

تحليل و ارزیابی تأثیر انواع سرعتگیر بر افزایش شاخص اعتمادپذیری در شبکه معايير شهري

امير گلرو، کارشناس ارشد گرایش برنامه‌ریزی حمل‌ونقل، دانشگاه علم‌و‌صنعت
شهاب‌الدین کرمانشاهی، دانشجوی کارشناسی ارشد گرایش برنامه‌ریزی حمل‌ونقل، دانشگاه
صنعتی شریف

داریوش دریایی، کارشناس ارشد گرایش برنامه‌ریزی حمل‌ونقل، دانشگاه صنعتی شریف

تلفن : ۰۲۱-۲۲۲۹۵۵۷۶ ، پست الکترونیکی : Golroo@civil.iust.ac.ir

تلفن : ۰۲۱-۷۷۴۰۷۷۵۳ ، پست الکترونیکی : Kermanshahi@mehr.sharif.edu

تلفن : ۰۲۱-۲۲۵۹۲۴۳۷ ، پست الکترونیکی : D_daryae@yahoo.com

چکیده

ارتقاء سطح ایمنی در شبکه معايير شهري نقش مهمی در افزایش اعتمادپذیری و کارایی شبکه حمل‌ونقل دارد و یکی از مهمترین پارامترهای موثر در افزایش ایمنی در شبکه معايير کنترل سرعت وسایل نقلیه در سطح معايير و تقاطعات می‌باشد بطوریکه موجب افزایش ایمنی عبور عابر پیاده و کاهش تعداد و شدت تصادفات بین وسایل نقلیه می‌گردد. در این راستا سرعتگیرها نقش مهمی در کاهش سرعت وسایل نقلیه در طول معبر و محل تقاطعات ایفا می‌کنند. سرعتگیرهای مختلفی (سرعتگیر پلاستیکی، سرعتگیر آسفالتی و سرعتگاه آسفالتی‌دوزنقه‌ای) در سطح شهر تهران مورد استفاده قرار گرفته‌اند که در این مقاله از لحاظ عملکرد ترافیکی، کنترل سرعت وسایل نقلیه و رفتار رانندگان در شبکه شهري با یکدیگر مقایسه می‌شوند.

واژگان کلیدی: سرعت متوسط وسایل نقلیه، سرعتگیر، رفتار رانندگان، شاخص اعتمادپذیری و شبکه معايير شهري

۱- مقدمه

عملکرد شبکه معابر هر شهر یا کشور معیار مهمی در رشد اقتصادی آن می‌باشد، بطوریکه کشورهای توسعه یافته دارای شبکه حمل و نقل کارایی هستند. از جمله معیارهای ارزیابی عملکرد شبکه‌های حمل و نقل شاخص اعتمادپذیری آن می‌باشد. معیار ایمنی در شبکه معابر نقش بسزایی در میزان اعتمادپذیری شبکه دارد. در این راستا پارامترهای زیادی در معیار ایمنی شبکه معابر دخیل است که از مهمترین آنها می‌توان به سرعت وسایل نقلیه اشاره کرد. از این رو کنترل سرعت وسایل نقلیه در سطح شبکه معابر از جایگاه ویژه‌ای در ارتقاء شاخص ایمنی و معیار اعتمادپذیری شبکه دارد. در این مقاله سعی بر آنست که با تحلیل و ارزیابی عملکرد ترافیکی انواع سرعتگیر نقش آنها در کاهش سرعت وسایل نقلیه و افزایش ایمنی شبکه معابر شهری مورد بررسی دقیق قرار گیرد.

۲- ادبیات موضوع

از اوایل دهه هفتاد میلادی که در لابراتور تحقیقات حمل و نقل ۱ انگلستان تحقیقات اولیه در مورد کاربرد برآمدگی در سطح روسازی انجام گرفت (واتس ۱۹۷۳) این نحوه کنترل انفعالی ۲ سرعت در بسیاری از کشورها (بالاخص در غرب اروپا و آمریکای شمالی) معمول شده است. امروزه انواع مختلفی از ابزارهای کنترل سرعت با بهرگیری از همان اصول اولیه ولی با مشخصات و کارایی‌های متفاوت در گوشه و کنار جهان استفاده می‌شود. معمولاً این سرعتگیرها در کلاسه‌های متفاوتی به شرح زیر قابل طبقه‌بندی هستند.

۱- سرعتگیرهای کم عرض ۲- سرعتگیرهای کوهانی ۴ (با عرض زیاد) ۳- سرعتگیرهای بالشتکی ۵

مقاطع عرضی مربوط به این سرعتگیرها به همراه پلان در شکل (۱) پیوست نشان داده شده است. ۲ دسته اول با موادی مثل پلاستیک، بتن و آسفالتی و ... ساخته می‌شوند و برآمدگی پیوسته‌ای در عرض معبر ایجاد می‌کنند بطوریکه تفاوت اصلی در عرض آنهاست. عرض دسته اول معمولاً بین ۲۱۰-۱۶۰ سانتی‌متر و عرض دسته دوم بین ۸۰۰-۴۰۰ سانتی‌متر است. ارتفاع هر گونه در حدود ۱۰-۳ سانتی‌متر است. پروفیل دسته اول معمولاً دایره‌ای و سهموی و دسته دوم دایروی، سینوسی، دوزنقه‌ای و ... است.

تأثیر منفی ضربه وارد شده بر سیستم تعلیق وسایل نقلیه در سرعتگیرهای کم عرض زیاد است. به ویژه برای دوچرخه‌سواران، موتورسواران و سرنشینان خودروهای اورژانس این مسأله برجسته‌تر است. علاوه بر این بسیاری از رانندگان به این نتیجه رسیده‌اند (در بازه خاصی از سرعت) با افزایش سرعت از شتاب قائم کاسته شده در نتیجه از ضربه وارد شده به سرنشینان کاسته می‌شود و این خود کارایی استفاده از سرعتگیرهای با عرض کم را زیر سؤال برده است

1-Transportation Research Laboratory (TRRL)

2 -Passive

3-Speed bumps

4-Speed humps

5-Speed cushions

(واتس ۱۹۷۳، کاظم و الناصر ۱۹۸۲). در عمل دیده شده است مقطع عرضی ویژه سرعتگیرهای کوهانی باعث می‌شود رانندگان تا حدود مورد نیاز سرعت خود را کاهش دهند. در این حالت راحتی رانندگان در موقع عبور از این نوع سرعتگیر نیز در خور توجه است (واتس، ۱۹۷۳، هادج، ۱۹۹۳؛ وبستر و لیفیلد ۱۹۹۳).

مطالعات گذشته در زمینه ارزیابی کارایی سرعتگیرها در اکثر مواقع کاهش در سرعت ۸۵ درصد و میانگین وسایل نقلیه عبوری را تصدیق کرده است. در جدول (۱) نتایج مربوط به این مطالعات منعکس شده است

(سامنر و باگولی ۱۹۷۹، ماک ۱۹۸۶، لیفیلد و پری ۱۹۹۸، وبستر و لیفیلد ۱۹۹۸).

جدول (۱) ارزیابی کارایی سرعتگیرهای مختلف

محدوده سرعت ۸۵٪ مشاهده شده	وسیله	محقق
۳۵/۲-۴۳/۷	سرعتگیرکوهانی (عریض)	سامنر و باگولی (۱۹۷۹)
۳۰/۴-۳۸/۴	سرعتگیرکوهانی (عریض)	کلمنت (۱۹۸۳)
۲۲/۴-۳۲/۶	سرعتگیرکوهانی (عریض)	ماک (۱۹۸۶)
۲۰/۸-۴۱/۶	سرعتگیرکوهانی (عریض)	استفنسن (۱۹۸۶)
۳۹/۲-۴۶/۴	سرعتگیرهای کم عرض	برودبنت و سالمن (۱۹۹۱)
۳۲-۴۵/۳	سرعتگیرکوهانی	وبستر و لی فیلد (۱۹۹۸)
۲۴/۸-۵۰/۹	سرعتگیر بالشتکی	لیفیلد و پری (۱۹۹۸)

سرعتگیرهای بالشتکی از ۱۹۹۲ در آلمان بکار گرفته شد و اساساً از یک ناحیه برآمده که معمولاً از عرض یک خط عبوری کمتر است تشکیل شده است. طراحی به گونه‌ای انجام می‌شود که وسایل نقلیه سواری حداقل مجبور باشند یک جفت از چرخ‌های خود را از روی این بالشتک بگذرانند و به تبع آن با کاهش سرعت روبرو شوند اما وسایل نقلیه سنگین و خودروهای اورژانس بتوانند بدون تماس با بالشتک از سرعتگیرها عبور کنند. مطالعات سرعت روی این سرعتگیرها سرعت را بین ۲۷ و ۳۵ کیلومتر در ساعت نشان می‌دهد (لیفیلد و پری، ۱۹۹۸).

۳- بررسی مشخصات هندسی انواع سرعتگیر

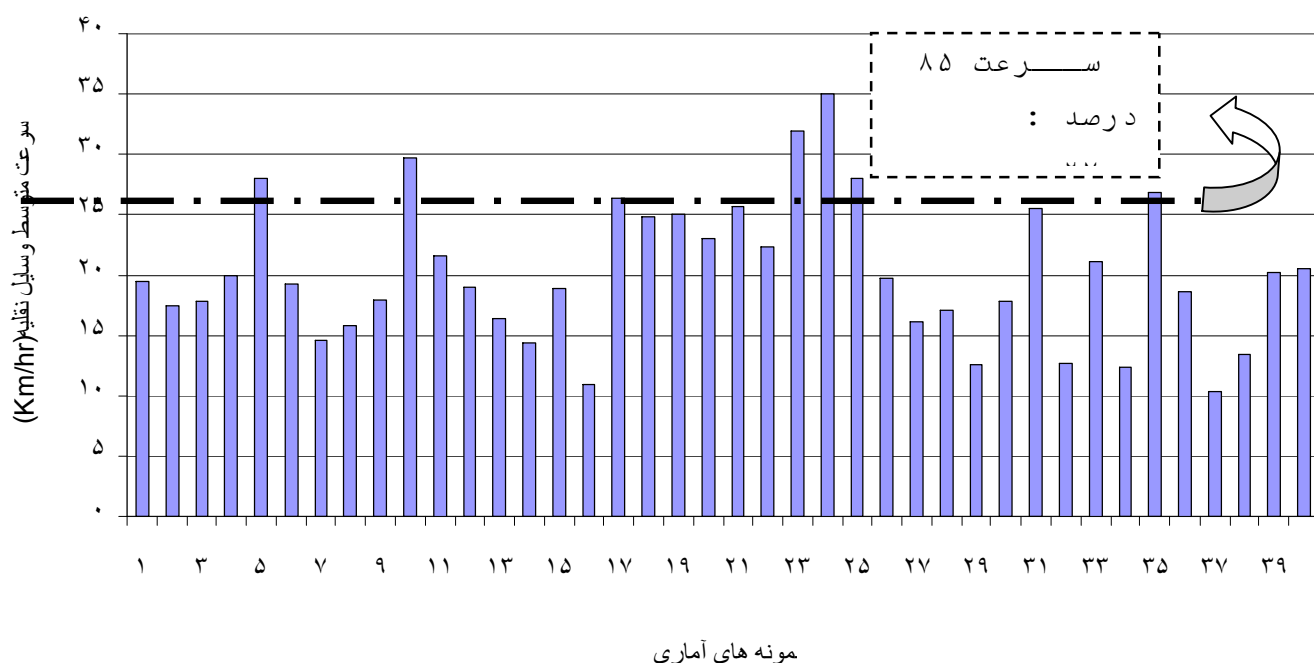
بطور کلی سرعتگیرهایی که در سطح شهر بکار می‌روند به سه صورت کلی سرعتگیر پلاستیکی، سرعتگیر آسفالتی و سرعتگاه آسفالتی با ابعاد مختلف می‌باشند. در این زمینه سرعتگیرهای پلاستیکی دارای ابعاد استاندارد (به عرض ۱ متر و ارتفاع ۵ سانتی‌متر) مشخصی هستند اما سرعتگیرهای آسفالتی در مقاطع مختلف سطح شهر با مشخصات هندسی (عرض و

ارتفاع) مختلف اجرا می‌شوند که غالباً دارای عرض حدود ۱۲۰ سانتی‌متر و ارتفاع در حدود ۸ سانتی‌متر می‌باشند. از سوی دیگر سرعتکاههای آسفالتی (دوزنقه‌ای) از آنجایی که اکثراً دارای خط‌کشی عابرپیاده هستند عرضی در حدود ۶ متر و ارتفاعی در حدود ۱۰ سانتی‌متر دارند. در شکل‌های (۲)، (۳)، (۴) و (۵) پیوست به ترتیب تصاویر سرعتگیر آسفالتی، پلاستیکی و سرعتکاه آسفالتی (دو تصویر) نشان داده شده است. در این مقاله عملکرد ترافیکی هر سه نوع این سرعتگیرها مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد.

