

تحلیل اثر انواع استراتژی‌های آرام‌سازی سرعت بر گروه‌های مختلف کاربران از منظر جنسیت، نوع وسیله‌نقلیه و وضعیت بومی

مقاله علمی - پژوهشی

محجوبه میرانی کناری، دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه راه و ترابری، دانشکده عمران، دانشگاه صنعتی نوشیروانی، بابل، ایران
فرشیدرضا حقیقی*، دانشیار، گروه راه و ترابری، دانشکده عمران، دانشگاه صنعتی نوشیروانی، بابل، ایران

*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: Haghghi@nit.ac.ir

دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۲۲ - پذیرش: ۱۴۰۴/۰۳/۰۱

صفحه ۳۷۷-۳۹۸

چکیده

سرعت غیرمجاز خطر و شدت تصادفات را به ویژه برای کاربران آسیب‌پذیر جاده افزایش می‌دهد. از این رو، به حداقل رساندن سرعت در برخی مناطق حیاتی است. برخی از کشورها به طور گسترده از اقدامات آرام‌کننده سرعت استفاده می‌کنند. این پژوهش اثربخشی اقدامات مختلف آرام‌سازی ترافیک را از منظر عملکرد و ایمنی ترافیک ارزیابی می‌کند. چارچوب پیشنهادی برای نشان دادن سودمندی و کاربرد آن در ۳ شیوه آرام‌سازی (سرعت‌کاه، دوربین کنترل سرعت و حضور پلیس) اعمال شد و آزمایشی میدانی برای به دست آوردن داده‌های مورد نیاز در رینگ بابلسر - فریدونکنار صورت گرفت. نتایج این پژوهش نشان داد که ترتیب تأثیرگذاری در کاهش سرعت متوسط کاربران به صورت سرعت‌کاه (۱۳٫۹۴ - درصد)، حضور پلیس (۶٫۶۴ - درصد) و دوربین کنترل سرعت ثابت (۱٫۴۳ - درصد) می‌باشد. در بین کاربران بومی تأثیرگذاری بر میزان تغییر متوسط سرعت کاربران به ترتیب مربوط به سرعتکاه (۱۳٫۲۴ - درصد)، پلیس (۵٫۷۹ - درصد) و دوربین کنترل سرعت ثابت (۲٫۰۷ - درصد) و غیر بومی به ترتیب سرعتکاه (۱۴٫۹۷ - درصد)، پلیس (۷٫۶۲ - درصد) و دوربین کنترل سرعت ثابت (۰٫۶ - درصد)، در گروه‌بندی انواع وسایل‌نقلیه، ترتیب تأثیرگذاری بر کاهش سرعت متوسط وسایل‌نقلیه سبک سرعت‌کاه (۱۳٫۹ - درصد)، پلیس (۶٫۲۲ - درصد)، دوربین (۱٫۶۴ - درصد) و در وسایل‌نقلیه سنگین سرعت‌کاه (۱۸٫۷۳ - درصد)، دوربین (۷٫۷ - درصد) و پلیس (۶٫۶۱ - درصد) می‌باشد. در بین کاربران مرد ترتیب به صورت سرعت‌کاه (۱۵ - درصد)، پلیس (۵٫۸۱ - درصد)، دوربین کنترل سرعت ثابت (۱٫۷۳ - درصد) در بین کاربران زن، پلیس (۸٫۲۲ - درصد) سرعت‌کاه (۳٫۲۹ - درصد) و دوربین کنترل سرعت ثابت (۱٫۸۷ - درصد) می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: آرام‌سازی ترافیک، پلیس، سرعت‌کاه، دوربین نظارت سرعت

۱- مقدمه

به شمار می‌آیند. بر همین اساس اولین اقدام شناسایی عوامل بالقوه ایجاد تصادفات است تا بتوان با رفع و یا کاهش آن‌ها، پتانسیل وقوع تصادف را کاهش داد. به طور واضح، می‌بایست کنترل سرعت در صدر برنامه‌ها قرار گیرد (مقدس‌نژاد و نالکیاشری، ۱۳۹۶). بسیاری از اقدامات انجام شده در زمینه ایمنی نیز با هدف وادار کردن کاربران جاده به کاهش سرعت و رعایت محدودیت‌های سرعت انجام می‌شود. با توجه به تغییر در میانگین سرعت، اثرات آن بر ایمنی جاده از نظر تعداد

امروزه استفاده از وسیله‌نقلیه شخصی مورد توجه عموم مردم است. هر روزه بر تعداد و میزان استفاده از اتومبیل افزوده می‌شود. رقابت کارخانجات خودروسازی مختلف در دنیا و ارائه "حداکثر سرعت" و "شتاب اولیه" به عنوان فاکتورهای مهم و تأثیرگذار در انتخاب، همچنان نشان از مقبولیت بالای جهانی آیتم سرعت در نگاه مشتریان دارد. امری که با کاهش زمان تصمیم‌گیری و عکس‌العمل و افزایش تصاعدی ریسک تصادف، امروزه به عنوان یکی از مهمترین عوامل ایجاد تصادفات جاده‌ای

حمل و نقل توجه دقیق تری را در زمینه استراتژی‌های آرامسازی ترافیک را در این معابر توصیه می‌کند تا در عین اثرگذاری بالا و نزدیک کردن سرعت بخش بیشتری از کاربران به سرعت مجاز، رضایت کاربران را نیز در پی داشته باشد و هزینه‌های اقتصادی مختلف کاربران را شدیداً افزایش ندهد (Lopoo et al, 2024) همچنین یکی از وظایف اصلی نهادهای مسئول ایمنی راه، اطمینان از رعایت محدودیت سرعت در نظر گرفته شده برای رانندگان است؛ آن‌ها می‌بایست پس از گذشت مدت زمان معینی از نصب اقدامات ایمنی، به ارزیابی تأثیر آن‌ها بر ایمنی جاده‌ها بپردازند (Otković et al, 2024)؛ لذا با ارزیابی اثربخشی انواع اقدامات آرام‌کننده ترافیک واقع در جاده‌های شریانی و درک تأثیر آن‌ها بر برخی پارامترهای جریان ترافیک می‌توان برای مقابله موثر با مشکلات پیش‌روی برنامه‌ریزان ترافیک استفاده نمود و به آنان کمک شایانی در راستای دستیابی به طرح‌های کارا مطابق با اهداف از پیش تعیین شده آنان می‌نماید.

تصادفات و تعداد مصدومان و کشته‌شدگان به خوبی مشخص است.

با این حال، مطمئناً تنها میانگین سرعت تحت تأثیر اقدامات ایمنی ترافیک نمی‌باشد و این اقدامات بر شاخص‌هایی مانند صدک ۸۵، انحراف استاندارد از سرعت و شکل توزیع سرعت نیز می‌تواند تأثیرگذار باشد (Box & Oppenlander, 1976). از دیگر اقداماتی که در راستای مطلب فوق‌الذکر با جدیت در حال پیگیری است، شناسایی نقاط حادثه‌خیز محورهای مختلف، طبقه‌بندی و تلاش در جهت اصلاح آن‌هاست. در خصوص اقدامات مورد نیاز در نقاط حادثه‌خیز راهکارهای متفاوتی نظیر انواع روش‌های آرام‌سازی و یا اصلاح هندسی، بسته به محل و نوع نیاز مورد استفاده قرار می‌گیرد. آرام‌سازهای ترافیکی نیز خود انواع و اقسام مختلفی دارند که بنا به نظر کارشناسان متخصص ترافیک مورد استفاده قرار می‌گیرند. گام بعدی در استفاده از هر کدام از این آرام‌سازها، بررسی میزان تأثیرگذاریشان در کاهش سرعت، افزایش ایمنی و یا کاهش میزان و شدت تصادفات است.

۲- تعریف مسأله

جاده‌های بین شهری با سرعت خاصی طراحی می‌شوند تا نیاز جابه‌جایی را تامین کنند. با این اوصاف؛ در برخی از مکان‌ها، ممکن است به دلیل شرایط خاصی که وجود دارد، نیاز به کنترل سرعت کاربران موتوری وجود داشته باشد. بدین منظور، اقدامات آرام‌کننده ترافیک برای کنترل سرعت وسایل نقلیه در برخی از جاده‌ها اعمال می‌شود.

آرامسازی ترافیک مجموعه‌ای از اقدامات مهندسی برای کاهش سرعت وسایل نقلیه و یا حجم تردد و در نتیجه کاهش تصادفات جاده‌ای است (Leonardi & Distefano, 2024). مداخلات آرام‌سازی ترافیک به طور گسترده‌ای در سطح بین‌المللی اجرا می‌شوند و شامل اقدامات فیزیکی (به عنوان مثال، سرعت‌گیر یا گذرگاه ماریپچ)، اقدامات ادراکی (به عنوان مثال، تابلوی نمایش سرعت)، اقدامات آموزشی (به عنوان مثال، کمپین‌های آگاهی) و اقدامات اجرایی (به عنوان مثال، کاهش قانونی سرعت) می‌باشد. کاهش سرعت سفر کاربران موتوری باعث کاهش دفعات و شدت تصادفات می‌شود؛ بنابراین با کاهش بار جراحات رانندگان، مسافران، عابران‌پیاده و دوچرخه‌سواران در تصادفات، شاخص سلامتی در جامعه افزایش خواهد یافت (Batomen et al, 2024) با توجه به محدودیت سرعت بالاتر جاده‌های شریانی نسبت به سایر معابر شهری، موسسه مهندسان

۳- اهداف تحقیق

همانطور که در بند پیش توضیح داده شد، آگاهی از تأثیر نسبی اقدامات مختلف آرام‌سازی ترافیک، سهم ارزشمندی برای مقابله موثر با مشکلات پیش‌روی برنامه‌ریزان ترافیک می‌باشد و به آنان کمک شایانی در راستای دستیابی به طرح‌های کارا مطابق با اهداف از پیش تعیین شده آنان می‌نماید، لذا اهداف تعیین شده برای انجام پژوهش حاضر به شرح ذیل می‌باشند:

-تحلیل و مقایسه رفتار رانندگان وسایل نقلیه سبک و سنگین پس از عبور از هر یک از سه استراتژی (سرعت‌کاه، دوربین کنترل سرعت، حضور پلیس)

-تحلیل و مقایسه رفتار انتخاب سرعت رانندگان بومی و غیر بومی پس از عبور از هر یک از سه استراتژی (سرعت‌کاه، دوربین کنترل سرعت، حضور پلیس)

-تحلیل و مقایسه رفتار رانندگان زن و مرد پس از عبور از هر یک از سه استراتژی (سرعت‌کاه، دوربین کنترل سرعت، حضور پلیس)

۴- پیشینه تحقیق

در صده اخیر با توسعه حمل و نقل موتوری، شهرهای بزرگ درصدد رفع مشکلات ایمنی، مطالعات متعددی در زمینه آرامسازی ترافیک به عمل آوردند که از جمله آن‌ها می‌توان به موارد نامبرده در جدول (۱) اشاره نمود.

