعت توسط کاهنده‌های سرعت

(جانسون و همکاران، ۲۰۱۱)

محدوده سرعت ۸۵ درصد مشاهده شده (کیلومتر بر ساعت)	وسیله کاهنده سرعت	محقق
۳۵/۲-۴۳/۷	سرعت کاه کوهانی (عریض)	سامنر و باگولی (۱۹۷۹)
۳۰/۴-۳۸/۴	سرعت کاه کوهانی (عریض)	کلمنت (۱۹۸۹)
۲۲/۴-۳۲/۶	سرعت کاه کوهانی (عریض)	ماک (۱۹۸۶)
۲۰/۸-۴۱/۴	سرعت کاه کوهانی (عریض)	استفنس (۱۹۸۶)
۳۹/۲-۴۶/۴	سرعت گیرهای کم عرض	برودینت و سالمن (۱۹۹۱)
۳۲-۴۵/۳	سرعت کاه کوهانی (عریض)	وبستر و لی فیلد (۱۹۹۸)
۲۴/۸-۵۰/۹	سرعت گیر بالشتکی	لی فیلد و پری (۱۹۹۸)
۴۲/۹ (به طور متوسط)	سرعت کاه کوهانی (عریض)	موسسه مدیریت ترافیک شهری پورتلند (۱۹۹۸)

1. Johansson and etal.

در جدول یک روش‌های توضیح داده شده به منظور طراحی سرعت‌گیر و سرعت‌کاه مبین آن است که سرعت‌کاه‌ها به‌طور متوسط تا حدود ۳۵/۶۷ درصد منجر به کاهش سرعت وسائط نقلیه می‌شوند. این در حالی است که طراحی سرعت‌گیر سرعت را به مرز تغییرات تا ۴۲/۸ درصد می‌رساند. مزیت اصلی جدول فوق آن است که با تعریف محدوده سرعت موردنیاز، به راحتی می‌توان در مکان مطلوب سرعت‌گیر مناسب را انتخاب کرد (پاو و انجیوس، ۲۰۰۰). در همین رابطه، تحقیقات انجام شده، نشان داده‌اند که سرعت‌گیرهای با عرض بیشتر ارتعاشات خودرو را کم کرده و بازه زمانی عکس‌العمل راننده را افزایش می‌دهد (اسلان و همکاران^۱، ۲۰۰۵، بهزاد و همکاران^۲، ۲۰۰۷). علاوه بر این، ارتفاع مناسب سرعت‌گیر، باعث کاهش سرعت راننده وسیله نقلیه تا حدود ۵۰ تا ۸۰ درصد سرعت اولیه می‌شود (کوتزل و همکاران، ۲۰۰۶). از سال ۱۹۹۲ سرعت‌گیرهای بالشتکی که اساساً از یک ناحیه برآمده تشکیل شده و عرض آن از یک خط عبوری کمتر است، در کشور آلمان مطرح شد (پاو و انجیوس، ۲۰۰۰). طراحی این نوع سرعت‌گیر به گونه‌ای انجام می‌گیرد که وسایل نقلیه سواری مجبور شوند، حداقل یک جفت از چرخ‌های خود را از روی آن گذرانده و به تبع سرعت آنها کاهش یابد. این در حالی است که وسایل نقلیه سنگین و خودروهای اورژانس، بدون تماس با بالشتک از سرعت‌گیرها عبور می‌کنند. مطالعات بر روی این نوع از سرعت‌گیرها نشان‌دهنده کاهش در محدوده ۲۷ الی ۳۵ کیلومتر در ساعت است (پاو و انجیوس، ۲۰۰۰). این کاهش سرعت، توانایی عکس‌العمل راننده را در موقعیت‌های غیرمعارف مانند بحران افزایش می‌دهد. برای مثال در صورت وقوع بحرانی مانند زلزله به راحتی می‌توان از طریق کنترل هوشمند سرعت‌گیرهای هیدرولیکی تعبیه‌شده در داخل زمین سرعت وسائط نقلیه را تا حد اطمینان کاهش داد. بررسی‌ها نشان می‌دهند که در حال حاضر برخی مکان‌های مهم از نظر امنیتی، از این فناوری به‌منظور کاهش بحران استفاده می‌کنند. لذا تعیین

1. Aslan and etal.
2. Behzad and etal.

مکان مناسب برای انجام این موضوع به‌نحوی درخور، اجتناب‌ناپذیر است. اما تحقق این مطلوب، نیازمند به‌کارگیری عوامل حجیمی بوده که هر یک به‌نوبه خود به‌نحوی با مکان و زمان مرتبط است. سامانه اطلاعات مکانی علمی نوین و فناوری کارآمد به‌منظور مدل‌سازی مکان بهینه سرعت‌گیرها و سرعت‌کاه‌ها برای افزایش ضریب ایمنی حمل‌ونقل و مسافرت‌های درون و برون‌شهری است. تجربیات به‌دست آمده از مکان‌یابی حاکی از انعطاف‌پذیری بالای این سامانه برای دست‌یابی به هدف مذکور است (گارسیا پالومارس و همکاران^۱، ۲۰۱۲؛ اوکالیر و همکاران^۲، ۲۰۱۰؛ چنچ و همکاران^۳، ۲۰۰۷). در مقاله پیش‌رو با توجه به کمبود شدید تحقیقات انجام‌شده در این زمینه و اهمیت بالای این موضوع، مسئله استفاده از مدل تحلیل سلسله‌مراتبی در مکان سرعت‌گیر مدنظر قرار داده شد. از مزایای این روش، سادگی، انعطاف‌پذیری، سازماندهی سلسله‌مراتب عناصر یک سامانه، کنترل سازگاری منطقی، امکان رتبه‌بندی گزینه‌ها و قابلیت تصمیم‌گیری گروهی در مسئله طراحی سرعت‌گیرهاست.

مبانی نظری مطالعه

همان‌طور که قبلاً اشاره شد سرعت‌گیرها و سرعت‌کاه‌ها از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده ضریب ایمنی معابر هستند. جانمایی درست، صحیح و دقیق محل سرعت‌گیرها و سرعت‌کاه‌ها در معابر نقش مهم و کلیدی در مدیریت ایمنی و کاهش آثار منفی طراحی آنها دارد. در این میان لازم است که علاوه بر بررسی انواع آنها و ارتباط هر یک با ایمنی معابر، تعاریف مرتبط با مکان‌یابی و شناسایی مکان بهینه انجام شود (شکل دو). لذا در ادامه مبانی و مفاهیم لازم در دو بخش سرعت‌گیر و ایمنی معابر و روش تصمیم‌گیری سلسله‌مراتبی سازماندهی می‌شود.

