مطالعات علوم محیط زیست، دوره چهارم، شماره اول، فصل بهار سال ۱۳۹۸، صفحه ۱۱۲۳ -۱۱۲۹

تاثیر آلاینده‌های سطحی،گردوغبار و ماسه‌ریز بر ایمنی سطحی جاده های با رویه آسفالتی (مطالعه موردی استان سیستان‌وبلوچستان)

محمد داوری[۱], محمدمهدی خبیری[۱*], مهدی فلاح تفتی[۱]

۱- دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه یزد

* ایمیل نویسنده مسئول: mkhabiri@yazd.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۲/۷

چکیده

عوامل محیطی مختلف شامل وزش بادهای دوره‌ای توام با وجود گرد و غبار و ماسه ریز در هوا و سطح جاده، علاوه بر کاهش م یدان د ید در رانندگی، بر مقاومت لغزندگی و کاهش اصطکاک سطحی رویه‌های آسفالتی اثر منفی می‌گذارد. در این تحقیق، تاثیر گرد و غبار و ما سه سطحی بر بافت درشت سطحی رویه‌های آسفالتی در یک مطالعه موردی بر روی بخش هائی از جاده‌ای در م حدوده ا ستان سی ستان و بلوچستان مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور، ۵ مقطع از محدوده جغرافیایی با آلاینده شدید گرد و غبار در طی دوره زمانی یک‌ونیم ماه به صورت میدانی پایش شدند. بعد از پاکسازی واحدهای برداشت، از تصاویر تهیه شده از مقطع و با استفاده از تکن یک پردازش ت صویری، پارامتر "میزان درخشندگی سطح جاده" و به طور جداگانه بافت درشت سطحی در هر م حل محا سبه و ا ندازه‌گیری شد. ن تایج ن شان می‌دهدکه میزان آلایندگی سطحی یا درخشندگی سطح جاده با متوسط عمق بافت درشت رابطه عکس، ولی قوی دارد. همچ نین ن شان داده شد در طول دوره زمانی انباشتگی آلاینده ها بر روی سطح جاده ها، این آلاینده ها در ابتداء به شدت م یزان درخ شندگی یا متو سط عمق بافت سطحی را کاهش می‌دهند، ولی با گذشت زمان از میزان تاثیرگذاری آنها کاسته می‌شود.

کلمات کلیدی

"آلاینده‌سطحی" ,"ریزگرد" ,"ماسه‌ریز" ,"ایمنی راه" ,"رویه آسفالتی"

The Effect of Pollutants, Dust and Dune Sand Covered Over the Surface of Asphalt Pavements on Road Safety (Case Study, Sistan and Blouchestan Province, Iran)

Mohammad Davari[1], Mohammad Mehdi Khabiri[1 *], Mehdi Fallah Tafti[1]

[1] Civil Engineering Department, Faculty of Engineering, Yazd University, Yazd, Iran

[*]Email Address: mkhabiri@yazd.ac.ir

Abstract

Envirnmental factors such as seasonal winds, together with pollutants, dust and dune sand, reduce the drivers' visibility, and when settled over the road surfaceproduce a negative impact on the skid resistance of asphalt pavements. In this study, the effect of dust and dune sand on the surface macro texture of road asphalt pavements in several sites, located in the Sistan and Balouchestan Province in Iran, was investigated. For this purpose, five road sections located in the areas with long periods of intense dusty and sandy winds , were monitored over a period of one and half months. In each site, the road surface under consideration was initially cleaned. Then, throughout the monitoring process, the images from these road surfaces were digitally taken and processed using an image processing software. Thereby, the road surface brightness parameter was calculated. Moreover, the macro texture depth of road surface in each site was also measured. The results indicated that there is an adverse relationship with strong correlation between the surface contaminations or brightness with the mean macro texture depth of road surface. The results also indicated that the rate of reduction in the mean road surface texture depth and brightness would reduce with time.

