

فرا ترکیب مقالات فارسی زبان با محوریت آرام سازی ترافیک

مروری بر سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۹

مقاله علمی - کاربردی

سجاد عبدی شیجانی*، دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی عمران، دانشگاه قم، قم، ایران

سید محمد حسین دهناد، استادیار، گروه مهندسی عمران، دانشگاه قم، قم، ایران

*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: Simoon.sajad.k@gmail.com

دریافت: ۱۴۰۱/۰۹/۱۵ - پذیرش: ۱۴۰۲/۰۴/۲۸

صفحه ۲۸۷-۳۰۰

چکیده

اقدامات آرام‌سازی ترافیک معابر شهری به عنوان عاملی موثر در افزایش سطح ایمنی عابرین پیاده و دوچرخه‌سواران، سرعت وسایل نقلیه موتوری را محدود کرده و موجب کاهش تلفات ناشی از تصادفات می‌گردد. مقاله حاضر با انجام مروری نظام‌مند به تحلیل و تفسیر مقالات علمی-پژوهشی فارسی زبان در بازه زمانی ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۹ پرداخته است. نتایج نشان داد که اعمال سرعت‌گیر و سرعت‌کاه در معابر شهری به عنوان راهکار فیزیکی مقطعی، اثر چشمگیری بر کاهش سرعت وسایل نقلیه داشته است. در این راستا، مقایسه بین انواع سرعت‌گیر و سرعت‌کاه و کنترل محل مناسب نصب آن‌ها می‌تواند در مطالعات آینده با جزئیات بیشتری مورد ارزیابی قرار گیرد. نتایج همچنین مشخص نمود تغییر در سطح روسازی به عنوان راهکارهای غیرفیزیکی برای کاهش سرعت به محدوده مجاز چندان موثر نبوده و نیاز است با ترکیب دیگر راهکارها به این امر دست یافت که نیازمند انجام مطالعات جدیدی در این زمینه است. لازم به ذکر است استفاده از ابزار شبیه‌سازی برای سنجش عملکرد راهکارهای پیشنهادی برای ترکیب ابزارهای آرام‌سازی نیز می‌تواند کارآمد باشد که می‌تواند توسط دیگر پژوهشگران مورد استفاده قرار گیرد. در ادامه، نتایج مشخص نمود که مطالعات پیشین، کمتر به اثرسنجی و تحلیل عملکرد ابزارهای آرام‌سازی نظیر جزیره‌های منحرف‌کننده قطری و ترافیکی پرداخته‌اند.

واژه‌های کلیدی: آرام‌سازی ترافیک، ایمنی، تصادفات، شبیه‌سازی

۱- مقدمه

کشور قرار داشته که طی دوره ۶ ساله بیش از ۱۱۴ هزار نفر در تصادفات جاده‌ای جان خود را از دست داده‌اند (Statistics Research Institute.1389). به طور کلی، افزایش فراوانی تصادفات اهمیت بیشتر ایمن‌سازی معابر و ارتقای سطح ایمنی را نشان می‌دهد. در نتیجه، اعمال سیاست‌های درست و کارآمد می‌تواند منجر به کاهش خسارات جبران ناپذیر روحی و روانی و همچنین، جبران هزینه‌های اقتصادی ناشی از وقوع تصادفات گردد (Chavoshi.2008). یکی از راه‌کارهای اصلی که موجب کاهش فراوانی، شدت تصادفات و ارتقای سطح ایمنی

تصادفات یکی از عوامل تاثیرگذار بر مرگ و میر در دنیا به شمار می‌رود. که بنا بر گزارش سازمان بهداشت جهانی سالانه حدود یک میلیون و دویست هزار نفر جان خود را در اثر تصادفات جاده‌ای از دست می‌دهند و حدود پنجاه میلیون نفر نیز در اثر این حوادث آسیب می‌بینند (Vahabzadeh.2008). همچنین، به نقل از گزارش منتشر شده توسط پژوهشکده آمار که به بررسی حوادث و تلفات جاده‌ای در ایران از سال ۱۳۹۲ تا ۹ ماه اول سال ۱۳۹۸ پرداخته است، نشان می‌دهد ایران با برآورد نرخ ۲۰/۵ فوتی در هر ۱۰۰ هزار نفر جمعیت در رتبه ۱۱۳ از بین ۱۷۵

داخلی شامل فصلنامه مهندسی حمل و نقل، پژوهشنامه حمل و نقل، فصلنامه مطالعات مدیریت ترافیک بالاترین سهم را از مطالعات پژوهشی در حوزه "آرام سازی" به خود اختصاص داده‌اند که در (شکل شماره ۱) نشان داده شده است.

۳- بحث و یافته‌ها

محتوای ساختاری مقالات در پنج گروه اصلی تقسیم می‌شود. گروه اول مجموعه اقدامات فیزیکی شامل تغییر شکل‌های عمودی (مانند تعبیه سرعتکاه و تقاطع برجسته) و محدودیت دسترسی (مانند دوربرگردان)، گروه دوم مجموعه اقدامات غیرفیزیکی شامل تغییر سطح روسازی (مانند نوارهای لرزاننده عرضی و تغییر خط‌کشی) و افزایش نظارت (مانند دوربین‌های کنترل سرعت و تجهیزات کنترل ترافیک) می‌باشد (Traffic Calming, 2020). گروه سوم ترکیب اقدامات آرام‌سازی ترافیک، گروه چهارم اثر کاربران راه بر آرام‌سازی ترافیک و گروه پنجم شبیه‌سازی و آرام‌سازی ترافیک که در ادامه به تشریح هر یک پرداخته خواهد شد.

۳-۱- مجموعه اقدامات فیزیکی

۳-۱-۱- تغییر شکل‌های عمودی

تغییر شکل‌های عمودی، به بخش برجسته‌ای از سواره‌رو که منجر به کاهش سرعت وسایل نقلیه می‌گردند، اطلاق می‌شود (Traffic Calming, 2020). در بین ابزارهای آرام‌سازی در گروه تغییر شکل‌های عمودی، سرعت‌گیرها و سرعت‌کاه‌ها متداول‌ترین ابزارهای مورد استفاده در کشور می‌باشد (Tanzadeh & Kheiry, 2009). از این رو، توجه پژوهشگران بیشتر به ارزیابی عملکرد سرعت‌گیرها و سرعت‌کاه‌ها نسبت به دیگر ابزارهای آرام‌سازی مرتبط با تغییر شکل‌های عمودی (مانند تقاطع و پیاده‌گذر برجسته) شده است. سرعت‌گیرها به عنوان راهکارهایی جهت تغییر شکل‌های عمودی می‌توانند به صورت قوس‌دار، تخت و منقطع اجرا شوند (Traffic Calming, 2020).

به طور کلی اگر چه سرعت‌گیرها نقش مهمی در کاهش سرعت وسایل نقلیه و ارتقای سطح ایمنی دارند (Rahimof et al, 2012)، اما استفاده غیر اصولی از آنها

می‌گردد، استفاده از اقدامات پیشنهادی جهت آرام‌سازی ترافیک است که با محدود کردن سرعت وسایل نقلیه موتورسیکلت، رفتار رانندگان را متناسب با محیط اطراف تغییر داده و عامل موثری در افزایش ضریب ایمنی عابرین پیاده و دوچرخه‌سواران شناخته می‌شود (Traffic Calming, 2020). اقدامات آرام‌سازی ترافیک اگرچه با در نظر داشتن اهداف مهمی نظیر کاهش سرعت وسایل نقلیه، تداخلات ترافیکی و تقاضای سفر می‌تواند اثرات مثبتی بر ایمنی و جریان ترافیک داشته باشد؛ با این حال، ممکن است این اقدامات بر دسترسی ساکنان، عملکرد وسایل نقلیه همگانی و اضطرابی، همچنین، هزینه‌های تعمیر و نگهداری خیابان اثر منفی داشته باشد. در برخی مواقع حتی ممکن است اقدامات آرام‌سازی، منجر به منتقل شدن جریان وسایل نقلیه به سایر معابر گردد، که به نوعی بر مشکلات ترافیکی خواهد افزود (Traffic Calming, 2020).