جدول ۱. مطالعات پیشین

ردیف	نام محقق	زمان تحقیق	هدف تحقیق	نتیجه تحقیق
۱	حقیقی و همکار	۱۳۹۴	مقایسه رفتار رانندگان در برابر ادوات آرام سازی ترافیک در دنیای واقعی و مجازی	تابلوهای استفاده شده، در کاهش سرعت رانندگان در دستگاه شبیه‌ساز رانندگی به میزان ۱۳/۱ کیلومتر بر ساعت و دنیای واقعی ۳/۹ کیلومتر بر ساعت تأثیرگذار بوده و همچنین تابلوهای محدودیت سرعت بر جابه‌جایی جانبی رانندگان تأثیر منفی داشته و موجب برهم خوردن تمرکز راننده می‌شود.
۲	علی محمدی و همکاران	۱۳۹۹	تأثیر رفتار رانندگان وسایل نقلیه سنگین بر میزان تصادفات در مسیر آزادراهی	استرس و مشغله فکری، مشکل اقتصادی و طرح هندسی جاده در میزان تصادفات جاده‌ای تأثیر معناداری دارد.
۳	آقابیک و همکار	۱۳۹۷	مروری بر اقدامات ایمنی جهت کاهش تصادفات ناشی از سرعت	تعیین سرعت مجاز مناسب باعث ایجاد تعادل میان زمان سفر و ایمنی خواهد شد. همچنین افزایش دانش رانندگان منجر به کاهش رفتارهای پرخطر آن‌ها و در نتیجه افزایش ایمنی می‌شود. این در حالی است که اعمال قانون مناسب، عاملی بازدارنده جهت کاهش تخلفات از جمله تخلفات مربوط به سرعت است.
۴	دهشیری و همکاران	۱۳۹۴	بررسی رویکردهای آرامسازی جریان ترافیک در معابر و ورودی‌های مناطق شهری	سناریو استفاده از خط‌کشی مناسب روی سطح روسازی و کنترل بوسیله دوربین برترین گزینه و سناریو ایجاد تقاطعات بدون چراغ راهنمایی و رانندگی ضعیف‌ترین گزینه برای اکثر رویکردها بوده است.
۵	علی اکبر سلطان و همکاران	۱۳۹۳	ارزیابی سناریوهای آرامسازی جریان ترافیک در معابر محلی با هدف ارتقاء ایمنی عابرین پیاده	بهترین سناریو برای آرامسازی ترافیک بسته به نوع هدف در نظر گرفته شده متفاوت خواهد بود. به این معنا که زمانی که تنها پارامترهای (آلودگی هوا و مصرف سوخت) ملاک آرامسازی باشند اغلب نتایج متفاوت با زمانی است که ظرفیت، کارایی و یا افزایش ایمنی عابرین پیاده ملاک قرار گیرد.
۶	Gayathri et al	2021	ارزیابی اثربخشی اقدامات آرام‌ساز مختلف ترافیکی	موثرترین اقدامات آرام‌کننده ترافیک برای کاهش سرعت وسایل نقلیه جابجایی عمودی مانند سرعت‌کاه صفحه‌ای عریض و یکپارچه و نوارهای لغزنده است. اقدامات دیگر مانند جابه‌جایی‌های افقی و ناودانی جاده ممکن است در نقش‌های فرعی استفاده شود. نوارهای لغزنده ۱۵-۲۰ کیلومتر بر ساعت کاهش سرعت انواع وسایل نقلیه را در پی داشته و مشاهده شده طولانی‌ترین منطقه تأثیرگذاری را برای همه کلاس خودروها دارد.
۷	Sołowczuk et al	2021	اثرات اقدامات مختلف آرام‌ساز ترافیکی شامل تغییرات عمودی و افقی در مسیر	در مطالعه این محققین پایدارترین اثر کاهش سرعت تغییرات و اقدامات عمودی در سطح راه بوده است.
۸	Sheikh and Ud Din	2018	بررسی تأثیر ارتفاع سرعتگیر بر سرعت عبوری کاربران	آن‌ها به این نتیجه رسیدند که کاهش سرعت متوسط در اکثر نقاط بیش از ۲۲ درصد اتفاق افتاده و تعداد تصادفات طی دو سال بیش از ۱۱

درصد کاهش داشته است. اثر کاهش سرعت برای سرعت‌گیرهای بزرگ‌تر بهتر بوده است.	موتوری، میزان کاهش سرعت، شتاب افزایش و کاهش سرعت			
آرام‌سازهایی مانند سرعت‌کاه بالشتکی و سرعت‌کاه صفحه‌ای عریض و یکپارچه برای تنظیم و یکنواخت کردن وضعیت تردد در طول مسیرهای مورد مطالعه بسیار مفید عمل نموده است. همچنین مطالعه آن‌ها نشان داد که سرعت‌کاه صفحه‌ای عریض و یکپارچه باعث بروز ناراحتی قابل توجهی برای مسافران می‌شود و همچنین قبل از اجرای چنین اقدامات آرام‌سازی ترافیکی و استفاده از این ادوات به مطالعه کافی برای بررسی عملکرد آن‌ها نیاز است.	بر تاثیر ویژگی‌های ادوات آرام‌ساز بر ریسک حوادث	2021	Patel and Gundaliya	۹
ابعاد سرعت‌کاه‌های به کار گرفته شده در مطالعات بهینه‌ترین ابعاد نیستند و با شکل و ابعاد مناسب کاهش سرعت، در مقایسه با کاهش‌های سرعت به کار رفته، می‌توان استهلاک انرژی را تا بیش از ۴۰ درصد افزایش داد و ضربه وارد شده به خودرو را بیش از ۸۰ درصد کاهش داد.	تعیین موثرترین ویژگی‌های یک کاهشنده سرعت، برای کاهش حداکثر مقدار انرژی از وسیله نقلیه، با حداقل تأثیر بر روی آن، تعامل خودرو و جاده	2016	Duarte et al	۱۰
نتایج نشان داد که بین سرعت در نقاط میانی و فاصله بین TCMها، با ضریب حدود ۰/۸ همبستگی خوبی وجود دارد. در این پژوهش برای صدک ۸۵م سرعت زیر ۵۰ کیلومتر در ساعت، حداکثر فاصله ۲۰۰ متری بین TCMها و برای مقدار ۴۰ کیلومتر در ساعت، ۷۵ متر توصیه شده است.	هدف فاصله مناسب بین TCMهای متوالی	۲۰۲۰	Pérez-Acebo	۱۱

با تفکر اینکه از تجربه و تبحر بیشتری برخوردارند؛ رفتار متفاوتی در مواجهه با قوانین و مسائل ترافیکی از خود نشان می‌دهند. این مطلب بیانگر اهمیت تفکیک این گونه رانندگان در خصوص مدل‌سازی‌ها است و ممکن است در برخورد با آرام‌سازهای ترافیکی نیز رفتاری متفاوت از رانندگان سایر وسایل نقلیه نشان دهند و همچنین طرحی که برای عموم خودروها (سبک) است، ممکن است برای این گروه مناسب نباشد.

در طرح موضوع پژوهش حاضر علاوه بر بررسی میزان تاثیر هر یک از استراتژی‌های آرام‌سازی و مقایسه آن‌ها با یکدیگر و همچنین بررسی تغییرات سرعت در زیرگروه وسایل نقلیه سنگین و سبک، به بررسی تغییرات سرعت در زیرگروه‌ها بومی و غیر بومی و همچنین زیر گروه جنسیت راننده نیز پرداخته خواهد شد.

همانطور که در جدول بند قبل قابل مشاهده است پژوهش‌های صورت گرفته اطلاعات زیادی درباره انواع نحوه‌های آرام‌سازی و تاثیر هر یک بر رفتار انتخاب سرعت رانندگان در اختیار قرار می‌دهد. علی‌رغم وجود مطالعات گسترده در زمینه تأثیرات ادوات و راهکارهای آرام‌سازی سرعت به صورت مجزا، مطالعات کمی در داخل ایران به بررسی تفاوت و تمایز میان تأثیر انواع مختلف راهکارهای آرام‌سازی سرعت پرداخته است. همچنین کمتر پژوهشی به بررسی تفاوت رفتاری دو گروه وسایل نقلیه سنگین و وسایل نقلیه سبک در برخورد با استراتژی‌های آرام‌سازی سرعت پرداخته است. علاوه بر ویژگی‌های فیزیکی و عملکردی متفاوت وسایل نقلیه سنگین در مقایسه با وسایل نقلیه سبک، پژوهش‌های رفتارشناسی که در گذشته صورت گرفته نشان داده که رانندگان این نوع وسایل نقلیه معمولاً

روش تحقیق و جمع‌آوری اطلاعات

این مطالعه با هدف تجزیه و تحلیل اثرات سه استراتژی زیر در مدیریت سرعت و رفتار انتخاب سرعت رانندگان می‌باشد.

(۱) حضور پلیس،

(۲) تاثیر سرعت‌کاه‌های موجود در راه‌ها،

شایان ذکر است محدوده تاثیر استراتژی‌های آرامسازی (فاصله نقاط اندازگیری قبل و بعد از محل استراتژی آرامسازی) بر اساس مطالعات پیشین در نظر گرفته شده است.

در نهایت سرعت صدک ۸۵ و میانگین سرعت برای مقایسه اثر کاهش سرعت برای هر نوع از راهکارهای آرام‌کننده ترافیک بررسی می‌شود؛ چراکه این شاخص‌ها درک بهتری از نحوه واکنش رانندگان به راهکارهای آرام‌کننده ترافیک ارائه می‌دهند. انحراف از سرعت متوسط هنگام عبور از محدوده اقدامات آرامسازی، نشان‌دهنده تفاوت رفتاری در بین رانندگان است. برای تعیین معناداری تغییرات سرعت ناشی از راهکارهای آرامسازی، از آزمون برابری واریانس‌ها استفاده شد. این امر اهمیت آماری تفاوت در انحراف استاندارد در سرعت بین بخش‌های مانع (یعنی وجود ادوات آرامسازی) و بخش‌های بدون مانع (یعنی در فواصل دور از آرامسازها) را نشان خواهد داد.

شیوه‌های آرامسازی ترافیک مطالعاتی سرعتگاه

سرعت‌گاه‌ها یکی از ابزارهای آرامسازی ترافیک می‌باشد که گاه به تنهایی و گاه در کنار سایر روش‌های آرامسازی به کار گرفته می‌شوند. در قالب تعریف می‌توان گفت سرعت‌گاه‌ها، گروهی از تجهیزات آرامسازی هستند که به صورت فیزیکی در عرض مسیر و در جهت عمود بر حرکت وسایل نقلیه نصب می‌شوند و عملاً به عنوان یک مانع در مقابل خودرو عمل کرده و باعث کاهش سرعت وسیله نقلیه می‌گردد (Li et al, 2013)



شکل ۱. یکی از سرعت‌گاه‌های محدوده مطالعاتی

۳) تاثیر دوربین‌های کنترل سرعت در مسیر، به منظور ارزیابی تأثیرات هر استراتژی بر رفتار سرعت راننده، سایت‌های مناسب جهت استقرار تیم آماربردار سرعت و بررسی دیتاهای جمع‌آوری شده انتخاب می‌شود.

در سناریو اول و بررسی تاثیر حضور پلیس در محدوده مطالعاتی، مکان قرارگیری پلیس باید به گونه‌ای باشد که به وضوح پلیس و ماشین گشت در منطقه دید راننده قرار گیرند و رانندگان کنترل از سمت پلیس را به وضوح حس کنند؛ لذا از پلیس خواسته خواهد شد که در سایت‌ها با وسیله نقلیه کاملاً علامت‌دار حضور پیدا کند.

در سناریو دوم مکان استقرار تیم آماربردار در محدوده سرعت‌گاه‌های موجود در مسیر می‌باشد.

در سناریو سوم محل استقرار تیم در مجاورت دوربین‌های کنترل سرعت موجود در مسیر است.

به طور کلی در هر یک از این سناریوها جهت بررسی رفتار رانندگان در برخورد با استراتژی‌های آرامسازی ترافیک، سرعت کاربران و سایر داده‌های مورد نیاز نظیر پلاک، نوع خودرو، جنسیت راننده در ۳ نقطه ثبت می‌شود.

الف) نقطه (BDC): بالادست استراتژی مدیریت سرعت، جایی که مدیریت سرعت قابل مشاهده نباشد.

ب) نقطه (SMDC): واقع در مجاورت استراتژی مدیریت سرعت،

ج) نقطه (DDC): در پایین دست استراتژی مدیریت سرعت.

سامانه ثبت تخلفات سرعت

بانک اطلاعاتی و نهایتاً صدور جریمه برای خودروهای متخلف بکار می‌رود. تجهیزات سخت‌افزاری ممکن است در کناره و یا سطح راه نصب گردند و یا بر روی خودروهای ویژه نصب شوند (Gayathri, 2021).