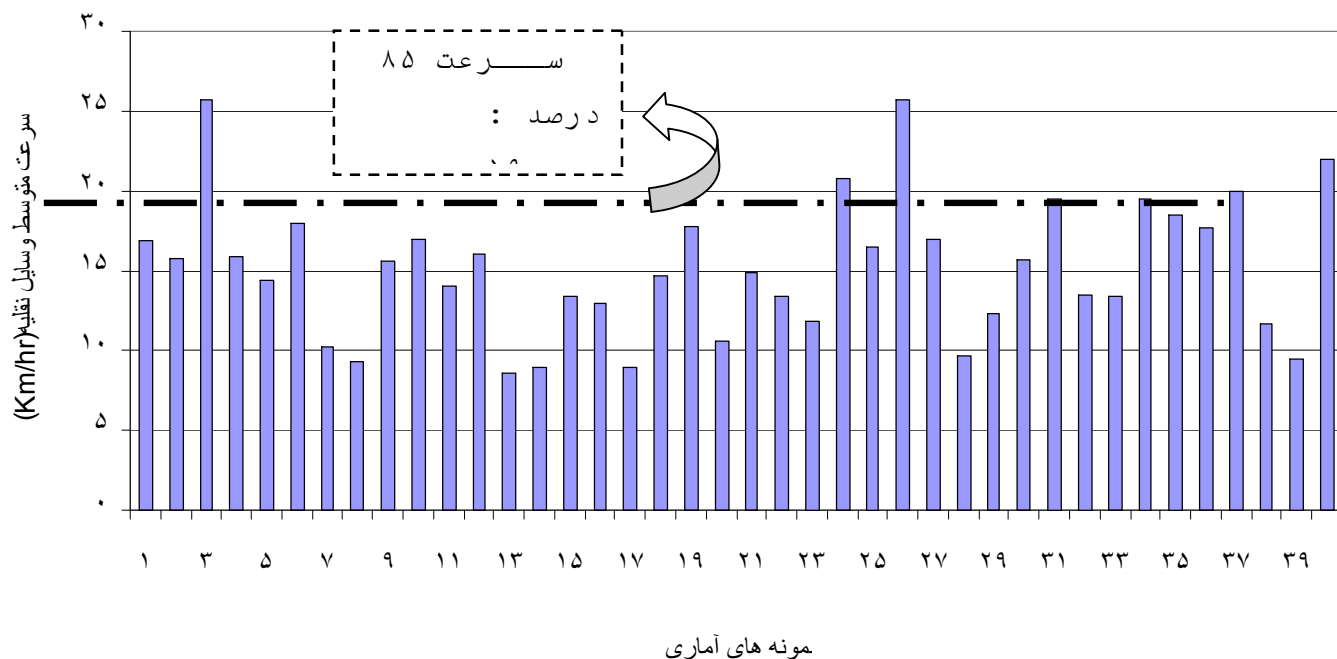
۴- ارزیابی کاهش سرعت وسایل نقلیه بر روی سرعتگیرهای مختلف

سرعتگیرها به طور کلی دارای دو نقش در کاهش سرعت وسایل نقلیه و افزایش ایمنی شبکه هستند. یکی کاهش و کنترل سرعت در کل سطح معبر می‌باشد و دیگری کاهش سرعت بصورت مقطعی در تقاطعات است. بدین ترتیب به منظور ارزیابی عملکرد سرعتگیرها به صورت مقطعی و در حریم تقاطعات سرعت وسایل نقلیه بر روی سرعتگیر مورد بررسی قرار می‌گیرد و از آنجایی که اغلب سرعتگیرها در فاصله ۱۵ متری تقاطع تعبیه می‌شود، با تقریب خوبی می‌توان سرعت وسایل نقلیه بر روی سرعتگیر را همان سرعت در ورود وسایل نقلیه به حریم تقاطع دانست. لازم به ذکر است که در این تحقیق سرعتگیرهایی انتخاب شده‌اند که وسایل نقلیه بدون مزاحمت‌های ترافیکی به آنها نزدیک شده و از آنها عبور کنند. غالباً معابر عریض که عاری از هر گونه عوامل اصطکاک ترافیکی هستند در ساعات غیر اوج مورد بررسی قرار گرفته‌اند. این از آن روست که صرفاً تأثیر سرعتگیر در کاهش سرعت وسایل نقلیه لحاظ شود و عوامل اصطکاک ترافیکی در آن دخیل نباشد.

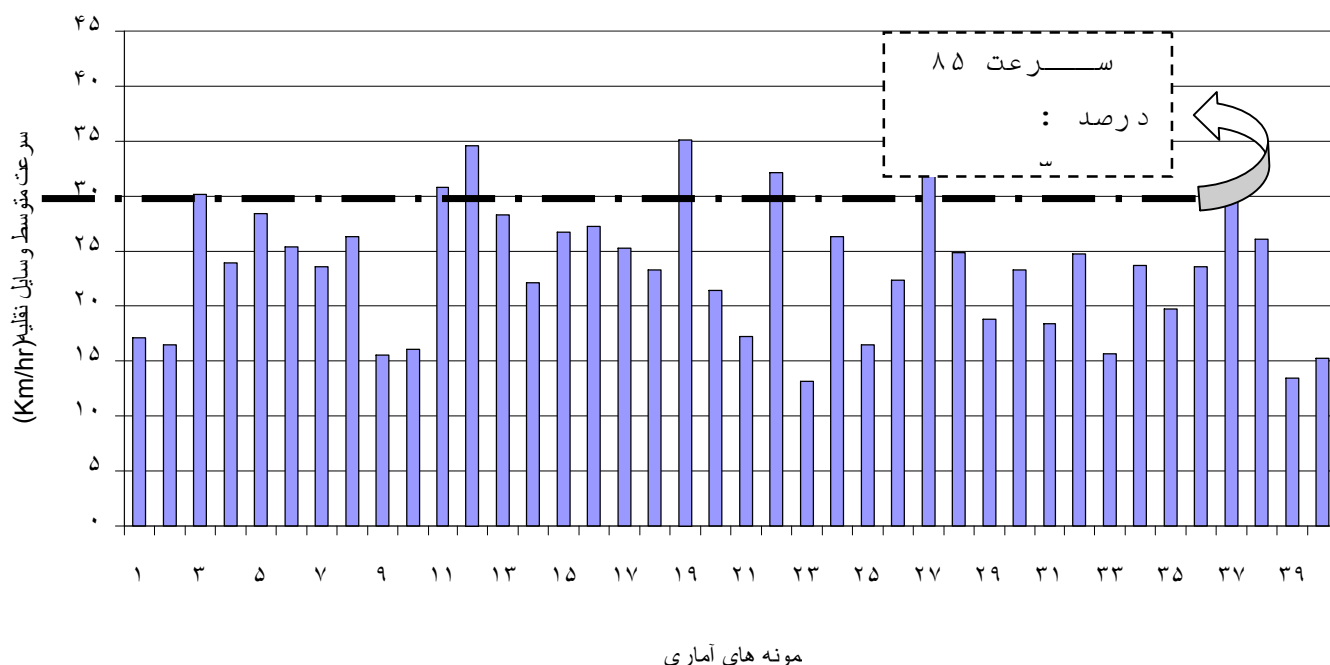
به منظور تعیین سرعت وسایل نقلیه بر روی سرعتگیر محدوده ۱۰ متری اطراف آن خط‌کشی شده و با برداشت زمان سفر وسایل نقلیه در این محدوده، سرعت آن محاسبه شده است. این کار برای ۴۰ وسیله نقلیه به تفکیک برای سه نوع سرعتگیر پلاستیکی (ضلع شمالی تقاطع بختیاری - چمن)، آسفالتی (ضلع شمالی تقاطع بختیاری - مهرانپور) و سرعتکاه آسفالتی (ضلع شمالی تقاطع بختیاری - رضوان) انجام شده است. در شکل‌های (۱)، (۲) و (۳) سرعت متوسط وسایل نقلیه برای ۴۰ نمونه آماری به ترتیب برای سرعتگیر پلاستیکی، آسفالتی و سرعتکاه آسفالتی نشان داده شده است.



شکل (۱) سرعت متوسط وسایل نقلیه بر روی سرعتگیر پلاستیکی



شکل (۲) سرعت متوسط وسایل نقلیه بر روی سرعتگیر آسفالتی



شکل (۳) سرعت متوسط وسایل نقلیه بر روی سرعتگاه آسفالتی

همانطور که در اشکال (۱)، (۲) و (۳) مشاهده می‌شود، کاهش سرعت وسایل نقلیه بر روی سرعتگیرهای آسفالتی بیشترین و بر روی سرعتگاههای آسفالتی کمترین کاهش را دارد. در جدول (۲) مشخصات آماری (میانگین، انحراف معیار، حداقل و حداکثر) سرعت وسایل نقلیه بر روی هر یک از سرعتگیرها ارائه شده است.