مطالعه حاضر با توجه به اهمیت و نقش آرام‌سازی ترافیک در افزایش ایمنی و کاهش تصادفات، مطابق با آیین‌نامه طراحی معابر شهری ویرایش سال ۱۳۹۹ با انجام مروری نظام‌مند به تحلیل و تفسیر مطالعات پیشین داخل کشور پرداخته است. سوالات اساسی که در این مقاله مورد بررسی و تحقیق قرار می‌گیرند، شامل موارد زیر است:

۱- تجزیه و تحلیل پژوهش‌های علمی فارسی زبان موجود، در زمینه "آرام‌سازی" به لحاظ ساختار و محتوا چگونه بوده است؟

۲- با بررسی روش‌ها و ابزارهای تحقیق و نظام‌مند کردن خلأهای موجود در تحقیق، پیشنهاد موضوعات جدید در زمینه "آرام‌سازی" کدامند؟

۲- روش تحقیق

مقاله مروری حاضر، با محوریت آرام‌سازی جریان ترافیک، ۲۴ مقاله علمی-پژوهشی فارسی زبان، مربوط به سال‌های ۱۳۸۷ تا ابتدای نیمه دوم سال ۱۳۹۹ مورد بررسی قرار داده است. شرط اصلی در انتخاب مقالات، کلیدواژه "آرام‌سازی" که در عنوان اصلی، چکیده یا در متن مقالات به آن پرداخته شده باشد. جستجوی مقالات از سه پایگاه معتبر اطلاعات و مدارک علمی ایران، به ترتیب سیویلیکا، مگیران و جهاد دانشگاهی بوده است. در بررسی‌های انجام شده سه نشریه

دوم و همچنین کاربری اطراف سرعت‌کاه بستگی دارند. آنان همچنین بیان کردند که مشخصات هندسی تأثیری بر میزان کاهش سرعت در سرعت‌کاه‌هایی که به صورت گروهی و سری (پشت سر هم) اجرا می‌شوند، ندارد (Haghighi & Zadkhori, 2019). موضوع دوم، مقایسه بین انواع سرعت‌گیرها و سرعت‌کاه‌ها می‌باشد، بدین صورت که کدام یک از آنها بهترین عملکرد را در کاهش سرعت داشته و در عدم افت سطح خدمت جریان ترافیک نیز توانمند هستند. نتایج مطالعه رحیم‌اف و همکاران در مقایسه سرعت‌گیرهای پلاستیکی و آسفالتی نشان داد کاهش سرعت متوسط وسایل نقلیه در محل نصب آن‌ها در سطح شهر تهران بر روی سرعت‌گیرهای پلاستیکی بین ۱۰ تا ۳۴ کیلومتر بر ساعت و سرعت‌گیرهای آسفالتی بین ۱۴ تا ۳۵ کیلومتر بر ساعت برآورد شده است.

بر این اساس، اجرای سرعت‌گیرهای پلاستیکی و آسفالتی به ترتیب منجر به کاهش حدود ۲۰ و ۲۵ درصدی سرعت تردد وسایل نقلیه شده است (Rahimof et al, 2012). در این راستا در مطالعه دیگری پیشنهاد شده از سرعت‌گیرهای پلاستیکی در معابر محلی فرعی و از سرعت‌گیرهای آسفالتی در معابر محلی اصلی که از عرض بیشتری برخوردار هستند استفاده شود (Tanzadeh & Kheiry, 2009). زیرا سرعت‌گیرهای پلاستیکی نسبت به سرعت‌گیرهای آسفالتی موجب کاهش سرعت بیشتری شده و آسیب کمتری به وسیله نقلیه می‌گذارند (Rahimof et al, 2012).

در مقاله حقیقی و زادخوری در سال ۱۳۹۸، مجموع ۹۰ سرعت‌کاه در معابر مختلف از راه‌های شرق استان مازندران مورد ارزیابی قرار گرفت. در این بین، ۶۹ سرعت‌کاه واقع در نواحی داخل شهری و ۲۱ سرعت‌کاه واقع در نواحی غیرشهری بوده‌اند. همچنین ۶۰ مورد از کل سرعت‌کاه‌ها، از نوع سرعت‌کاه قوسی و ۳۰ مورد از آن‌ها از نوع تخت بوده‌اند. با مقایسه سرعت میانگین وسایل نقلیه در قبل و بعد از محل نصب سرعت‌کاه مشخص گردید که میزان کاهش سرعت در سرعت‌کاه‌های قوسی شهری، قوسی غیرشهری و سرعت‌کاه‌های تخت به ترتیب ۳۰، ۲۷ و ۲۸ درصد بوده است. در نتیجه میزان کاهش سرعت در اثر نصب سرعت‌کاه قوسی نسبت به سرعت‌کاه تخت بیشتر اتفاق افتاده است.

می‌تواند با ایجاد توقف و افزایش تأخیر در سطح سرویس‌دهی، موجب افزایش تراکم ترافیک در معابر شهری شود. بنابراین، باید از نصب سرعت‌گیرها در معابری که نقش شریانی اصلی را ایفا می‌کنند، خودداری کرده و در معابر شریانی فرعی به صورت آگاهانه و با هدف آرام‌سازی سرعت ترافیک در معبر از آن‌ها بهره برد (Tanzadeh & Kheiry, 2009). به طور کلی در زمینه انتخاب و طراحی سرعت‌گیر و سرعت‌کاه مناسب مطالعات مختلفی انجام شده که نتایج قابل توجهی نیز ارائه شده است که می‌توان موضوعات مختلف طبقه‌بندی نمود. به هنگام انتخاب سرعت‌گیرها و سرعت‌کاه‌ها به عنوان زمینه تحقیق و پژوهش می‌توان نتایج را به صورت موضوعات مختلف طبقه‌بندی نمود. موضوع اول، کنترل محل مناسب نصب سرعت‌گیرها و سرعت‌کاه‌ها می‌باشد؛ زیرا اجرای ناصحیح آن‌ها موجب عدم کارایی در کاهش سرعت و رسیدن سرعت وسیله نقلیه به سرعت مجاز می‌شود؛ که در این صورت، نه تنها تجهیزات آرام‌سازی در زمان کوتاهی دچار خرابی می‌شود، بلکه تغییر جریان ترافیک و افزایش تراکم ترافیک در خیابان‌ها نیز از دیگر نتایج آن خواهد بود. همچنین، افزایش زمان امداد رسانی وسایل نقلیه اورژانس، افزایش آلاینده‌های زیست محیطی در اثر تغییر نرخ مصرف سوخت، خسارت وسایل نقلیه ناشی از افزایش استهلاک، کاهش سطح خدمت ایجاد تصادف و نقص فنی ناشی از ترمز ناگهانی وسایل نقلیه اشاره کرد (Shad et al. 2015:70,71).

نتایج مطالعه حقیقی و زادخوری نشان داد که درصد زیادی از رانندگان با نزدیک شدن به سرعت‌کاه‌ها، اقدام به کاهش سرعت نموده و پس از عبور از آن، سرعت خود را افزایش می‌دهند (Haghighi & Zadkhori, 2019). آنان پیشنهاد نمودند که هدف از اجرای سرعت‌کاه‌ها، نه تنها کاهش سرعت، بلکه حفظ سرعت موثر کاهش یافته در طول یک خیابان بلند یا در طول چندین کاربری نزدیک به هم (مانند مدارس) است. در این راستا، می‌بایست سرعت‌کاه‌ها را به صورت سری (پشت سر هم) یا در ترکیب با دیگر ابزارهای آرام‌سازی اجرا نمود. برای مثال میزان سرعت کاهش یافته در دو سرعت‌کاه که به صورت متوالی اجرا می‌شوند به فاصله بین دو سرعت‌کاه، موقعیت سرعت‌کاه

گرفت. آنان ابتدا مسیر تبریز- اهر را به عنوان یک مسیر بزرگراهی (دوخطه دوطرفه) و سپس قسمتی از مسیر تبریز- جلفا به عنوان یک مسیر آزادراهی مورد بررسی قرار دادند و در نتایج این مطالعه نشان داد که به ازای افزایش یک نقطه دسترسی در هرکیلومتر از مسیر آزادراهی و بزرگراهی (راه اصلی دوخطه دوطرفه) به ترتیب نرخ تصادفات ۱۷/۷ و ۳۷/۴ درصد افزایش خواهد یافت (Moradi Madadlo et al, 2018).

در مطالعه دیگری توسط خاوندی و رضاییان در سال ۱۳۹۷، ارتباط بین نرخ تصادفات با تراکم دسترسی مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج مشخص نمود که با افزایش تراکم دسترسی‌ها، نرخ تصادفات به صورت ملایم افزایش پیدا می‌کند (Khavandi & Rezaeian, 2018). آنان همچنین نشان دادند، تراکم دسترسی به صورت متوسط در هرکیلومتر از راه از مقدار ۰/۷۵ بیشتر شود، روند افزایش نرخ تصادفات رشد قابل توجهی پیدا می‌کند؛ به طوریکه با قرار گرفتن مولفه متوسط تراکم دسترسی در محدود ۱ تا ۱/۲۵، نرخ تصادفات به حداکثر مقدار خود می‌رسد. در این راستا، استفاده از راهکارهای پیشنهادی (مانند آشکارسازی مناسب دسترسی‌ها، انتخاب صحیح جانمایی دسترسی‌ها، افزایش فاصله دسترسی‌ها از تقاطع‌های پر حجم یا محدود نمودن دسترسی‌های غیراستاندارد و اضافی که ضرورتی به اجرای آنها وجود ندارد) برای کاهش نرخ تصادفات شناخته می‌شوند (Moradi Madadlo et al, 2018).

اگرچه از دوربرگردان‌ها، در آیین‌نامه طراحی معابر شهری به عنوان یک اقدام آرام‌سازی به صورت مستقیم یاد نشده است، اما دوربرگردان‌ها به عنوان یک ابزار ترافیکی در بزرگراه‌ها به عنوان یک جایگزین برای حذف گردش به چپ در دسترسی تقاطع مورد استفاده قرار گرفته و این تغییر عرض معبر می‌تواند تأثیر مستقیمی بر سرعت عملکردی وسایل نقلیه عبوری داشته باشد چه بسا تغییر عرض راه در محل نصب سرعت‌کاه که به علت تسهیلاتی مانند دوربرگردان و بریدگی، موجب کم شدن سرعت رانندگان گردد (Haghighi & Zadkhori, 2019).