سامانه ثبت تخلف سرعت عبارت از سامانه‌ای اتوماتیک، شامل مجموعه نرم‌افزار و سخت‌افزارهای مختلف می‌باشد که برای تشخیص خودرو یا پلاک خودروهای متخلف، عکس‌برداری، پردازش و تحلیل عکس، مخابره اطلاعات عکس و متون، تهیه



شکل ۲. سامانه هوشمند تشخیص و ثبت تخلف سرعت در محدوده مطالعاتی

حضور گشت پلیس

می‌گردد. در اغلب موارد در معرض دید بودن پلیس جهت رعایت سرعت مجاز از هشدار دادن یا جریمه کردن در تغییر رفتار در رانندگی موثرتر می‌باشد (Gayathri, 2021).

در ایران برای اعمال قوانین و مقررات و کنترل تخلفات رانندگی از روش‌هایی مثل حضور گشت‌های پلیس راه، گشت‌های نامحسوس پلیس راه و دوربین‌های کنترل سرعت و غیره جهت برخورد با متخلفات و جریمه کردن آن‌ها استفاده



شکل ۳. حضور گشت راهنمایی و رانندگی در محور مطالعاتی

گروه‌ها و شاخص‌های مطالعاتی

انواع وسایل نقلیه

در این پژوهش وسایل نقلیه در دو گروه سبک و سنگین تقسیم‌بندی می‌شوند. رده سبک شامل انواع سواری با اندازه‌های مختلف و انواع وانت می‌شود. گروه سنگین شامل اتوبوس و کامیون می‌باشد.

وضعیت بومی

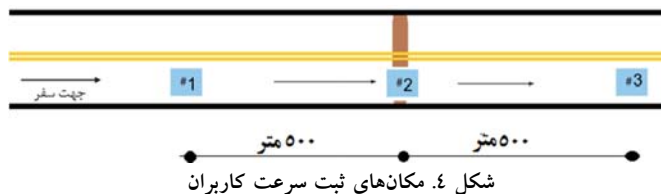
در حین آماربرداری پلاک خودروها ثبت شده است و بر اساس آن خودروهای مربوط به شهرهای بابل، بابلسر و محمودآباد به عنوان بومی منطقه مطالعاتی و سایر پلاک‌ها به عنوان غیربومی در بانک اطلاعاتی درج شده‌اند.

جنسیت

از دیگر اطلاعات موجود در بانک اطلاعاتی جنسیت رانندگان در محدوده‌های آماربرداری می‌باشد.

سرعت کاربران

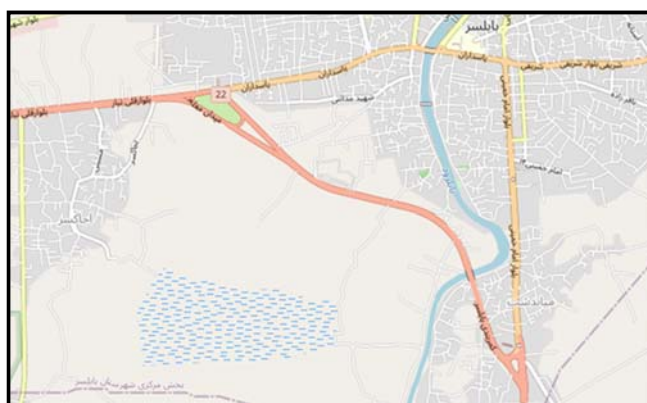
شاخص سرعت کاربران تنها شاخص مورد بررسی در این پژوهش می‌باشد و در ۳ مقطع قبل، محل و بعد از سناریوهای آرام‌سازی ثبت می‌گردد. با توجه به وجود سه سناریو آرام‌سازی، شیوه ثبت سرعت در بعضی مقاطع متفاوت می‌باشد. در راستای عدم تأثیرپذیری رفتار کاربران از مشاهده آماربردار و دوربین وی، شخص آماربردار از محدوده دید دقیق کاربران پنهان شده و در حاشیه مسیر به ثبت داده می‌پردازد. با توجه به اینکه در مطالعات پیشین موثرترین فاصله تأثیرگذاری دوربین کنترل سرعت و سرعت‌کاه در بازه ۲۰۰ الی ۳۰۰ متری این تجهیزات می‌باشد (Leonardi & Distefano, 2024). در مطالعه حاضر ثبت داده در مقاطع قبل و بعد هر یک از سناریوها در فاصله ۵۰۰ متری صورت گرفته است.



مکان مطالعه موردی

در این معبر نیاز است تا نواحی خاصی از این کمربندی آرام‌سازی ترافیک صورت گرفته تا کاربران با سرعت پایین‌تر وارد معابر متصل به آن، که رده عملکردی پایین‌تری دارند و همچنین نواحی ورودی دو شهر فریدونکنار و بابلسر، شوند.

کمربندی شهر بابلسر، جز معابری محسوب می‌شود که خاصیت دسترسی در آن بسیار پایین بوده و وظیفه اصلی آن برقراری ارتباط مستقیم بین منطقه جنوبی شهر بابلسر و ورودی شهر فریدونکنار می‌باشد. با توجه به بالا بودن سرعت طرح



شکل ۵. محور مطالعاتی

اندازه نمونه

مطالعات در زمینه سرعت‌های نقطه‌ای مستلزم داشتن تعداد کافی از خودروهاست. این تعداد را می‌توان با استفاده از رابطه زیر محاسبه کرد.

$$N = \left(\frac{SK}{E}\right)^2$$

N: حداقل تعداد نمونه‌گیری

S: مقدار تخمین پراکندگی (انحراف معیار)

K: ثابت مربوط به درجه اطمینان مورد نیاز

E: خطای مجاز در تخمین سرعت بر حسب کیلومتر در ساعت (Box & Oppenlander, 1976)

اطمینان، خطای مجاز برابر با ۱/۶ کیلومتر در ساعت می‌باشد. همانطور که در ستون آخر مشخص است، داده‌ها در هر ۳ سناریو برای تحلیل‌های آماری کافی می‌باشند.

در جدول (۲) با استفاده از داده جمع‌آوری شده در هر قسمت از مطالعات به بررسی کفایت نمونه پرداخته شده است. شایان ذکر است ثابت مربوط به سطح اطمینان ۹۵٪ برابر با ۱/۹۶ می‌باشد و طبق نظر محققین رابطه مربوطه در این سطح از

جدول ۲. بررسی کافیت داده

نوع	محدوده	تعداد نمونه برداشت شده	انحراف معیار (کیلومتر بر ساعت)	حداقل تعداد داده مورد نیاز	بررسی کفایت
کل داده دوربین	قبل	۴۰۰	۱۱,۳۸	۱۹۴	کافی
	محل	۴۰۰	۹,۶۸	۱۴۱	کافی
	بعد	۴۰۰	۱۱,۴۹	۱۹۸	کافی
کل داده پلیس	قبل	۳۹۸	۱۰,۴۹	۱۶۵	کافی
	محل	۴۰۰	۱۳,۴۵	۲۷۱	کافی
	بعد	۴۰۰	۱۲,۹۵	۲۵۲	کافی
کل داده سرعتکاه	قبل	۸۰۶	۱۱,۸۸	۲۱۲	کافی
	محل	۸۰۱	۱۳,۷۶	۲۸۴	کافی
	بعد	۸۰۵	۱۲,۱۶	۲۲۲	کافی

اعتبارسنجی داده‌های سرعت

در راستای اعتبارسنجی دوربین سرعت‌سنج به کار برده شده در این پژوهش بعد از قرارگیری دوربین در هر یک از مکان‌های مورد نظر (پیش از ثبت داده‌های اصلی)، چندین وسیله نقلیه با سرعت مشخص از مکان‌های حضور دوربین عبور داده شدند و سرعت نمایش داده شده توسط دوربین با سرعت مندرج بر صفحه سرعت خودرو که توسط راننده در زمان عبور از دوربین قرائت شده مورد مقایسه قرار گرفت و مشاهده شد خطای دوربین در حد ۱٪ می‌باشد.

تجزیه و تحلیل

در زیربخش‌های بعد به بررسی تغییرات شاخص سرعت کاربران در گروه‌های وضعیت بومی، جنسیت راننده و نوع وسیله نقلیه در مواجهه با راهکارهای آرام‌سازی پرداخته شده است.

تجزیه و تحلیل اثر شاخص وضعیت بومی

سناریو سرعتکاه

بررسی توزیع فراوانی داده‌ها از منظر وضعیت بومی در سناریو سرعت‌کاه حاکی از آن است در سناریو سرعت‌کاه از کل داده‌های جمع‌آوری شده ۵۸ درصد به کاربران بومی منطقه و ۴۲ درصد به کاربران غیر بومی اختصاص دارد. جدول (۳) توزیع شاخص آماری سرعت کاربران قبل، در محل و بعد از سرعت‌کاه را به تفکیک وضعیت بومی نشان می‌دهد. بر اساس این جدول سرعت متوسط کاربران بومی در محل سرعت‌کاه نسبت به قبل آن ۱۸/۱۵ درصد و بعد از سرعت‌کاه نسبت به قبل از آن ۱۳/۲۴ درصد کاهش سرعت داشته‌اند. این کاهش برای کاربران غیربومی به ترتیب ۱۹/۵۸ و ۱۴/۹۷ درصد می‌باشد، که نشان از تاثیر بیشتر سرعت‌کاه بر کاربران غیربومی دارد.

جدول ۳. شاخص سرعت کاربران در سناریو سرعت کاه به تفکیک وضعیت بومی

نوع	قطعه قبل		محل سرعت کاه		مقدار تغییرات سرعت متوسط (بین قطعه قبل و محل سرعت کاه)	درصد تغییرات سرعت متوسط (بین قطعه قبل و محل سرعت کاه)	مقدار تغییرات سرعت ۸۵ درصد (بین قطعه قبل و محل سرعت کاه)	درصد تغییرات سرعت ۸۵ درصد (بین تغییرات سرعت متوسط و قطعه بعد)
	سرعت متوسط	سرعت عملکرد	سرعت متوسط	سرعت عملکرد				
بومی	۷۷,۴۷	۹۱	۶۳,۴۱	۸۰	-۱۴,۰۵	-۱۸,۱۵	-۱۱	-۱۲,۰۹
غیربومی	۷۸,۵۰	۹۱,۵	۶۳,۱۲	۷۹,۸۵	-۱۵,۳۷	-۱۹,۵۸	-۱۱,۶۵	-۱۲,۷۳
نوع	محل سرعت کاه		قطعه بعد		مقدار تغییرات سرعت متوسط (بین محل سرعت کاه و قطعه بعد)	درصد تغییرات سرعت متوسط (بین محل سرعت کاه و قطعه بعد)	مقدار تغییرات سرعت ۸۵ درصد (بین محل سرعت کاه و قطعه بعد)	درصد تغییرات سرعت ۸۵ درصد (بین محل سرعت کاه و قطعه بعد)
	سرعت متوسط	سرعت عملکرد	سرعت متوسط	سرعت عملکرد				
بومی	۶۳,۴۱	۸۰	۶۷,۲۲	۸۰	۳,۸	۶	۰	۰
غیربومی	۶۳,۱۲	۷۹,۸۵	۶۶,۷۴	۸۱	۳,۶۲	۵,۷۴	۱,۱۵	۱,۴۴
نوع	قطعه قبل		قطعه بعد		مقدار تغییرات سرعت متوسط (بین قطعه قبل و بعد از سرعت کاه)	درصد تغییرات سرعت متوسط (بین قطعه قبل و بعد از سرعت کاه)	مقدار تغییرات سرعت ۸۵ درصد (بعد از سرعت کاه)	درصد تغییرات سرعت ۸۵ درصد (بعد از سرعت کاه)
	سرعت متوسط	سرعت عملکرد	سرعت متوسط	سرعت عملکرد				
بومی	۷۷,۴۷	۹۱	۶۷,۲۲	۸۰	-۱۰,۲۵	-۱۳,۲۴	-۱۱	۱۲,۰۹
غیربومی	۷۸,۵۰	۹۱,۵	۶۶,۷۴	۸۱	-۱۱,۷۵	-۱۴,۹۷	-۱۰,۵	-۱۱,۴۸

خروجی‌ها و اینکه میزان sig کمتر از ۰/۰۵ گزارش شده است، می‌توان گفت در سطح اطمینان ۹۵ درصد، میانگین سرعت قبل از سرعت کاه با میانگین سرعت در محل سرعت کاه و بعد از آن متفاوت می‌باشد.