جدول (۲) مشخصات آماری سرعت وسایل نقلیه بر روی انواع سرعتگیر

نوع	سرعت ۸۵ درصد (Km/hr)	میانگین (Km/hr)	انحراف معیار (Km/hr)	حداقل (Km/hr)	حداکثر (Km/hr)
سرعتگیر پلاستیکی	۲۶,۶۱	۲۰,۲۱	۵,۸۵	۱۰,۳۳	۳۵,۰۴
سرعتگیر آسفالتی	۱۹,۵۴	۱۵,۱۹	۴,۳۰	۸,۵۵	۲۵,۷۵
سرعتگاه آسفالتی	۳۰,۴۵	۲۳,۵۴	۶,۲۲	۱۳,۱۰	۳۸,۲۵

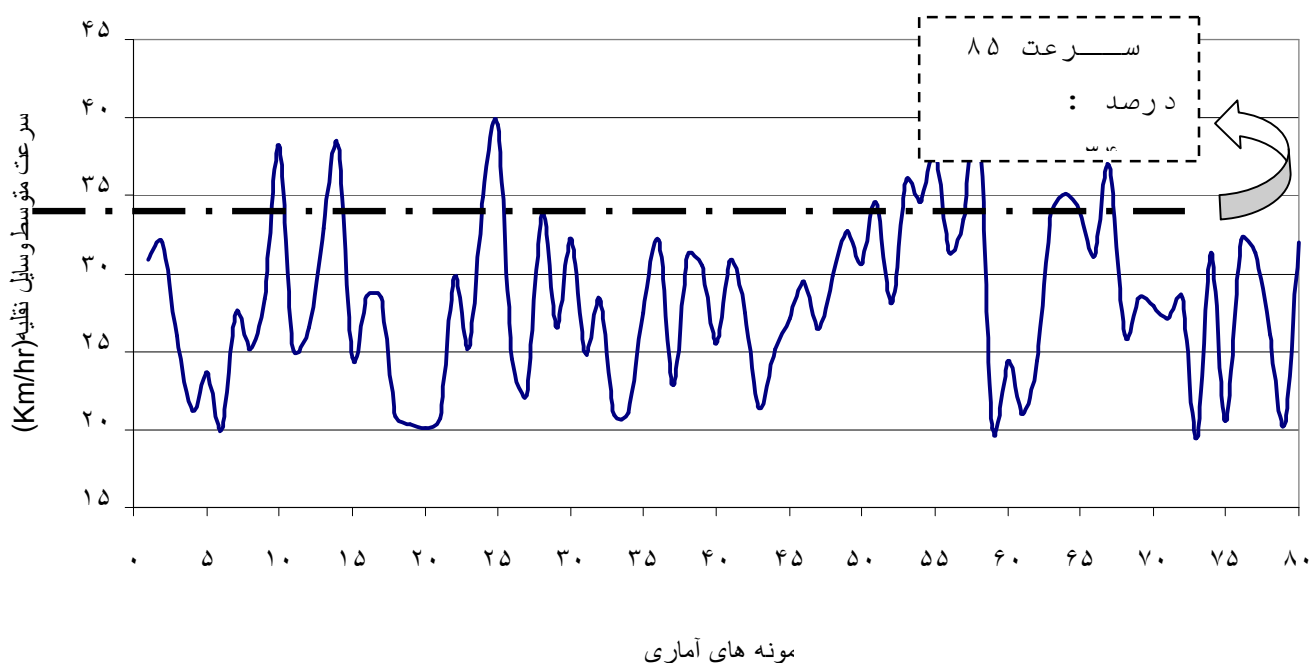
از جدول (۲) برداشت می‌شود که به کمک سرعتگیرهای پلاستیکی، آسفالتی و سرعتگاههای آسفالتی در محل تقاطعات می‌توان کاهش قابل ملاحظه‌ای در سرعت وسایل نقلیه ایجاد کرد بطوریکه سرعت ۸۵ درصد وسایل نقلیه به ترتیب به ۲۷, ۱۹ و ۳۰ کیلومتر بر ساعت تنزل پیدا می‌کند که از این میان سرعتگیرهای آسفالتی به نظر کاراتر هستند.

۴- ارزیابی کاهش سرعت وسایل نقلیه در حوزه تأثیر سرعتگیرهای مختلف

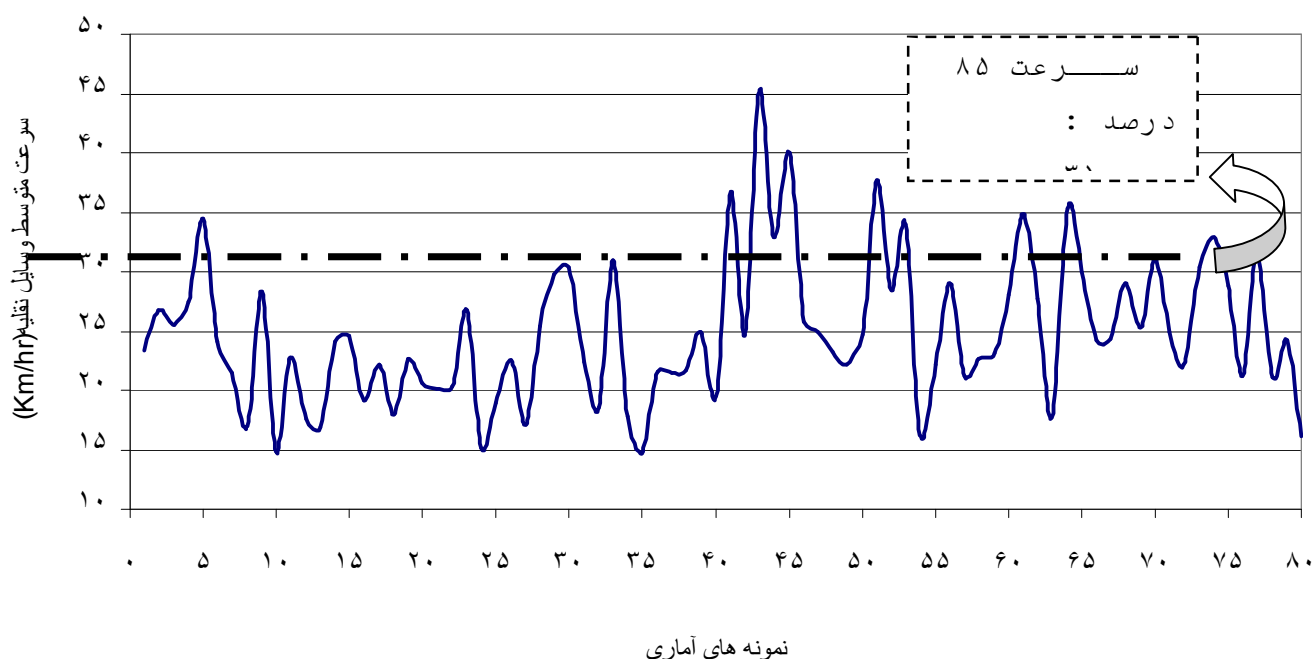
پس از آنکه سرعت وسایل نقلیه بر روی سرعتگیرها بررسی شد، حال سرعت وسایل نقلیه در حوزه تأثیر سرعتگیر به فاصله ۲۰ متری از آن مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. بر اساس برداشتهای میدانی و بازدیدهای مکرر از حوزه تأثیر سرعتگیرهای مختلف، مشاهده شده است که در حدود فاصله ۲۰ متری سرعتگیرها معمولاً وسایل نقلیه اقدام به کاهش سرعت می‌کنند. از این رو حوزه تأثیر سرعتگیرها بصورت تقریبی ۲۰ متر در نظر گرفته شده است.

در این روش در فاصله ۲۰ متری از سرعتگیر خطکشی انجام شده و با محاسبه زمان سفر ۸۰ وسیله نقلیه نمونه سرعت میانگین آنها در حوزه تأثیر سرعتگیرهای مختلف محاسبه می‌شود. این محاسبات برای سه نوع سرعتگیر پلاستیکی (ضلع شمالی تقاطع بختیاری - چمن و بختیاری - جویبار)، آسفالتی (ضلع شمالی تقاطع بختیاری - جانبازان و بختیاری - اکبری) و سرعتگاه آسفالتی (ضلع شمالی تقاطع بختیاری - رضوان) انجام شده است.

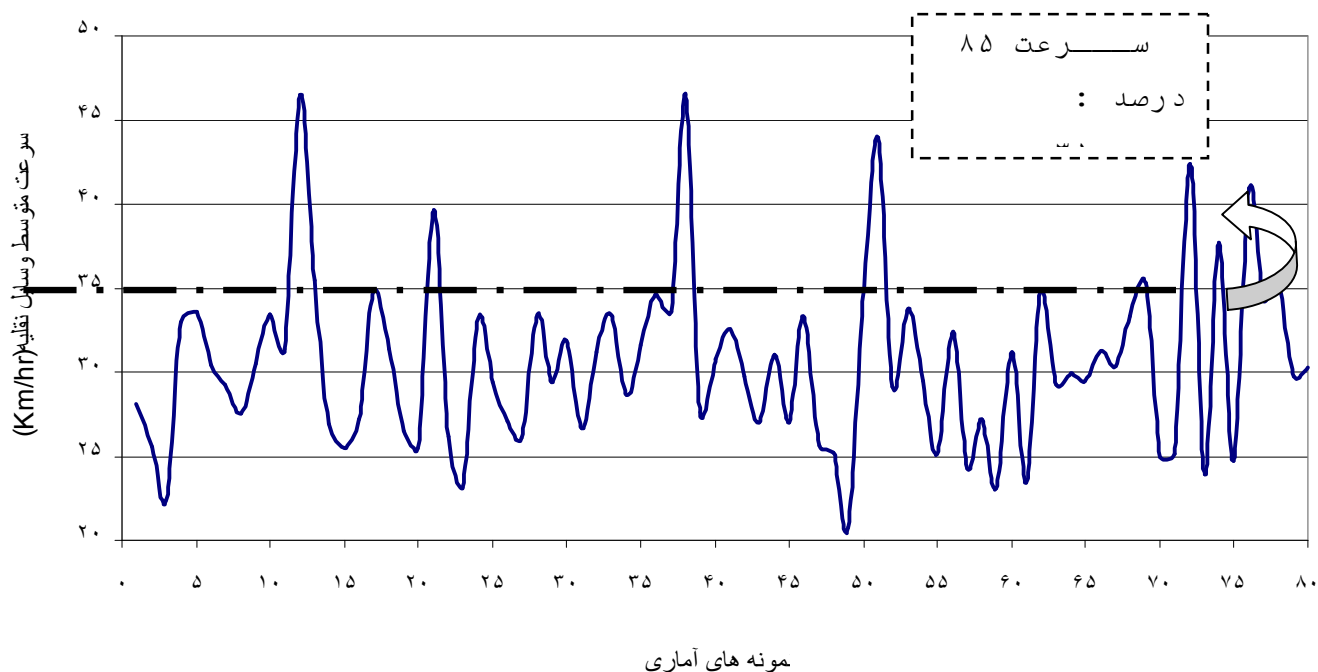
نتیجه این آماربرداری و میزان سرعت میانگین وسایل نقلیه در حوزه تأثیر سرعتگیرهای پلاستیکی، آسفالتی و سرعتگاههای آسفالتی به ترتیب در شکل‌های (۴)، (۵) و (۶) نمایش داده شده است.



شکل (۴) سرعت متوسط وسایل نقلیه در حوزه تأثیر سرعتگیر پلاستیکی



شکل (۵) سرعت متوسط وسایل نقلیه در حوزه تأثیر سرعتگیر آسفالتی



شکل (۶) سرعت متوسط وسایل نقلیه در حوزه تأثیر سرعتگاه آسفالتی

همانطور که از شکل‌های (۴)، (۵) و (۶) بر می‌آید. کاهش سرعت وسایل نقلیه توسط سرعتگیرهای مختلف در حوزه تأثیر آنها به همان ترتیب کاهش سرعت بر روی سرعتگیرها می‌باشد، بطوریکه بیشترین کاهش سرعت بر روی سرعتگیرهای آسفالتی و کمترین کاهش سرعت بر روی سرعتگاههای آسفالتی مشاهده می‌شود.