در مطالعه چوبدار و همکاران در سال ۱۳۹۹ که بر روی ۵۰ تقاطع و دوربرگردان در طی ۵ سال اخیر در شهرستان قائم‌شهر انجام شد. اگرچه استفاده از سرعت‌گیر و سرعت‌کاه

علاوه بر این، در این مطالعه با مقایسه میانگین سرعت وسیله نقلیه بعد از سرعت‌کاه با سرعت مجاز معابر مشخص گردید که سرعت میانگین کاهش یافته برای ۸۰ درصد سرعت‌کاه‌ها در محدوده سرعت مجاز قرار گرفته است (Haghighi & Zadkhori, 2019). برای مقایسه بهتر باید انواع سرعت‌گیرها و سرعت‌کاه‌ها را از نظر مشخصات هندسی به طور دقیق‌تری تفکیک نمود. برای مثال در سرعت‌کاه‌های تخت بین متغیرهای ارتفاع، طول رمپ ورودی سرعت‌کاه و سرعت روی سرعت‌کاه ارتباط معناداری وجود دارد. چراکه با افزایش ارتفاع و کاهش طول رمپ ورودی، شیب رمپ ورودی سرعت‌کاه افزایش می‌یابد و رانندگان برای عبور راحت‌تر از سرعت‌کاه مجبور به کم کردن سرعت و شتاب قائم وارده هنگام عبور از روی سرعت‌کاه می‌شوند (Haghighi & Zadkhori, 2019).

در تحقیقات چوبدار و همکاران در سال ۱۳۹۹ که بر روی سرعت‌گیرهای شهرستان قائم‌شهر انجام گرفت، استفاده از سرعت‌گیرهای دارای هندسه غیراستاندارد ۵ تا ۱۲ درصد فراوانی تصادفات را افزایش می‌دهد (Choubdar et al, 2020).

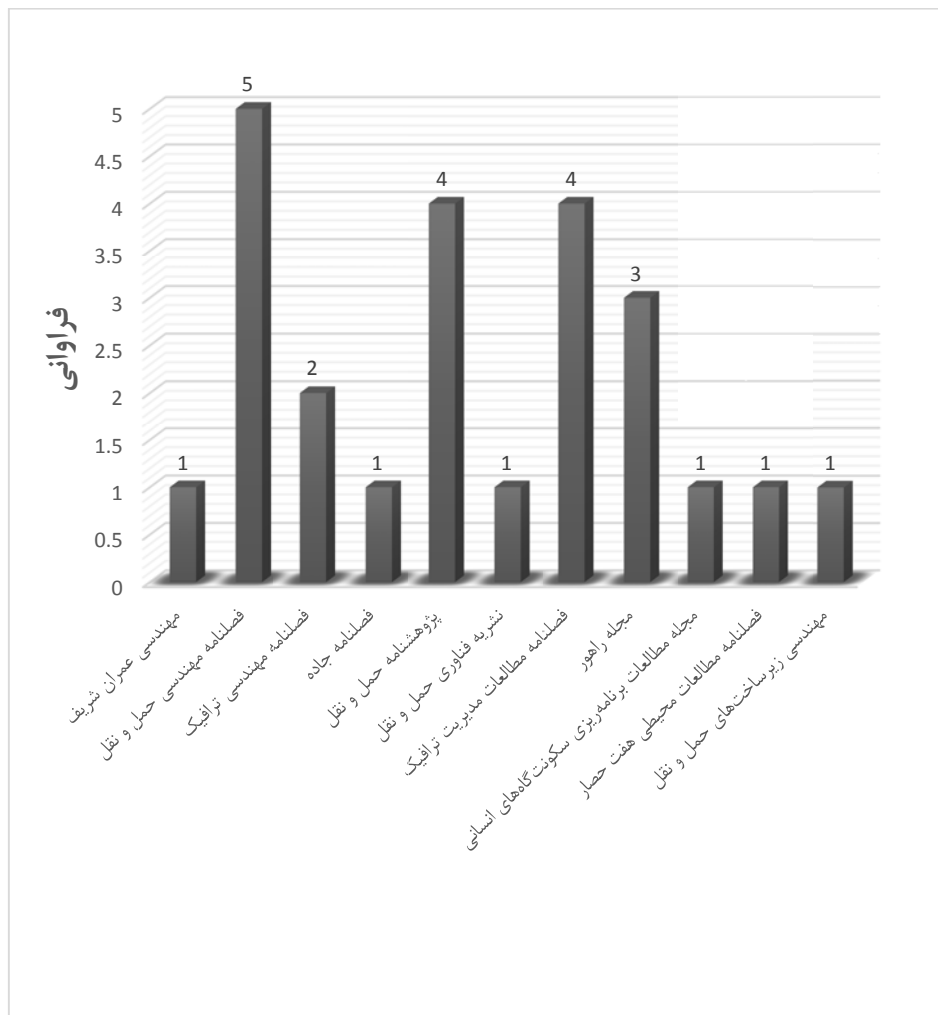
۳-۱-۲- محدودیت دسترسی

دسترسی، در مفهوم عام به ورودی و خروجی راه گفته می‌شود که محل اتصال معابر به یکدیگر است. دسترسی‌ها می‌توانند بسته به نوع راه جزئی از دسته تقاطع، دوربرگردان و دسترسی اختصاصی قرار گیرند (Code No 415.2012). با ایجاد محدودیت دسترسی در یک جهت خیابان، حجم وسایل نقلیه کاهش خواهد یافت و به دنبال کاهش حجم، سروصدای حرکت وسایل نقلیه و آلودگی هوا نیز کاهش می‌یابد. محدودیت‌ها می‌تواند به صورت کامل، جهتی و جزیره‌ای با ایجاد مانعی در عرض سواره‌رو، مانع از حرکت مستقیم وسایل نقلیه موتوری در سواره‌رو شوند. با محدود کردن دسترسی موجب تبدیل تقاطع چهار راه به سه راه و خارج شدن تقاطع سه راه از حالت تقاطع گردد (Traffic Calming, 2020). دسترسی‌ها، می‌توانند به صورت مستقیم بر عملکرد جریان ترافیک و ایمنی تأثیر بگذارد. در مطالعه مرادی و همکاران در سال ۱۳۹۷، ارتباط میان نرخ تصادفات و دسترسی‌های برون‌شهری مورد ارزیابی قرار

(مانند درج سرعت حداکثر روی سطح روسازی، ایجاد سطح
موجدار و هشداردهنده و استفاده از علامت‌گذاری روسازی)
برای اصلاح وضع موجود استفاده نمود (Tanzadeh &
Kheiry. 2009).

قبل دوربرگردان و قبل از ورودی جریان ترافیکی یا قبل از
دسترسی فرعی که به ورودی اصلی ختم می‌شوند
می‌تواند ۱۳/۱۱ درصد احتمال وقوع تصادف را در مجموع
کاهش دهند (Choubdar et al, 2020)، اما در مطالعه
تنزاده و خیری که به بررسی مشخصات فنی و اجرایی
ابزارهای آرام‌سازی به منظور تامین ایمنی عبور وسایل نقلیه
حامل مواد خطرناک پرداخته شده است، نشان داده شد که
استفاده از روش‌های فیزیکی مانند سرعت‌گیرها و
سرعت‌کاه‌ها پیش از دوربرگردان و بریدگی در معابری که
سرعت در آنها بیشتر از ۷۰ کیلومتر بر ساعت می‌باشد،
نادرست بوده و می‌توان از ابزارهای آرام‌سازی تکمیلی

شکل ۱. فراوانی مقاله‌های منتشر شده در نشریه‌های منتخب فارسی



۲-۳- مجموعه اقدامات غیر فیزیکی

اقدامات غیر فیزیکی از دیگر راهکارهای آرام سازی جریان ترافیک شناخته می شود که می تواند موثر در کاهش سرعت شناخته شود. با این حال، اگرچه اقدامات غیر فیزیکی با ایجاد احساس تغییر در محیط، منجر به کاهش سرعت وسایل نقلیه می شود، اما در طولانی مدت و با عادی شدن این اقدامات به ویژه برای رانندگانی که مکرر از معبر استفاده می کنند، کاهش اثرگذاری آنها را به دنبال خواهد داشت (Haghighi et al. 2015).

۳-۲-۱- تغییر سطح روسازی

تغییر خط کشی

تغییر خط کشی، به مجموعه تغییرات در علائم افقی ترسیمی بر سطح روسازی گفته می شود که به منظور آگاه کردن رانندگان و کاهش سرعت وسایل نقلیه در معابر مورد استفاده قرار می گیرد، که از انواع خط کشی های مرسوم می توان به خط کشی V شکل، دندانه های حاشیه ای، نوار عرضی کامل، نوار عرضی کوتاه و علائم افقی اشاره نمود (Traffic Calming, 2020). در این راستا، به عنوان یکی از راهکارهای مقدماتی استفاده از خط کشی ها با فواصل کم شونده بین خطوط به راننده این احساس را دست خواهد داد که سرعت او در حال افزایش بوده، بنابراین تصمیم بر کاهش سرعت به صورت خودآگاه می گیرند (Haghighi & Akbari, 2016).

