

تعیین اثر بافت درشت و سنگدانه در مقدار مقاومت لغزشی رویه‌های بتنی

ابوالفضل حسنی، دانشیار، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

جواد سوداگری، استادیار، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

سید روح اله معافی مدنی، کارشناس ارشد، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

E-mail:hassani@modares.ac.ir

چکیده

رشد سریع فنآوری ساخت وسایل نقلیه، باعث افزایش دائم سرعت و نیاز بیش از پیش به ترمز و اصطکاک شده است. مطالعات بین‌المللی نشان داده‌اند که افزایش متوسط سرعت، باعث ایجاد خسارات بیشتر در تصادفات شده است. روسازی بتنی در حالت کلی و زیربنایی و ویژگی‌های مخصوص سطح سواره‌روها، با این پیشرفت همراه نبوده است و در شرایط مرطوب، ضریب اصطکاک بین رویه و لاستیک وسیله نقلیه بسیار کم است. هدف اصلی این تحقیق تعیین اثر بافت درشت سطح روسازی بتنی، اندازه و شکل سنگدانه و نوع بافت درشت بر روی مقاومت لغزشی است. مقاومت لغزشی با دستگاه آونگ انگلیسی و بافت درشت با آزمایش پخش ماسه اندازه‌گیری شد.

واژه‌های کلیدی: مقاومت لغزشی، رویه بتنی، آونگ انگلیسی، بافت ریز و درشت

۱. مقدمه

گردگوشه است. به بیان دیگر، مصالح شکسته به علت زیاد بودن مقدار بافت ریز آنها نسبت به مصالح گردگوشه دارای اهمیت اند. با توجه به بررسی‌های انجام گرفته می‌توان بیان داشت که احتمال بروز تصادف در مسیرهایی که رویه آنها از مصالح شکسته دارای بافت درشت کافی و سیستم زهکشی مناسب ساخته شده‌اند، به شرطی که صیقل‌پذیری سنگدانه‌های انتخابی در شرایط ترافیکی مورد نظر در حد تعیین شده در آیین‌نامه‌های معتبر جاری باشد بسیار کمتر است [۱ و ۲].

روسازی‌های بتنی نیازمند مراقبت‌های ویژه بعد از عملیات ویریه‌کردن هستند. نبود این مراقبت‌ها با تجمع سیمان و ریزدانه در نقطه خاص موجب لغزندگی سطح می‌شود.

افزایش حجم ترافیک و سرعت وسایل نقلیه در جاده‌ها، منجر به وقوع تصادفات بیشتری شده است و هر ساله بر تعداد کشته شدگان و مجروحان در کشور افزوده می‌شود. یکی از پارامترهایی که احتمال تصادف را افزایش می‌دهد، لغزنده بودن سطح رویه جاده‌هاست که با اتخاذ تدابیر خاص باید برای افزایش مقاومت لغزشی روسازیها اقدام شود.

استفاده از مصالح شکسته، مصالح مقاوم در برابر صیقلی شدن، سیستم زهکشی مناسب و بافت درشت سنگدانه‌ها باعث کاهش خطر لغزیدن وسیله نقلیه بر روی سطح رویه می‌شود [۱]. مقاومت لغزشی با استفاده از مصالح شکسته بسیار بیشتر از مقاومت لغزشی با استفاده از مصالح

۲. بخش تجربى

۲-۱ ساخت نمونه

برای انجام تحقیقات، ۱۹ نمونه بتنى به ابعاد ۳۰×۳۰ سانتیمتر و با ضخامت‌های مختلف ساخته شدند که مشخصات نمونه‌ها در جدول (۳) آورده شده است. ضخامت نمونه‌ها با توجه به اندازه بزرگ‌ترین سنگدانه آن تعیین شد. سیمان مصرفی در ساخت بتن از نوع سیمان تیپ یک تهیه شده از کارخانه سیمان اصفهان بود.