1. García-Palomares and etal.
2. Ocalir and etal.
3. Cheng and etal.

۱- **سرعت‌گیر و ایمنی معابر:** تفاوت‌ها و تشابهاتی از نظر عملکرد و کاربرد، میان سرعت‌گیرها و سرعت‌کاه‌ها وجود دارند که بررسی آنها از نظر طراحی و پیاده‌سازی کمک مؤثری در ایمنی معابر خواهد بود. سرعت‌گیر طراحی فیزیکی در شبکه حمل‌ونقل است که برای کنترل سرعت وسایل نقلیه مورد استفاده قرار می‌گیرد. طبق استانداردهای موجود در زمینه افزایش ایمنی و کاهش سرعت وسایل نقلیه، ارتفاع بلندترین نقطه‌ی سرعت‌گیر حدوداً ۲ تا ۴ اینچ (۷ تا ۱۰ سانتی‌متر) برآورد شده و حداکثر طول آن ۱ فوت (۳۰ سانتی‌متر) در نظر گرفته می‌شود. معمولاً به‌کارگیری این المان در اماکنی با حداکثر سرعت ۵ الی ۱۰ مایل بر ساعت (۱۵ کیلومتر بر ساعت) توصیه می‌شود. سرعت‌کاه که اصطلاحاً به نام سرعت‌گیر ملایم^۱ نیز معروف است، از نظر ارتفاع و عرض همانند سرعت‌گیر طراحی شده، اما طول آن بین ۱۲ تا ۱۴ فوت (۳/۵ تا ۴/۲ متر) متغیر است. گاهی بسته به شرایط محل، طول سرعت‌کاه تا حدود ۲۲ فوت (۶/۷ متر) افزایش یافته و مطابق با شرایط محل و نیاز، مورد استفاده قرار می‌گیرد. به‌کارگیری سرعت‌کاه‌ها در مناطق و معابر مسکونی و هم‌چنین مناطقی که مسیر اصلی اتوبوس، آمبولانس و خودروهای اورژانسی نیستند، متداول است (پاو و انجیوس، ۲۰۰۰). عامل سرعت اغلب در طراحی معابر شهری یک عامل مهم به‌شمار آمده و جریان حرکت وسایل نقلیه به‌همراه کیفیت کاربری‌های داخل حوزه نفوذ را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در حال حاضر با توجه به رشد وسایل نقلیه و کندی عملکرد شاخص‌های ایمنی، مناسب‌ترین راه‌حل ایمن‌سازی پایدار معابر در راستای کاهش تصادفات و کنترل تلفات ناشی از آن استفاده از ابزارهای فیزیکی طراحی در سطح معابر است. در این میان آرام‌سازی جریان ترافیک را می‌توان با مفهوم اصلاح و بهبود وضعیت ترافیک از طریق کاهش سرعت و تعداد وسایل نقلیه تفسیر کرد. بدین منظور، ایجاد یک طرح مدون و استاندارد به‌منظور طراحی محل‌های مناسب جهت نصب سرعت‌گیر ضرورت دارد. معمولاً نصب سرعت‌گیرها و سرعت‌کاه‌ها طبق استانداردهای جهانی انجام نشده و باعث

1. Gentle Bump

ایجاد مشکل برای شهروندان، ساکنان، شهرداری‌ها و همچنین سایر ارگان‌های خدمت‌رسان می‌شود. لذا به‌طور کلی قوانین و ضوابط نصب سرعت‌گیرها به‌صورت ذیل قابل تعریف هستند.

- خیابان‌ها و مناطق مسکونی، به‌منظور نصب سرعت‌گیرها محل‌های مناسب‌تری هستند.

- سرعت‌گیرها زمانی مورد استفاده قرار می‌گیرند که دیگر ابزارهای کنترل سرعت (مثل تابلوها و علائم)، عملکردی ناکارآمد داشته باشند.

- این ابزار در خیابان‌های مسکونی با تعداد وسیله‌ی نقلیه‌ی عبوری کمتر از ۲۵۰۰ و بیشتر از ۱۰۰۰ دستگاه در روز، عملکرد مطلوبی دارد.

- سرعت‌گیر در خیابان‌هایی که یک خط عبوری داشته و تابلوی محدودیت سرعت ۲۵ مایل بر ساعت (۴۰ کیلومتر بر ساعت) بر روی آنها نصب شده باشد، قابل بهره‌برداری است. در حالی‌که سرعت‌کاه‌ها در خیابان‌هایی با حداکثر سرعت مجاز ۳۲ مایل بر ساعت (۵۰ کیلومتر بر ساعت) نیز قابل احداث هستند.

- در معابری که شیب آنها بیش از ۸ درصد است، سرعت‌گیر و سرعت‌کاه نایبستی نصب شود.

- پیاده‌سازی سرعت‌گیر در محل‌هایی که مسیر عبور کامیون، کامیونت یا عمومی می‌باشند، امکان‌ناپذیر است.

- در خیابان‌هایی که مسیر اصلی رفت‌وآمد وسایل نقلیه اورژانسی هستند، (بنابر تشخیص متخصصان) ایجاد سرعت‌گیر توصیه نمی‌شود.

- سرعت‌گیر در خیابان‌هایی که محل استقرار نیروهای پلیس، امداد، آتش‌نشانی و نظیر آن هستند، غیرقابل پیاده‌سازی است.

- در خیابان‌هایی که از طول، عرض، دید کافی و شیب مناسب برخوردار نیستند، بهتر است به‌منظور تأمین امنیت شهروندان، این ابنیه فنی ایجاد نشود.

- موافقت کتبی ۱۰۰ درصد مالکان (۱ رای به ازای هر مالک) و ۶۷ درصد ساکنان (۱ رای به ازای هر واحد مسکونی) در رابطه با خیابان مورد نظر ضروری است.
- قبل از رسیدن به محل سرعت‌گیرها بایستی علائم هشداردهنده مطلوب در محل مناسب قرار گیرند.
- استفاده از سرعت‌گیر در خیابان‌های بن بست با طول کمتر از ۸۰۰ فوت (۲۵ متر) مجاز نیست.
- طول خیابانی که سرعت‌گیر بر روی آن واقع شده است، حداقل ۱.۴ مایل (۲.۲۵ کیلومتر) است.

رعایت قوانین فوق که براساس تجربه و تحلیل‌های علمی ارائه شده‌اند، منجر به ارائه مکان مطلوب از نظر فرآیند طراحی استاندارد شده و پیامدهای مناسبی با توجه به محصولات به دست آمده، می‌شوند. محقق است که در این میان، تعیین مکان مناسب نقشی پررنگ ایفا نموده که براساس آن، داده‌های زمین مرجع مرتبط تحلیل شده و گزینه‌های بالقوه‌ای برای احداث کاهنده‌های سرعت فراهم می‌شوند. سپس آلترناتیوهای نهایی در یک سامانه جامع و هدفمند ارزیابی شده و تصمیم مقتضی در راستای تعیین بهترین مکان‌ها اخذ می‌شود. سامانه اطلاعات مکانی شامل مجموعه‌ای سازمان‌یافته از نرم‌افزار، سخت‌افزار، نیروی متخصص و داده‌ها است که چارچوبی انعطاف‌پذیر را برای تصمیم‌گیری بهینه مکان سرعت‌گیر در رخدادهای تصادف فراهم می‌سازد. پدیده تصادف یکی از بحران‌های پیش‌رو در جهان، به‌خصوص در کشورهای در حال توسعه، ماست که از جمله رخدادهای صنعتی و فناورانه محسوب شده و هر ساله جان تعداد زیادی از افراد در جوامع مختلف را می‌گیرد. برای کاهش آثار این پدیده از مدیریت بحران، به‌عنوان علمی که وقایع و رخدادهای را به‌صورت نظام‌مند مشاهده کرده و با تجزیه و تحلیل آنها ابزاری مناسب به‌منظور امداد رسانی سریع و بهبودی اوضاع و پیشگیری را در اختیار قرار می‌دهد، می‌توان استفاده کرد. با توجه به این‌که در اکثر مواقع، بحران‌ها قابل پیشگیری نیستند، لذا قابل توجه است که قبل از وقوع آن تمهیداتی در نظر گرفته شده و

تصمیمات لازم به‌منظور کاهش آثار آن در اسرع وقت اخذ می‌شوند. سامانه اطلاعات مکانی به‌عنوان علمی نوین، در دسترس مدیریت بحران بوده و تا حد زیادی قابلیت مدیریت، کنترل و پیش‌بینی نحوه وقوع حوادث در مواقع حساس را دارد. در نتیجه از اتلاف زمان جلوگیری شده و تا حد ممکن از ضررهای جانی انسان‌ها ممانعت می‌شود. پدیده تصادفات به‌عنوان یک نوع حادثه که فراوانی رخداد آن در شبکه معابر باعث وقوع بحران می‌شود، ایمنی را تحت تأثیر قرار داده و نتایج زیان‌باری به‌همراه دارد. سرعت وسایل نقلیه، مهم‌ترین عامل در وقوع تصادفات است که با در نظر گرفتن کاهنده‌های سرعت در مکان مناسب و کنترل‌شده، مخاطرات ناشی از آن تا حد قابل قبولی کاهش می‌یابد. در مدل‌سازی و تصمیم‌گیری بر روی عوامل دخیل در مکان سرعت‌گیرها، الگوها و روش‌های گوناگونی به‌کار گرفته می‌شوند که از جمله آنها مدل‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه است. تحلیل سلسله مراتبی به‌عنوان یکی از انواع روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه، قادر است که به‌صورت دو دویی تأثیر مکانی متقابل عوامل را در نظر گرفته و ناسازگاری‌های موجود را مشخص کند.