در خصوص میزان اهمیت و تاثیر اجرای خط کشی در آرام سازی معابر می توان به مطالعه انجام شده توسط حقیقی و همکاران در سال ۱۳۹۴ که بر روی ورودی شهر ایزد شهر انجام شده است اشاره نمود. در این مطالعه سرعت میانگین مجموع وسایل نقلیه در مسیری به طول ۴۳۰ متر مورد ارزیابی قرار گرفته و نتیجه کاهش ۳/۸ درصد سرعت میانگین بعد اجرای خط کشی بوده است که در آن سرعت میانگین از ۸۳/۷۳ کیلومتر بر ساعت به ۸۰/۵۸ کیلومتر بر ساعت رسیده است (Haghighi et al. 2015). این مطالعه همچنین نشان داد، بعد از تفکیک وسایل نقلیه عبوری، میزان کاهش سرعت برای وسایل نقلیه سبک حدود ۳/۱۵ کیلومتر بر ساعت بوده، در حالیکه تغییرات سرعت میانگین در وسایل نقلیه سنگین ناچیز و قابل چشم پوشی بوده است. اگرچه اجرای خط کشی در کاهش سرعت اثرگذار بوده است اما همچنان سرعت را

به محدوده مجاز ۶۰ کیلومتر بر ساعت نمی رساند. مطالعه دیگر توسط حقیقی و همکاران در سال ۱۳۹۸، تاثیر خط کشی افقی تردد عابرین پیاده بر روی میزان سرعت وسایل نقلیه مورد بررسی قرار گرفت؛ که در آن دو سناریوی پیشنهادی مورد هدف قرار داشت. در سناریوی اول، خط کشی منقطع (خط کشی عابر پیاده) برای عبور دانش آموزان و در سناریوی دوم از خط کشی نوشتاری که عبارت "مدرسه" بر روی سطح راه نوشته شده بود، استفاده شد تا نسبت به وجود مدرسه در مسیر پیش رو به رانندگان اطلاع داده شود. نتایج نشان داد که کاهش سرعت متوسط سناریوهای اول و دوم به ترتیب ۳/۶۶ و ۵/۲۶ کیلومتر بر ساعت بوده است. به بیان دیگر، نتایج تاثیرگذاری بیشتر سناریوی دوم نسبت به سناریوی اول در کاهش سرعت متوسط را نشان می دهد (Haghighi & Akbari, 2019). در این مطالعه بررسی ها به تفکیک جنسیت رانندگان نیز صورت گرفته بود. نتایج مشخص نمود که رانندگان مرد به ترتیب در سناریوهای اول و دوم سرعت تردد خود را به صورت متوسط ۳/۹۷ و ۵/۲۷ کیلومتر بر ساعت کاهش داده اند این مقادیر برای رانندگان زن به ترتیب ۳/۷۸ و ۶/۲۱ کیلومتر بر ساعت گزارش شده است. یکی دیگر از نتایج کلیدی حقیقی و همکاران این بود که اگرچه اجرای سناریوهای خط کشی باعث کاهش سرعت وسایل نقلیه شده است، اما این کاهش سرعت در رانندگان زن منجر به رعایت قانون سرعت مجاز ۳۰ کیلومتر بر ساعت مسیر شده ولی برای رانندگان مرد همچنان با سرعتی بیشتر از سرعت مجاز تردد می کردند (Haghighi & Akbari, 2019).

علاوه بر این، نتایج مطالعات متعددی نیز مشخص نمود اگرچه استفاده از خط کشی منجر به کاهش سرعت وسایل نقلیه می شود، اما در طولانی مدت و با عادی شدن خط کشی برای رانندگان آشنا به مسیر (دارای تردد زیاد از مسیر) (Haghighi et al. 2015) یا به دلایل عدم دقت رانندگان به تابلوها و تجهیزات ایمنی (Haghighi et al. 2015) نمی توان انتظار تاثیرگذاری چشم گیر این عامل در کنترل و مدیریت سرعت وسایل نقلیه را داشت.

در مطالعه حقیقی و اکبری در سال ۱۳۹۴، بررسی اثرگذاری تغییر فاصله بین خط کشی های طولی و منقطع بر درک رانندگان از سرعت تردد خود پرداخته شد و نتایج نشان داد که استفاده از خط کشی ها با فواصل کم شونده منجر به این می شود که

و همچنین، از دیگر مزیت‌های استفاده از دوربین‌های ثبت تخلفات می‌توان به کاهش آلودگی هوا، کاهش میزان مصرف سوخت، و هدفمندسازی سفرهای درون‌شهری اشاره نمود (Javadian et al. 2018). در مطالعه دیگری که توسط اسماعیلی و همکاران در سال ۱۳۹۵ بر روی دوربین‌های ثبت تخلفات در شهرستان گرگان انجام شد، نشان داد که استفاده از دوربین‌های نظارتی بر تخلفات رانندگی تاثیر داشته و افزایش تعداد دوربین‌ها در سطح شهر موجب اصلاح رفتار رانندگان و کاهش تخلفات می‌گردد و همچنین، در بررسی آماری تصادفات راهور در سال ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۳ نشان داده که تعداد تصادفات پس از افزایش دوربین‌های نظارتی به میزان ۱۵ درصد کاهش پیدا کرده است (Esmaeeli et al, 2016). همچنین، در مطالعات خسروی و همکاران که اثرات دوربین‌های کنترل سرعت در طول مسیر ۲۰۰ کیلومتری از معابر برون‌شهری استان سمنان در مدت ۴ سال مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که در بهترین شرایط نصب دوربین‌های کنترل سرعت موجب کاهش ۴۲ درصدی تصادفات می‌گردد (Saffarzadeh et al, 2012).

راهکارهای بهبود عملکرد نصب دوربین‌های ثبت تخلفات می‌توان به افزایش مبالغ جریمه و اطلاع‌رسانی شهروندان از مزایا و فواید آنها در آرام‌سازی ترافیک اشاره نمود (Javadian et al, 2018). افزایش سخت‌گیرانه اجرای قوانین می‌تواند به عنوان شاخص مهم و تعیین‌کننده در شیوهی آرام‌سازی ترافیک شهری به حساب آمده که با بالابردن میزان آگاهی شهروندان، رفتار ناصحیح آنها را اصلاح کرده و با رعایت قوانین راهنمایی و رانندگی به نزدیک شدن هرچه بیشتر سرعت رانندگان به سرعت مجاز کمک نمود (Yazdani et al. 2018).

تجهیزات کنترل ترافیک

تجهیزات کنترل ترافیک، شامل علائم عمودی و افقی سهم قابل توجهی در اطلاع‌رسانی از تغییر وضعیت معابر به رانندگان دارد (Traffic Calming, 2020). وجود نقص و ضعف در کارکرد این تجهیزات می‌تواند اثرات منفی بسیاری در مدیریت و ایمنی ترافیک داشته باشد و چه‌بسا وجود تجهیزات غیراستاندارد به یکی از معضلات ترافیکی و حمل‌ونقلی تبدیل شود (Falamarzi et al, 2016). در این راستا مطالعه حقیقی

رانندگان احساس کنند که سرعت آنان در حال افزایش است. بنابراین، تصمیم بر کاهش سرعت به صورت خودآگاه می‌گیرند (Haghighi & Akbari, 2016). این نکته می‌تواند در آستانه ورود به میدان و تقاطع کارآمد باشد.

نوارهای لرزاننده عرضی

نوارهای لرزاننده عرضی به نقاط برجسته‌ای گفته می‌شود که به هنگام عبور وسایل نقلیه از روی آنها سبب ایجاد صدا و ارتعاش می‌شود و رانندگان را از تجهیزات کنترل ترافیک، تغییر شرایط یا وجود موقعیتی غیرمعمول در ادامه مسیر آگاه می‌سازد (Traffic Calming, 2020). در مطالعه مقدس نژاد و نادم نالکیاشری در سال ۱۳۹۳ با بررسی سرعت ۱۴۰۰ وسیله نقلیه در فاصله ۵۰۰ متری مسیرهای عوارضی تهران - ساوه و عوارضی رشت - قزوین تاثیر نوارهای لرزاننده عرضی مورد بررسی قرار گرفت. سرعت عبور وسایل نقلیه از روی نوارهای لرزاننده زرد رنگ (اکستروژن) و نوارهای عرضی (رامبل استریپس) به ترتیب به میزان ۲۷/۷ تا ۴۲/۱ درصد کاهش یافته است. به طور کلی این میزان افت سرعت بیانگر موثر بودن فرآیند آرام‌سازی با استفاده از نوارهای لرزاننده زرد رنگ (اکستروژن) و نوارهای عرضی (رامبل استریپس) است (Moghadasnezhad & Nadem Nalkiashary, 2014).