بدین ترتیب سرعت ۸۵ درصد وسایل نقلیه در حوزه تأثیر سرعتگیرهای آسفالتی، پلاستیکی و سرعتگاههای آسفالتی به ترتیب ۳۱، ۳۴ و ۳۵ کیلومتر بر ساعت می‌باشد. در این راستا به منظور مقایسه سرعت وسایل نقلیه در حوزه تأثیر سرعتگیرهای مختلف مشخصات آماری آنها (میانگین، تحراف معیار، حداکثر و حداقل) در جدول (۳) ارائه شده است.

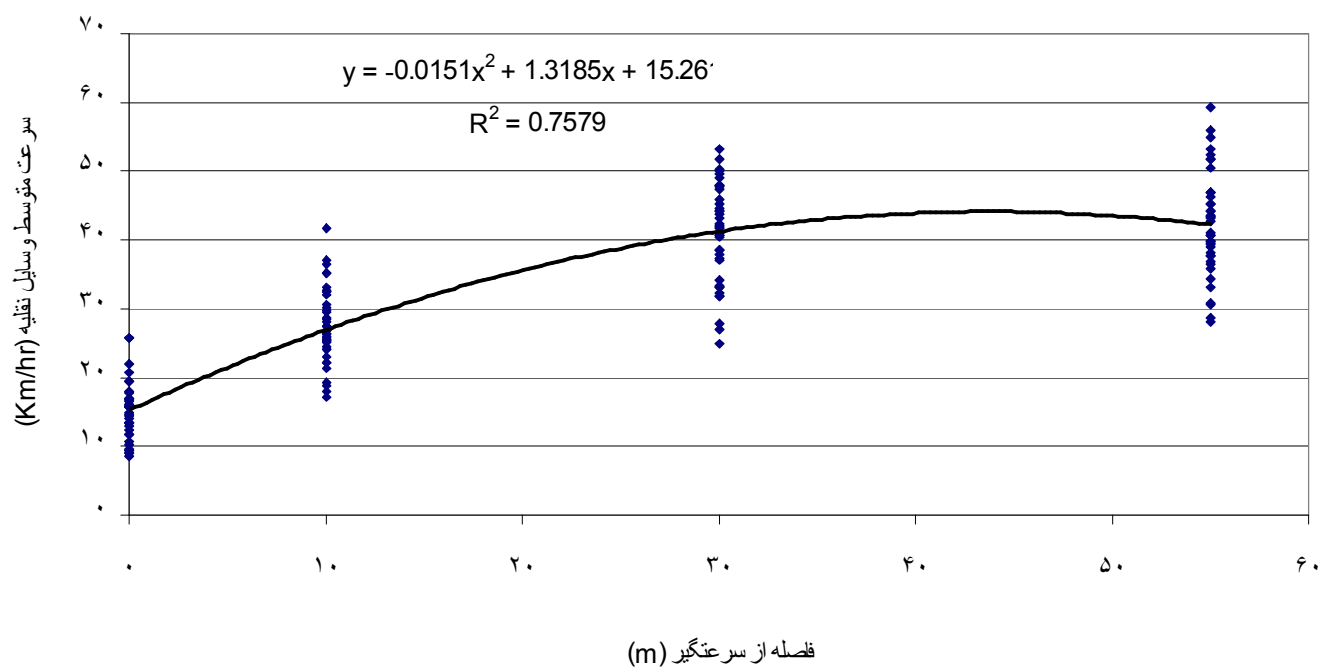
جدول (۳) مشخصات آماری سرعت وسایل نقلیه در حوزه تأثیر انواع سرعتگیر

نوع	سرعت- ۸۵ درصد (Km/hr)	میان گین (Km/hr)	انحراف معیار (Km/hr)	حداقل (Km/hr)	حداکثر (Km/hr)
سرعتگیر پلاس تیکی	۳۳,۹۶	۲۸,۳ ۰	۵,۳۸	۱۹,۴ ۱	۴۱,۶ ۲
سرعتگیر آسفالتی	۳۰,۹۲	۲۴,۸ ۵	۶,۱۴	۱۴,۷ ۲	۴۵,۲ ۸
سرعتگاه آسفالتی	۳۴,۷۵	۳۰,۵ ۳	۵,۲۳	۲۰,۸ ۱	۴۶,۴ ۹

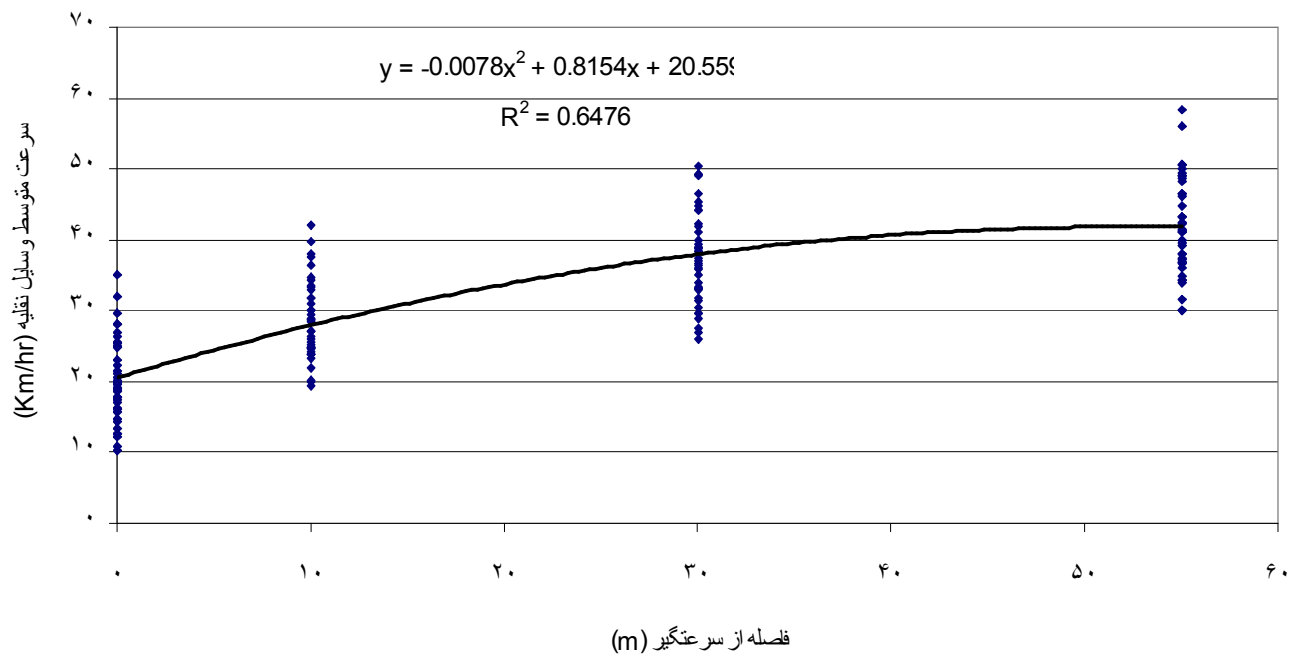
با توجه به جدول (۳) به صورت منطقی سرعت میانگین وسایل نقلیه در حوزه تأثیر سرعتگیرها از سرعت وسایل نقلیه بر روی سرعتگیرها (جدول (۲)) بیشتر است. لازم به ذکر است که ترتیب کاهش سرعت وسایل نقلیه در حوزه تأثیر سرعتگیرهای مختلف مشابه کاهش سرعت وسایل نقلیه بر روی سرعتگیرهای مختلف است.

۵- ارزیابی کاهش سرعت وسایل نقلیه در طول معبر مجهز به سرعتگیرهای مختلف

همانطور که اشاره شد سرعتگیرها دارای دو نقش اساسی در کاهش سرعت وسایل نقلیه از لحاظ ترافیکی می‌باشند. کاهش سرعت مقطعی آنها در تقاطعات بررسی شد، حال کاهش سرعت آنها در کل طول معبر مورد بررسی قرار می‌گیرد. بدین منظور به فاصله ۷۰ متری از سرعتگیر در مقاطع روی سرعتگیر، ۲۰ متری، ۴۰ متری و ۷۰ متری آن خطکشی انجام شده و بر اساس زمان سفر وسایل نقلیه سرعت آنها در هر یک از بازه‌های فوق به تفکیک سرعتگیرهای مختلف برداشت و محاسبه شده است. بدین ترتیب سرعت میانگین وسایل نقلیه در فواصل ۰ تا ۲۰ متری، ۲۰ تا ۴۰ متری و ۴۰ تا ۷۰ متری سرعتگیرهای مختلف محاسبه شده است. در این راستا این سرعت میانگین بصورت مقطعی به فواصل ۰ (روی سرعتگیر)، ۱۰ متری، ۳۰ متری و ۵۵ متری سرعتگیرهای مختلف اختصاص داده شده است. بدین ترتیب در چهار مقطع سرعت وسایل نقلیه برای ۴۰ نمونه آماری محاسبه شده که در شکل‌های (۷) و (۸) و (۹) به ترتیب برای سرعتگیرهای آسفالتی، پلاستیکی و سرعتگاههای آسفالتی نشان داده شده است. در این شکلها بر اساس سرعتهای میانگین در مقاطع مختلف منحنی سرعت - مکان برای هر سرعتگیرهای مختلف از نمونه‌های موجود برآزش شده که معادله آن (از درجه ۲) بر روی شکل مشخص شده است. به منظور مقایسه نمودارهای مختلف و بررسی سرعت وسایل نقلیه در معابر مختلفی که هر کدام با یک نوع سرعتگیر کنترل می‌شوند هر سه نمودار بر روی یک محور مختصات رسم شده است که در شکل (۱۰) مشاهده می‌شود.