روش‌شناسی مطالعه

در این بخش، ضوابط و مفاهیم مرتبط با مدل‌سازی عوامل در فرآیند تصمیم‌گیری توضیح داده می‌شوند. بدین منظور نیازهای مرتبط به‌صورت مصاحبه، تحلیل شده و براساس آن عوامل اصلی در تولید گزینه‌های تصمیم حاصل می‌شوند. نتایج حاصل از مصاحبه‌ها به‌صورت پرسش‌نامه‌ای آماده‌سازی شده و به‌کمک تحلیل‌های آماری کمی شده و در فرآیند تصمیم‌گیری وارد می‌شوند.

مبحث تصمیم‌گیری، شامل مجموعه قوانینی است که در آنها یک راه‌کار از بین راه‌کارهای موجود انتخاب شده و فعالیت‌ها و پیامدهای ناشی از آن ارزیابی می‌شوند. چند صباحی است که مبحث جدیدی به‌نام روش‌های تصمیم‌گیری با شاخص‌های چندگانه جایگاه مطلوبی را در تحلیل‌های مکانی به‌خود اختصاص داده‌اند. در

تصمیم‌گیری با شاخص‌های چندگانه، مجموعه جواب‌ها (آلترناتیوها) مجموعه‌ای گسسته هستند که از یکدیگر قابل تمایزند. روش تحلیل سلسله مراتبی از انواع تصمیم‌گیری با شاخص‌های چندگانه است که توازن و تعادل^۱ روابط بین معیارها را در نظر می‌گیرد. اساس این روش، تصمیم‌گیری بر مبنای مقایسات زوجی بوده که به صورت کمی و یا کیفی قابل انجام است. تصمیم‌گیرنده با فرآهم‌آوردن درخت سلسله مراتب تصمیم که رابطه اهداف، عوامل و گزینه‌های رقیب را نشان می‌دهد، مقایسات زوجی معیارها را انجام داده و وزن هر عامل را مورد ارزیابی قرار می‌دهد. در نهایت ماتریس‌های حاصل از مقایسات زوجی با یکدیگر تلفیق شده و تصمیم بهینه حاصل می‌شود. توماس ساعتی (بنیان‌گذار این روش)، چهار اصل زیر را به عنوان اصول فرآیند تحلیل سلسله مراتبی بنا نهاده است (بینون^۲، ۲۰۰۵).

• شرط معکوسی: اگر ترجیح عنصر A بر عنصر B برابر n باشد، ترجیح عنصر B بر

عنصر A برابر $\frac{1}{n}$ خواهد بود.

• اصل همگنی: عنصر A با عنصر B باید همگن و قابل مقایسه باشند. به بیان دیگر برتری عنصر A بر عنصر B نمی‌تواند بی‌نهایت یا صفر باشد.

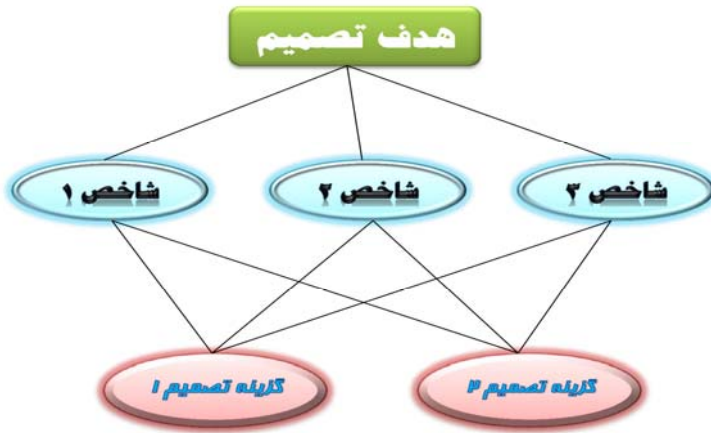
• وابستگی: هر عنصر سلسله مراتبی، به عنصر سطح بالاتر خود وابسته است به نحوی که این وابستگی به صورت خطی تا بالاترین سطح ادامه دارد.

• انتظارات: هرگاه تغییری در ساختمان سلسله مراتبی رخ دهد، لازم است که فرآیند ارزیابی، مجدداً انجام گیرد (دانگ و همکاران^۳، ۲۰۱۰).

مسئله تصمیم‌گیری، به صورت سلسله مراتبی متشکل از عناصر تصمیم شامل اهداف، شاخص‌های تصمیم‌گیری و گزینه‌های تصمیم بوده که در یک درخت سلسله مراتب با هم در ارتباط می‌باشند (نمودار یک). در این نمودار، سلسله مراتبی برای یک

1. Trade off
2. Beynon
3. Dong and etal.

هدف سه معیار و دو گزینه ترسیم شده است که در آن، هدف بالاترین سلسله مراتب را داشته و گزینه‌ها و معیارها به کمک خطوط ارتباطی با آن تعامل دارند. در واقع فرایند تحلیل سلسله مراتبی، نیازمند شکستن یک مسئله به سلسله مراتبی از سطوح است (ویدال و همکاران^۱، ۲۰۱۱).



نمودار یک: سلسله مراتب یک تصمیم

تصمیم‌گیرنده می‌بایست مجموعه ماتریس‌هایی که به‌طور عددی اهمیت یا ارجحیت نسبی شاخص‌ها (نسبت به یکدیگر و همچنین گزینه‌ها) ارائه می‌کنند، اندازه‌گیری کند. برای انجام این کار معمولاً از مقایسه گزینه‌ها با شاخص‌های i ام نسبت به گزینه‌ها یا شاخص‌های j ام استفاده می‌شود (جدول دو).

برای محاسبه اوزان با توجه به این که واحدهای ذهنی هر فرد تصمیم‌گیر با دیگری متفاوت است، در یک فضای واحد استانداردسازی همه ترجیحات ضرورت دارد. یکی از روش‌های استانداردسازی ترجیحات تقسیم هر المان به مجموع المان‌هاست که معمولاً در AHP برای نرمال کردن اعداد جدول‌های مقایسه‌ای استفاده می‌شود.

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^m a_{ij}} \quad \text{رابطه (۱)}$$

1. Vidal and etal.

که در آن I_{ij} مولفه نرمال شده است که جهت محاسبه اوزان مورد استفاده قرار می‌گیرد (گاریسیا پالومارس و همکاران، ۲۰۱۲).

جدول دو: ارزش‌گذاری شاخص‌ها نسبت به هم

ارزش ترجیحی	وضعیت مقایسه I نسبت به J	توضیح
۱	اهمیت برابر	گزینه یا شاخص I نسبت به J اهمیت برابر دارند یا ارجحیتی نسبت به هم ندارند.
۳	نسبتاً مهم‌تر	گزینه یا شاخص I نسبت به J کمی مهم‌تر است.
۵	مهم‌تر	گزینه یا شاخص I نسبت به J مهم‌تر است.
۷	خیلی مهم‌تر	گزینه یا شاخص I دارای ارجحیت خیلی بیشتری از J است.
۹	کاملاً مهم	گزینه یا شاخص I مطلقاً از J مهم‌تر و قابل مقایسه با J نیست.
۲، ۴، ۶ و ۸		ارزش‌های میانی بین ارزش‌های ترجیحی را نشان می‌دهد. مثلاً ۸، بیان‌گر اهمیتی زیادتر از ۷ و پایین‌تر از ۹ برای I است.