در راستای ارزیابی معنی‌دار بودن نتایج کاهش سرعت وسایل نقلیه در محل و بعد از عبور از سرعتکاه، کلیه اطلاعات مربوط به سرعت‌های قبل، در محل و بعد از سرعتکاه به صورت مجموع در نرم افزار SPSS مورد تحلیل قرار گرفت. با استفاده از نتایج

جدول ۴. آزمون مقایسه‌ای اطلاعات مربوط به سرعت وسایل نقلیه در سناریو سرعت کاه

Anova					
Speed					
	Sum Of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
between Groups	92254.113	2	46127.056	289.115	.000
within Groups	383867.119	2406	159.546		
Total	476121.231	2408			

دوربین کنترل سرعت

بر اساس این جدول سرعت متوسط کاربران بومی در محل دوربین نسبت به قبل آن ۹/۵۶ درصد و بعد از دوربین کنترل سرعت نسبت به قبل از دوربین کنترل سرعت ۲/۰۷ درصد کاهش سرعت داشته‌اند. این کاهش برای کاربران غیربومی به ترتیب ۸/۶۷ و ۰/۰۶ درصد می‌باشد که نشان از تاثیر بیشتر دوربین کنترل سرعت ثابت بر کاربران بومی منطقه دارد.

بررسی توزیع فراوانی داده‌ها از منظر وضعیت بومی در سناریو دوربین کنترل سرعت حاکی از آن است از کل داده‌های جمع‌آوری شده ۵۶ درصد به کاربران بومی منطقه و ۴۴ درصد به کاربران غیر بومی اختصاص دارد. جدول (۵) توزیع شاخص آماری سرعت کاربران قبل، در محل و بعد از دوربین کنترل سرعت ثابت را به تفکیک وضعیت بومی را نشان می‌دهد.

جدول ۵. شاخص سرعت کاربران در سناریو دوربین کنترل سرعت ثابت به تفکیک وضعیت بومی

درصد تغییرات سرعت ۸۵ درصد (بین قطعه قبل و محل دوربین)	مقدار تغییرات سرعت ۸۵ درصد (بین قطعه قبل و محل دوربین)	درصد تغییرات سرعت متوسط (بین قطعه قبل و محل دوربین)	مقدار تغییرات سرعت متوسط (بین قطعه قبل و محل دوربین)	محل دوربین		قطعه قبل		نوع
				سرعت عملکرد	سرعت متوسط	سرعت عملکرد	سرعت متوسط	
-۱۰,۰۱	-۸,۹	-۹,۵۶	-۷,۲۶	۸۰,۰۰	۶۸,۷۰	۸۸,۹۰	۷۵,۹۶	بومی
-۱۱,۷۲	-۱۰,۵۵	-۸,۶۷	-۶,۶۱	۷۹,۴۵	۶۹,۶۰	۹۰	۷۶,۲۱	غیر بومی
درصد تغییرات سرعت ۸۵ درصد (بین محل دوربین و قطعه بعد)	مقدار تغییرات سرعت ۸۵ درصد (بین محل دوربین و قطعه بعد)	درصد تغییرات سرعت متوسط (بین محل دوربین و قطعه بعد)	مقدار تغییرات سرعت متوسط (بین محل دوربین و قطعه بعد)	قطعه بعد		محل دوربین		نوع
				سرعت عملکرد	سرعت متوسط	سرعت عملکرد	سرعت متوسط	
۱۱,۲۵	۹	۸,۲۸	۵,۶۹	۸۹,۰۰	۷۴,۳۸	۸۰,۰۰	۶۸,۷۰	بومی
۱۳,۲۸	۱۰,۵۵	۸,۸۴	۶,۱۵	۹۰	۷۵,۷۵	۷۹,۴۵	۶۹,۶۰	غیر بومی
درصد تغییرات سرعت ۸۵ درصد (بین قطعه قبل و بعد از محل دوربین)	مقدار تغییرات سرعت ۸۵ درصد (بین قطعه قبل و بعد از حضور دوربین)	درصد تغییرات سرعت متوسط (بین قطعه قبل و بعد از دوربین)	مقدار تغییرات سرعت متوسط (بین قطعه قبل و بعد از دوربین)	قطعه بعد		قطعه قبل		نوع
				سرعت عملکرد	سرعت متوسط	سرعت عملکرد	سرعت متوسط	
۰,۱۱	۰,۱	-۲,۰۷	-۱,۵۷	۸۰,۰۰	۶۸,۷۰	۸۸,۹۰	۷۵,۹۶	بومی
۰	۰	-۰,۶	-۰,۴۵	۹۰	۷۵,۷۵	۹۰	۷۶,۲۱	غیر بومی

قرار گرفت. نتایج خروجی‌ها و میزان sig کمتر از ۰/۰۵ نشان می‌دهد، در سطح اطمینان ۹۵٪، میانگین سرعت قبل از دوربین با میانگین سرعت در محل دوربین کنترل سرعت و بعد از آن متفاوت می‌باشد.

با استفاده از نرم‌افزار spss به ارزیابی معنی‌دار بودن نتایج تغییرات سرعت وسایل نقلیه در محدوده دوربین کنترل سرعت ثابت، کلیه اطلاعات مربوط به سرعت‌های قبل، در محل و بعد از دوربین به صورت مجموع در نرم افزار spss مورد تحلیل

جدول ۶. آزمون مقایسه‌ای اطلاعات مربوط به سرعت وسایل نقلیه در سناریو دوربین کنترل سرعت ثابت

Speed					
	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
between Groups	11437.815	2	5718.908	48.231	.000
within Groups	141813.507	1196	118.573		
Total	153251.323	1198			

پلیس

متوسط سرعت کاربران بومی در محل حضور پلیس نسبت به قبل آن ۱۴/۹ درصد و بعد از حضور پلیس نسبت به قبل از آن ۵/۷۹ درصد کاهش سرعت داشته‌اند. این کاهش برای کاربران غیربومی به ترتیب ۲۲/۲۵ و ۷/۶۲ درصد می‌باشد که نشان از تاثیر بیشتر حضور پلیس بر کاربران غیر بومی منطقه دارد.

بررسی توزیع فراوانی داده‌ها از منظر وضعیت بومی در سناریو حضور پلیس حاکی از آن است از کل داده‌های جمع‌آوری شده ۵۶ درصد به کاربران بومی منطقه و ۴۴ درصد به کاربران غیر بومی اختصاص دارد. جدول (۷) توزیع شاخص آماری سرعت کاربران قبل، در محل و بعد از حضور پلیس و گروه نظارت را به تفکیک وضعیت بومی را نشان می‌دهد. بر اساس این جدول

جدول ۷. شاخص سرعت کاربران در سناریو حضور پلیس به تفکیک وضعیت بومی

نوع	قطعه قبل		محل حضور پلیس		مقدار تغییرات سرعت متوسط (بین قطعه قبل و محل حضور پلیس)	درصد تغییرات سرعت متوسط (بین قطعه قبل و محل حضور پلیس)	مقدار تغییرات سرعت ۸۵ درصد (بین قطعه قبل و محل حضور پلیس)	درصد تغییرات سرعت ۸۵ درصد (بین قطعه قبل و محل حضور پلیس)
	سرعت متوسط	سرعت عملکرد	سرعت متوسط	سرعت عملکرد				
بومی	۸۷,۰۵	۹۷	۷۴,۰۸	۸۰	-۱۲,۹۷	-۱۴,۹۹	-۱۷	-۱۷,۵۳
غیر بومی	۸۸,۰۶	۹۹	۶۸,۴۷	۷۸,۳۰	-۱۹,۵۸	-۲۲,۲۵	-۲۰,۰۷	-۲۰,۹۱
نوع	محل حضور پلیس		قطعه بعد		مقدار تغییرات سرعت متوسط (بین محل حضور پلیس و قطعه بعد)	درصد تغییرات سرعت متوسط (بین محل حضور پلیس و قطعه بعد)	مقدار تغییرات سرعت ۸۵ درصد (بین محل حضور پلیس و قطعه بعد)	درصد تغییرات سرعت ۸۵ درصد (بین محل حضور پلیس و قطعه بعد)
	سرعت متوسط	سرعت عملکرد	سرعت متوسط	سرعت عملکرد				
بومی	۷۴,۰۸	۸۰	۸۲,۰۱	۹۶	۷,۹۳	۱۰,۷۱	۱۶	۲۰
غیر بومی	۶۸,۴۷	۷۸,۳۰	۸۱,۳۵	۹۷	۱۲,۸۷	۱۸,۸۱	۱۸,۷	۲۳,۸۸
نوع	قطعه قبل		قطعه بعد		مقدار تغییرات سرعت متوسط (بین قطعه قبل و بعد از حضور پلیس)	درصد تغییرات سرعت متوسط (بین قطعه قبل و بعد از حضور پلیس)	مقدار تغییرات سرعت ۸۵ درصد (بین قطعه قبل و بعد از حضور پلیس)	درصد تغییرات سرعت ۸۵ درصد (بین قطعه قبل و بعد از حضور پلیس)
	سرعت متوسط	سرعت عملکرد	سرعت متوسط	سرعت عملکرد				
بومی	۸۷,۰۵	۹۷	۸۲,۰۱	۹۶	-۵,۰۴	-۵,۷۹	-۱	-۱,۰۳
غیر بومی	۸۸,۰۶	۹۹	۸۱,۳۵	۹۷	-۶,۷	-۷,۶۲	-۲	-۲,۰۲

نتایج خروجی‌ها و میزان sig کمتر از ۰/۰۵ نشان می‌دهد در سطح اطمینان ۹۵٪، میانگین سرعت قبل از حضور پلیس با میانگین سرعت در محل حضور پلیس و بعد از آن متفاوت می‌باشد.

در راستای ارزیابی معنی‌دار بودن نتایج کاهش سرعت وسایل نقلیه در محل و بعد از عبور از محل حضور پلیس، کلیه اطلاعات مربوط به سرعت‌های قبل، در محل و بعد از محل حضور پلیس به صورت مجموع در نرم افزار SPSS مورد تحلیل قرار گرفت.

جدول ۸. آزمون مقایسه‌ای اطلاعات مربوط به سرعت وسایل نقلیه در سناریو حضور پلیس

ANOVA					
speed					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
between Groups	50110.849	2	25055.424	44.669	.000
within Groups	670283.870	1195	560.907		
Total	720394.719	1197			

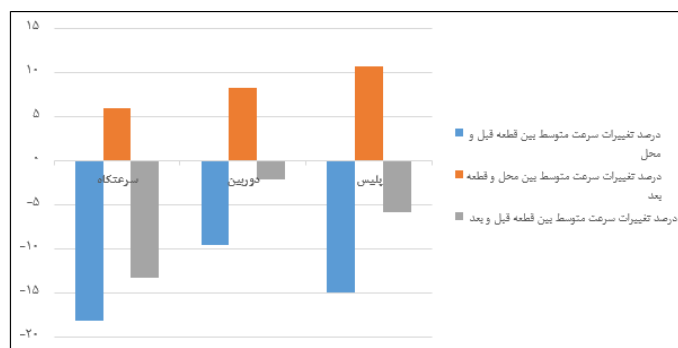
مقایسه سه حالت

منظر شاخص درصد تغییرات سرعت متوسط به صورت سرعت‌کاه، پلیس، دوربین و برای کاربران غیربومی نیز به همین ترتیب می‌باشد.