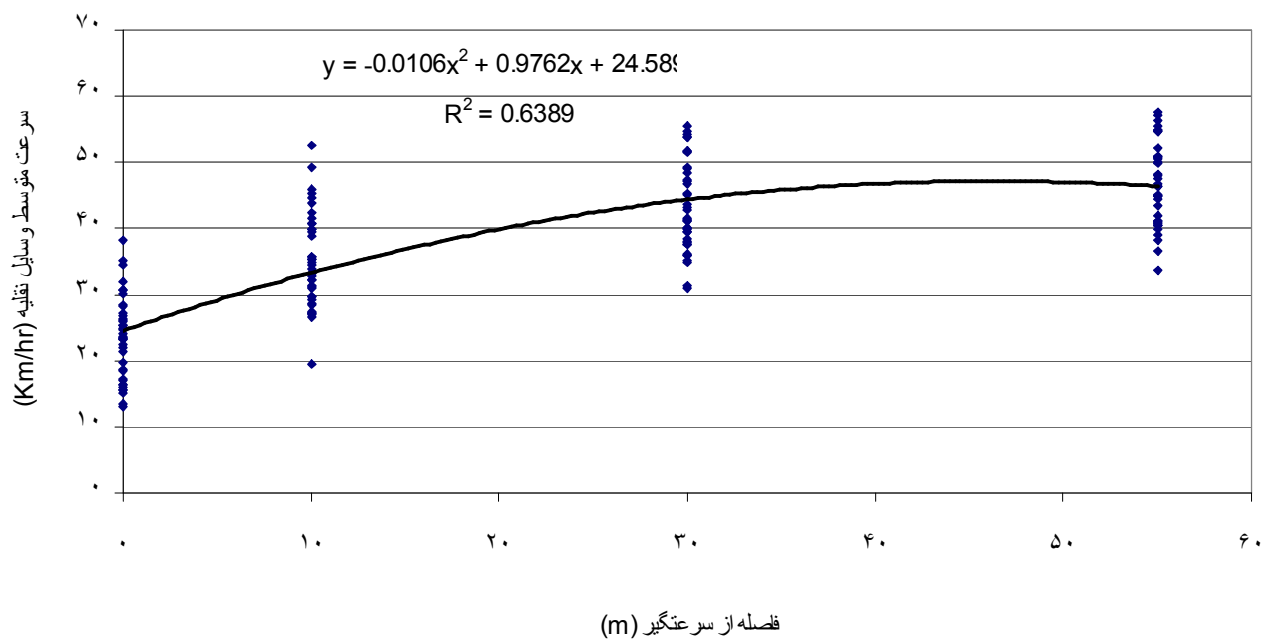


شکل (۷) سرعت متوسط وسایل نقلیه در معبر مجهز به سرعتگیر آسفالتی



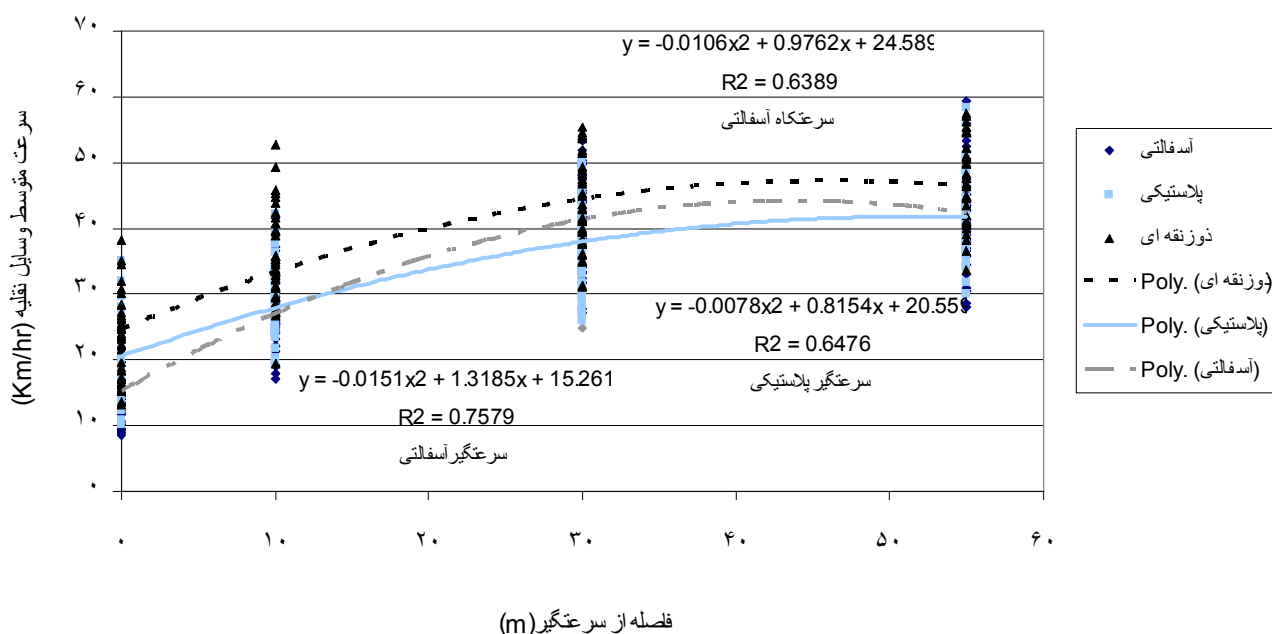
شکل (۸) سرعت متوسط وسایل نقلیه در معبر مجهز به سرعتگیر

نیکی



شکل (۹) سرعت متوسط وسایل نقلیه در معبر مجهز به سرعتکاه

لتي



شکل (۱۰) مقایسه سرعت متوسط وسایل نقلیه در معابر مجهز به انواع سرعتگیر

با توجه به شکلهای (۷) و (۸) و (۹) در بازه ۴۰ تا ۷۰ متری سرعتگیر، سرعت وسایل نقلیه با تقریب قابل قبولی یکنواخت شده است و در فاصله ۴۰ تا ۲۰ متری سرعت با شیب اندکی کاهش یافته و در فاصله ۲۰ متری تا محل سرعتگیر شیب منحنی به صورت قابل توجهی افزایش می‌یابد و بیشترین کاهش صورت در این محدوده (حوزه تأثیر سرعتگیر) انجام می‌گیرد.

همانطور که در شکل (۱۰) مشاهده می‌شود منحنی مربوط به سرعتگاه آسفالتی بالاتر از دیگر منحنی‌ها قرار گرفته است که نشانگر بیشتر بودن سرعت وسایل نقلیه در مواجهه با این نوع سرعتگیر نسبت به دیگر انواع سرعتگیرها می‌باشد. در ارتباط با منحنی‌های سرعت-مکان مربوط به سرعتگیرهای آسفالتی و پلاستیکی می‌توان گفت که در فاصله کمتر از ۱۰ متر (نزدیکی سرعتگیر) سرعت وسایل نقلیه در نزدیکی سرعتگیر آسفالتی کاهش بیشتری می‌یابد در صورتیکه در فاصله بیشتر از ۱۰ متر سرعت وسایل نقلیه در معبر دارای سرعتگیر پلاستیکی کاهش بیشتری پیدا می‌کند. لازم به ذکر آنکه این نتیجه موید مطالب فوق‌الذکر است.

مشخصات آماری نمونه‌های برداشت شده در سرعتگیرهای مختلف در بازه‌های متفاوت و همچنین معادله سرعت - مکان و شاخص برازندگی هر یک از آنها به ترتیب در جدول‌های (۴) و (۵) ارائه شده است.

جدول (۴) مشخصات آماری سرعت وسایل نقلیه در معبر به تفکیک انواع سرعتگیر

میانگین (کیلومتر بر ساعت)			انحراف معیار (کیلومتر بر ساعت)			حداکثر (کیلومتر بر ساعت)			حداقل (کیلومتر بر ساعت)		
۷۰-۴۰	۴۰-۲۰	۲۰-۰	۷۰-۴۰	۴۰-۲۰	۲۰-۰	۷۰-۴۰	۴۰-۲۰	۲۰-۰	۷۰-۴۰	۴۰-۲۰	۲۰-۰
متری	متری	متری	متری	متری	متری	متری	متری	متری	متری	متری	متری
۲۸,۵۸	۳۷,۶۱	۴۱,۸۹	۵,۵۶	۶,۵۸	۶,۸۴	۴۲,۱۱	۵۰,۳۵	۵۸,۳۸	۱۹,۴۶	۲۵,۹۹	۳۰,۰۰
۲۷,۵۵	۴۰,۹۰	۴۲,۳۳	۵,۴۶	۷,۱۶	۷,۵۲	۴۱,۶۲	۵۳,۳۳	۵۹,۳۴	۱۷,۱۰	۲۴,۹۱	۲۷,۹۸
۳۵,۲۱	۴۳,۲۲	۴۶,۶۳	۷,۰۷	۶,۷۴	۶,۲۴	۵۲,۵۵	۵۵,۳۸	۵۷,۴۵	۱۹,۵۱	۳۱,۰۳	۳۳,۶۴

جدول (۵) معادله سرعت - مکان و شاخص برانزنگی حرکت وسایل نقلیه به تفکیک انواع سرعتگیر

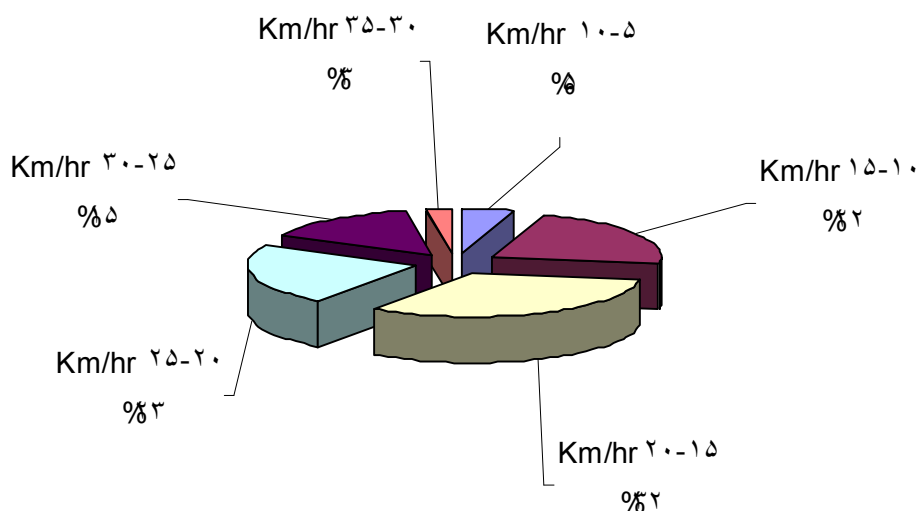
نوع	معادله سرعت-مکان	R ²
سرعتگیر پلاستیکی	$y = -0.0078x^2 + 0.8154x + 20.559$	۰,۶۴۸
سرعتگیر آسفالتی	$y = -0.0151x^2 + 1.3185x + 15.261$	۰,۷۵۸
سرعتگاه آسفالتی	$y = -0.0106x^2 + 0.9762x + 24.589$	۰,۶۳۹

با توجه به جدول (۵) معادله سرعت - مکان مربوط به سرعتگیر آسفالتی بهترین برآزش را با نمونه‌های آماری دارد بطوریکه شاخص برانزنگی آن (۰/۷۵۸) نسبت به شاخص برانزنگی معادله سرعت - مکان سرعتگیر پلاستیکی (۰/۶۴۸) و سرعتگاه آسفالتی (۰/۶۳۹) بیشتر است.

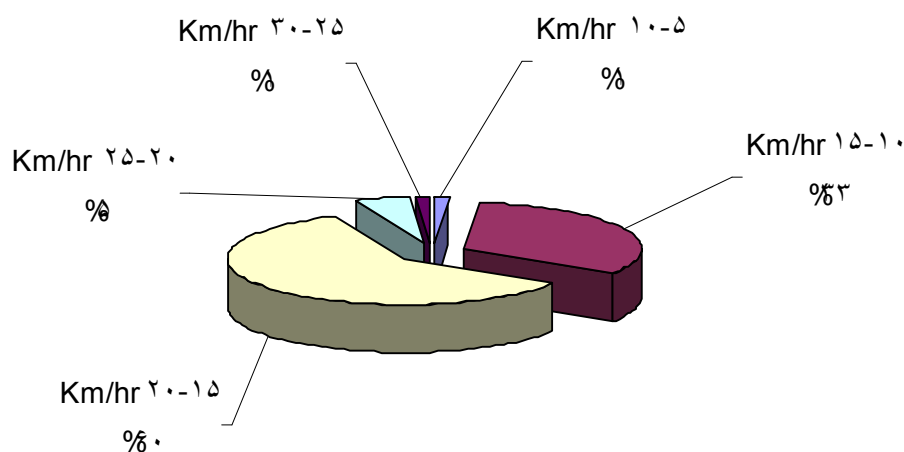
۶- بررسی رفتار رانندگان در مواجهه با انواع سرعتگیر

نوع عملکرد رانندگان در مواجهه با انواع سرعتگیر به عوامل مختلفی بستگی دارد که از این میان می‌توان به خصوصیات شخصی و نوع وسیله نقلیه آنها اشاره کرد. از یک سو نوع سرعتگیر در کاهش سرعت وسایل نقلیه مؤثر است و از سوی دیگر رفتار و خصوصیات رانندگان در نحوه کنترل وسیله نقلیه تأثیر بسزایی دارد. در این قسمت به بررسی عوامل مؤثر بر رفتار رانندگان در عبور از روی انواع سرعتگیر پرداخته می‌شود.