لازم به ذکر است که در بررسی ماتریس‌های مقایسه‌ای زوجی، فرض مستقل بودن متغیرهای تصادفی با توزیع، یکسان در نظر گرفته شده است بدین مفهوم که در هر معیار مکانی توزیع تصادفی هر متغیر مستقل با واریانس متناسبی به توزیع نرمال میل می‌کند. برای تعیین وزن عناصر تصمیم نسبت به هم از طریق مجموعه‌ای از محاسبات عددی، مجموع اعداد هر ستون از ماتریس مقایسات زوجی محاسبه شده، سپس هر عنصر ستون بر مجموع ستون تقسیم می‌شود. میانگین اعداد هر سطر از ماتریس مقایسات نرمال شده میانگین وزن نسبی عوامل را ارائه می‌کند. در درخت سلسله مراتب به منظور رتبه‌بندی گزینه‌های تصمیم، بایستی وزن نسبی هر عنصر را در وزن عناصر

بالاتر ضرب کرد تا وزن نهایی به دست آید. تقریباً تمامی محاسبات مربوط به فرایند تحلیل سلسله مراتبی براساس قضاوت اولیه تصمیم گیرنده که در قالب ماتریس مقایسات زوجی ارائه می شود. لذا هرگونه خطا و ناسازگاری در مقایسه و تعیین اهمیت بین گزینه‌ها و شاخص‌ها، نتیجه نهایی را مخدوش می‌سازد. برای محاسبه نرخ ناسازگاری ماتریس مقایسه زوجی نرمال شده، محاسبه λ_{\max} یا بزرگ‌ترین مقدار ویژه آن ضروری است. اگر عناصر ماتریس مقایسه نرمال شده مقدار کمی از سازگاری فاصله گیرند، مقدار ویژه آن نیز به همان نسبت به میزان ناچیزی از حالت سازگاری منحرف می‌شود. لذا با توجه به بعد ماتریس n ، شاخص سازگاری CI ، به صورت زیر قابل محاسبه خواهد بود.

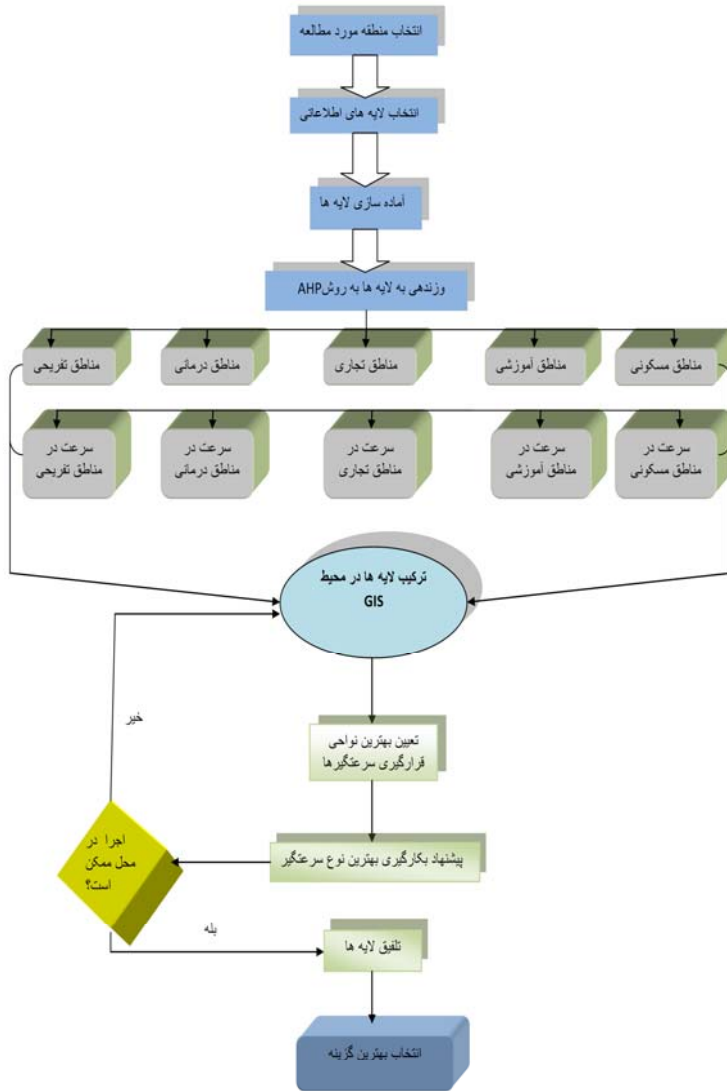
$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad \text{رابطه (۲)}$$

در نهایت نسبت سازگاری از تقسیم کردن شاخص سازگاری بر شاخص تصادفی CR به دست آمده و به منظور برآورد سازگاری در بازه کمتر از ۰.۱ مورد استفاده قرار می‌گیرد (جدول سه) (مامات و دانیل^۱، ۲۰۰۷).

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad \text{رابطه (۳)}$$

جدول سه: شاخص تصادفی

N	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
RI	۰	۰	۰/۵۸	۰/۹	۱/۱۲	۱/۲۴	۱/۳۲	۱/۴۱	۱/۴۵	۱/۵۱



نمودار دو: مراحل پیاده‌سازی برای تعیین مکان سرعت‌گیرها

یافته‌های مطالعه

در نمودار سه خلاصه مراحل انجام‌شده برای دستیابی به نتیجه مطلوب، در مسئله طراحی و نصب سرعت‌گیر با رویکرد افزایش ایمنی و مدیریت بحران شهری معابر، ارائه شده است. شکل مذکور با توجه به نتایج نیازسنجی سازمان راهنمایی و رانندگی، هلال احمر، اورژانس و سازمان مدیریت بحران به‌دست آمده است. بدین نحو که ابتدا تیم‌های مصاحبه با بخش‌های مختلف جلساتی را برگزار کرده و شرایط موجود، داده‌ها، امکانات، سخت‌افزارها، نرم‌افزارها و روش‌های مورد نیاز را شناسایی می‌کنند. سپس عوامل مؤثر و اهداف با توجه به کاربرد موردنظر، از طریق نتایج نیازسنجی به‌دست آمده و با توجه به شرایط مسئله مدلی مفهومی به‌صورت یک نمودار ترسیم می‌شود.

از عوامل مهم و مؤثر در ایمنی معابر و زیرساخت‌های حمل‌ونقل شهری، مدیریت بحران از طریق نصب سرعت‌گیرها در مکان مناسب است. لذا پس از انتخاب منطقه مورد مطالعه (شهر کاشان)، اطلاعات موردنیاز جمع‌آوری شده و برای ورود به سامانه اطلاعات مکانی ساماندهی می‌شوند. لایه‌های مذکور براساس تحقیقات میدانی و نیازمندی‌ها در رابطه با ایمنی معابر شامل: معابر اصلی، منطقه‌بندی کاربری‌ها، گسل‌ها، تقاطع‌های معابر، چراغ‌های راهنمایی و رانندگی و خطوط عابرپیاده در نظر گرفته شده و پردازش می‌شوند. هر یک از این لایه‌ها، به‌منظور انجام تحلیل و ارزیابی نتایج، دارای درجه اهمیت یکسانی نیستند، لذا مطابق با تئوری‌ها از روش سلسله مراتبی به‌منظور تعیین اوزان استفاده شده و سازگاری‌ها معین می‌شوند. وزن‌های محاسباتی مطابق نمودار سه وارد سامانه شده و نتایج تلفیقی را به‌سمت پاسخ‌های صحیح و دقیق سوق می‌دهند. در نتیجه بهترین نواحی جهت پیاده‌سازی کاهنده‌های سرعت مشخص شده و با بررسی عوامل سطح دوم مانند: سرعت طرح، محدودیت‌های ظاهری، عوارض موجود، خودروهای مورد استفاده در محل و نظیر آن به ازای هر جواب، بهترین نوع کاهنده سرعت، پیشنهاد می‌شود. سپس نوع کاهنده سرعت انتخاب شده، از نظر اجرایی شدن در محل، بررسی شده و در صورت تأیید، مراحل طراحی و پیاده‌سازی آن صورت

می‌گیرد. در غیر این صورت لازم است که مجدداً مراحل ترکیب لایه‌ها و انتخاب بهترین مکان سرعت گیر تکرار شده و شرایط بهینگی بررسی شود.