جدول (۹) و اشکال (۶) و (۷) اطلاعات میانگین سرعت و سرعت عملکردی کاربران را به تفکیک وضعیت بومی نشان می‌دهد. بر اساس اطلاعات ارائه شده در این بخش، ترتیب بیشترین تاثیر راهکارهای آرام‌سازی سرعت بر کاربران بومی از

جدول ۹. میانگین سرعت و سرعت عملکردی کاربران را به تفکیک وضعیت بومی

وضعیت بومی	نوع آرام سازی	درصد تغییرات سرعت متوسط بین قطعه قبل و محل	درصد تغییرات سرعت ۸۵ درصد بین قطعه قبل و محل
بومی	سرعت کاه	-۱۸,۱۵	-۱۲,۰۹
	دوربین	-۹,۵۶	-۱۰,۰۱
	پلیس	-۱۴,۹	-۱۷,۵۳
غیر بومی	سرعت کاه	-۱۹,۵۸	-۱۲,۷۳
	دوربین	-۸,۶۷	-۱۱,۷۲
	پلیس	-۲۲,۲۵	-۲۰,۹۱
وضعیت بومی	نوع آرام سازی	درصد تغییرات سرعت متوسط بین محل و قطعه بعد	درصد تغییرات سرعت ۸۵ درصد بین محل و قطعه بعد
بومی	سرعت کاه	۶	۰
	دوربین	۸,۲۸	۱۱,۲۵
	پلیس	۱۰,۷۱	۲۰
غیر بومی	سرعت کاه	۵,۷۴	۱,۴۴
	دوربین	۸,۸۴	۱۳,۲۸
	پلیس	۱۸,۸۱	۲۳,۸۸
وضعیت بومی	نوع آرام سازی	درصد تغییرات سرعت متوسط بین قطعه قبل و بعد	درصد تغییرات سرعت ۸۵ درصد بین قطعه قبل و بعد
بومی	سرعت کاه	-۱۳,۲۴	۱۲,۰۹
	دوربین	-۲,۰۷	۰,۱۱
	پلیس	-۵,۷۹	-۱,۰۳
غیر بومی	سرعت کاه	-۱۴,۹۷	-۱۱,۴۸
	دوربین	-۰,۶	۰
	پلیس	-۷,۶۲	-۲,۰۲



شکل ۶. میزان تاثیر انواع ۳ راهکار آرام سازی سرعت بر کاربران بومی منطقه مطالعاتی



شکل ۷. میزان تاثیر انواع ۳ راهکار آرام سازی سرعت بر کاربران غیربومی منطقه مطالعاتی

مقایسه تاثیر نوع خودرو در سه حالت مدیریت سرعت

در زیر بخش‌های زیر به بررسی تغییرات شاخص سرعت به تفکیک نوع خودرو پرداخته شده است.

سرعت‌کاه

سرعت متوسط وسایل نقلیه سبک در محل سرعت‌کاه نسبت به قبل آن ۱۸/۳۱ درصد و بعد از سرعت‌کاه نسبت به قبل از آن ۱۳/۹۰ درصد کاهش سرعت داشته‌اند. این کاهش برای وسایل نقلیه سنگین به ترتیب ۲۷/۱۵ و ۱۸/۷۳ درصد می‌باشد که نشان از تاثیر بیشتر سرعت‌کاه بر کاهش سرعت وسایل نقلیه سنگین دارد.

بررسی توزیع فراوانی داده‌ها از منظر وضعیت نوع خودرو حاکی از آن است در سناریو مواجهه با سرعت‌کاه از کل داده‌های جمع‌آوری شده ۹۶ درصد به وسایل نقلیه سبک و ۴ درصد به وسایل نقلیه سنگین اختصاص دارد. جدول (۱۰) توزیع شاخص آماری سرعت کاربران قبل، در محل و بعد از سرعت‌کاه را به تفکیک نوع خودرو را نشان می‌دهد. بر اساس این جدول

جدول ۱۰. شاخص سرعت کاربران در سناریو سرعت‌کاه به تفکیک نوع خودرو

نوع	قطعه قبل		محل سرعت‌کاه		مقدار تغییرات	درصد تغییرات	مقدار تغییرات	درصد تغییرات
	سرعت متوسط	سرعت عملکرد	سرعت متوسط	سرعت عملکرد				
سبک	۷۸,۱۶	۹۱	۶۳,۸۵	۸۰	-۱۴,۳۱	-۱۸,۳۱	-۱۱	-۱۲,۰۹
سنگین	۶۹,۹۷	۹۲,۵	۵۰,۹۷	۶۱,۸	-۱۸,۹۹	-۲۷,۱۵	-۳۰,۷	-۳۳,۱۹
نوع	محل سرعت‌کاه		قطعه بعد		مقدار تغییرات	درصد تغییرات	مقدار تغییرات	درصد تغییرات
	سرعت متوسط	سرعت عملکرد	سرعت متوسط	سرعت عملکرد				
سبک	۶۳,۸۵	۸۰	۶۷,۲۹	۸۰	۳,۴۴	۵,۴	۰	۰
سنگین	۵۰,۹۷	۶۱,۸	۵۶,۸۶	۶۸,۱۰	۵,۸۹	۱۱,۵۶	۶,۳	۱۰,۱۹
نوع	قطعه قبل		قطعه بعد		مقدار تغییرات	درصد تغییرات	مقدار تغییرات	درصد تغییرات
	سرعت متوسط	سرعت عملکرد	سرعت متوسط	سرعت عملکرد				
سبک	۷۸,۱۶	۹۱	۶۷,۲۹	۸۰	-۱۰,۸۶	-۱۳,۹۰	-۱۱	-۱۲,۰۹
سنگین	۶۹,۹۷	۹۲,۵	۵۶,۸۶	۶۸,۱۰	-۱۳,۱	-۱۸,۷۳	-۲۴,۴	-۲۶,۳۸

دوربین کنترل سرعت ثابت

می‌دهد. بر اساس این جدول سرعت متوسط وسایل نقلیه سبک در محل دوربین کنترل سرعت نسبت به قبل آن ۹/۴۲ درصد و بعد از دوربین نسبت به قبل از آن ۱/۶۴ درصد کاهش سرعت داشته‌اند. این کاهش برای وسایل نقلیه سنگین به ترتیب ۱۲/۴۴ و ۷/۰۷ درصد می‌باشد که نشان از تاثیر بیشتر دوربین کنترل سرعت ثابت بر تغییر سرعت متوسط وسایل نقلیه سنگین دارد.

بررسی توزیع فراوانی داده‌ها از منظر وضعیت نوع خودرو حاکی از آن است در سناریو مواجهه با دوربین کنترل سرعت ثابت از کل داده‌های جمع‌آوری شده ۹۳ درصد به وسایل نقلیه سبک و ۷ درصد به وسایل نقلیه سنگین اختصاص دارد. جدول (۱۱) توزیع شاخص آماری سرعت کاربران قبل، در محل و بعد از دوربین کنترل سرعت ثابت را به تفکیک نوع خودرو را نشان

جدول ۱۱. شاخص سرعت کاربران در سناریو دوربین کنترل سرعت به تفکیک نوع خودرو

نوع	قطعه قبل		محل دوربین		مقدار تغییرات سرعت متوسط (بین قطعه قبل و محل دوربین)	درصد تغییرات سرعت متوسط (بین قطعه قبل و محل دوربین)	مقدار تغییرات سرعت ۸۵ درصد (بین قطعه قبل و محل دوربین)	درصد تغییرات سرعت ۸۵ درصد (بین قطعه قبل و محل دوربین)
	سرعت متوسط	سرعت عملکرد	سرعت متوسط	سرعت عملکرد				
سبک	۷۶,۲۲	۹۰	۶۹,۴۱	۸۰	-۷,۲۱	-۹,۴۲	-۱۰	-۱۱,۱۱
سنگین	۶۶,۶۸	۷۶,۵۵	۵۸,۳۸	۶۷,۷۰	-۸,۲۹	-۱۲,۴۴	-۸,۸۵	-۱۱,۵۶
نوع	محل دوربین		قطعه بعد		مقدار تغییرات سرعت متوسط (بین محل دوربین و قطعه بعد)	درصد تغییرات سرعت متوسط (بین محل دوربین و قطعه بعد)	مقدار تغییرات سرعت ۸۵ درصد و قطعه بعد (بین محل دوربین و قطعه بعد)	درصد تغییرات سرعت ۸۵ درصد و قطعه بعد (بین محل دوربین و قطعه بعد)
	سرعت متوسط	سرعت عملکرد	سرعت متوسط	سرعت عملکرد				
سبک	۶۹,۴۱	۸۰	۷۵,۳۷	۸۹,۶۵	۵,۹۵	۸,۵۸	۹,۶۵	۱۲,۰۶
سنگین	۵۸,۳۸	۶۷,۷۰	۶۱,۵۵	۷۰,۸۰	۳,۱۶	۵,۴۱	۳,۱	۴,۵۸
نوع	قطعه قبل		قطعه بعد		مقدار تغییرات سرعت متوسط (بین قطعه قبل و بعد از دوربین)	درصد تغییرات سرعت متوسط (بین قطعه قبل و بعد از دوربین)	مقدار تغییرات سرعت ۸۵ درصد بعد از حضور دوربین	درصد تغییرات سرعت ۸۵ درصد بعد از محل دوربین
	سرعت متوسط	سرعت عملکرد	سرعت متوسط	سرعت عملکرد				
سبک	۷۶,۲۲	۹۰	۷۵,۳۷	۸۹,۶۵	-۱,۲	-۱,۶۴	-۰,۳۵	-۰,۳۹
سنگین	۶۶,۶۸	۷۶,۵۵	۵۸,۳۸	۶۷,۷۰	-۵,۱۳	-۷,۷	-۵,۷۵	-۷,۵۱

پلیس

حضور پلیس را به تفکیک نوع خودرو را نشان می‌دهد. بر اساس این جدول سرعت متوسط وسایل نقلیه سبک در مکان حضور پلیس نسبت به قبل آن ۱۷/۷۳ درصد و بعد از مکان حضور پلیس نسبت به قبل از آن ۶/۲۲ درصد کاهش سرعت داشته‌اند. این کاهش برای وسایل نقلیه سنگین به ترتیب ۱۵/۵۲ و ۶/۶۱ درصد می‌باشد که نشان از تاثیر بیشتر حضور پلیس بر تغییر سرعت متوسط وسایل نقلیه سبک دارد.

بررسی توزیع فراوانی داده‌ها از منظر وضعیت نوع خودرو حاکی از آن است در سناریو مواجهه با پلیس از کل داده‌های جمع‌آوری شده ۹۲ درصد به وسایل نقلیه سبک و ۸ درصد به وسایل نقلیه سنگین اختصاص دارد. جدول (۱۲) توزیع شاخص آماری سرعت کاربران قبل، در محل و بعد از مکان

جدول ۱۲. شاخص سرعت کاربران در سناریو حضور پلیس به تفکیک نوع خودرو

نوع	قطعه قبل		محل حضور پلیس		مقدار تغییرات سرعت متوسط (بین قطعه قبل و محل حضور پلیس)	درصد تغییرات سرعت متوسط (بین قطعه قبل و محل حضور پلیس)	مقدار تغییرات سرعت ۸۵ درصد محل حضور پلیس و قطعه بعد	درصد تغییرات سرعت ۸۵ درصد محل حضور پلیس و قطعه بعد
	سرعت متوسط	سرعت عملکرد	سرعت متوسط	سرعت عملکرد				
سبک	۸۸,۷۱	۹۸	۷۲,۹۹	۸۰	-۱۵,۷۲	-۱۷,۷۳	-۱۸	-۱۸,۳۸
سنگین	۷۲,۱۸	۸۳,۳۰	۶۰,۹۷	۶۶,۳۰	-۱۱,۲۰	-۱۵,۵۲	-۱۷	-۲۰,۴۱
نوع	محل حضور پلیس		قطعه بعد		مقدار تغییرات سرعت متوسط (بین محل حضور پلیس و قطعه بعد)	درصد تغییرات سرعت متوسط (بین محل حضور پلیس و قطعه بعد)	مقدار تغییرات سرعت ۸۵ درصد پلیس و قطعه بعد	درصد تغییرات سرعت ۸۵ درصد پلیس و قطعه بعد
	سرعت متوسط	سرعت عملکرد	سرعت متوسط	سرعت عملکرد				
سبک	۷۲,۹۹	۸۰	۸۳,۱۹	۹۷	۱۰,۲۰	۱۳,۹۸	۱۷	۲۱,۲۵
سنگین	۶۰,۹۷	۶۶,۳۰	۶۷,۴۱	۷۳,۳۰	-۶,۴۳	-۱۰,۵۵	۷	۱۰,۵۶