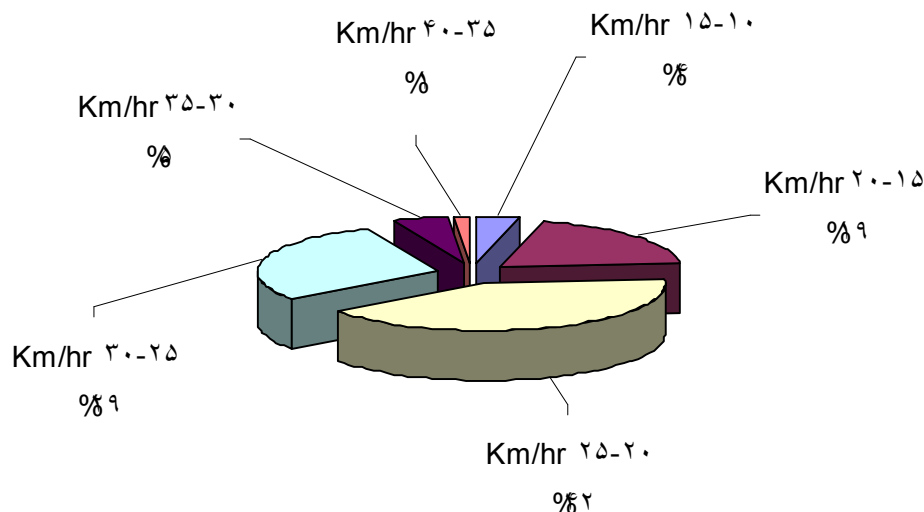
بر اساس آمارگیری از وسایل نقلیه (۸۰ نمونه آماری) عبوری از روی سرعتگیر پلاستیکی (تقاطع بختیاری - چمن)، سرعتگیر آسفالتی (تقاطع اکبر آبادی - کریمی) و سرعتگاه آسفالتی (تقاطع بختیاری - رضوان) درصد محدوده‌های سرعت مختلف وسایل نقلیه به ترتیب در شکلهای (۱۱)، (۱۲) و (۱۳) نشان داده شده است.



شکل (۱۱) درصد محدوده‌های سرعت مختلف وسایل نقلیه عبوری از روی سرعتگیر پلاستیکی



شکل (۱۲) درصد محدوده‌های سرعت مختلف وسایل نقلیه عبوری از روی سرعتگیر آسفالتی



شکل (۱۳) درصد محدوده‌های سرعت مختلف وسایل نقلیه عبوری از روی سرعتگاه آسفالتی

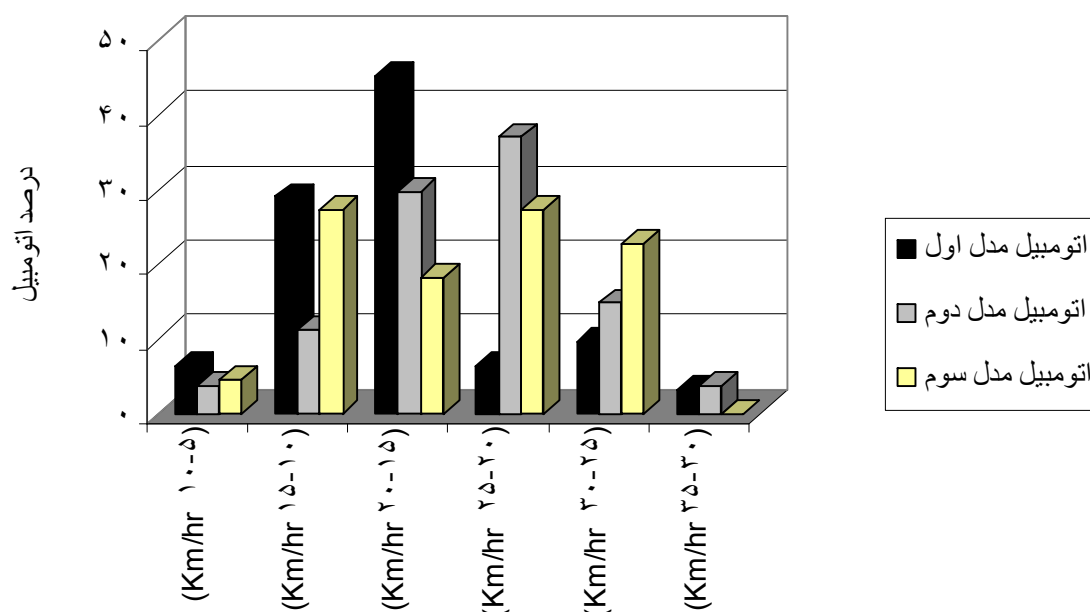
بر اساس محاسبات انجام شده سرعت متوسط وسایل نقلیه عبوری از روی سرعتگیر پلاستیکی حدود ۱۹ کیلومتر بر ساعت است و همانطور که در شکل (۱۱) نشان داده شده است ۳۲ درصد وسایل نقلیه دارای سرعت ۱۵ تا ۲۰ کیلومتر بر ساعت، ۲۳ درصد دارای سرعت ۲۰ تا ۲۵ کیلومتر بر ساعت، ۲۲ درصد دارای سرعت ۱۰ تا ۱۵ کیلومتر بر ساعت هنگام عبور از روی سرعتگیر هستند و دیگر وسایل نقلیه دارای سرعتی کمتر از ۱۰ یا بیشتر از ۲۵ کیلومتر بر ساعت هستند.

سرعت متوسط وسایل نقلیه عبوری از روی سرعتگیر آسفالتی بر اساس برداشتهای انجام شده حدود ۱۷ کیلومتر بر ساعت است و با توجه به شکل (۱۲) مشاهده می‌شود که ۶۰ درصد وسایل نقلیه دارای سرعت ۱۵ تا ۲۰ کیلومتر بر ساعت ۳۳ درصد وسایل نقلیه دارای سرعت ۱۰ تا ۱۵ کیلومتر بر ساعت هنگام عبور از روی سرعتگیر می‌باشد و سایر وسایل نقلیه سرعتی کمتر از ۱۰ یا بیشتر از ۲۰ کیلومتر بر ساعت دارند.

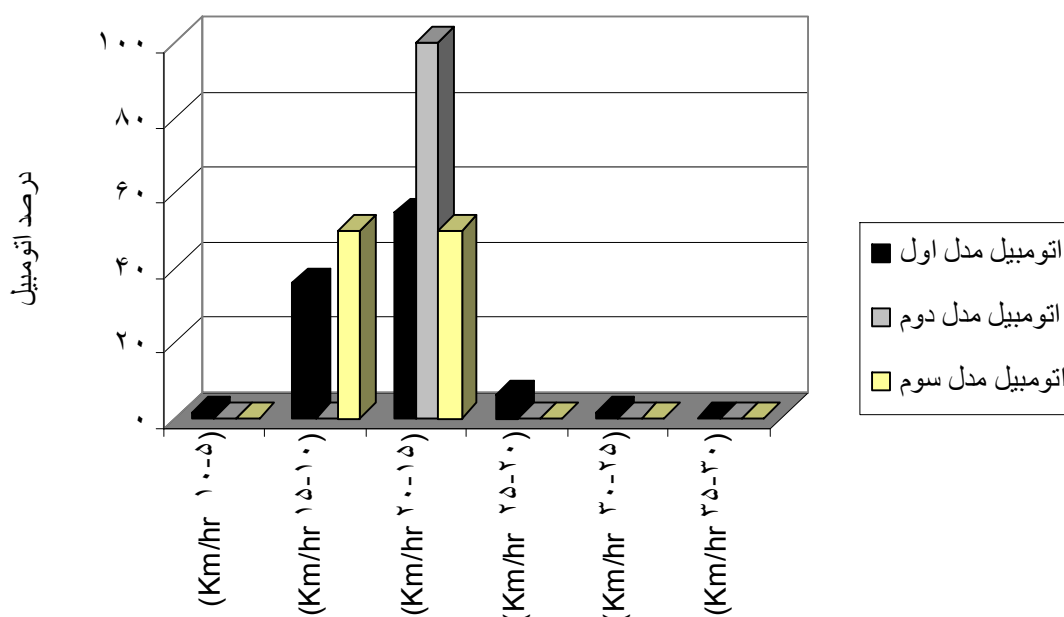
با توجه به محاسبات انجام شده سرعت متوسط وسایل نقلیه عبوری از روی سرعتگاه آسفالتی حدود ۲۳ کیلومتر بر ساعت است که همانطور که در شکل (۱۳) نشان داده شده است ۴۲ درصد وسایل نقلیه دارای سرعت ۲۰ تا ۲۵ کیلومتر بر ساعت، ۲۹ درصد دارای سرعت ۲۵ تا ۳۰ کیلومتر بر ساعت و ۱۹ درصد وسایل نقلیه دارای سرعت ۱۵ تا ۲۰ کیلومتر بر ساعت می‌باشد. بصورت کلی بیشترین درصد سرعت وسایل نقلیه در سرعتگیر پلاستیکی و آسفالتی در محدوده ۱۵ تا ۲۰ کیلومتر بر ساعت و سرعتگاه آسفالتی ۲۰-۲۵ کیلومتر بر ساعت می‌باشد.

از سوي دیگر برای ۸۰ نمونه آماربرداری شده در سه نوع سرعتگیر مختلف نوع وسایل نقلیه و سن تقریبی رانندگان برداشت شده است. وسایل نقلیه به طور کلی به سه دسته اتومبیل مدل اول (شامل اتومبیل‌های رده پایین مانند پیکان و نظایر آن)، اتومبیل مدل دوم (شامل اتومبیل‌های رده متوسط مانند پراید) و اتومبیل مدل سوم (شامل اتومبیل‌های رده بالا مانند پژو ۲۰۶ و نظایر آن) تقسیم شده و در هر نوع سرعتگیر رفتار هر یک از این سه مدل اتومبیل برداشت شده است و

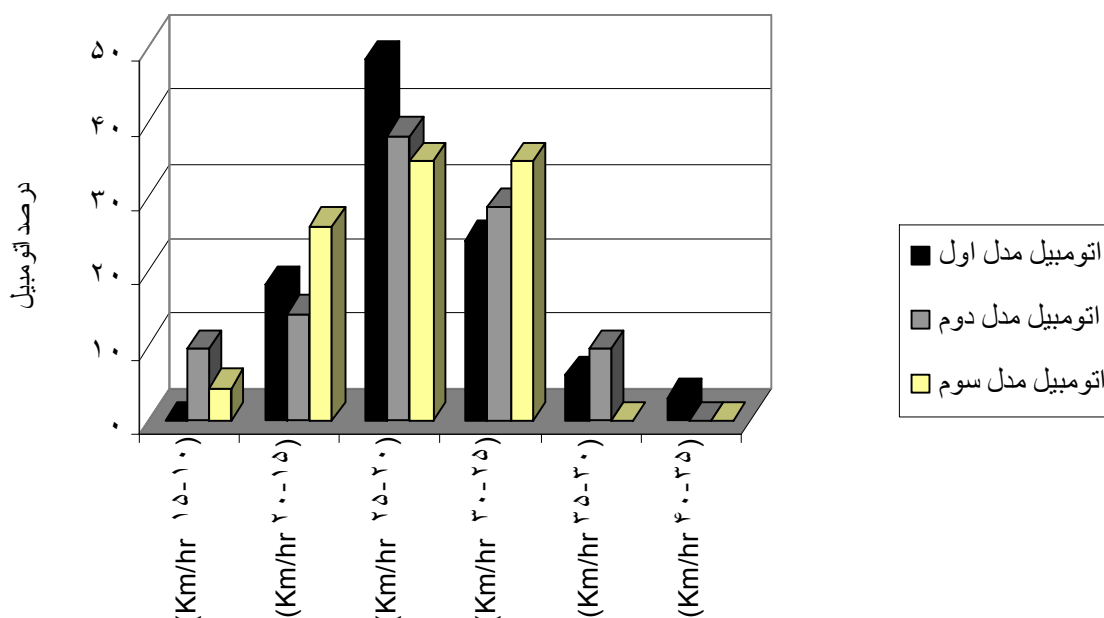
درصد آن به تفکیک محدوده‌های سرعت فوق الذکر در شکلهای (۱۴)، (۱۵) و (۱۶) به ترتیب برای سرعتگیر پلاستیکی، آسفالتی و سرعتگاه آسفالتی نشان داده شده است.