پس از بررسی‌های میدانی و تحقیق در مورد شرایط و امکانات موجود در شهرداری کاشان، داده‌های مکانی موردنیاز جهت مکان‌یابی سرعت‌گیرها مشخص شده و به‌همراه اطلاعات توصیفی به‌صورت جدولی یک‌پارچه‌سازی می‌شود. این داده‌ها در مقیاس ۱:۲۰۰۰ و سامانه تصویر UTM ذخیره شده و عملیات زمین مرجع‌سازی و هم‌سان‌سازی استانداردهای دقت بر روی هریک انجام می‌گیرد (جدول چهار).

جدول چهار: عوامل تهیه شده مطابق با نیاز

داده‌ها	مقیاس	سامانه تصویر	سازمان ارائه‌کننده	محصول مورد نیاز
معايير	۱:۲۰۰۰	UTM	شهرداری	حد تأثیر معابر
کاربری مناطق	۱:۲۰۰۰	UTM	بازدید میدانی از منطقه	حد تأثیر کاربری‌های مسکونی، تجاری؛ رفاهی و ...
میدان‌ها	۱:۲۰۰۰	UTM	شهرداری	حد تأثیر میداها
محل عابران پیاده	۱:۲۰۰۰	UTM	بازدید میدانی از منطقه	حد تأثیر خط عابر
تقاطع‌های فاقد چراغ	۱:۲۰۰۰	UTM	بازدید میدانی از منطقه	حد تأثیر تقاطع‌های فاقد چراغ

لازم به‌ذکر است که داده‌های مانند کاربری مسکونی در اطراف معابر توزیع شده و کاربری‌های تجاری به‌صورت غیرمتراکم‌تری در اطراف خیابان‌های اصلی شهر پخش شدند. علاوه بر این، تقاطع‌ها با معابر از نظر مکانی دارای رابطه وقوع (به‌مفهوم قرار گرفتن بر روی هم) می‌باشند. با در نظر گرفتن آن که این روابط تأثیر مستقیم بر روی مکان سرعت‌گیرها ندارند، از روابط چند به چند بین عوامل صرف‌نظر شده است. برای حل

تأثیر روابط در مکان سرعت‌گیرها می‌توان از تحلیل شبکه‌ای نیز استفاده کرد که در این مقاله به‌دلیل پیچیدگی و دینامیک بودن روابط از این روش استفاده نشده است.

با توجه به جدول چهار و انجام پردازش‌هایی مانند تعیین فاصله، بررسی توزیع و تراکم و آمارگیری از مشخصات لازم، لایه‌های حد تأثیر به‌صورت زیر ایجاد شدند.

- تعریف موقعیت مکانی مراکز مسکونی، تجاری و درمانی-رفاهی و غیره و تحلیل اطلاعات توصیفی منتسب به هر لایه مانند: آدرس، مالکیت، شماره تلفن، کدپستی، نوع کاربری اراضی.

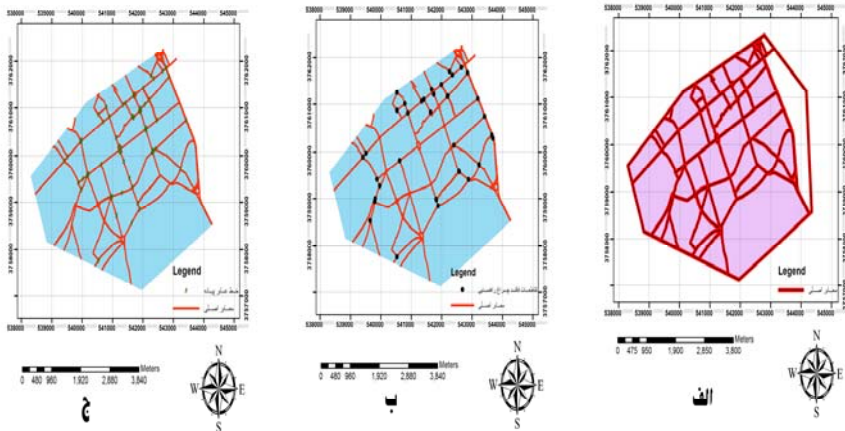
- مدل‌سازی فاصله از شبکه معابر با توجه به مشخصات متصل به هر یک، نظیر: حجم ترافیک، محدودیت سرعت در راه، مشخصات هندسی، مدت زمان مسیر رفت و برگشت خودروها، یک‌طرفه یا دوطرفه بودن خیابان‌ها، طول معابر و طبقه‌بندی معابر (اصلی، فرعی، کوچه‌ها و بن‌بست‌ها).

- تحلیل توپولوژیک عوارض نقطه‌ای مانند: تقاطع‌های چراغ‌دار فرماندهی و چهارراه‌های فاقد چراغ، خطوط عابرپیاده و نظیر آن.

هر لایه، با استفاده از شبکه‌ای از سلول‌ها (فایل ساختار سلولی) پوشش داده شده و براساس مقیاس ذهنی یک تا ۱۰ و اثر آن در مکان سرعت‌گیر استانداردسازی می‌شود. بدین ترتیب نقشه‌هایی، حد اثر هر عامل در مکان سرعت‌گیر، تهیه شده و برای مدل‌سازی ریاضی به‌کمک تحلیل سلسله‌مراتبی، آماده‌سازی می‌شوند.

اجرای مدل: در این مرحله اطلاعاتی که جمع‌آوری و سازماندهی شده‌اند، در قالب یک پایگاه داده مکانی به یکدیگر مرتبط شده و با بخش‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری سامانه یک‌پارچه‌سازی می‌شوند. این پایگاه داده بر مبنای مدل داده‌رابطه‌ای، داده‌های ورودی هر فرآیند مرتبط با سرعت‌گیر را در اختیار کاربران قرار می‌دهد. در مقوله تعیین بهترین محل سرعت‌گیرها مهم‌ترین لایه کاربردی، معابر اصلی می‌باشد که از لحاظ روابط توپولوژیکی اتصال و خطاهایی مانند به‌هم نرسیدگی و از هم‌گذشتگی، حائز اهمیت است. در هر معبر اصلی، میدان‌ها، تقاطع‌ها و خطوط عابرپیاده به‌منظور تعیین