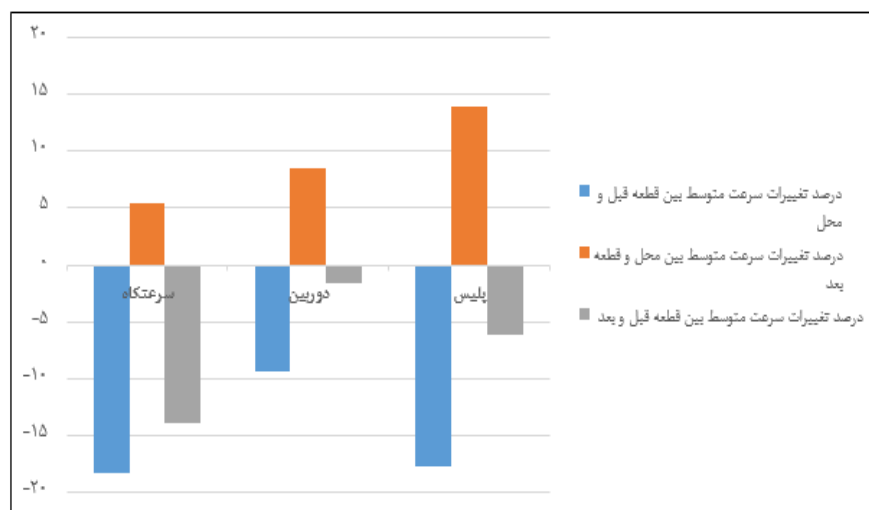
درصد تغییرات ۸۵ درصد (بین قطعه قبل و بعد از محل حضور پلیس)	مقدار تغییرات سرعت ۸۵ درصد (بین قطعه قبل و بعد از حضور پلیس)	درصد تغییرات سرعت متوس (بین قطعه قبل و بعد از حضور پلیس)	مقدار تغییرات سرعت متوسط (بین قطعه قبل و بعد از حضور پلیس)	قطعه بعد		قطعه قبل		نوع
				سرعت عملکرد	سرعت متوسط	سرعت عملکرد	سرعت متوسط	
-۱,۰۲	-۱	-۶,۲۲	-۵,۵۲	۹۷	۸۳,۱۹	۹۸	۸۸,۷۱	سبک
-۱۲	-۱۰	-۶,۶۱	-۴,۷۷	۷۳,۳۰	۶۷,۴۱	۸۳,۳۰	۷۲,۱۸	سنگین

مقایسه سه حالت

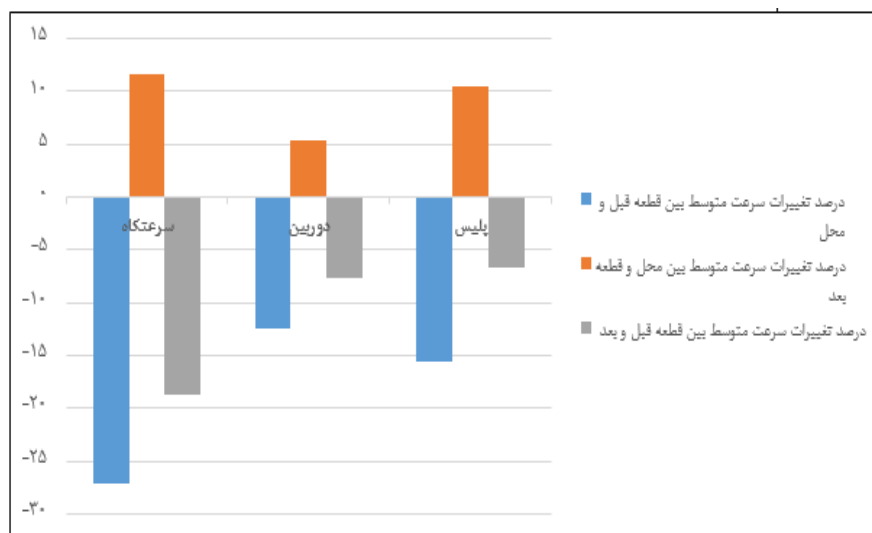
جدول (۱۳) و اشکال (۸) و (۹) اطلاعات میانگین سرعت و سرعت عملکردی کاربران را به تفکیک نوع وسیله نقلیه نشان می‌دهد. بر اساس اطلاعات ارائه شده در این بخش، ترتیب بیشترین تاثیر راهکارهای آرام‌سازی سرعت بر متوسط سرعت

جدول ۱۳. میانگین سرعت و سرعت عملکردی کاربران را به تفکیک وسایل نقلیه سبک و سنگین

نوع خودرو	نوع آرام‌سازی	درصد تغییرات سرعت متوسط بین قطعه قبل و محل	درصد تغییرات سرعت ۸۵ درصد بین قطعه قبل و محل
سبک	سرعت‌کاه	-۱۸,۳۱	-۱۲,۰۹
	دوربین	-۹,۴۲	-۱۱,۱۱
	پلیس	-۱۷,۷۳	-۱۸,۳۸
سنگین	سرعت‌کاه	-۲۷,۱۵	-۳۳,۱۹
	دوربین	-۱۲,۴۴	-۱۱,۵۶
	پلیس	-۱۵,۵۲	-۲۰,۴۱
نوع خودرو	نوع آرام‌سازی	درصد تغییرات سرعت متوسط بین قطعه بعد	درصد تغییرات سرعت ۸۵ درصد بین محل و قطعه بعد
سبک	سرعت‌کاه	۵,۴	۰
	دوربین	۸,۵۸	۱۲,۰۶
	پلیس	۱۳,۹۸	۲۱,۲۵
سنگین	سرعت‌کاه	۱۱,۵۶	۱۰,۱۹
	دوربین	۵,۴۱	۴,۵۸
	پلیس	۱۰,۵۵	۱۰,۵۶
نوع خودرو	نوع آرام‌سازی	درصد تغییرات سرعت متوسط بین قطعه قبل و بعد	درصد تغییرات سرعت ۸۵ درصد بین قطعه قبل و بعد
سبک	سرعت‌کاه	-۱۳,۹۰	-۱۲,۰۹
	دوربین	-۱,۶۴	-۰,۳۹
	پلیس	-۶,۲۲	-۱,۰۲
سنگین	سرعت‌کاه	-۱۸,۷۳	-۲۶,۳۸
	دوربین	-۷,۷	-۷,۵۱
	پلیس	-۶,۶۱	-۱۲



شکل ۸. میزان تاثیر انواع ۳ راهکار آرام‌سازی سرعت بر وسایل نقلیه سبک در منطقه مطالعاتی



شکل ۹. میزان تاثیر انواع ۳ راهکار آرام‌سازی سرعت بر وسایل نقلیه سنگین در منطقه مطالعاتی

مقایسه تاثیر جنسیت راننده در سه حالت مدیریت سرعت

در زیر بخش‌های زیر به بررسی شاخص سرعت به تفکیک جنسیت راننده پرداخته شده است.

سرعت‌گاه

در محل سرعت‌گاه نسبت به قبل آن ۱۸/۶۶ درصد و بعد از سرعت‌گاه نسبت به قبل از آن ۱۵ درصد کاهش سرعت داشته‌اند. این کاهش برای راننده‌های زن به ترتیب ۱۸/۹۸ و ۳/۲۹ درصد می‌باشد که نشان از تاثیر بیشتر سرعت‌گاه بر تغییر سرعت متوسط رانندگان مرد دارد.

توزیع فراوانی داده‌ها از منظر جنسیت راننده در سناریو مواجهه با سرعت‌گاه حاکی از آن است از کل داده‌های جمع‌آوری شده ۹۱ درصد به کاربران مرد و ۹ درصد به کاربران زن اختصاص دارد. جدول (۱۴) توزیع شاخص آماری سرعت کاربران قبل، در محل و بعد از سرعت‌گاه را به تفکیک نوع جنسیت راننده را نشان می‌دهد. بر اساس این جدول سرعت متوسط رانندگان مرد

جدول ۱۴. شاخص سرعت کاربران در سناریو سرعت‌کاه به تفکیک نوع جنسیت راننده

نوع	قطعه قبل		محل سرعت‌کاه		مقدار تغییرات سرعت متوسط (بین قطعه قبل و محل سرعت‌کاه)	درصد تغییرات سرعت متوسط (بین قطعه قبل و محل سرعت‌کاه)	مقدار تغییرات سرعت متوسط (بین قطعه قبل و محل سرعت‌کاه)	درصد تغییرات سرعت متوسط (بین قطعه قبل و محل سرعت‌کاه)
	سرعت متوسط	سرعت عملکرد	سرعت متوسط	سرعت عملکرد				
مرد	۷۸,۱۵	۹۲	۶۳,۵۷	۸۰	-۱۴,۵۸	-۱۲	-۱۳,۰۴	
زن	۷۴,۹۳	۸۶,۶	۶۰,۷۱	۷۰	-۱۴,۲۲	-۱۶,۶	-۱۹,۱۷	
نوع	محل سرعت‌کاه		قطعه بعد		مقدار تغییرات متوسط (بین محل سرعت‌کاه و قطعه بعد)	درصد تغییرات محل سرعت‌کاه و قطعه بعد)	درصد تغییرات سرعت متوسط (بین محل سرعت‌کاه و قطعه بعد)	مقدار تغییرات سرعت متوسط (بین محل سرعت‌کاه و قطعه بعد)
	سرعت متوسط	سرعت عملکرد	سرعت متوسط	سرعت عملکرد				
مرد	۶۳,۵۷	۸۰	۶۶,۴۳	۸۰	۲,۸۶	۴,۵۱	۰	
زن	۶۰,۷۱	۷۰	۷۲,۴۷	۸۳,۳۰	۱۱,۷۵	۱۹,۳۷	۱۳,۳	
نوع	قطعه قبل		قطعه بعد		مقدار تغییرات سرعت متوسط (بین قطعه قبل و بعد از سرعت‌کاه)	درصد تغییرات سرعت متوسط (بین قطعه قبل و بعد از سرعت‌کاه)	درصد تغییرات سرعت متوسط (بین قطعه قبل و بعد از سرعت‌کاه)	مقدار تغییرات سرعت متوسط (بین قطعه قبل و بعد از سرعت‌کاه)
	سرعت متوسط	سرعت عملکرد	سرعت متوسط	سرعت عملکرد				
مرد	۷۸,۱۵	۹۲	۶۶,۴۳	۸۰	-۱۱,۷۲	-۱۵	-۱۳,۰۴	
زن	۷۴,۹۳	۸۶,۶	۷۲,۴۷	۸۳,۳۰	-۲,۴۶	-۳,۲۹	-۳,۸۱	

جدول ۱۵. شاخص سرعت کاربران در سناریو دوربین کنترل سرعت ثابت به تفکیک نوع جنسیت راننده