۳-۲-۲- افزایش نظارت

افزایش نظارت به عنوان یک ابزار در آرام‌سازی ترافیک با شیوه‌های مختلفی (مانند دوربین‌های ثبت تخلفات و مشارکت مردمی در ثبت تخلفات) صورت می‌گیرد که در غالب موارد سرعت لحظه‌ای وسایل نقلیه مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. البته در برخی روش‌ها با محاسبه زمان عبور وسیله نقلیه در فواصل مشخص، متوسط سرعت وسیله نقلیه در طول مسیر کنترل می‌شود و در صورت تخلف، مشخصات وسیله نقلیه را به پلیس راهنمایی و رانندگی مخابره می‌شود (Traffic Calming, 2020).

در مطالعه جوادیان و همکاران که در سال ۱۳۹۷ انجام شد، مشخص گردید که استفاده از دوربین‌های ثبت تخلفات طرح زوج و فرد بر رفتار ترافیکی رانندگان که در شهرهای مانند تهران تا حد زیادی مثبت بوده است و موجب کاهش تخلفات رانندگان، کاهش قانون‌گریزی و کاهش حجم ترافیک می‌شود

(2020). در این مطالعه همچنین، با تحلیل نتایج آماری از ۱۰ نفر از پرسنل ارشد نیروی انتظامی که سابقه حضور در صحنه تصادفات را داشته‌اند، نشان داد که تغییر شکل‌های عمودی مانند سرعت‌گیرها و سرعت‌کاه‌ها با ۳۸ درصد پرکاربردترین ابزار آرام‌سازی محسوب شده و در بین طرح‌های آرام‌سازی که به صورت ترکیبی اجرا شده‌اند. ترکیب سرعت‌کاه تخت و خط‌کشی عابرپیاده که به همراه تابلو هشداردهنده سرعت‌کاه اجرا شده است و همچنین، ترکیب سرعت‌گیر و تابلو هشداردهنده محل عبور دانش‌آموز هر کدام با ۳۰ درصد پرتکرارترین طرح ترکیبی معرفی شده‌اند. (Ahadi et al, 2020).

در مطالعه حسن پور و افندی زاده در سال ۱۳۹۷ که با بررسی بیش از ۵۰ پرسش‌نامه که توسط متخصصان ترافیک تکمیل شده بود، راهکارهای فیزیکی با اثربخشی ۵۹ درصدی در مقابل راهکارهای غیرفیزیکی با امتیاز ۴۱ درصدی بیشترین تاثیر را در آرام‌سازی جریان برخوردار بودند (Hassanpour & Afandizade, 2018). همچنین، نتایج این مطالعه مشخص نمود که در بین راهکارهای فیزیکی، گروه تغییر شکل‌های افقی و محدودیت‌های دسترسی به ترتیب با اثربخشی ۲۲ و ۱۱ درصد و راهکارهای غیرفیزیکی شامل خط‌کشی‌ها و سامانه نظارت به ترتیب برابر ۲۶ و ۱۵ درصد برآورد شده است.

باید در نظر داشت که تجهیزات ایمنی به عنوان یکی از ابزارهای تکمیلی برای آرام‌سازی جریان ترافیک می‌توانند در نزدیکی محل نصب گروه سرعت‌گیرها و سرعت‌کاه‌ها به صورت ترکیبی اجرا شوند. به عنوان نمونه دیگر، برای آرام کردن شتاب کاهش سرعت در سرعت‌کاه‌های قوسی در معابر برون‌شهری (شتاب کاهش سرعت در آنها بیشتر از سرعت‌گیرهای دیگر می‌باشد) می‌توان از دیگر ابزارهای آرام‌سازی (مانند نوارهای لرزاننده عرضی) قبل از سرعت‌کاه تا رسیدن به سرعتی که برای عبور از سرعت‌کاه مطلوب است، استفاده نمود. این مسئله برای معابر درون‌شهری نسبت به معابر برون‌شهری که سرعت کمتر و نزدیکتر به سرعت مطلوب رانندگان برای عبور از سرعت‌کاه‌ها می‌باشد، کاربردی نیست. بنابراین، استفاده از ابزار آرام‌سازی تکمیلی قبل از محل نصب سرعت‌کاه‌ها در معابر درون‌شهری، تأثیر چندانی بر رفتار رانندگان نخواهد داشت و سرعت وسایل نقلیه تا قبل از رسیدن به سرعت‌کاه، تغییر

و همکاران در سال ۱۳۹۹ که به بررسی میزان تاثیرگذاری تجهیزات کنترل ترافیکی در کاهش سرعت وسایل نقلیه بر روی قسمت حادثه‌خیزی از محور کرج - چالوس به طول ۶۰۰ متر پرداخت. در این مطالعه از سه نوع تابلو در فواصل مشخص مورد استفاده قرار گرفت و سرعت وسایل نقلیه سبک و سنگین قبل و بعد از اجرای تمهیدات مورد ارزیابی قرار گرفته است. نتایج نشان داده که درصد زیادی از این رانندگان در ۱۵۰ متری قبل از تابلوها اقدام به کاهش سرعت نموده‌اند که بیشترین کاهش سرعت در فاصله ۷۵ متری رخ داده است (Haghighi et al, 1399). علاوه بر این، نتایج مشخص نمود که سهم وسایل نقلیه سنگین در کاهش سرعت کمتر از وسایل نقلیه سبک بوده است. همچنین، در ۱۰۰ متری بعد از این تمهیدات، کاهش سرعت پایدار بوده ولی این کاهش سرعت به صورت نقطه‌ای بوده و در ادامه مسیر حفظ نمی‌شود. مطالعه دیگری توسط رحیم اف و مهرداد مجد در سال ۱۳۹۶ با هدف کاهش خطر وقوع تصادفات، تاثیر تجهیزات ایمنی مانند علائم اختطاری و تابلوهای هشداردهنده بر کاهش سرعت مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که استفاده بیش از حد و به دفعات از علائم اختطاری و هشداردهنده، حتی بخاطر وجود کاربری خاص، به دلیل داشتن اثر منفی روانی بر روی ذهن رانندگان به مرور زمان اثربخشی تابلو بر رفتار راننده را از بین می‌برد و موجب افزایش خطر وقوع تصادفات و کاهش ایمنی در این مناطق می‌گردد. از این رو، لازم است که بیشتر تمرکز برنامهریزان بر ایمن‌سازی معابر معطوف شود (Rahimof & Mehrad, 2017).

۳-۳- ترکیب اقدامات آرام‌سازی ترافیک

شاید استفاده از یک ابزار آرام‌سازی به تنهایی نتواند تاثیرگذاری مورد نظر برای رسیدن به سرعت مجاز در طول مسیر را داشته باشد و نیاز باشد که در شرایطی به ترکیب و نصب سایر تجهیزات ترافیکی پرداخته شود. بنابر تحقیقات انجام شده توسط احدی و همکاران در سال ۱۳۹۹ در شهرستان بروجرد استان لرستان تصادفات صورت گرفته از ۱۱۶ مدرسه مقاطع ابتدایی و متوسط پسرانه و دخترانه مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج اولیه مشخص نمود که ۷۳ درصد تصادفات دانش‌آموزان در شرایط عدم حضور تجهیزات مورد نیاز برای آرام‌سازی ترافیک اتفاق افتاده است (Ahadi et al,

(Mehrad Majd, 2017). در بررسی صورت گرفته توسط احدی و همکاران در سال ۱۳۹۹ که بر اساس تصادفات صورت گرفته در بین ۱۱۶ مدرسه شهرستان بروجرد استان لرستان در مقاطع ابتدایی و متوسط، پسرانه و دخترانه مورد اتفاق افتاده است؛ از بین گروه سنی مورد بررسی تصادفات دانش‌آموزان ۷ تا ۱۲ سال مقطع ابتدایی با کمی اختلاف بیشتر از تصادفات دانش‌آموزان ۱۳ تا ۱۵ سال دوره متوسط بوده است. همچنین، مدارس پسرانه ۵۳ درصد و دخترانه با ۴۷ درصد با اندکی اختلاف بیشتر از تصادفات رخ داده در اطراف مدارس بوده است. در بین آنها ۱۰۰ درصد تصادفات دانش‌آموزان در محدوده مدارس دولتی اتفاق افتاده‌اند و سایر انواع مدارس تصادفی نداشته‌اند (Ahadi et al, 2020). در مطالعه دیگر توسط عباسی و حقیقی در سال ۱۳۹۷، به بررسی عوامل موثر بر احتمال تصادفات دانش‌آموزان سه مدرسه در شهرستان محمودآباد استان مازندران، هنگام عبور از عرض جاده در معابر برون‌شهری پرداخته شده و نتایج نشان داد عبور عابرین پیاده از عرض خیابان به مقدار سرفاصله میان عابر با وسیله نقلیه وابسته بوده است و عابرین پیاده در هنگام تصمیم‌گیری برای عبور از عرض خیابان، قادر به تشخیص سرعت وسیله نقلیه نبوده و براساس سرفاصله موجود، تصمیم به عبور از عرض خیابان می‌گیرند. بنابراین برای کاهش احتمال تصادفات دانش‌آموزان با نصب ابزارهای آرام‌سازی ترافیکی مناسب مانند سرعت‌گیر و سرعت‌کاه در مکان صحیح باعث افزایش سرفاصله زمانی وسایل نقلیه و کاهش سرعت وسایل نقلیه می‌گردد (Haghighi & Abbasi, 2018). همچنین، در مطالعه حقیقی و غلام‌نژاد در سال ۱۳۹۵ به وسیله ویدئوگرافی شرایط عبور عابرین پیاده از عرض خیابان در یک مدرسه داخل شهری مورد ارزیابی و تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. افزایش زمان انتظار و زمان توقف وسیله نقلیه پیش از عبور عابرین پیاده موجب افزایش ایمنی می‌گردد. با انجام رفتار پرخطر مانند دویدن عابرین پیاده در هنگام عبور از خیابان موجب کاهش زمان عکس‌العمل وسیله نقلیه در مواجهه با عابرین پیاده شده و ایمنی عابرین به خطر می‌افتد (Haghighi & Gholamnejad, 2016).