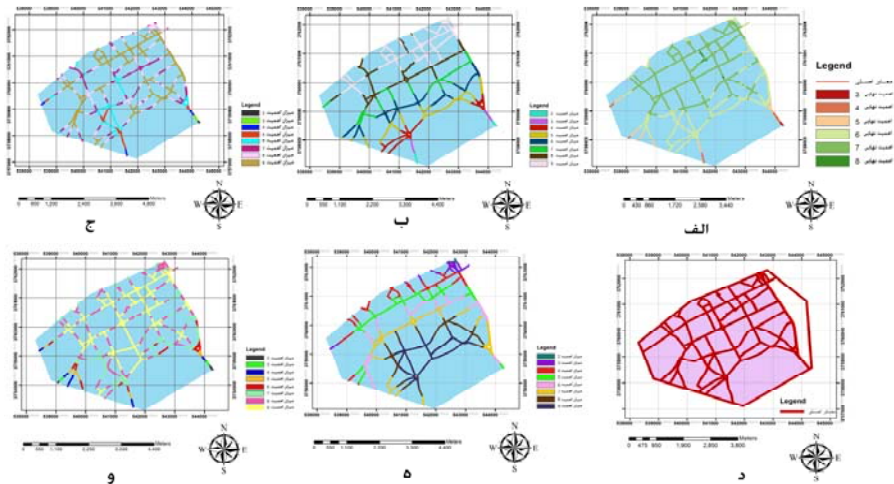
محدوده تأثیر هر کدام در محل سرعت‌گیرها مشخص می‌شوند (شکل یک). سرعت‌گیرها از نظر مکان ضرورت دارد که در محل‌هایی نزدیک به تقاطع‌ها و خطوط عابرپیاده نصب شوند. با توجه به این‌که چراغ‌های راهنمایی و رانندگی خود عامل مؤثری در کاهش سرعت هستند، لذا تقاطع‌های فاقد چراغ به‌عنوان معیاری تأثیرگذارتر در مکان سرعت‌گیرها، در نظر گرفته می‌شوند. علاوه بر این، با توجه به وضعیت گسل‌ها و تأثیر آنها بر محل سرعت‌گیرها می‌توان خط‌مشی‌های کارآمدی برای مدیریت بحران زلزله ترسیم نمود. لذا با در نظر گرفتن حد تغییر عرض هر معبر، محدوده‌ای با استفاده از تحلیل منطقه حائل (منطقه حائل) به‌دست آمده و اطلاعات حاصل از آن به‌عنوان محدوده جستجوی جواب به‌کار گرفته می‌شود.



شکل یک: حد تأثیر عرض معابر به همراه تقاطع‌های فاقد چراغ و خطوط عابرپیاده در شهر کاشان

در ادامه با در نظر گرفتن کاربری هر یک از مناطق به‌صورت لایه‌های مکانی مجزا، حد تأثیر هر نوع کاربری مورد ارزیابی قرار گرفته و مقداری به هر محدوده از جواب تعلق می‌گیرد. لایه‌های آماده‌سازی شده در محدوده مرزی (حد تأثیر معابر)، به‌صورت ماتریس‌هایی مجزا (با اندازه سلول‌های مرتبط با سطح جزئیات مکانی موردنیاز)، با ساختار ساختار سلول‌ی ذخیره‌سازی می‌شوند. سپس مطابق با ارزش و اهمیت مرتبط با

هر عدد در هر ماتریس، نظرات کارشناسی اعمال شده و در بازه‌ای عددی بی‌مقیاس می‌شوند. در این مرحله که به نام طبقه‌بندی مجدد معروف است، هر المان سلولی با عددی بین یک تا ۱۰ که نشان‌دهنده مطلوبیت آن عامل در مکان سرعت‌گیر است، مقداردهی می‌شود. این بازه براساس توانائی مقایسات و تفسیر انسان از هر عامل (تا ۱۰ عدد) و سطح جزئیات تغییرات مطلوب، معرفی می‌شود.



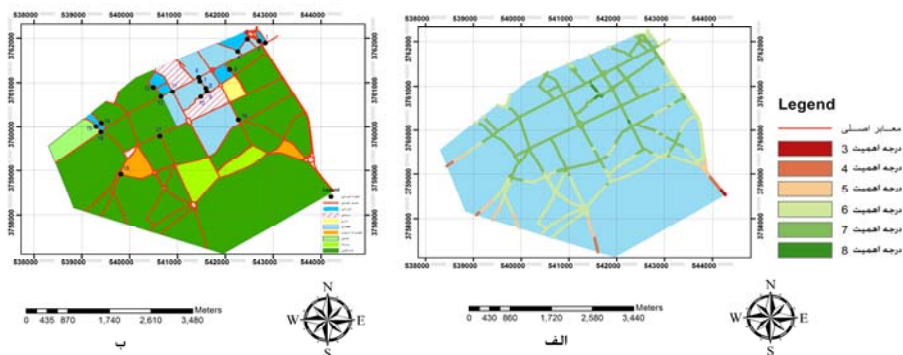
شکل دو: نمونه‌ای از داده‌های آماده‌سازی شده با روش بی‌مقیاس‌سازی

در مرحله بعد، لایه‌های آماده‌سازی شده با استفاده از عمل‌گرهای ریاضی و عامل وزن هر یک در مکان‌یابی سرعت‌گیر تلفیق می‌شوند. نتایج حاصل از نظرات کارشناسی و ماتریس مقایسه زوجی، نشان می‌دهند که مناطق آموزشی بیشترین سهم و تجهیزات شهری کمترین اهمیت را در فرآیند تلفیقی خواهند داشت. به‌منظور برآورد اوزان، روش تحلیل سلسله مراتبی که در بخش قبل تشریح شد، اعمال شده و نتایج آن مطابق جدول پنج می‌باشد.

جدول پنج: نتایج وزنی هر معیار با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی

مرحله دوم تعدیل	مرحله اول تعدیل	اهمیت براساس AHP	داده ها
۱۰	۱۲	۱۳	حد تأثیر میدان‌ها
۱۵	۱۵	۱۳	حد تأثیر خط عابر پیاده
۱۰	۸	۱۲	حد تأثیر کاربری پارک
۳	۳	۳	حد تأثیر کاربری تجهیزات شهری
۳	۵	۶	حد تأثیر کاربری مناطق رفاهی
۵	۶	۶	حد تأثیر کاربری درمانی
۱۷	۱۵	۱۳	حد تأثیر کاربری آموزشی
۱۰	۸	۸	حد تأثیر کاربری اداری
۶	۸	۱۰	حد تأثیر کاربری تجاری
۵	۷	۵	حد تأثیر کاربری مسکونی
۱۶	۱۳	۱۱	حد تأثیر تقاطع‌های بدون چراغ راهنمایی

هر یک از اوزان به‌دست آمده به‌صورت یک اسکالر، در ماتریس اعداد استاندارد منتسب به هر عامل مکانی ضرب شده و لایه‌های ماتریسی وزن‌دار بی‌مقیاس شده حاصل می‌شوند. در نهایت هر یک از ماتریس‌های وزن‌دار بی‌مقیاس شده، به‌کمک عمل‌گر ریاضی جمع، (به‌صورت درایه به درایه) تلفیق شده و ماتریس نهایی هدف را به‌وجود می‌آورند. در ماتریس هدف اعداد بزرگ‌تر نشان‌گر مکان‌های مطلوب‌تر برای نصب سرعت‌گیرها هستند. به‌منظور محدود‌تر کردن فضای جستجو، یک بازه‌ی مطلوبیت (با توجه به حداکثر مقادیر به‌دست آمده) تعریف شده و ۱۹ منطقه بالقوه برای نصب سرعت‌گیر تعیین شد (شکل سه و جدول شش).



شکل سه: مکان‌های اولیه به‌منظور نصب سرعت‌گیرها

شکل سه- الف بیان‌گر اهمیت هر منطقه برای نصب کاهنده‌های سرعت است که با توجه به مقدار به‌دست آمده از نتایج تحلیلی به محدوده‌هایی با درجه اهمیت کم (با رنگ قرمز مشخص شده است) و بخش‌هایی با درجه اهمیت خیلی زیاد (با رنگ سبز نشان داده شده) طبقه‌بندی شده است. این مناطق اکثراً در قسمت‌های مسکونی شهر واقع شده‌اند که در نتیجه آن مبحث کنترل سرعت از ضرورت بیشتری برخوردار خواهد بود. در شکل ۳-ب محل‌های مناسب به‌منظور انتخاب مکان کاهنده‌های سرعت به همراه کاربری‌های اطراف، مشخص شده‌اند. لذا تعداد ۱۹ عدد از انواع کنترل‌کننده‌های سرعت برای این منطقه در نظر گرفته می‌شود. این تعداد براساس معیارهای کنترل سرعت معابر انتخاب شده و ارتباط آنها با مکان‌های پراهمیت مانند: مناطق آموزشی، تقاطعات فاقد چراغ فرماندهی و محدوده‌های پررفت و آمد مشخص می‌شود. با توجه به این که بهتر است سرعت‌گیرها، در خیابان‌هایی که فی‌مابین مرز مشترک مناطق آموزشی و مسکونی هستند، نصب شوند، این مسئله به‌عنوان یک عامل مهم در ارزیابی نتایج، در نظر گرفته شده است. بدین ترتیب از نصب تعداد نامتناسب سرعت‌گیر، در مناطقی که (به جهت جانمایی ناصحیح) نیاز به کنترل سرعت دارند، پیشگیری می‌شود. هم‌چنین در این فرآیند سعی شده است که به‌منظور افزایش ضریب ایمنی و بهبود

عملکرد خودروهای اورژانسی، تا حد امکان از پیاده‌سازی سرعت‌گیرها در خیابان‌های منتهی به مناطق درمانی جلوگیری شود.