Keywords

"Road Surface Pollutants", "Dust", "Dune Sand", "Road Safety", "Road Asphalt Pavements"

مقدمه

حمل‌ونقل جاده‌ای نقش عمده‌ای در جابجایی انسان و کالا در ایران و جهان دارد، و در پی آن در کشور بیش از ۱۶هزار نفر بر اثر حوادث رانندگی جان خود را از دست می‌دهند (سازمان پزشکی قانونی،۱۳۹۷). عامل محیط یکی از عوامل موثر در وقوع حوادث رانندگی می‌باشد، عامل محیط در کنار شرایط جاده و سطح آن در بحث ایمنی جاده‌ها حائز اهمیت است، که زبری سطحی از مشخصات اصلی جاده‌ها تحت اثر میزان گردوغبار (ریزگردها) لغزش سطحی رویه کاهش می‌دهد(Chan, Yan Richards, Huang,2010) ، هم‌چنین افزایش گردوغبار، میزان دید و عکس‌العمل رانندگان را کاهش می‌یابد و از این جهت نیز سطح ایمنی کاسته می‌شود. جنوب شرق ایران، از جمله مناطق با میزان گردوغبار زیاد محسوب می‌شود که بیشترین تصادفات جاده‌ای در فصل تابستان و در هنگام وقوع طوفان‌های ماسه و گردوغبار ۱۲۰ روزه اتفاق می‌افتد و کاهش فاصله دید و مقاومت لغزندگی علل عمده تصادفات در این شرایط محیطی است. بنابراین مقاومت لغزندگی رابطه تنگاتنگی با سطح ایمنی مسیر دارد. در این راستا عملکرد سطحی مسیرهای موجود در شرایط محیطی مختلف با حضور گردوغبار در این مطالعه بررسی شد. مقاومت لغزندگی به طور عمده به بافت سطحی مسیر بستگی دارد که در این مطالعه به صورت میدانی بافت درشت(ماکرو) یک جاده که عامل فعال‌سازی نیروی اصطکاکی بین لاستیک خودرو و سطح روسازی می‌باشد مورد توجه قرار گرفت. هدف اصلی این تحقیق ارزیابی میدانی اثر توأم بافت سطحی و میزان گردوغبار (ریزگرد) بر عملکرد اصطکاکی رویه‌های مسیر جهت محدود نمودن تاثیر شرایط نامساعد محیطی بر ایمنی و بهبود شرایط زیست‌محیطی انسانی است.

۱- مرورمنابع

به طور کلی منشا تولید گرد و غبار، از چهار دسته‌ی کلی شامل گردوغبار سطح زمین، نمک دریا، زیست توده و غبار صنعتی شهری قرار دارد. ۴۰ درصد گردوغبار را ذرات ماسه‌روان و ریز و گردوغبار ناشی از فرسایش بادی هستند (ظریف معظم و همکاران، ۱۳۹۷). پدیده‌ی گردوغبار هوا و ریزگردها یکی از ره‌آوردهای توسعه‌ی صنعتی و عدم توجه به محیط انسانی و محیط زیست طبیعی است، که افزایش وسایل نقلیه و توسعه حمل‌ونقل و مصرف سوخت روزبه‌روز بر شدت آن می‌افزاید (محمدی و همکاران، ۱۳۹۷). در پژوهشی در مورد اثر شاخص‌های آلودگی مربوط به خاک‌های اطراف جاده‌های برون شهری، به لحاظ شاخص‌های غنی شدگی خاک، درجه آلودگی و ریسک اکولوژی به ارتباط بین آلودگی جاده و شرایط محیطی پرداخته شده است (پرداختی و زاهد، ۱۳۹۷).

طوفان‌های گردوغباری که در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان روی می‌دهند مقدار زیادی از ذرات معلق را با خود حمل می‌کنند و از این رو علاوه بر معضلات زیست محیطی در مقیاس های منطقه‌ای و بین‌المللی، تلقی می‌گردد (فراستی، فرزی، ۱۳۹۴). یکی از کانون‌های تولید و انتشار گردوغبار در داخل کشور پدیده‌ی محلی–فصلی ۱۲۰ روزه در استان‌های جنوب شرق ایران از جمله استان سیستان و بلوچستان و دامنه‌های کوه‌های استان خراسان جنوبی، خراسان رضوی و دو کویر بزرگ ایران، حاشیه استان‌های کرمان و یزد و اراضی بیابانی در جنوب و جنوب غرب می‌باشد. در مطالعات فیروزیان و محمدی بیان شده است در سیستان منشا طوفان های شن قسمتی به خاک افغانستان و به بستر رودخانه فرارود برمی‌گردد و قسمتی نیز از بستر خشک دریاچه هامون و اراضی رهاشده کشاورزی که به علت خشکسالی زیر کشت نرفته‌اند منشا می‌گیرند (فیروزیان، محمدی، ۱۳۹۵).