نوع	قطعه قبل		محل دوربین		مقدار تغییرات سرعت متوسط (بین قطعه قبل و محل دوربین)	درصد تغییرات سرعت متوسط (بین قطعه قبل و محل دوربین)	مقدار تغییرات سرعت متوسط (بین قطعه قبل و محل دوربین)	درصد تغییرات سرعت متوسط (بین قطعه قبل و محل دوربین)
	سرعت متوسط	سرعت عملکرد	سرعت متوسط	سرعت عملکرد				
مرد	۷۶,۰۲	۹۰	۶۹,۰۵	۸۰	-۶,۹۷	-۹,۱۷	-۱۱,۱۱	
زن	۷۶,۶۳	۹۱,۲	۶۹,۰۵	۸۰	-۷,۵۷	-۹,۸۹	-۱۲,۲۸	
نوع	محل دوربین		قطعه بعد		مقدار تغییرات سرعت متوسط (بین محل دوربین و قطعه بعد)	درصد تغییرات سرعت متوسط (بین محل دوربین و قطعه بعد)	درصد تغییرات سرعت متوسط (بین محل دوربین و قطعه بعد)	مقدار تغییرات سرعت متوسط (بین محل دوربین و قطعه بعد)
	سرعت متوسط	سرعت عملکرد	سرعت متوسط	سرعت عملکرد				
مرد	۶۹,۰۵	۸۰	۷۴,۷۱	۸۹	۵,۶۵	۸,۱۹	۱۱,۲۵	
زن	۶۹,۰۵	۸۰	۷۸,۰۶	۹۱	۹,۰۱	۱۳,۰۵	۱۳,۷۵	
نوع	قطعه قبل		قطعه بعد		مقدار تغییرات سرعت متوسط (بین قطعه قبل و بعد از دوربین)	درصد تغییرات سرعت متوسط (بین قطعه قبل و بعد از دوربین)	درصد تغییرات سرعت متوسط (بین قطعه قبل و بعد از دوربین)	مقدار تغییرات سرعت متوسط (بین قطعه قبل و بعد از دوربین)
	سرعت متوسط	سرعت عملکرد	سرعت متوسط	سرعت عملکرد				
مرد	۷۶,۰۲	۹۰	۷۴,۷۱	۸۹	-۱,۳۱	-۱,۷۳	-۱,۱۱	
زن	۷۶,۶۳	۹۱,۲	۷۸,۰۶	۹۱	۱,۴۳	۱,۸۷	-۰,۲۲	

پلیس

مرد
متوسط رانندگان مرد در محل حضور پلیس نسبت به قبل آن ۲۰/۱۱ درصد و بعد از مکان حضور پلیس نسبت به قبل از آن ۵/۸۱ درصد کاهش سرعت داشته‌اند. این کاهش برای راننده‌های زن به ترتیب ۹/۵۹ و ۸/۲۲ درصد می‌باشد که نشان از تاثیر بیشتر حضور پلیس بر کاهش سرعت متوسط رانندگان زن دارد.

بررسی توزیع فراوانی داده‌ها از منظر جنسیت راننده در سناریو مواجهه با پلیس حاکی از آن است از کل داده‌های جمع‌آوری شده ۷۸ درصد به کاربران مرد و ۲۲ درصد به کاربران زن اختصاص دارد. جدول (۱۶) توزیع شاخص آماری سرعت کاربران قبل، در محل و بعد از مکان حضور پلیس را به تفکیک نوع جنسیت راننده را نشان می‌دهد. بر اساس این جدول سرعت

جدول ۱۶. شاخص سرعت کاربران در سناریو حضور پلیس به تفکیک نوع جنسیت راننده

نوع	قطعه قبل		محل حضور پلیس		مقدار تغییرات سرعت متوسط (بین قطعه قبل و محل حضور پلیس)	درصد تغییرات سرعت متوسط (بین قطعه قبل و محل حضور پلیس)	مقدار تغییرات سرعت ۸۵ درصد (بین قطعه قبل و محل حضور پلیس)	درصد تغییرات سرعت ۸۵ درصد (بین قطعه قبل و محل حضور پلیس)
	سرعت متوسط	سرعت عملکرد	سرعت متوسط	سرعت عملکرد				
مرد	۸۷,۱۸	۹۸	۶۹,۶۴	۸۰	-۱۷,۵۳	-۲۰,۱۱	-۱۸	-۱۸,۳۷
زن	۸۹,۰۸	۹۹,۱۵	۸۰,۵۴	۸۰	-۸,۵۴	-۹,۵۹	-۱۹,۱۵	-۱۹,۳۱
نوع	محل حضور پلیس		قطعه بعد		مقدار تغییرات سرعت متوسط (بین محل حضور پلیس و قطعه بعد)	درصد تغییرات سرعت متوسط (بین محل حضور پلیس و قطعه بعد)	مقدار تغییرات سرعت ۸۵ درصد (بین محل حضور پلیس و قطعه بعد)	درصد تغییرات سرعت ۸۵ درصد (بین محل حضور پلیس و قطعه بعد)
	سرعت متوسط	سرعت عملکرد	سرعت متوسط	سرعت عملکرد				
مرد	۶۹,۶۴	۸۰	۸۲,۱۲	۹۷	۱۲,۴۷	۱۷,۹۱	۱۷	۲۱,۲۵
زن	۸۰,۵۴	۸۰	۸۱,۷۶	۹۴	۱,۲۲	۱,۵۲	۱۴	۱۷,۵
نوع	قطعه قبل		قطعه بعد		مقدار تغییرات سرعت متوسط (بین قطعه قبل و بعد از حضور پلیس)	درصد تغییرات سرعت متوسط (بین قطعه قبل و بعد از حضور پلیس)	مقدار تغییرات سرعت ۸۵ درصد (بین قطعه قبل و بعد از حضور پلیس)	درصد تغییرات سرعت ۸۵ درصد (بین قطعه قبل و بعد از حضور پلیس)
	سرعت متوسط	سرعت عملکرد	سرعت متوسط	سرعت عملکرد				
مرد	۸۷,۱۸	۹۸	۸۲,۱۲	۹۷	-۵,۰۶	-۵,۸۱	-۱	-۱,۰۲
زن	۸۹,۰۸	۹۹,۱۵	۸۱,۷۶	۹۴	-۷,۳۱	-۸,۲۲	-۵,۵۱	-۵,۱۹

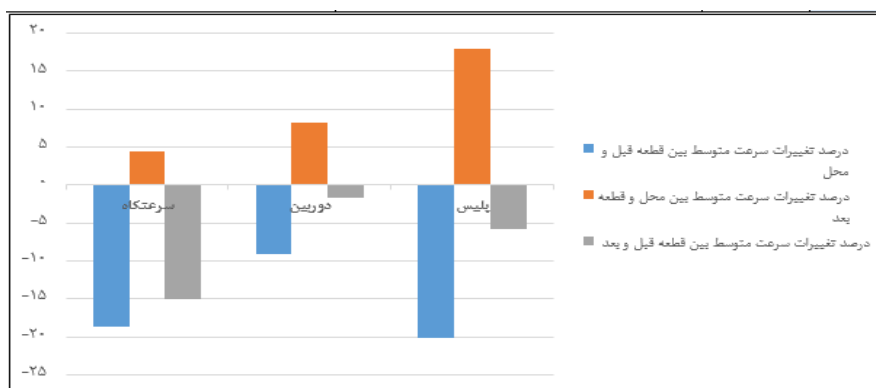
مقایسه سه حالت

منظر شاخص درصد تغییرات سرعت متوسط به صورت سرعت‌کاه، پلیس، دوربین کنترل سرعت ثابت و برای رانندگان زن به صورت پلیس، سرعت‌کاه، دوربین کنترل سرعت ثابت می‌باشد.

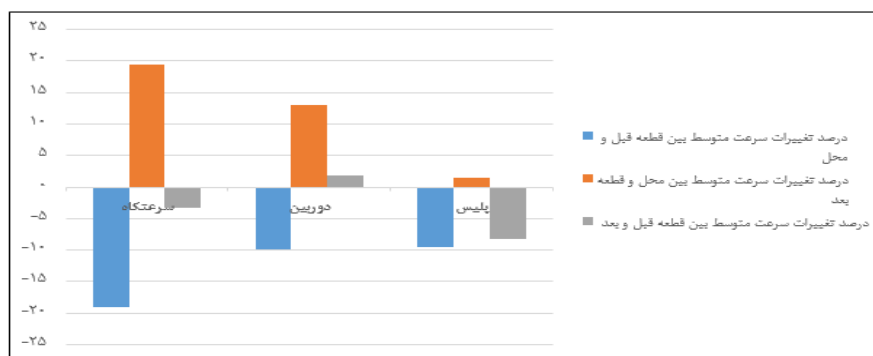
جدول (۱۷) و اشکال (۱۰) و (۱۱) اطلاعات میانگین سرعت و سرعت عملکردی کاربران را به تفکیک نوع جنسیت راننده نشان می‌دهد. بر اساس اطلاعات ارائه شده در این بخش، ترتیب بیشترین تاثیر راهکارهای آرام‌سازی سرعت بر رانندگان مرد از

جدول ۱۷. میانگین سرعت و سرعت عملکردی کاربران را به تفکیک جنسیت کاربران

جنسیت راننده	نوع آرام سازی	درصد تغییرات سرعت متوسط بین قطعه قبل و محل	درصد تغییرات سرعت ۸۵ درصد بین قطعه قبل و محل
مرد	سرعت گاه	-۱۸,۶۶	-۱۳,۰۴
	دوربین	-۹,۱۷	-۱۱,۱۱
	پلیس	-۲۰,۱۱	-۱۸,۳۷
زن	سرعت گاه	-۱۸,۹۸	-۱۹,۱۷
	دوربین	-۹,۸۹	-۱۲,۲۸
	پلیس	-۹,۵۹	-۱۹,۳۱
جنسیت راننده	نوع آرام سازی	درصد تغییرات سرعت متوسط بین محل و قطعه بعد	درصد تغییرات سرعت ۸۵ درصد بین محل و قطعه بعد
مرد	سرعت گاه	۴,۵۱	۰
	دوربین	۸,۱۹	۱۱,۲۵
	پلیس	۱۷,۹۱	۲۱,۲۵
زن	سرعت گاه	۱۹,۳۷	۱۹
	دوربین	۱۳,۰۵	۱۳,۷۵
	پلیس	۱,۵۲	۱۷,۵
جنسیت راننده	نوع آرام سازی	درصد تغییرات سرعت متوسط بین قطعه قبل و بعد	درصد تغییرات سرعت ۸۵ درصد بین قطعه قبل و بعد
مرد	سرعت گاه	-۱۵	-۱۳,۰۴
	دوربین	-۱,۷۳	-۱,۱۱
	پلیس	-۵,۸۱	-۱,۰۲
زن	سرعت گاه	-۳,۲۹	-۳,۸۱
	دوربین	۱,۸۷	-۰,۲۲
	پلیس	-۸,۲۲	-۵,۱۹



شکل ۱۰. میزان تاثیر انواع ۳ راهکار آرام سازی سرعت بر رانندگان مرد در منطقه مطالعاتی



شکل ۱۱. میزان تاثیر انواع ۳ راهکار آرام سازی سرعت بر رانندگان زن در منطقه مطالعاتی

۵- نتیجه گیری

هدف از این پژوهش ارزیابی تغییرات سرعت گروه‌های مختلف کاربران در مواجهه با ۳ نوع از اقدامات آرام‌کننده ترافیک (حضور پلیس، وجود سرعت‌کاه، دوربین کنترل سرعت) واقع در جاده‌های شریانی می‌باشد. آگاهی از تأثیر نسبی اقدامات مختلف آرام‌ساز ترافیک، سهم ارزشمندی برای مقابله موثر با مشکلات پیش‌روی برنامه‌ریزان ترافیک می‌باشد و به آنان کمک شایانی در راستای دستیابی به طرح‌های کارا مطابق با اهداف از پیش تعیین شده آنان می‌نماید. نتایج بررسی داده‌ها در دو گروه پلاک‌های بومی و غیربومی در مواجهه به استراتژی‌های آرام‌سازی ترافیک به شرح زیر می‌باشد:

- سرعت متوسط کاربران بومی در محل سرعت‌کاه نسبت به قبل آن ۱۸/۱۵ درصد و بعد از سرعت‌کاه نسبت به قبل از آن ۱۳/۲۴ درصد کاهش سرعت داشته‌اند. این کاهش برای کاربران غیربومی به ترتیب ۱۹/۵۸ و ۱۴/۹۷ درصد می‌باشد که نشان از تأثیر بیشتر سرعت‌کاه بر کاربران غیربومی می‌باشد.