جدول شش: مکان‌های بالقوه نصب سرعت‌گیر حاصل از تلفیق

نام سرعت‌گیر	شماره سرعت‌گیر	نوع کاهنده سرعت پیشنهادی	فاصله از تقاطع	فاصله از مراکز آموزشی	فاصله از خط عابر پیاده	نقش و تأثیر در مدیریت بحران
تقاطع جاده آران و بلوار	۱	سرعت‌گیر	۲۱۹.۴۲	۱	۱۰۳.۰۸	کاهش سرعت خودروهای
میدان شهید رجایی	۲	سرعت‌گیر	۱۶۰.۸۲	۰	۱۰۳.۷۹	کاهش سرعت خودروهای
شهدای گمنام ۱	۳	سرعت‌کاه	۲۶۸.۰۲	۱۴.۸۶	۲۶۸.۰۲	محل عبور دانش آموزان و
شهدای گمنام ۲	۴	سرعت‌کاه	۵	۱	۵	محل عبور دانش آموزان و
بلوار نماز	۵	سرعت‌کاه	۱۶۲.۷۳	۱	۱۶۲.۷۳	محل عبور دانش آموزان و
خیابان آیت الله کاشانی	۶	سرعت‌کاه	۳۵.۳۶	۳۰۴.۳۱	۳۵.۳۶	مراکز تجاری و محل عبور عابران
خیابان میرعماد	۷	سرعت‌کاه	۸۸.۷۳	۳۱۶.۳۰	۸۸.۷۳	مراکز تجاری و محل عبور عابران
خیابان میرعماد	۸	سرعت‌گیر	۶۳.۸۹	۲۹۷.۰۶	۶۳.۸۹	کاهش سرعت قبل از تقاطع

کاهش سرعت خودروهای ورودی به میدان و محل عبور	۳۹.۴۱	۳۲۵.۳۵	۳۹.۴۱	سرعت کاه	۹	خیابان باب الحوائج
عدم کاهش سرعت	۲۰۵.۶۰	۴۱۹.۸۰	۲۰۵.۸۳	سرعت گیر بالشتکی	۱۰	خیابان باب الحوائج
عدم کاهش سرعت	۱۸.۳۶	۱۸.۶۰	۱۸.۳۶	سرعت گیر بالشتکی	۱۱	خیابان بابا افضل
محل عبور دانش آموزان و	۴۴.۶۹	۱	۴۴.۶۹	سرعت کاه	۱۲	خیابان غزنوی
محل عبور دانش آموزان و	۲۳.۳۲	۲۳.۶۰	۲۲۱.۶۹	سرعت کاه	۱۳	خیابان آیت الله کاشانی
محل عبور دانش آموزان و	۱۵۸.۶۲	۱	۱۵۸.۶۲	سرعت کاه	۱۴	خیابان نواب صفوی
محل عبور دانش آموزان و	۱۶۸.۳۸	۰	۱۶۷.۷۱	سرعت کاه	۱۵	خیابان شهدای مخمل بافی
کاهش سرعت خودروها قبل از	۱۰۷.۲۰	۱۰۶.۰۶	۱۰۶.۰۴	سرعت گیر	۱۶	خیابان امیرکبیر
محل عبور عابران منطقه	۳۳.۱۱	۹۱۹.۲۰	۳۳.۱۱	سرعت کاه	۱۷	خیابان علوی
کاهش سرعت خودروهای ورودی به میدان	۶۹.۷۷	۸۱۹.۳۱	۱۲۹.۵۴	سرعت کاه	۱۸	میدان درب عطا
کاهش سرعت خودروها قبل از تقاطع فاقد چراغ و محل	۳۷۴.۱۰	۱۰۴۵.۴۸	۲۰.۶۲	سرعت کاه	۱۹	خیابان آیت الله اعتمادی

در انتخاب هر یک از محل های نصب سرعت گیرها، مسئله مدیریت شرایط اورژانسی مؤثر بوده و براساس آن بهترین مکان های موجود بررسی می شوند. به طوری که هر کدام از

کنترل‌کننده‌های ترافیک علاوه بر کاهش سرعت کمترین میزان تأثیر در حوزه رفت و آمد خودروهای اورژانسی را داشته باشد. علاوه بر آن، از سرعت‌گاه که دارای طول بیشتری است به‌عنوان خط عابرپیاده می‌توان استفاده کرد. هم‌چنین شیب‌دهی مناسب محدوده حائل بین سرعت‌گیر و پیاده‌روها موجب می‌شود که به‌نحوی کارآمد، اتصال این دو عارضه در عرض خیابان برقرار شده و به‌عنوان محل عبور دوچرخه‌سواران، معلولان، سالمندان و کالسکه‌های کودکان مورد استفاده قرار گیرد. در این فرآیند با در نظر گرفتن میزان عبور و مرور عابران پیاده (کاربری مناطق) و حد مجاز برای کاهش سرعت وسایل نقلیه، از انواع سرعت‌گیرهای موجود بهره‌گیری شده است. به‌منظور تعیین بهترین محل‌های احداث سرعت‌گیر از بین ۱۹ موقعیت تعیین شده در جدول شش، مجدداً عوامل: حد تأثیر تقاطع‌های فاقد چراغ‌راهنمایی، خطوط عابرپیاده و مناطق آموزشی تحلیل شده و بر مبنای روش سلسله‌مراتبی وزن‌دهی جداگانه‌ای به ازای هر عامل اجرا می‌شود. نتایج وزن‌دهی حاکی از آن است که این عوامل به‌ترتیب دارای اهمیت‌های ۰.۲۸۶۳، ۰.۳۳۳۰ و ۰.۳۸۰۷ می‌باشند. در مرحله بعد طبق جدول شش، اوزان در مقادیر هر یک از عوامل استاندارد شده اعمال شده و عددی به‌عنوان میزان مناسب بودن هر گزینه به آن اختصاص می‌یابد. روش استانداردسازی مورد استفاده بدین صورت بوده که ابتدا فواصل سرعت‌گیرهای انتخابی تا هر عامل محاسبه شده و سپس با توجه به این‌که کم‌تر بودن فاصله، ملاک بهتری جهت تصمیم‌گیری است، نتایج به‌دست آمده معکوس می‌شوند. در گام بعدی، هر ستون از آنها بر بزرگ‌ترین مقدار در آن ستون تقسیم شده و اعداد استاندارد شده در وزن متناظر خود ضرب می‌شوند که براساس آن مجموع هر سطر درجه اهمیت هر یک از محل‌های انتخابی را مشخص می‌کند. در نهایت محل‌های ۲، ۱۲ و ۴ که به‌ترتیب در خیابان‌های بی‌نام ۱، غزنوی و میدان شهید رجایی واقع شده‌اند (با مقادیر اولویت ۱، ۰.۴۵ و ۰.۴۰۶) به‌عنوان بهترین محل‌های انتخابی تعیین می‌شوند. این نتایج نشان‌دهنده آن است که نصب سرعت‌گیر در این مناطق علاوه بر تأثیر قابل توجه در کاهش سرعت وسایل نقلیه، ایمنی بیشتری برای

عابران پیاده و دانش‌آموزان به همراه داشته و با در نظر گرفتن موقعیت مکانی هر یک، کمترین تأثیر را در عملکرد خودروهای امدادی دارند.