تغییرات کمی غبار ریزشی در این منطقه از کشور، در مطالعه‌ای توسط عبداللهی مورد توجه قرار گرفت، به این صورت که اندازه ذرات گردوغبار کوچک‌تر از ۱۰۰ میکرون اندازه‌گیری شد و جمع‌اوری حجم غبار ریزشی نیز به مدت شش ماه طول کشید، نتایج نشان داد که بیشترین مقدار گردوغبار در ۱۸/۰۳۱ گرم بر مترمربع در فصل زمستان بدست می‌آید (عبداللهی، ۱۳۹۵). نتایج ناشی از مورفوسکوپی نمونه‌های برداشت شده از محدوده‌ی مورد مطالعه نشان می‌دهد که دانه‌های کوارتز که زاویه و پرزاویه با رنگ‌های مختلف و هم‌چنین فلدسپات‌ها، خرده سنگ‌ها و میکاها در همه نمونه‌ها مشاهده می‌شود، عناصری مثل سیلیسیم، سدیم، کلروکلسیم به میزان زیادی در نمونه‌های مورد مطالعه وجود دارد که تاثیر این عناصر و کانی‌ها بر میزان صیقلی شدن سنگدانه‌ها نیز متفاوت است.

عوامل اقلیمی هم‌چون دما، رطوبت و آلاینده‌ها نقش مهمی بر حمل‌ونقل جاده‌ای و عملکرد ایمنی سواره‌روها و روسازی راه‌ها دارند. یکی از عوامل تاثیرگذار بر کمیت مقاومت لغزندگی میزان آلاینده‌های سطحی است. در رابطه با اثر ریزگردها بر تصادفات شرافتی و همکاراندر مطالعاتی در دوره زمانی ۱۳۸۹ الی ۱۳۹۳ به

بررسی نقش طوفان‌های گردوغبار شهرستان زابل پرداختند، آن‌ها نتیجه گرفتند بیشترین تصادفات جاده‌ای شهرستان زابل در فصل تابستان و هنگام وقوع طوفان‌های ۱۲۰ روزه کـه فاصـله دیـد و اصطکاک سطحی کاهش می‌یابـد، اتفـاق افتـاده است(شـرافتی، مستنهی، ۱۳۹۷).

در مطالعاتی در خصوص میزان آلاینده‌های سطحی رویه آسفالتی داخل تونل به این نتیجه رسیدند، که شستشـوی سـطحی بـرای حذف آلودگیها وتامین اصطکاک کافی به فاصله زمـانی کمتـر از ۶۰ روز لازمسـت، انجـام شـود (Barranco, Salado,2018 Flintsch,). در مطالعاتی در استرالیا همچنین رابطـه‌ی عکسـی بین مقدار ذرات ریز روی روسـازی ومیـزان اصـطکاک سـطحی بدسـت آمـد(Hichri, and Cerezo, 2018). در بررسـی اثـر دانه‌بندی سنگدانه‌های موجود در مخلوط آسفالتی، نتایج مطالعات نشان می دهد هرچه دانه بندی ریزدانه‌تر شود (دانه‌بندی شـماره ۵ آیین‌نامه روسازی راه‌های ایران)، عمق متوسـط بافـت درشـت سطحی کاهش می‌یابـد، بـدین ترتیـب خطـر حـوادث رانـندگی افزایش می‌یابـد. (احـدی، منصـورخاکی و نصـیراحمدی، ۱۳۸۹). هم‌چنین مطالعات قبلی نشان داده‌اند، وقتـی ابعـاد سـنگدانه‌های روسازی درشت افزایش می‌یابد، به دلیل زهکشی بهتر و ضخامت کمتر آب و سایر عوامل خارجی سطحی نظیر آلاینده‌ها، بـر روی سطح روسازی مقاومت لغزندگی بیشـتر می‌شـود (Fakhri and Taribakhsh,2014).

با اذعان به اینکه مطالعات جامعی در ارتباط با تـاثیر ریزگردهـا و ماسه‌های روان و ریز بر عملکرد اصطکاک سطحی رویه آسفالتی انجام نگرفته‌است و ارتباط توام بین بافت درشت و وجود ریزگـرد با کاهش اصطکاک انجام نگرفتـه اسـت. هـدف مطالعـه حاضـر بررسی ارتباط بین میـزان آلـودگی سـطحی ناشـی از گردوغبـار سطحی و بافت درشت و اصطکاک رویه از دیدگاه ایمنی و حفـظ امنیت انسانی است.