شکل (۱۴) درصد انواع اتومبیل عبوری از روی سرعتگیر پلاستیکی در بازه‌های سرعت مختلف



شکل (۱۵) درصد انواع اتومبیل عبوری از روی سرعتگیر آسفالتی در بازه‌های سرعت مختلف



شکل (۱۶) درصد انواع اتومبیل عبوری از روی سرعتگاه آسفالتی در بازه‌های سرعت مختلف

همانطور که در شکل (۱۶) مشاهده می‌شود اتومبیل‌های مدل اول (رده پایین) بیشتر با سرعت‌های کمتر (۱۰-۲۰ کیلومتر بر ساعت) از روی سرعتگیر پلاستیکی گذر می‌کنند. همچنین اتومبیل‌های مدل دوم (رده متوسط) با سرعت متوسط (۱۵-۲۵ کیلومتر بر ساعت) و اتومبیل‌های مدل سوم (رده بالا) با سرعت بیشتری از روی سرعتگیر پلاستیکی عبور می‌کنند.

با توجه به شکل (۱۵) غالباً کاهش سرعت اتومبیل مدل اول (رده پایین) بیشتر از دیگر مدل‌هاست، همچنین اتومبیل مدل سوم نیز کاهش سرعت مشابهی بین ۱۰ تا ۲۰ کیلومتر بر ساعت داشته و بالاخره غالب اتومبیل‌های مدل دوم دارای سرعت ۱۵ تا ۲۰ کیلومتر بر ساعت بر روی سرعتگیر می‌باشند.

آنچه از شکل (۱۶) برداشت می‌شود کاهش سرعت چشمگیر اتومبیل مدل اول نسبت به دیگر مدل‌هاست. از سویی دیگر اتومبیل مدل دوم به صورت متقارن حول مقدار سرعت میانگین ۲۰ تا ۲۵ کیلومتر بر ساعت توزیع شده و همچنین اتومبیل مدل سوم غالباً دارای سرعت ۱۵ تا ۳۰ کیلومتر بر ساعت بر روی سرعتگیر می‌باشد. لازم به ذکر است که این نوع اتومبیل اکثراً با سرعت‌های کنترل شده (کمتر از ۳۰ کیلومتر بر ساعت) از روی سرعتگیر عبور می‌کند.

در جدول (۶) سرعت ۸۵ درصد و میانگین مدل‌های مختلف وسایل نقلیه به تفکیک انواع سرعتگیر آسفالتی، پلاستیکی و سرعتگاه آسفالتی مشاهده می‌شود.

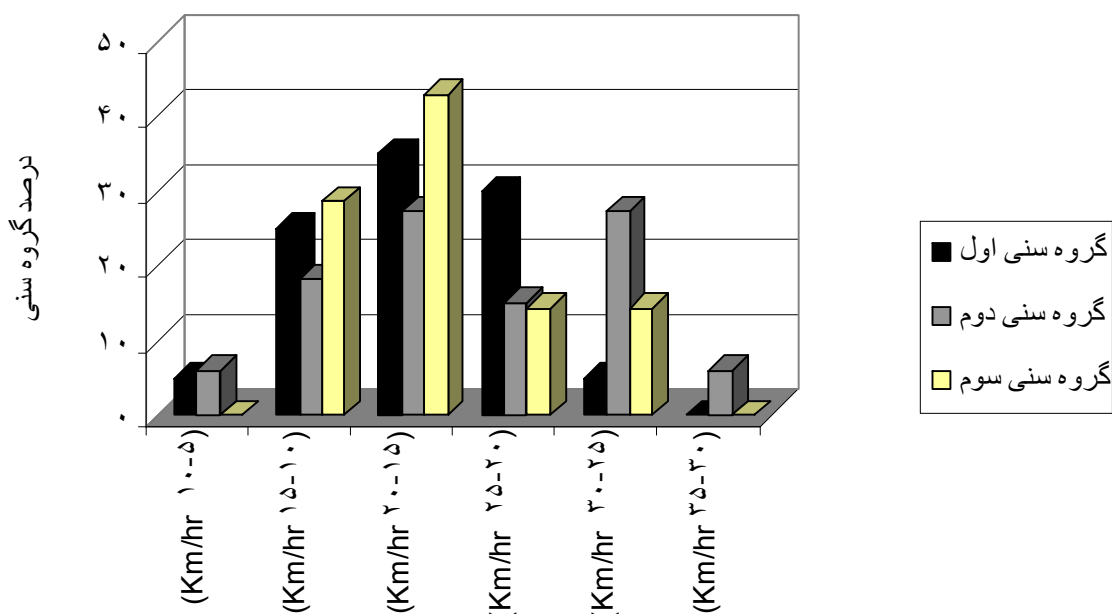
جدول (۶) سرعت ۸۵ درصد و میانگین مدل‌های مختلف وسایل نقلیه به تفکیک انواع سرعتگیر

نوع	سرعت ۸۵ درصد (کیلومتر بر ساعت)	میانگین (کیلومتر بر ساعت)
-----	-----------------------------------	------------------------------

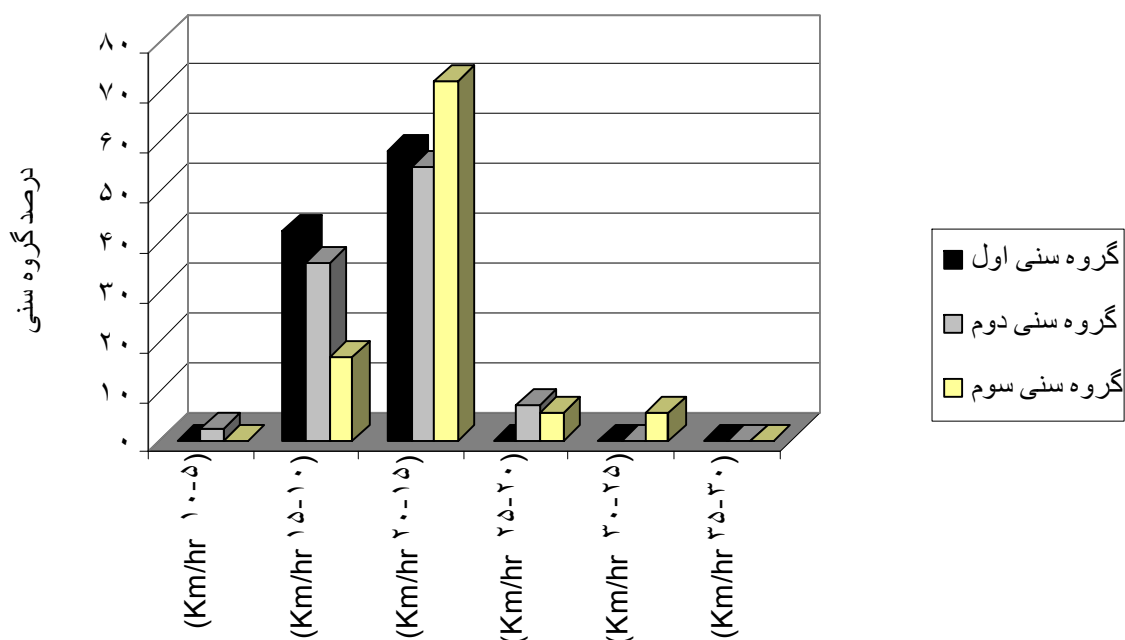
	اتومبیل مدل اول	اتومبیل مدل دوم	اتومبیل مدل سوم	اتومبیل مدل اول	اتومبیل مدل دوم	اتومبیل مدل سوم
سرعتگیر آسفالتی	۱۹,۵	۱۸,۶	۱۹,۱	۱۶,۲	۱۷,۷	۱۵,۳
سرعتگیر پلاستیکی	۲۱,۷	۲۵,۶	۲۵,۲	۱۷,۳	۲۰,۳	۱۹,۳
سرعتگاه آسفالتی	۲۷,۲	۲۸,۷	۲۶,۲	۲۳,۸	۲۳,۵	۲۱,۹

با توجه به نتایج ارائه شده در جدول (۶) نوع اتومبیل شاخص مهمی در تعیین میزان سرعت بر روی سرعتگیر و سرعتگاه آسفالتی نیست.

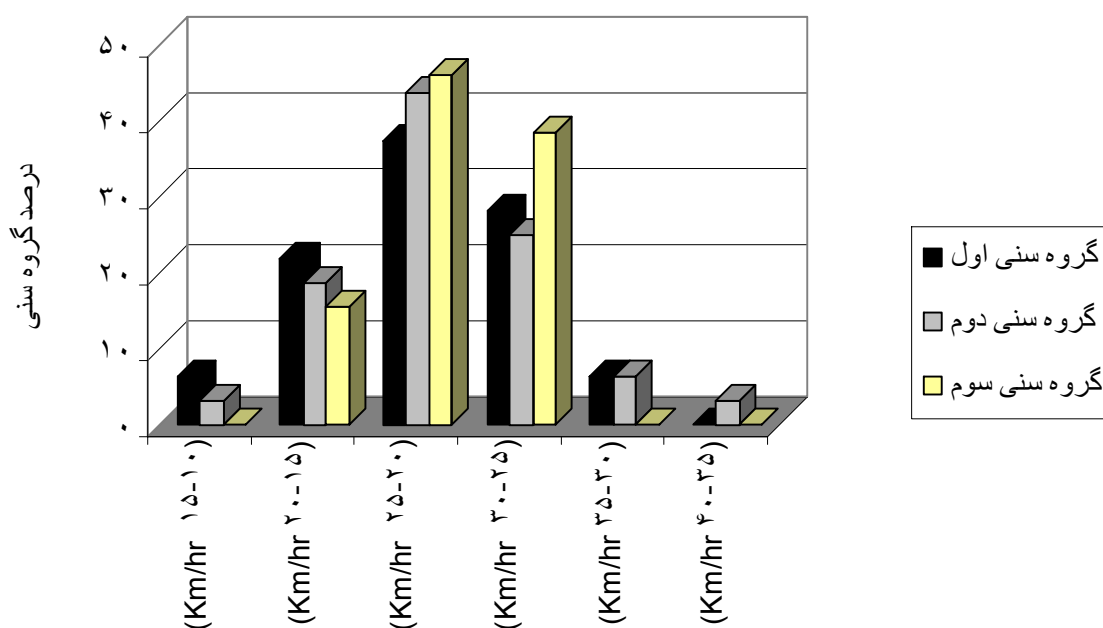
به منظور شناسایی عملکرد گروه‌های سنی مختلف در مواجهه با سرعتگیرهای متفاوت، این بار برداشت سرعت وسایل نقلیه با توجه به سن رانندگان انجام شده است. بطور تقریبی سن رانندگان در سه گروه سنی اول (کمتر از ۳۰ سال)، گروه سنی دوم (بین ۳۰ تا ۵۰ سال) و گروه سنی سوم (بیشتر از ۵۰ سال) تخمین زده شده است. در شکل‌های (۱۷)، (۱۸) و (۱۹) به ترتیب رفتار گروه‌های سنی مختلف در مواجهه با سرعتگیر پلاستیکی، آسفالتی و سرعتگاه نشان داده شده است.