- سرعت متوسط کاربران بومی در محل دوربین کنترل سرعت نسبت به قبل آن ۹/۵۶ درصد و بعد از دوربین کنترل سرعت نسبت به قبل از دوربین کنترل سرعت ۲/۰۷ درصد کاهش سرعت داشته‌اند. این کاهش برای کاربران غیربومی به ترتیب ۸/۶۷ و ۰/۰۶ درصد می‌باشد که نشان از تأثیر بیشتر دوربین کنترل سرعت ثابت بر کاربران بومی منطقه می‌باشد.

- متوسط سرعت کاربران بومی در محل حضور پلیس نسبت به قبل آن ۱۴/۹ درصد و بعد از حضور پلیس نسبت به قبل از آن ۵/۷۹ درصد کاهش سرعت داشته‌اند. این کاهش برای کاربران غیربومی به ترتیب ۲۲/۲۵ و ۷/۶۲ درصد می‌باشد که نشان از تأثیر بیشتر حضور پلیس بر کاربران غیربومی منطقه می‌باشد.

- بیشترین تأثیر راهکارهای آرام‌سازی سرعت بر کاربران بومی از منظر شاخص درصد تغییرات سرعت متوسط به ترتیب سرعت‌کاه، پلیس، دوربین و برای کاربران غیربومی نیز به همین ترتیب می‌باشد.

نتایج بررسی داده‌ها در دو گروه وسایل نقلیه سبک و سنگین در مواجهه به استراتژی‌های آرام‌سازی ترافیک به شرح زیر می‌باشد. - سرعت متوسط وسایل نقلیه سبک در محل سرعت‌کاه نسبت به قبل آن ۱۸/۳۱ درصد و بعد از سرعت‌کاه نسبت به قبل از آن ۱۳/۹۰ درصد کاهش سرعت داشته‌اند. این کاهش برای وسایل نقلیه سنگین به ترتیب ۲۷/۱۵ و ۱۸/۷۳ درصد می‌باشد که نشان از تأثیر بیشتر سرعت‌کاه بر کاهش سرعت وسایل نقلیه سنگین می‌باشد.

- سرعت متوسط وسایل نقلیه سبک در محل دوربین کنترل سرعت نسبت به قبل آن ۹/۴۲ درصد و بعد از دوربین نسبت به قبل از آن ۱/۶۴ درصد کاهش سرعت داشته‌اند. این کاهش برای وسایل نقلیه سنگین به ترتیب ۱۲/۴۴ و ۷/۰۷ درصد می‌باشد که نشان از تأثیر بیشتر دوربین کنترل سرعت ثابت بر تغییر سرعت متوسط وسایل نقلیه سنگین دارد.

- سرعت متوسط وسایل نقلیه سبک در مکان حضور پلیس نسبت به قبل آن ۱۷/۷۳ درصد و بعد از مکان حضور پلیس نسبت به قبل از آن ۶/۲۲ درصد کاهش سرعت داشته‌اند. این کاهش برای وسایل نقلیه سنگین به ترتیب ۱۵/۵۲ و ۶/۶۱ درصد می‌باشد که نشان از تأثیر بیشتر حضور پلیس بر تغییر سرعت متوسط وسایل نقلیه سبک می‌باشد.

- بیشترین تأثیر راهکارهای آرام‌سازی سرعت بر وسایل نقلیه سبک از منظر شاخص درصد تغییرات سرعت متوسط به ترتیب سرعت‌کاه، پلیس، دوربین و برای وسایل نقلیه سنگین به ترتیب سرعت‌کاه، دوربین، پلیس می‌باشد.

نتایج بررسی داده‌ها در دو گروه کاربران زن و مرد در مواجهه به استراتژی‌های آرام‌سازی ترافیک به شرح زیر می‌باشد:

- سرعت متوسط رانندگان مرد در محل سرعت‌کاه نسبت به قبل آن ۱۸/۶۶ درصد و بعد از سرعت‌کاه نسبت به قبل از آن ۱۵ درصد کاهش سرعت داشته‌اند. این کاهش برای راننده‌های زن به ترتیب ۱۸/۹۸ و ۳/۲۹ درصد می‌باشد که نشان از تأثیر بیشتر سرعت‌کاه بر تغییر سرعت متوسط رانندگان مرد می‌باشد.

- سرعت متوسط رانندگان مرد در محل دوربین کنترل سرعت نسبت به قبل آن ۹/۱۷ درصد و بعد از آن نسبت به قبل از آن ۱/۷۳ درصد کاهش سرعت داشته‌اند. این تغییر برای راننده‌های زن به ترتیب ۹/۸۹- و ۱/۸۷+ درصد می‌باشد که نشان از تأثیر بیشتر دوربین کنترل سرعت بر رانندگان مرد می‌باشد.

- سرعت متوسط رانندگان مرد در محل حضور پلیس نسبت به قبل آن ۲۰/۱۱ درصد و بعد از مکان حضور پلیس نسبت به قبل از آن ۵/۸۱ درصد کاهش سرعت داشته‌اند. این کاهش برای راننده‌های زن به ترتیب ۹/۵۹ و ۸/۲۲ درصد می‌باشد که نشان از تأثیر بیشتر حضور پلیس بر کاهش سرعت متوسط رانندگان زن می‌باشد.

- بیشترین تأثیر راهکارهای آرام‌سازی سرعت بر رانندگان مرد از منظر شاخص درصد تغییرات سرعت متوسط به ترتیب سرعت‌کاه، پلیس، دوربین کنترل سرعت ثابت و برای رانندگان زن به ترتیب پلیس، سرعت‌کاه، دوربین کنترل سرعت ثابت می‌باشد.

۶-مراجع

- Batomen, B., Cloutier, M. S., Carabali, M., Hagel, B., Howard, A., Rothman, L., & Bondy, S. (2024). Traffic-calming measures and road traffic collisions and injuries: a spatiotemporal analysis. *American Journal of Epidemiology*, 193(5), 707-717.
- Box, P. C., & Oppenlander, J. C. (1976). *Manual of traffic engineering studies*.
- Gayathri, K.B., (2021). Evaluation of the Effectiveness of Traffic calming measures. *AIJR Proceedings*, 475-487.
- Leonardi, S., & Distefano, N. (2024). Traffic-Calming Measures as an Instrument for Revitalizing the Urban Environment. *Sustainability*, 16(4), 1407-1408.
- Li, H., Graham, D. J., & Majumdar, A. (2013). The impacts of speed cameras on road accidents: An application of propensity score matching methods. *Accident Analysis & Prevention*, 60, 148-157. Box, P.C. and Oppenlander, J.C., 1976. *Manual of Traffic Engineering Studies*.
- Lopoo, L. M., Cardon, E., Souders, S., Kroner Dale, M., & Ngo, U. (2024). An evaluation of a Vision Zero traffic-calming intervention, an urban transportation safety policy. *Journal of Urban Affairs*, 1-22.
- Otković, I. I., Deluka-Tibljaš, A., Šurdonja, S., & Campisi, T. (2024). Assessment of the effects of traffic infrastructure reconstruction and introduction of a pedestrian island as a traffic calming measure using traffic microsimulations. *In 7th International Conference on Road and Rail Infrastructure*.
- Pérez-Acebo, H., Ziółkowski, R., Linares-Unamunzaga, A., & Gonzalo-Orden, H. (2020). A series of vertical deflections, a promising traffic calming measure: Analysis and recommendations for spacing. *Applied Sciences*, 10(10), 3368-3369.
- Sołowczuk, A. (2021). Comparative Analysis of the Effectiveness of Various Traffic Calming Measures Implemented on the Approach to the Tempo-30 Zone. *ایمنی جهت کاهش تصادفات ناشی از سرعت، فصلنامه علمی جاده، شماره ۹۴، دوره ۲۶، ۱۲-۱*.
- حسینی نسب، شهاب، شریفی‌راد، امیر و زاهدی، محسن (۱۳۹۷). اثربخشی دوربین کنترل ترافیک بر مدیریت سرعت، *فصلنامه علمی جاده، شماره ۹۵، دوره ۲۶، ۱۸۵-۱۷۲*.
- حقیقی، فرشیدرضا و اکبری، علی (۱۳۹۴). مقایسه رفتار رانندگان در برابر ادوات آرام‌سازی ترافیک در دنیای واقعی و مجازی، *فصلنامه علمی راهور، پیاپی ۱۳، ۱۲۲-۱۰۷*.
- دهشیری، محمد علی، گجراتی، حمیدرضا، و ابطهی، سیدمهدی (۱۳۹۴). بررسی رویکردهای آرام‌سازی جریان ترافیک در معابر و ورودی‌های مناطق شهری، *کنفرانس بین‌المللی معماری، شهرسازی، عمران، هنر و محیط زیست؛ افق‌های آینده، نگاه به گذشته، تهران*.
- علی‌اکبر سلطان، شبنم، و نوری، علیرضا و رحیم اف، کامران (۱۳۹۴). ارزیابی سناریوهای آرام‌سازی جریان ترافیک در معابر محلی با هدف ارتقاء ایمنی عابرین پیاده (مطالعه موردی منطقه شهرآرا)، *چهاردهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی حمل و نقل و ترافیک، تهران*.
- علی‌محمدی، بهزاد، سجادی، سید مهدی و شهنواز، علی، (۱۳۹۹). بررسی تاثیر رفتار رانندگان وسایل نقلیه سنگین بر میزان تصادفات جاده‌ای در مسیرهای آزادراهی (مطالعه موردی: محور زنجان - تبریز)، *فصلنامه علمی جاده، سال ۱۸، شماره ۱۰۵، دوره ۴، ۵۴-۴۱*.
- مقدس‌نژاد، فریدون و نالکیاشیری، محمد علی (۱۳۹۶). اثربخشی روش آرام‌سازی ترافیک، ترکیب خطوط اکستروژن و سرعت‌کاه کوتاه در مدیریت سرعت، *پانزدهمین کنفرانس حمل و نقل و ترافیک، تهران*.
- نشریه آرام‌سازی معابر، (۱۳۹۱). شماره ۱۴۲۳۷، سازمان ملی استاندارد.
- Abdulmawjoud, A. A., Jamel, M. G., & Al-Taei, A. A. (2021). Traffic flow parameters development modelling at traffic calming measures located on arterial roads. *Ain Shams Engineering Journal*, 12(1), *Conference: International Conference on Traffic and Transport Engineering*. 437-444.

Analysis of the Effect of Various Speed Calming Strategies on Different Groups of Users from the Perspective of Gender, Vehicle Type and Local Situation

Mahjube Mirani Kenari, M.Sc., Grad., Civil Department, Babol Noshirvani University of Technology, Babol, Iran.

Farshidreza Haghighi, Associate Professor, Civil Department, Babol Noshirvani University of Technology, Babol, Iran.

E-mail: Haghighi@nit.ac.ir

Received: January 2025- Accepted: April 2025

ABSTRACT

Speeding increases the risk and severity of accidents, especially for vulnerable road users. Hence, it is critical to minimize the speed in some areas. Some countries widely use speed calming measures. The study evaluates the effectiveness of various traffic calming measures from the perspectives of traffic performance and safety. The proposed framework was applied to 3 calming measures speed humps, Police presence & Speed camera to demonstrate its usefulness and applicability. A field experiment was conducted to obtain vehicle speed in Babolsar-Fereydunkenar ring road. The results of this research showed that the order of influence in reducing the average speed of users is in the form of speed humps (-13.94%), police presence (-6.64%) and fixed speed control cameras (-1.43%). Among native users, the effect on the average speed change of users in the order related to the speed hump(-13.24%), police (-5.79%) and fixed speed control camera (-2.07%), and for non-native users related to the speed hump (-14.97%), police (-7.62%) and fixed speed control camera (-0.6%), in the grouping of the types of vehicles, the order of influence on the average speed reduction of light speed vehicles speed hump (-13.9%), police (-6.22%), camera (-1.64%), and In heavy vehicles, there are speed hump (-18.73%), cameras (-7.7%), and police (-6.61%). Among male users, the order is speed hump (-15.0%), police (-5.81%), fixed speed camera (-1.73%), among female users, police (-8.22%), speed hump (-3.29%) and fixed speed camera (-1.87%).

Keywords: Traffic Calming, Police, Speed Hump, Speed Camera