۲- روش انجام تحقیق

- **محدوده مورد مطالعه**

شهر زاهدان در موقعیت جغرافیایی در ۶۰ درجه و ۵۱ دقیقه و ۲۵ ثانیه◦ طول شرقی و ۲۹ درجـه و ۳۰ دقیقـه و ۴۵ ثانیـه عـرض شمالی و با ارتفاع متوسط ۴۸۰ متر از سطح دریا قرار گرفته است. به منظور انجام این تحقیق جاده زاهدان–ایرانشهر کـه مکـرراً در معرض حرکت ماسه روان و ریزش ذرات گردوغبار قرار می‌گیـرد و حوادث رانندگی در محدوده مورد مطالعه زیاد است، انتخاب شد و نقاط نمونه گیری از سطح مسیر مطابق شکل (۱) با مشخصات جدول (۱) تعیین شدند.

شکل ۱- مشخص کردن نقاط برداشت آلودگی سطحی در محدوده مطالعاتی

موقعیت	مشخصات محل مربوطه
نقطه ۱	در کنار میدان خروجی شهر ایرانشهر
نقطه ۲	در کنار پارکینگ روستای تمپریگان در مسیر ایرانشهر به زاهدان
نقطه ۳	در کنار آبراه قبل از روستای آبادان در مسیر ایرانشهر به زاهدان
نقطه ۴	در رأس پیچ بعد از روستای کوچه در مسیر ایرانشهر به زاهدان
نقطه ۵	در وسط سه‌راهی جاده فرعی دامن در مسیر ایرانشهر به زاهدان

جدول ۱- مشخصات نقاط مربوط به محل‌های نمونه‌گیری

- **تعیین بافت سطحی نمونه‌ها**

زمان مطالعه وضعیت سطحی در فصل تابستان انتخاب شد که بارش‌های جوی وجود نداشته و م یانگین گردوغ بار در م حدوده مورد مطالعه بیشترین مقدار باشد. سپس نمونه گردوغ بار در آون خشک شده و از الک ۲۰۰ میکرون عبور داده شد. برای تع یین بافت سطحی از روش ا ستاندارد آز مایش پ خش ما سه م طابق استاندارد شناخته شده ASTM-E465 استفاده گرد ید، که ا ین آزمایش برای تع یین ع مق با فت در شت رو سازی و مقاو مت لغزندگی به کار می‌رود. در ا ین ا ستاندارد ما سه با دانه‌بندی مشخص، معمولاً به میزان ۵۰ سی سی روی سطح رو سازی به شکل دایره پخش می‌شود. سپس قطر این دایره ا ندازه‌گیری و از طریق آن و رابطه (۱) بافت درشت تعیین می‌شود.

$$MTD = \frac{4.v}{\pi.D^2} \qquad (۱)$$

که در آن:

MTD= عمق بافت درشت سطحی راه (mm)

V= حجم ماسه استاندارد (Cc)

D= قطر دایره ماسه پخش شده (mm)

در این پژوهش ریزگرد و غبار به عنوان الاینده از سطح مسیر راه ایرانشهر–زاهدان جمع‌اوری شد، طول مسیر انتخابی ۲۰ کی لومتر در ۵ نقطه مطابق شکل(۲) از مسیر دوخطه بود، نقطه‌ها در خط

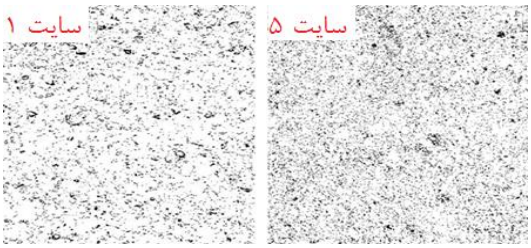
کندرو رویه راه به شکل مر بع به ضلع ۴۵ سانتی‌متر تو سط علامت زده شد، در شکل (۲) ن حوه علامت گذاری و پاک سازی سطحی مشخص شده است.