مصالح سنگى مورد استفاده برای ساخت نمونه‌های بتنى مطابق آیین‌نامه BS ۸۸۲ انتخاب شدند که دانه‌بندی آنها در جدول ۱ آورده شده است [۵].

برای ساخت نمونه‌های بتنى به طرح اختلاط مناسب نیاز است که براساس روش‌های رایج تهیه شده و در جدول ۲ قابل دیدن است [۵].

برای کنترل مقاومت نمونه‌های ساخته شده با آنچه که طراحی شده بود، نمونه‌های مکعبی به ابعاد ۲۰×۲۰×۲۰ سانتیمتر ساخته شدند که مقاومت فشاری ۲۸ روزه آنها نشان دهنده تأیید طرح اختلاط بود.

روشهای طرح اختلاط موجود برای مصالح با اندازه اسمی ۹/۵ میلی‌متر و بزرگ‌ترند و برای دانه بندی ریزتر روشی وجود ندارد. در این پژوهش به دلیل این که از مصالح ریز دانه برای عملکرد رویه نازک^۲ حفاظتی به منظور افزایش مقاومت لغزشی و نه افزایش مقاومت سازه‌ای استفاده شده، بنابراین از طرح اختلاط مصالح با اندازه اسمی ۹/۵ میلی‌متر برای بقیه دانه‌بندی‌ها هم استفاده شده است.

هدف از بکارگیری این لایه همانند آسفالت متخلخل و دوغاب آب‌بندی، افزایش مقاومت در برابر لغزندگی در مکان‌هایی بوده که خطر لغزش وجود دارد و به داشتن مقاومت فشاری و خمشی زیاد نیازی نبوده است، زیرا لایه‌های زیرین وظیفه انتقال و باربری را دارند و این لایه فقط باید در زیر ترافیک، خرد و شکسته نشود و دوام کافی داشته باشد. برای این هدف تأمین مقاومت فشاری در حد متوسط کافی است و کیفیت اتصال آن به لایه زیرین مهم است.

ایجاد مقاومت لغزشی مناسب در رویه‌های بتنى، علاوه بر استفاده از مصالح شکسته و مقاوم در برابر صیقلی شدن، نیاز به ایجاد بافت درشت به مقدار کافی نیز دارد. طبق تحقیقات انجام شده، در صورتی که بافت درشت مناسب، در سطح رویه‌های بتنى وجود نداشته باشد، استفاده از مصالح شکسته و با دوام در سرعت‌های متوسط و زیاد تأثیر زیادی در مقاومت لغزشی ندارد و سطح نهایی یک سطح لغزنده خواهد بود. تحقیقات نشان داده‌اند که در سرعت‌های زیاد، بافت درشت در حفظ مقاومت لغزشی تأثیر بسیاری دارد [۴ و ۳، ۱].

روش‌های مختلفی برای ایجاد بافت درشت مناسب در سطح رویه وجود دارد، از قبیل جارو(برس)ی نرم و زبر، سنگدانه‌های تک اندازه و شیار [۱].

هرگاه با روش‌های ذکر شده، بافت درشت بر روی سطح ایجاد شود، نتیجه آن افزایش مقاومت لغزشی در سرعت‌های متوسط و زیاد است. برای بررسی اندازه تأثیر این روشها، پژوهشی در آزمایشگاه دانشگاه تربیت مدرس انجام شد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهند که بافت درشت ایجاد شده، به مقدار زیاد باعث افزایش مقاومت لغزشی می‌شود و بافت درشتی که با برس زبر ایجاد شده، بهترین مقاومت لغزشی را داشته است. همچنین تأثیر شکل سنگدانه و اندازه آن نیز بررسی و مشخص شد که مصالح شکسته با اندازه اسمی^۱ ۴/۷۵ میلی‌متر از مقاومت لغزشی بیشتری برخوردارند.

رویه‌های بتنى عمر طولانی دارند و معمولاً بیش از ۴۰ سال از نظر سازه ای دوام می‌آورند، اما سطح آنها به مرور زمان بافت ریز و درشت خود را از دست داده و باعث لغزندگی سطح راه می‌شود.