شکل (۱۷) درصد گروه‌های سنی مختلف رانندگان عبوری از روی سرعتگیر پلاستیکی در بازه‌های سرعت مختلف



شکل (۱۸) درصد گروه‌های سنی مختلف رانندگان عبوری از روی سرعتگیر آسفالتی در بازه‌های سرعت مختلف



شکل (۱۹) درصد گروه‌های سنی مختلف رانندگان عبوری از روی سرعتگاه آسفالتی در بازه‌های سرعت مختلف

همانطور که در شکل (۱۷) دیده می‌شود غالباً گروه سنی اول سرعت وسیله نقلیه خود را نسبت به دیگر گروه‌های سنی بیشتر کاهش می‌دهند که این امر ناشی از زمان عکس العمل اندک آنها به محض مشاهده سرعتگیر می‌باشد، در حالیکه محدوده سرعت وسایل نقلیه گروه‌های سنی دوم و سوم بیشتر است.

با توجه به شکل (۱۸) گروه سنی سوم نسبت به دیگر گروه‌های سنی قدرت کنترل سرعت کمتری از خود به نمایش گذاشته است، در حالیکه دیگر گروه‌های سنی، بخصوص گروه سنی اول بیشترین کاهش سرعت را به وسیله نقلیه خود اعمال کرده و محدوده سرعت را به ۱۰ تا ۲۰ کیلومتر بر ساعت رسانده است.

همانطور که در شکل (۱۹) مشاهده می‌شود رفتار رانندگان بر روی سرعتکاه‌های آسفالتی نیز مانند دیگر سرعتگیرهاست بطوریکه بیشترین کاهش سرعت مربوط به گروه سنی اول و کمترین کنترل بر روی وسیله نقلیه مربوط به گروه سنی سوم می‌باشد.

در جدول (۷) سرعت ۸۵ درصد و میانگین گروه‌های سنی مختلف رانندگان وسایل نقلیه به تفکیک تفکیک سرعتگیر آسفالتی، پلاستیکی و سرعتکاه آسفالتی مشاهده می‌شود.

جدول (۷) سرعت ۸۵ درصد و میانگین گروه‌های سنی مختلف رانندگان وسایل نقلیه به تفکیک انواع سرعتگیر

نوع	سرعت ۸۵ درصد (کیلومتر بر ساعت)			میانگین (کیلومتر بر ساعت)		
	گروه سنی- اول	گروه سنی- دوم	گروه سنی- سوم	گروه سنی- اول	گروه سنی- دوم	گروه سنی- سوم
سرعتگیر آسفالتی	۱۷,۹	۱۸,۹	۱۹,۹	۱۵,۶	۱۵,۹	۱۷,۸
سرعتگیر پلاستیکی	۲۲,۴	۲۶,۷	۲۱,۴	۱۷,۹	۲۰,۱	۱۸,۹
سرعتکاه آسفالتی	۲۷,۵	۲۷,۵	۲۷,۹	۲۲,۹	۲۳,۱	۲۳,۷

با توجه به نتایج ارائه شده در جدول (۷) گروه سنی رانندگان وسایل نقلیه شاخص مهمی در تعیین میزان سرعت بر روی سرعتگیر و سرعتکاه آسفالتی نیست.

۷- نتیجه‌گیری

بطور کلی سرعتگیرها نقش مهمی در کاهش سرعت وسایل نقلیه در طول معبر و محل تقاطعات ایفا می‌کنند. کنترل سرعت در شبکه معابر موجب افزایش ایمنی و ارتقاء سطح اعتمادپذیری شبکه حمل و نقل شهری می‌شود. در این میان سرعتگیرهای مختلفی در سطح شهر تهران مورد استفاده قرار گرفته‌اند که در این مقاله از لحاظ عملکرد ترافیکی با یکدیگر مقایسه شدند. در این راستا می‌توان به نتایج زیر اشاره کرد:

۱- سرعتگیرهای آسفالتی، پلاستیکی و سرعتکاههای آسفالتی به ترتیب موجب بیشترین کاهش سرعت در محل تقاطعات می‌شوند.

۲- سرعت متوسط وسایل نقلیه در تقاطعاتی که با سرعتگیر آسفالتی، پلاستیکی و سرعتکاههای آسفالتی کنترل می‌شود و به ترتیب در حدود ۱۵، ۲۰ و ۲۳ کیلومتر بر ساعت است.

۳- سرعت متوسط وسایل نقلیه در حوزه تأثیر سرعتگیرهای آسفالتی، پلاستیکی و سرعتکاههای آسفالتی (۲۰ متری سرعتگیر) به ترتیب در حدود ۲۵، ۲۸ و ۳۰ کیلومتر بر ساعت می‌باشد.

۴- معادله سرعت - مکان وسایل نقلیه در طول معبر بیانگر سرعت ثابت وسایل نقلیه در فاصله ۴۰ تا ۷۰ متری سرعتگیر و بیشترین شتاب منفی وسایل نقلیه در فاصله ۰ تا ۲۰ متری آن می‌باشد، بعلاوه منحنی سرعت-مکان وسایل نقلیه با تقریب خوبی (ضریب R^2 در حدود ۰/۷) از معادله درجه دو تبعیت می‌کند.

۵- اتومبیل‌های مدل اول (رده پایین) غالباً در مواجهه با سرعتگیرها بیشترین کاهش سرعت و اتومبیل‌های مدل سوم (رده بالا) کمترین کاهش سرعت را دارند.

۶- گروه سنی اول (کمتر از ۳۰ سال) در مواجهه با سرعتگیر بیشترین کاهش سرعت و گروه سنی سوم (بیش از ۵۰ سال) کمترین کاهش سرعت را به وسیله نقلیه خود اعمال می‌کند.

۷- مدل اتومبیل و گروه سنی رانندگان وسایل نقلیه شاخص مهمی در تعیین میزان سرعت بر روی سرعتگیر و سرعتکاه آسفالتی نیست.

۸- منابع و مراجع

Hodge, A.R., 1993 Speed control humps-A trial at TRL, Project Report 302. Transport Research Laboratory, UK.

Kassem, E., Al-Nassar, Y., 1982. Dynamic considerations of speed control humps. Transportation Research Part B 16, 291–302.

Layfield, R.E. Parry D.I., 1998. Traffic calming-Speed cushion schemes, TRL Report 312. Transport Research Laboratory, UK.

Mak, K.K., 1986. A further note on undulation as a speed control device. Transportation Research Record 1061, 13–20.

Sumner R., Baguley C. 1979 Speed Control Humps on Residential Roads, TRRL Laboratory Report 878. Transport and Road Research Laboratory, UK.

Watts G.R. 1973 Road humps for the control of vehicle speed, TRRL Laboratory Report 597. Transport and Road Research Laboratory, UK.

Webster D.C. 1998 Traffic calming-public attitude studies: a literature review, TRL Report 311. Transport Research Laboratory, UK.

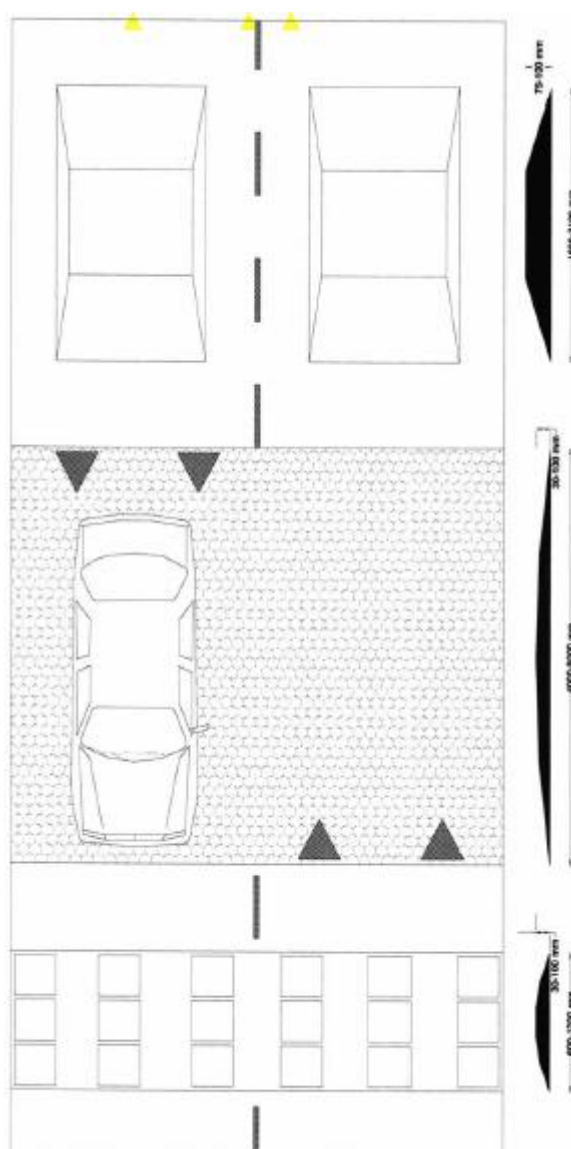
Webster D.C., Layfield R.E. 1998 Traffic Calming-sinusoidal, 'H' and 'S' humps, TRL Report 377. Transport Research Laboratory, UK.

Broadbent, K., Salmon, A.M., 1991. An experiment with road bumps. Highway and Transportation 11, 5–8.

Clement J.P., 1982 Speed Humps and the Thousand Oaks Experience, Traffic Engineering Division, City of Thousand Oaks, CA, USA.

Stephens, B.W., 1986. Road humps for the control of vehicular speeds and traffic flow. Public Roads 50, 82–90.

Pau, M., S. Angius, Do speed bumps really decrease traffic speed? Accident Analysis and Prevention 33 (2001) ,pp585–597



شکل (۱) پلان و مقاطع عرضی مربوط انواع سرعتگیرها



شکل (۲) سرعتگیر آسفالتی



شکل (۳) سرعتگیر پلاستیکی



شکل (۴) سرعتگاه آسفالتی از نمای شرقی



شکل (۵) سرعتگاه آسفالتی از نمای غربی