شکل ۲- الف) تصویر از نحوه تمیز کردن سطح رویه ب) تصویر از نحوه

علامت‌گذاری واحد برداشت بافت درشت

- **تعیین میزان درخشندگی سطح جاده**

در روز اول و در طول پنج هفته متوالی از سطح رویه عکس‌برداری شد، سپس در نرم‌افزار برنامه نویسی به زبان MATLAB-2014 تصاویر به صورت سیاه و سفید تعر یف و تجز یه و تحل یل شد، شکل (۳) نمونه‌ای تصاویر پردازش شده از سطح رو سازی از دو نقطه‌ی ۱ و ۵ نمونه‌گیری شد. تحلیل نرم‌افزاری، به صورت ت عداد پیکسل‌های سفید برای هر ع کس بد ست آورده شد و سپس پیکسل‌های سفید هر عکس بر تعداد کل پیکسل‌های عکس شده و به صورت عدد نسبی محاسبه گرد یده که به ع نوان "م یزان درخشندگی سطح جاده (Brightness) " نامیده شد.



شکل۳- تفاوت میزان درخشندگی تصاویر پردازش شده توسط نرم افزار در موقعیت معین از محدوده مطالعه

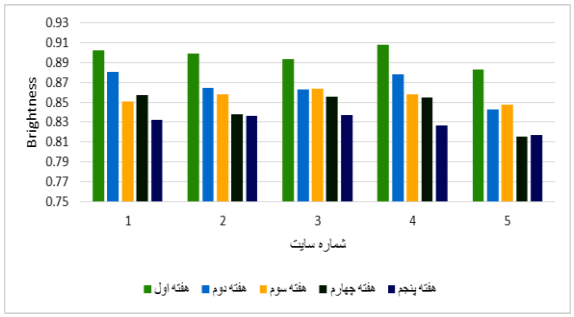
۳- نتایج و بحث

- **آزمایش پخش ماسه**

آزمایش پخش ماسه برای محا سبه با فت در شت در هر نق طه (سایت) انجام گرفت، که نتایج به صورت جدول (۲) ارا ئه شده است، هم‌چنین در طول پنج هفته متوالی این تصاویر تهی یه شده است که نمودار شکل (۴) تغییرات میزان درخشندگی سطح جاده را نمایش می‌دهد.

جدول ۲- نتایج پخش ماسه میدانی در واحدهای نمونه

موقعیت	قطر میانگین (cm)	حجم ماسه (cm^3)	MTD (mm)	Brightness (هفته اول)
۱	۳۵/۷۵	۵۰	۰/۵۰	۰/۹۰۲۳
۲	۳۶/۲۵	۵۰	۰/۴۸	۰/۸۹۹۵
۳	۳۵/۵	۵۰	۰/۵۱	۰/۸۹۳۴
۴	۳۸	۵۰	۰/۴۴	۰/۹۰۸۰
۵	۳۳	۵۰	۰/۵۸	۰/۸۸۳۲



شکل ۴- نمودار تغییرات درخشندگی سطح جاده واحدهای نمونه طی زمان

همان‌گونه که مشاهده می‌شود، کاهش درخ شندگی در طول ۵ هفته متوالی نشانگر نشست ریزگرد، شن و ما سه و آلای ندهای دیگر بر سطح روسازی می‌باشد که این آلای ندهای سطحی در عدد لغزندگی روسازی ن یز می‌توا ند تاثیر ب گذارد. با ملاح ظه تصویر مشخص است که میزان درخشندگی سطح جاده ابتدا با شیب تند و سپس با شیب کمتر کاهش می‌یابد، بدین مع نی که در روز و هفته‌های ابتدایی، حضور گردوغبار و الاینده تاثیر بیشتر و در ادامه با تاثیر کمتری سطح روسازی را آلوده می‌کند.

هم‌چنین مشاهده می‌شود که نق طه چ هارم که دارای بی شترین درخشندگی سطح جاده، می‌باشد، کمترین بافت درشت را داراست و نقطه پنجم که دارای کمترین درخ شندگی می‌با شد بی شترین بافت درشت را داراست، به عبارت دیگر میزان درخشندگی سطح جاده و بافت درشت رابطه‌ی عکس با یکدیگر دارند، بدین ترتیب در صورت پاکسازی یا عدم آلودگی سطحی، م یزان درخ شندگی سطح جاده معیار مناسبی برای مقای سه با فت در شت رو سازی است. به منظور کاهش تصادفات می‌توان از مقادیر بافت در شت در طراحی و انتخاب دانه‌بندی لای سطحی روسازی استفاده کرد.