با افزایش جمعیت کودکان در مناطق شهری، کودکان در معرض خطرات ترافیک، آلودگی و کمبود فضاهای ایمن برای بازی و تفریح قرار دارند، می‌توان با ایجاد فضاهای

چندانی نخواهد کرد (Haghighi & Zadkhori, 2019). البته در تقاطعات برای رانندگان ناآشنا به محیط و بی‌دقت استفاده از تجهیزات ایمنی به عنوان ابزارهای آرام‌سازی تکمیلی خالی از لطف نبوده و می‌تواند به کاهش تصادفات کمک نماید. در این رابطه نتایج مطالعه چوبدار و همکاران در سال ۱۳۹۹ مشخص نمود که عدم استفاده از علائم هشداردهنده در تقاطعات با سرعت‌گیر و سرعت‌کاه به ترتیب ۱۸ و ۱۱ درصد آمار تصادفات را افزایش می‌دهد (Choubdar et al, 2020).

۳-۴- اثر کاربران راه در آرام‌سازی ترافیک

عابرین پیاده به عنوان یکی از گروه‌های اصلی آسیب‌پذیر در حوادث ترافیکی شناخته می‌شوند (Ahadi, 2004) (David, 2004) (et al, 2020) که به علت پر اهمیت بودن این موضوع، کاربران راه یکی از محورهای اصلی ملاحظات ایمنی آیین‌نامه طراحی معابر شهری ویرایش ۱۳۹۹ قرار گرفته‌اند و در صورتی که به درستی مورد توجه برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران شهری قرار گیرند موجبات کاهش تعداد تلفات ناشی از حوادث ترافیکی و بهبود شاخص ایمنی معابر فراهم می‌گردد.

در این راستا، یکی از مسائل مهم نحوه تعامل میان عابرین پیاده و جریان ترافیک موتوروی است. بدین منظور مطالعه رضاییان زاده و ذاکر حقیقی که به بررسی معابر محله یوسف‌آباد تهران پرداخته، نشان داد که می‌توان با محصورکردن خیابان و حذف ترافیک سواره‌رو محدودیت‌های تردد را از بین برده و محیطی برای پیاده‌روی آسان و ایمن را فراهم نمود (Rezaeianzadeh & Zaker Haghighi, 2013). علاوه بر این، انتخاب روش‌های آرام‌سازی متناسب با عابرین پیاده به عنوان اصلی‌ترین کاربران راه‌های شهری نیز یکی دیگر از نکات حائز اهمیت در این زمینه است. چرا که پیاده‌روی اصلی‌ترین شیوه حمل‌ونقل شهری محسوب می‌گردد و عابرین پیاده به عنوان عضو جدانشدنی از راه جایگاه مهم در انتخاب نوع ابزار آرام‌سازی متناسب با حجم ترافیک خواهند داشت (Fundamentals, 2020).

سن عابرین پیاده به عنوان یکی از عوامل مهم و تعیین‌کننده در رفتار عابرین پیاده نقش دارد و در سنین پایین‌تر مخصوصاً در کودکان و دانش‌آموزان به عنوان عابرین کم تجربه و بی توجه به جریان ترافیک دانسته که دارای ریسک آسیب‌پذیری زیادی در مواجهه با تصادفات هستند (Rahimof &

تولیزیون برای نمایش تصاویر تشکیل شده است، استفاده نمود (Haghighi & Akbari, 2015)(Haghighi et al, 2015) (2015). نمایش تصویر شبیه‌سازی شده برای شرکت‌کنندگان تداعی‌گر مسیر بوده که می‌توان به کمک آن تاثیرگذاری تمهیدات قبل اجرای آنها در دنیای واقعی با استفاده از جامعه آماری کوچکتری از استفاده‌کنندگان به وسیله شبیه‌سازی در دنیای مجازی مورد بررسی و مقایسه قرار داد (Haghighi & Akbari, 2016). اگرچه دستگاه شبیه‌سازی برای استفاده‌کنندگانی که برای اولین بار از آن استفاده می‌کنند و به آن عادت ندارند می‌تواند یک رخداد آگاهانه تلقی شده و رانندگان هنگام استفاده از دستگاه شبیه‌سازی به صورت خودآگاه، اقدام به کاهش سرعت نمایند و در نتیجه درست بودن نتایج تحقیق را دچار خطا و اشکال نماید (Haghighi et al, 2015). اما با مقایسه نتایج حاصل از دستگاه آرام‌سازی و اعتبارسنجی آن با دنیای واقعی می‌توان به صحت نتایج بدست آمده از دستگاه شبیه‌سازی پی برد. همچنین، میزان شباهت بالایی بین دنیای واقعی و مجازی می‌تواند نوید بخش استفاده بیشتر از دستگاه شبیه‌سازی در تحقیقات شود چرا که در ابتدا هدف از استفاده از دستگاه شبیه‌سازی رانندگی، آموزش رانندگی و گرفتن گواهینامه بوده است، اما با مقایسه مدل رفتاری یک یا چند طرح آرام‌سازی در دنیای مجازی، میزان اثرگذاری آن در دنیای واقعی را قبل از اجرا پیش‌بینی نمود و باعث صرفه‌جویی در هزینه‌های اجرا برای رسیدن به یک طرح کارآمد شد (Haghighi & Akbari, 2015).

در مطالعه حقیقی و اکبری که در تابستان ۱۳۹۴ با استفاده از شبیه‌سازی ۴۳۰ متر از مسیر خط‌کشی شده ورودی شهر ایزدشهر انجام شد، دو تابلو با علامت محدودیت سرعت مجاز در محدوده مورد مطالعه شبیه‌سازی شده قرارداد شد. تابلوی اول در ۱۵۰ متر ابتدایی مقطع و تابلوی دوم در ۱۰۰ متر بعد تابلو اول نصب شد. در این تحقیق از ۴۵ شرکت‌کننده با میانگین سنی ۲۸ سال شامل ۳۲ مرد و ۱۳ زن که حداقل ۵ سال از گرفتن گواهینامه آنها می‌گذشت؛ استفاده شده است (Haghighi & Akbari, 2015).

در ادامه این مطالعه رانندگان پس از طی کردن ۳۰ متر از مسیر با دیدن تابلو اول شروع به کاهش سرعت کرده و این کاهش سرعت با نزدیک شدن به تابلوی دوم به بیشترین مقدار خود یعنی ۱۳/۳ کیلومتر بر ساعت رسیده است. عادی شدن

تفریحی چند منظوره محیط به عنوان دوستدار کودکان تعریف نمود که در آن کودکان بتوانند به سهولت و بدون هیچ دغدغه‌ای تردد نمایند (Amanpour et al, 2019). بدین منظور در مطالعه امان پور و همکاران در سال ۱۳۹۸، ظرفیت‌های لازم برای حضور فعال کودکان در شهر زنجان مورد بررسی قرار داده است و محلاتی همچون کارمندان، قدس، پایین کوه، شهرک امیرکبیر، مجتمع، شهرک ولیعصر، اندیشه، شهرک لاله، بهارستان، قیصریه، شهرک شهدا که با ایجاد محدودیت برای حرکت سواره، کمترین میزان تصادفات در آنها رخ داده است به عنوان محلات دوستدار کودکان را شناسایی نموده است. پژوهشی که به بررسی آرام‌سازی ترافیک و نقش آن در شناسایی محلات دوستدار کودک و انسان‌محور پرداخته شده است محدود بوده و میزان تصادفات درون‌شهری در بین شهرها متفاوت بوده و نمی‌توان تحقیقات به عنوان یک دستور واحد برای تمامی شهرها تعمیم داد (Amanpour et al, 2019).