نتیجه‌گیری

از کاهنده‌های سرعت در راستای آرام‌سازی ترافیک، کاهش سرعت خودروها و افزایش ضریب ایمنی شهروندان به‌منظور کاستن از تصادفات و بحران‌های ناشی از سرعت استفاده می‌شود. این موضوع زمانی محقق می‌شود که سرعت‌گیرها در مکان مناسب و مطابق با ضوابط و استانداردهای طراحی نصب شوند. از طرفی دیگر طراحی نامناسب این سازه باعث افزایش ترافیک شده و احتمال وقوع تصادف را به‌خصوص در موقعیت‌های اورژانسی افزایش می‌دهد. تصمیم‌گیری درست در مورد مکان سرعت‌گیرها به‌همراه استفاده از فناوری‌های نوین، علاوه بر کاهش سرعت خودروها و کم‌کردن تعداد تصادفات، نقش مهمی در مدیریت صحیح سامانه حمل‌ونقلی داشته و امنیت جانی و مالی شهروندان را از مخاطرات ناشی از این رخداد حفظ می‌کند. کنترل‌کننده‌های سرعت از نظر نحوه عملکرد به چند نوع اصلی شامل: هیدرولیکی زیرزمینی، غیرمتصل، مقطعی و انعطاف‌پذیر قابل تقسیم هستند. استفاده از انواع مذکور مستلزم به‌کارگیری سامانه اطلاعات مکانی است به‌نحوی که به‌منظور اهدافی مانند: کنترل مکان سرعت‌گیرها، اتصال به محل تابلوهای هوشمند ترافیکی و اطلاع‌رسانی به رانندگان در حین کاهش سرعت می‌توان از آن استفاده نمود. لذا با هدف افزایش ضریب ایمنی معابر به‌خصوص در مواقع اورژانسی و هم‌چنین تعیین بهترین نحوه توزیع مکانی سرعت‌گیرها، در محدوده مطالعاتی شهر کاشان عواملی نظیر: تأثیر معابر، وضعیت خطوط عابرپیاده، محل تقاطع‌های فاقد چراغ، موقعیت کاربری‌ها، وضعیت گسرها و تأثیر میدین، در نظر گرفته شدند. با وزن‌دهی کارشناسی هر یک از این عوامل به کمک روش سلسله مراتبی، مشخص شد که مناطق آموزشی با وزن ۰.۱۷ بیشترین تأثیر را در احداث محل سرعت‌گیرها دارند. در نهایت با ادغام لایه‌های آماده‌سازی شده در محیط سامانه اطلاعات

مکانی، ۱۹ نقطه به‌عنوان محل‌های بالقوه، به‌منظور نصب سرعت‌گیرها پیشنهاد داده شدند. در مرحله بعد نقاط پیشنهادی مجدداً از نظر حد تأثیر تقاطع‌های فاقد چراغ راهنمایی، خطوط عابرپیاده و مناطق آموزشی ارزیابی شده و تعداد سه محل شامل: شهدای گمنام ۱، غزنوی و میدان شهید رجایی به‌عنوان جواب‌های بهینه تعیین می‌شوند. نتایج حاصله حاکی از آن است که نصب سرعت‌گیرهای پیشنهادی نقش مؤثری را در کاهش آثار ناشی از ترمزهای ناگهانی که باعث ایجاد تصادف و نقص فنی در خودرو می‌شود، خواهد داشت، علاوه بر این توزیع متناسب مکانی سرعت‌گیرهای مذکور منجر به کاهش گره‌های ترافیکی خواهند شد. همچنین استفاده از قابلیت‌های سامانه اطلاعات مکانی برای نصب سرعت‌گیرهایی که در مقاطع زمانی خاص فعال بوده و سرعت را کنترل می‌کنند، در مناطق آموزشی توصیه می‌شود. علاوه بر این، برآورد میزان تأثیر ترافیک بر مسئله طراحی مکان و انتخاب نوع سرعت‌گیر از جمله راه‌کارهای آتی این تحقیق به‌منظور افزایش سطح ایمنی است.

منابع

- Aslan, S.; Karcioğlu, O.; Katirci, Y.; Kandis, H.; Ezirmik, N.; Bilir, O. (2005). Speed bump-induced spinal column injury. *The American Journal of Emergency Medicine*, Volume 23, Issue 4, pp: 563-564.
- Behzad, M.; Hodaei, M.; Alimohammadi, I. (2007). Experimental and numerical investigation of the effect of a speed bump on car noise emission level. *Applied Acoustics*. Vol. 68, pp: 1346-1356.
- Beynon, M. J. (2005). Understanding local ignorance and non-specificity within the DS/AHP method of multi-criteria decision making. *European Journal of Operational Research*. Vol. 163, pp: 403-417.
- Boris, A.; Dalibor, P.; Milan, V.; Krsto, L. (2013). The influence of speed bumps heights to the decrease of the vehicle speed-Belgrade experience. *Safety science*, Vol. 57, PP. 303-312.
- Cheng, E.; W. L.; Li, h.; Yu, L. (2007). A GIS approach to shopping mall location selection. *Building and Environment*. Vol. 42, pp: 884-892.

- Cottrell, W. D.; Kim, N.; Martin, P.; Perrin Jr, T.; H., J. (2006). Effectiveness of traffic management in Salt Lake City, Utah. *Journal of Safety Research*. Vol. 37, pp: 27-41.
- Dixon, M. A.; Aivarez, J. A.; Rodriguez, J.; Jacko, J. A. (1997). The effect of speed reducing peripherals on motorist's behavior at pedestriang crossings. *Computers ind. Engng*. Vol. 33, pp: 205-208.
- Dong, Y.; Zhang, G.; Hong, W. Ch.; Xu, Y. (2010). Consensus models for AHP group decision making under row geometric mean prioritization method. *Decision Support Systems*. Vol. 49, pp: 281-289.
- García-Palomares, J. C.; Gutiérrez, J.; Latorre, M. (2012). Optimizing the location of stations in bike-sharing programs: A GIS approach. *Applied Geography*. Vol. 35, pp: 235-246.
- Johansson, Ch.; Rosander, P.; Leden, L. (2011). Distance between speed humps and pedestrian crossings: Does it matter? *Accident Analysis and Prevention*. Vol. 43, pp: 1846-1851.
- Mamat, N. J. Z.; Daniel, J. K. (2007). Statistical analyses on time complexity and rank consistency between singular value decomposition and the duality approach in AHP: A case study of faculty member selection. *Mathematical and Computer Modelling*. 46 pp: 1099-1106.
- Ocalir, E. V.; Ercoskun, O. Y.; Tur, R. (2010). An integrated model of GIS and fuzzy logic (FMOTS) for location decisions of taxicab stands. *Expert Systems with Applications*. Vol. 37, pp: 4892-4901.
- Pua , M.; Angius, S. (2000). Do speed bumps really decrease traffic speed? An Italian experience. *Accident Analysis and Prevention*. Vol. 33, pp: 585 - 597.
- Schlabbach, K. (2014). Traffic calming in europe. *Institute of transportation engineer, ITE journal*, pp: 38-40.
- Vidal, L. A.; Marle, F.; Bocquet, J. C. (2011). Using a Delphi process and the Analytic Hierarchy Process (AHP) to evaluate the complexity of projects. *Expert Systems with Applications*. Vol. 38, pp: 5388-5405.
- Watts, G. R. (1973). Road humps for the control of vehicle speeds. *TRRL laboratory, UK*, pp: 597-605.