- **رابطه بین درخشندگی سطح جاده و عمق بافت درشت**

با توجه به تهیه عکس در روز اول و عدم حضور گردوغبار و سایر الاینده‌ها، میزان درخشندگی سطح جاده تحت تاثیر بافت درشت سطح رویه روسازی می‌باشد که ن مودار آن م طابق شکل (۵) ترسیم شده است، روابط مم کن در جدول (۳) برر سی شده

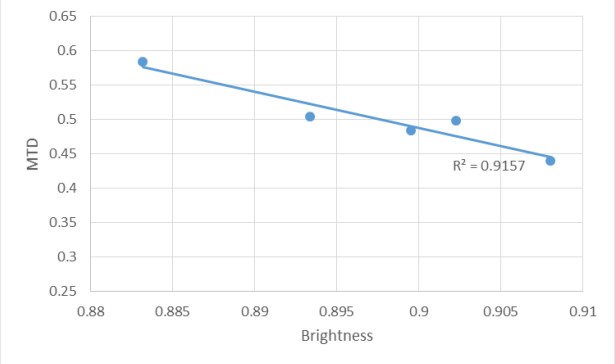
است که با توجه به میزان همبستگی عددی بین متغیر وابسته (MTD) و متغیر مستقل(Brightness) ؛ رابطه (۲) بیشترین اعتبار را داراست.

$$MTD= -5.27\ Brightness+5.23 \qquad (۲)$$

که در آن

MTD= متوسط عمق بافت درشت بر حسب میلی‌متر

Brightness (B_r) = میزان درخشندگی سطح جاده برحسب اعشار است.



شکل ۵- نمودار رسم شده برای بیان ارتباط بین MTD وBrightness

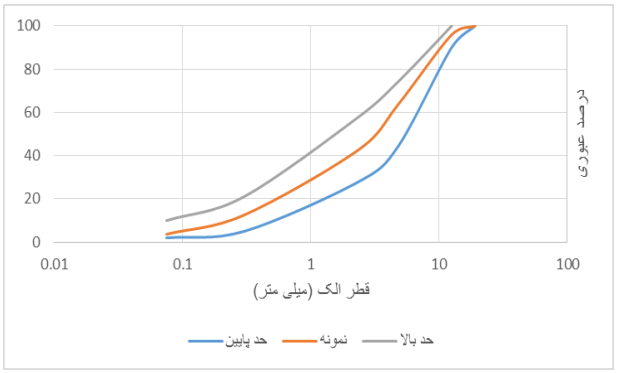
جدول ۳- مقایسه مدل‌های آماری توسعه یافته برای پیش‌بینی MTD برحسب متغیر میزان درخشندگی سطح جاده

اولویت	R^2	رابطه	نوع وابستگی
اول	۰/۹۱۵۷	$MTD= -5.27\ Br+5.23$	خطی
دوم	۰/۹۱۴۴	$MTD= -4.602Ln(Br)+5\times10^{-5}$	لگاریتمی–طبیعی
سوم	۰/۹۰۸۳	$MTD= 4402.8exp^{-10.12(Br)}$	نمایی
سوم	۰/۹۰۸۳	$MTD= 0.1872\ (Br)^{-9.062}$	توانی

- **آزمایش تجزیه آسفالت نمونه سطحی**

جهت تعیین دانه بندی مخلوط آسفالتی مو جود در م حل نمو نه برداری، مطابق شکل (۶) نمو نه‌ای از سطح تهیه و به روش ا ستاندارد ASTM-D-2172، م یزان ق یر ۵/۲۲٪ تعیین شد و دانه‌بندی مخلوط آسفالتی مطابق نمودار شکل (۷) بد ست آ مد. همان‌گونه که در نمودار مشخص است، دانه‌بندی مخلوط آسفالت سطحی در بین دو حد بالا و پایین و تقریباً موازی آن‌ها بر ط بق دانه بندی شماره ۴ آیین‌نامه راه‌های آسفالتی ایران و بزرگ ترین سنگ‌دانه در آن ۱۹ میلی‌متر است.

شکل ۶- مراحل تهیه نمونه سطحی از محل برداشت آلاینده‌های سطحی و تجزیه آسفالت



شکل ۷- نمودار دانه‌بندی مصالح سنگی از آسفالت رویه سطحی

با توجه به عمر رویه و مقایسه با شکل (۶) و نتایج MTD نشان می‌دهد که ا ین دا نه بـ ندی توا نایی تامین حداقل ا صطکاک سطحی برای تامین راند ندگی ای من ا ست، حدود برای ع مق متوسط بافت سطح روسازی مطابق جدول (۴) می‌با شد، که با توجه به م قادیر MTD سطحی، از د یدگاه ایم نی کم تر از ۳۰ درصد کاهش سطح ایمنی را درپی دارد یا خطر حوادث راند ندگی را حدود ۳۰٪ افزایش می‌دهد.