۳-۵- شبیه‌سازی و آرام‌سازی ترافیک

ادبیات نگارشی مقالات آرام‌سازی را می‌توان در قالب سه رویکرد کلی بیان نمود. رویکرد اول، مقالاتی که نویسنده در ابتدا به بررسی پارامترهای جریان پرداخته و سپس از اقدامات آرام‌سازی به عنوان راه‌کارهای پیشنهادی، جهت ارتقای سطح ایمنی استفاده نموده است. رویکرد دوم با تکیه بر اهمیت اقدامات آرام‌سازی و نقش آن در کاهش تصادفات و افزایش سطح ایمنی، تنها به معرفی روش‌های آرام‌سازی پرداخته است. اگرچه نویسندگان مقالات در رویکرد اول و دوم، خروجی مناسبی از پژوهش خود گرفته‌اند، اما اثرسنجی برای راه‌کارهای پیشنهادی خود ارایه نکرده‌اند که می‌توان به عنوان یک ضعف پژوهشی به آن اشاره نمود. در رویکرد سوم، مقالاتی که نویسنده با استفاده روش‌های تحلیلی مختلف نظیر مدل‌سازی و دستگاه شبیه‌سازی، اثرسنجی ابزارهای آرام‌سازی را پیش از اجرای آن مورد بررسی قرار داده‌اند. این قسمت به بررسی مقالاتی می‌پردازد که با استفاده از دستگاه شبیه‌سازی این مسئله را ارزیابی کرده‌اند. برای آگاهی از تاثیرگذاری روش‌های آرام‌سازی و تمهیدات ایمنی می‌توان از دستگاه شبیه‌سازی که از یک پایه متحرک با کابین خودرو که شامل صندلی، فرمان، گاز، کلاچ، داشبورد و آمپرهای سرعت‌سنج و همچنین، از سه

فیزیکی شامل تغییر شکل‌های عمودی و محدودیت دسترسی، گروه دوم مجموعه اقدامات غیرفیزیکی شامل تغییر سطح روسازی و افزایش نظارت، گروه سوم ترکیب اقدامات آرام‌سازی ترافیک، گروه چهارم اثر کاربران راه بر آرام‌سازی ترافیک و گروه پنجم شبیه‌سازی و آرام‌سازی ترافیک است. در بین مجموعه اقدامات فیزیکی، سرعت‌گیرها و سرعت‌کاه‌ها در گروه تغییر شکل‌های عمودی متداول‌ترین ابزار مورد استفاده در کشور محسوب می‌شود. این مسئله به عنوان یک فرصت، زمینه‌ساز تحقیق بیشتر این ابزارها در آرام‌سازی معابر شده است، اما به عنوان یک خلا پژوهشی موجب نادیده گرفتن دیگر ابزارهای آرام‌سازی مانند تقاطع‌های برجسته و پیاده‌گذر برجسته به عنوان تغییر شکل‌های عمودی شده است. همچنین، به هنگام انتخاب و طراحی سرعت‌گیر و سرعت‌کاه مناسب می‌توان موضوعات مطالعاتی را به منظور کنترل محل مناسب نصب سرعت‌گیرها و سرعت‌کاه‌ها یا مقایسه بین انواع آن‌ها انجام داد. در بین مجموعه اقدامات غیرفیزیکی، تغییر خط‌کشی و نوارهای لرزاننده عرضی با تغییر در سطح روسازی به عنوان یکی از راه‌کارهای با اهمیت غیرفیزیکی هستند که تاکنون مطالعات مختلفی از بکارگیری این تجهیزات و تاثیر آنها در آرام‌سازی ترافیک انجام شده است. باید در نظر داشت که می‌توان قبل اجرای تمهیدات در دنیای واقعی با استفاده از جامعه آماری کوچکتری از استفاده‌کنندگان به کمک شبیه‌سازی مسیر در دنیای مجازی، تاثیرگذاری روش‌های آرام‌سازی و تمهیدات ایمنی را مورد بررسی و مقایسه قرار داد. همچنین، می‌توان صحت نتایج اجرای تمهیدات در آرام‌سازی و میزان کاهش اثرگذاری آنها با عادی شدن این اقدامات به ویژه برای رانندگانی که مکرر از معبر استفاده می‌کنند نسبت به زمان اجرای آنها در کوتاه مدت مورد بررسی قرار داد. به منظور ارایه خلأهای موجود و پیشنهاد موضوعات جدید می‌توان به هنگام بررسی دسترسی که محل اتصال معابر به یکدیگر است، با ایجاد محدودیت کامل، جفتی و جزیره‌ای در عرض سواره‌رو به صورت مستقیم بر عملکرد جریان ترافیک و ایمنی تأثیر گذاشت. اگرچه نویسندگان مقالات در پژوهش خود به بررسی دسترسی دوربرگردان به عنوان یک ابزار ترافیکی پرداخته‌اند، اما به عنوان یک ضعف پژوهشی می‌توان به کم‌توجهی به نقش دیگر ابزارهای محدودکننده نظیر جزیره‌های منحرف‌کننده قطری و ترافیکی و همچنین، انسدادهای کامل و جفتی در

تابلوه‌ها برای استفاده‌کنندگان مسیر موجب افزایش سرعت پس از عبور از تابلوها می‌گردد (Haghighi et al, 2015). در مطالعه حقیقی و اکبری در زمستان ۱۳۹۴ با استفاده از شبیه‌سازی به مقایسه انواع خط‌کشی پرداخته شده است و ابتدا از شرکت کنندگان خواسته شد تا ۵ کیلومتر از مسیر را در قالب ۱۰ دور بدون هیچگونه علائمی رانندگی کرده تا به اندازه کافی با طرز کار دستگاه شبیه ساز آشنا شوند و سپس با شبیه‌سازی مسیر، اثرگذاری خط‌کشی مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد خط‌کشی هاشور حاشیه‌ای با بیشترین میزان تاثیر ۲۱/۹ کیلومتر بر ساعت و سپس خط‌کشی عرضی ممتد، خط‌کشی عرضی منقطع و خط‌کشی دندان اژدهایی ترتیب با تاثیرگذاری ۱۴/۸، ۱۴ و ۱۲/۳ کیلومتر بر ساعت موجب کاهش سرعت شده است (Haghighi & Akbari, 2016).

در بررسی صورت گرفته توسط حقیقی و شیخ‌فرد در سال ۱۳۹۷، استفاده از خط‌کشی علائم افقی، مزایای بیشتری نسبت به خط‌کشی‌های حاشیه‌ای کنار مسیر دارد چراکه سرعت مجاز را به رانندگان اعلام می‌کند و ذهن رانندگان را چندان درگیر نخواهد کرد و رانندگان بدون پرت شدن حواسشان به خواسته طرح پی می‌برند و همچنین از لحاظ هزینه اجرای دو نقطه خط‌کشی نسبت به خط‌کشی طولانی حاشیه راه مقرون به صرفه‌تر می‌باشد (Haghighi & Sheykhfard, 2018).

۴- نتیجه‌گیری

اقدامات آرام‌سازی ترافیک به عنوان عاملی موثر در افزایش سطح ایمنی عابرین پیاده و دوچرخه‌سواران، سرعت وسایل نقلیه موتوری را محدود کرده و رفتار رانندگان را متناسب با شرایط محیط اطراف و کاربران عمده مسیر تغییر می‌دهد. مطالعه حاضر با توجه به اهمیت و نقش آرام‌سازی ترافیک در افزایش ایمنی و کاهش تلفات ناشی از تصادفات شهری و جاده‌ای، مطابق با آیین‌نامه طراحی معابر شهری ویرایش سال ۱۳۹۹ با انجام مروری نظام‌مند به تحلیل و تفسیر مقالات علمی-پژوهشی داخلی در بازه زمانی از سال ۱۳۸۷ تا سال ۱۳۹۹ پرداخته است. به منظور بررسی فرضیه‌های ابتدایی مقاله، با بررسی نظام‌مند مطالعات گذشته محتوای مقالات در پنج گروه مجزا تقسیم‌بندی شد. گروه اول مجموعه اقدامات

مورد توجه قرار گرفته شود. همچنین ممکن است استفاده از یک ابزار آرامسازی به تنهایی نتواند تاثیرگذاری مورد نظر در آرامسازی ترافیک از خود نشان دهد، برای مثال به تنهایی قادر به کاهش سرعت وسایل نقلیه برای رسیدن به سرعت مجاز در طول مسیر نباشد و نیاز شود به بررسی اثرگذاری تجهیزات ترافیکی به صورت ترکیبی و توامان پرداخته شود.

آرامسازی ترافیک اشاره کرد. عوامل تاثیرگذاری در وقوع تصادفات مانند انسان، راه و محیط می‌تواند نقش مهمی در انتخاب روش‌های آرامسازی داشته و چه‌بسا در هنگام ارزیابی شیوه‌های مختلف آرامسازی باید ویژگی‌های فیزیکی (مانند خصوصیات هندسی، نوع کاربری خیابان‌های اطراف و ابزارهای آرامسازی موجود در خیابان) و ویژگی‌های ترافیکی (مانند سرعت وسایل نقلیه، نوع و حجم ترافیک) معابر نیز