جدول ۴- عمق متوسط بافت سطح روسازی مطابق پیشنهاد مرکز تحقیقات راه انگلستان (Salter,1997)

عمق متوسط بافت mm		درصد کاهش مقاومت لغزندگی
رویه اسفالتی	رویه بتنی	سرعت ۵۰ تا ۱۲۰ کیلومتر بر ساعت
۳	۰/۸	–
۱/۵	۰/۷	۱۰
۱	۰/۵	۲۰
۰/۵	۰/۴	۳۰

همچنین طبق جدول (۵) عدد حاصل از بافت سطحی رو سازی باید حداقل ۰/۵میلیمتر (روسازی قدیم) باشد تا حداقل ضریب اصطکاک مورد نیزا استاندارد را داشته باشد که با مقایسه با نتایج

بدست امده در مطالعه حاضر(۰/۵۰۲ میلیمتر)، بافت درشت بالاتر از حد مورد نیاز است و حداقل ا صطکاک و ایم نی مورد ن یاز را تامین می‌کند.

جدول ۵- کمینه مجاز عمق متوسط بافت درشت مورد نیاز در بزرگراه‌ها (Alexandros, et, al., 1988)

نوع مسیر و سرعت	MTD برای روسازی های جدید (mm)	MTD برای روسازی های قدیمی (mm)
بزرگراه شهری با سرعت کمتر از ۵۰ کیلومتر بر ساعت	۰/۵	۰/۵
بزرگراه شهری با سرعت کمتر از ۷۰ کیلومتر بر ساعت	۰/۷	۰/۵
بزرگراه برون شهری با سرعت کمتر از ۷۰ کیلومتر بر ساعت	۰/۹	۰/۵

٤- نتیجه‌گیری

بررسی و تحلیل تاثیر ح ضور آلای نده سطحی و ریزگرد ها بر مقاومت لغزندگی هدف اصلی این مطالعه بوده است، که با ا نجام مطالعه میدانی رابط طه بین م یزان درخ شندگی سطح جاده و آلودگی سطحی و متوسط عمق با فت در شت محا سبه گرد ید. خلاصه ای از این نتایج در ادامه ارائه می‌گردد:

۱-کاربرد تصاویر سطح وا ندازه‌گیری م یزان درخ شندگی سطح جاده با توجه ضریب وابستگی بالای بدست‌آمده، می‌توا ند مع یار مناسب برای تعیین میزان آلایندگی سطحی و کاهش ا صطکاک سطحی باشد.

۲- در طول ۵ هفته متوالی، کاهش م یزان درخ شندگی سطح جاده، نشانگر نشت ریزگرد، شن و ماسه و آلای نده‌های دی گر بر سطح روسازی می‌باشد که در نهایت موجب کاهش عدد لغزندگی سطحی روسازی می‌شود.

۳- با مقایسه نتایج بافت سطحی درشت روسازی با اعداد حداقل مورد پذیرش آیین‌نامه‌ها، مشخص شد که روسازی‌های موجود در وضعیت قابل قبول است.

۴- میزان درخشندگی سطح جاده و متوسط ع مق با فت در شت رابطه معکوس دارند و با تهیه تصاویر سطحی و پردازش ت صویر، مقدار متوسط عمق بافت درشت تعیین می‌شود. به ترتیب بهترین رابطه بین این دو متغیر وابسته و مستقل راب طه خ طی، ل گاریتم طبیعی(لگاریتم در پایه نپرین)، نمایی وتوانی است.

۵- در محدوده مورد مطالعه میزان MTD بدست امده بین ۰/۴۴ تا ۰/۵۸ میلی‌متر متغیر است که متوسط آن از مقدار حداقل مجاز (۰/۵ میلی متر) بزرگ‌تر هستند.

نتایج این تحقیق، و پردازش ت صویر عکس های تهی یه شده از سطوح آلوده حاوی ماسه ریزدانه و گردوغبار ن شان داد، می‌توا ند معیاری برای تعیین میزان آلایندگی سطحی باشد. به علاوه در تحقی قات آ تی با مطال عات م یدانی بی شتر، و در ن ظر گرفتن متغییرهای گسترده‌تر، مدل ارائه شده در این تحقیق، را می توان توسعه داد.

منابع

- احدی، م.، منصورخاکی، ع.، نصیراحمدی، ک.(۱۳۸۹)، تاثیر بافت درشت روسازی در کنترل لغزندگی و کاهش تصادفات جاده‌ای، *مجله مهندسی حمل‌ونقل، سال اول، شماره چهارم، ۱۳۸۹*، صفحه ۱-۱۳.
- پرداختی، ع، زاهد، ف،(۱۳۹۷) ارزیابی شاخص‌های آلودگی و ریسک اکولوژیکی مربوط به فلزات سنگین در خاک های اطراف جاده‌های برون شهری ایران، *مطالعات علوم محیط زیست، دوره ی سوم، شماره سوم، پاییز*، صفحه ۷۶۹-۷۸۱.
- سازمان پزشکی قانونی کشور، آمارحوادث تصادفات(۱۳۹۷)،آدرس دسترسی به سایت:
  Available: http://www.lmo.ir/web_directory. [Accessed: 28-Dec-2018].
- شرافتی، ا. مستنهی،ف. (۱۳۹۶)، ؛ تحلیل اثر طوفان‌های ۱۲۰ روزه بر افزایش تصادفات جاده‌ای، مورد مطالعه محورهای منتهی به شهرستان زابل، *فصلنامه علمی ترویجی راهور سال چهاردهم، شماره ۳۸*، صفحه: ۱۳۷-۱۴۸.
- ظریف معظم، م.س، مهدوی، ر. جوانمرد، س. (۱۳۹۷)، اثر رخدادهای گردوغبار بر بازخورد برخی عوامل اقلیمی استان ایلام، *مجله محیط شناسی، دوره‌ی ۴۴، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۷*، صفحه ۵۶۳-۵۴۹.
- عبداللهی، س.،(۱۳۹۵)، بررسی تغییرات کمی غبار ریزشی شهر زاهدان (دی ماه ۱۳۹۳ تا خرداد ۱۳۹۴)، *پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه یزد*، صفحه۱۳۹۵.
- فراستی، م. فرزی، س. (۱۳۹۴)، راه‌های مقابله با ریزگرد، *اولین همایش ملی محیط زیست کانون انتشار ریزگرد جنوب شرق ایران*، طبیعی،صفحه ۱۳۹۴.
- فیروزیان، س. محمدی، ص. (۱۳۹۵)، بررسی اثرات . آسیب‌های اجتماعی ریزگردها (مطالعه موردی شهرستان)، *چهارمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی علوم*، ۱۳۹۵، صفحه ۱-۱۰.
- محمدی ح.، شمسی‌پور. ع. ا، یامیان، ا. و مرادیان م. م،(۱۳۹۷)، ارزیابی اثرات ترافیک شهری بر کیفیت هوای شهر تهران (مطالعه موردی؛ خیابان ولیعصر)، *مطالعات علوم محیط زیست دوره سوم، شماره سوم، پاییز ۱۳۹۷*، صفحه ۷۵۶-۷۶۸.
-
- Alexandros G. kokkalis, 1998, Fractal Evaluationof Pavement skid Resistance Variation, I: *surface*, 1998.
- Barranco, J. R. M., Salado, F., & Flintsch, G. (2018). Impact of Surface Cleaning on Pavement Skid Resistance inside Tunnels, *Report No. 18-050*, pp: 47.
- Chan, C. Y. Huang, B. Yan X., and Richards, S.(2010) "Investigating effects of asphalt pavement conditions on traffic accidents in Tennessee based on the pavement management system (PMS)," *J. Adv. Transp.*, vol. 44, no. 3, pp: 150–161.
- Hichri, Y., & Cerezo, V. (2018). Effect of fine particles on road skid resistance. *In Symposium on Pavement Surface Characteristics (SURF), 8th, 2018, Brisbane, Queensland, Australi*a, pp: 1-11.
- Fakhri M. and Taribakhsh, M. (2014), Studying the Effect of Gradation and Macro Texture Generating by the Method of Gravel Distribution, on the Skid Resistance of the Concrete Pavements," *J. Civ. Environ. Eng. Vol. 43, Issue 4, winter 2014 VII-1, vol. 43, no. 4*, pp. 4–5.
- Salt, G. F. 1997, Research on skid resistance at the Transport and Road Research Laboratory, *Transportation Research Record*. PP: 1-100.