۵- مراجع

- Highway), Journal of Traffic Engineering”, 16(64), pp.5057.
- Amir Pouriya Chavoshi, (2008), “Modern Methods of Traffic Soothing”, Traffic Management Studies, 3(9), 109. magiran.com/p763267.
- David, B., (2004), “Trac calming fatalities”, A Growing Therat World Wide.
- Ebrahim Vahabzadeh, (2008), “The Effect Of Human Factor On The Accidents Of Karij-Qazvin Highway In 2004 And The Reduction & Control Strategies”, Traffic Management Studies, 3(8), 57. magiran.com/p698505.
- F. R. Haghghi , Sh. Abbasi, (2018), “Building a Model of the Possibility of Students Pass Crossing Suburban Roads”, Journal of Transportation Research, 15(3), pp.67-78. magiran.com/p1905078.
- Farshid Reza Haghghi , Mahla Zadkhori, (2019), “Vehicle speed estimation model due to speed humps”, 8(29), pp.45-68. magiran.com/p2033762.
- Farshidreza Haghghi , Abbas Sheykhfard, Mohammad Azmoodeh, (2019), “Improving safety of student crossing by implementing traffic calming (Case Study: Babol)”, Journal of Transportation Engineering, 11(2), pp.525-537.
- Farshidreza Haghghi, Abbas Sheikh Fard, Shahrbanoo Kavianpour, (1399), 'The effect of perceptual instruments on the speed of drivers' choice in accident-prone areas', Rahvar Magazine, 9 (34), pp.71-100. magiran.com/p2223012.
- Farshidreza Haghghi, Ali Akbari, (2015), “Comparison of drivers' behavior towards traffic calming devices in real and virtual world”, Rahvar Magazine, 4 (13), pp.107-122.
- Farshidreza Haghghi, Ali Akbari, (2016), “Assessment of Marking Effectiveness on Traffic Calming with Driving Simulator”, Journal of Transportation Engineering, 7(2), pp.237249.
- Farshidreza Haghghi, Hamed Yousefi, Reza Jafari, Ali Akbari, (2015), “Effectiveness of Perceptual Traffic Calming Measures at a Small Community Gateway for Speed Reduction in Real World and Simulator Study”, Journal of
- Saeid Amanpour, Samira Moradi Mofrad , Akbar Hossienzadeh, (2019), “The role of traffic calming in the planning of child friendly and human-oriented cities (Case study: Zanjan)”, Journal of Studies Of Human Settlements Planning, 14(46), pp.129146.
- Statistics Research Institute, (1389), “Analytical report on the statistics of road accidents and casualties”, EC-4-4-2-98-06.
- A. M. Rahimi , A. Moradi Madadloo, A. Mazaheri, (2018), “Assess the Impacts of Access Road on Intercity Routes Performance”, Journal of Transportation Research, 15(3), pp.15-31. magiran.com/p1905075.
- A. Sheykhfard, (2018), “Evaluation of Effectiveness of Horizontal Pavement Marking on Reduction of Vehicles' Speed”, Journal of Transportation Research, 15(3), pp.111-122. magiran.com/p1905081.
- Alireza Esmaeeli, Ahmad Karami, Mehdi Pilaram, (2016), “Studying the effect of using visual surveillance cameras on recording the driving infractions of drivers (case study: the town of Gorgan)”, Quarterly Journal of Law Enforcement Science Golestan; Fifth year, issue, 01 pp. 94.
- Alireza Khavandi, Seyed Omid Rezaeian, (1397), “Investigating the effect of access road density on accidents on two suburban roads (case study of Ahar-Tabriz axis)”, Transportation Engineering Quarterly, 9 (4), pp.619-630. magiran.com/p1836558.
- Amin Choubdar, Amin Farajollahi, Alireza Ameli, (2020), “Evaluation of The Speed Bumps Utilization at Junctions and U-Turns on Accidents and Vehicles' Speed and Offering Prediction Model of The Speed Bumps Effects on The Accidents Reduction”, Journal of Transportation Research, 17(2), pp.67-80. magiran.com/p2143679.
- Amir Falamarzi, Mohammad Soltani, Ahmad Shahbazzadeh, Navid Amir Pashaei, (2016), “Prioritization of the Problems related to Guide Signs using Analytical Hierarchy Process (AHP) Technique (Case Study: Azadegan

- M. R. Ahadi, A.R. Sarkar, M. Goudarzi, (2020), "The Effect Of Traffic Calming In The Vicinity Of Schools On Students Accidents, Sharif Journal Civil Engineering, 36(2), pp.153160. magiran.com/p1478834. magiran.com/p1545626. magiran.com/p1618594. magiran.com/p1897240. magiran.com/p1906838. magiran.com/p1989376. magiran.com/p2072401. magiran.com/p2102437. magiran.com/p2114727. magiran.com/p2157253.
- MohammadHassan Yazdani, Ebrahim Alipour, AmirHesam Dashti, (2018), "Prioritizing the Efficiency Level of Relaxation Indicators in Urban Passageways", Traffic Management Studies, 13(49), pp.95-113.
- R. Javadian, E. A. Jahani, M. Ranjbar, (2018), "The Effectiveness of Cameras to Record Violation Even and Odd Designs on the Law of Drivers in Tehran", Road journal, 96, pp.161-171.
- R. Shad, A. R. Hoveydafar, M. Moradzadeh, (2015), "Evaluating Urban Speed Bumps using AHP in GIS (Case Study: Kashan City Area)", Traffic Management Studies, 9(34), 43. magiran.com/p1380637.
- Saffarzadeh, Mahmoud and Seyed Abrishami, Seyed Ehsan and Khosravi, Hadi, (2012), "A method for evaluating the efficiency of speed cameras in suburban axes (Case study of Semnan axes)", 12th International Conference on Transportation and Traffic Engineering, Tehran, <https://civilica.com/doc/200673>.
- Shahab Hassanpour, Shahriar Afandizade, (2018), "Effectiveness of technical strategies on urban and suburban traffic relaxation", 15(42), pp.157185.
- Urban Highways and Streets Design Guide, section 6, Traffic Calming, (2020), "Deputy of Transportation Ministry of Roads & Urban Development Islamic Republic of Iran".
- Urban Highways and Streets Design Guide, section1: Fundamentals, (2020), "Deputy of Transportation Ministry of Roads & Urban Development Islamic Republic of Iran".
- Transportation Engineering, 6(3), pp.429-444. magiran.com/p1420573.
- Farshidreza Haghghi, Mohammad Gholamnejad, (2016), "Risk Analyzing and Safety Modeling for Students Crossing the Street at Roadside Schools", Journal of Transportation Engineering, 7(4), pp.605614.
- Freydoun Moghadasnezhad, Mohammad Ali Nadem Nalkiashary, (2014), "Effectiveness of Traffic Calming Method by Combination of Extrusions and Rumble Strips in Speed Management", Journal of Traffic Engineering, 14(57), 48, magiran.com/p1757627.
- Ghazal Rezaeianzadeh, Kianoosh Zaker Haghghi, (2013), "Feasibility study of pedestrian presence in local routes using land use indicators and criteria and traffic safety to create desirable sidewalks (Case study: Yousefabad neighborhood of Tehran)", Haft Hesar Environmental Studies Quarterly, 1 (3), 25. magiran.com/p1630831.
- Godley, S., (1999), "A Driving simulator investigation of perceptual countermeasures to speeding", Ph.D. Dissertation, Department of Psychology, Monash University.
- Haghghi, F., and Yousefi, H., and Yousefi, F., (1394), "Evaluation of the effect of pavement cross-section on traffic calming using t-test (Case study: Izadshahr entrance)", Transportation Infrastructure Engineering, 1 (4), pp.79-91. <https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=265584>.
- Highway Geometric Design Code, No. 415, (2012), "Islamic Republic of Iran Vice presidency for Strategic Planning and Supervision.
- Javad Tanzadeh, Pezhouhan T.Kheiry, (2009), "Modification of the Technical Specifications of Traffic Calming Methods for Transportation of Hazardous Materials, Traffic ManagementStudies, 3(10), 25. magiran.com/p763137.
- K. Rahimof, M. Seyedkarimi, S. R. Seyedalizadeh Ganji, (2012), "Improving Traffic Safety using Speed Bumps Case study: Tehran", 6(17), 15. magiran.com/p1056515.
- Kamran Rahim Of, Hosein Mehrad Majd, (2017), "Analyzing and assessing drivers' behaviors by creating accidents occurrence risk in around schools", Traffic Management Studies, 12(44), 57-70. magiran.com/p2193974.
- Katz, B. J. and Rakha, H. A., (2008), "Determination of effective design of perceptual transverse bars to reduce vehicle speeds on a controlled roadway", Transportation Research Record, pp. 08-1253.

Meta-Combination of Persian Language Articles with the Focus on Traffic Calming Overview from 2008 to 2020

Sajad Abdi, M.Sc., Student, Department of Civil Engineering, Qom University, Qom, Iran.

Seyed Mohammad Hossein Dehnad, Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Qom University, Qom, Iran.

E-mail:simoon.sajad.k@gmail.com

Received: March 2023- Accepted: August 2023

ABSTRACT

Urban road traffic calming measures, as an effective factor in increasing the level of safety of pedestrians and cyclists, limiting the speed of motor vehicles, and reducing casualties due to accidents. The present article analyzes and interprets Persian-language scientific-research articles in the period 2008-2020 by conducting a systematic review. The results showed that the application of accelerators and speed bumps on urban roads as a cross-sectional physical solution had a significant effect on reducing the speed of vehicles. In this regard, the comparison between the types of accelerators and speed bumps and control of their proper installation location can be evaluated in more detail in future studies. The results also showed that the change in pavement level a non-physical solution to reduce the speed to the allowable range is not very effective and needs to be combined with other solutions to achieve this, which requires new studies in this area. It should be noted that the use of simulation tools to measure the performance of the proposed solutions for combining relaxation tools can also be effective, and can be used by other researchers. Further-more, the results showed that previous studies have paid less attention to the effectiveness and analysis of the performance of relaxation devices such as deviant diagonal islands and traffic.

Keywords: Traffic Calming, Safety, Accidents, Simulation