در ایران رویه های بتنى، رایج نیستند ولی عمدتاً در تونل‌ها و فرودگاه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. در تونل‌ها اگر نیاز به روکش، به منظور تأمین ضریب اصطکاک کافی باشد، با توجه به محدودیت ارتفاع در تونل نمی‌توان از روکش با ضخامت زیاد استفاده کرد، بنابراین باید از یک لایه نازک برای روکش کردن استفاده شود که از نظر اقتصادی نیز مقرون به صرفه باشد. برای پاسخ به این سؤال که آیا لایه نازک درعمل نیز برای این هدف مناسب است یا خیر، تحقیقات در این زمینه همچنان ادامه دارند.

جدول ۱. دانه‌بندی سنگدانه‌ها طبق BS۸۸۲ و

مقاومت فشاری [۵]

درصد وزنی عبوری				اندازه الک (میلیمتر)
۱/۱۸	۲/۳۶	۴/۷۵	۹/۵	
–	–	–	۱۰۰	۱۲/۵
–	–	۱۰۰	۹۷/۵	۹/۵
–	۱۰۰	۸۵	۴۷	۴/۷۵
۱۰۰	۸۰	۴۵	۳۵	۲/۳۶
۸۵	۶۵	۳۰	۲۵	۱/۱۸
۷۰	۴۵	۱۵	۲۰	۰/۶
۲۵	۲۰	۱۰	۱۰	۰/۳
۴	۴	۴	۴	۰/۱۵

۲-۲-۳ سنگریزه یا سنگدانه تک اندازه

سنگریزه‌ها به اندازه دانه ۲/۳۶ و ۱/۱۸ میلیمتر، هر کدام در زیر نمونه‌ها ریخته شدند و پس از گیرش بتن، مصالح اضافی با برس از روی سطح رویه جمع‌آوری شدند. فرورفتن مقداری سنگریزه در داخل بتن، باعث ایجاد یک سطح دارای بافت درشت مناسب شد [۶]. البته ممکن است پس از عبور ترافیک از روی آن تعدادی از سنگدانه‌ها از سطح جدا شوند که در هر حال پس از جدا شدن، برآمدگی و فرورفتگی‌هایی باقی می‌ماند که نتیجه‌اش ایجاد بافت درشت مناسب برای رویه‌های بتنی است (شکل ۳).

مشخصات نمونه‌های بتنی در جدول ۳ آمده است.

جدول ۲. طرح اختلاط و درصدهای مصالح مصرفی و مقاومت

متوسط [۵]

متوسط مقاومت (مگاپاسکال)	سنگدانه (کیلوگرم در متر مکعب)	سیمان (کیلوگرم در متر مکعب)	آب (کیلوگرم در متر مکعب)	مقاومت مشخصه (مگاپاسکال)	اندازه اسمی (میلیمتر)
۴۴	۱۵۹۵	۵۷۵	۲۳۰	۴۰	۹/۵
۴۱	۱۵۹۵	۵۷۵	۲۳۰	۴۰	۴/۷۵
۳۵	۱۵۹۵	۵۷۵	۲۳۰	۴۰	۲/۳۶
۳۲	۱۵۹۵	۵۷۵	۲۳۰	۴۰	۱/۱۸

۲-۲-۲ نحوه ایجاد بافت درشت

۲-۲-۲-۱ برس نرم و زبر

برای ایجاد بافت درشت از دو نوع برس نرم و زبر استفاده شد [۶] که برس نرم از جنس نایلون انعطاف‌پذیر و برس زبر از جنس فلز نرم با تراکم زیاد بود. برس بر روی سطح نمونه بتنی با زاویه تقریباً ۳۰ درجه از یک جهت به جهت دیگر کشیده شد و به دلیل کوچک‌تر بودن طول برس از عرض نمونه، این کار با مقداری هم پوشانی در چند مرحله انجام شد (شکل ۱).



شکل ۱. نمونه بتنی ساخته شده در آزمایشگاه با بافت درشت

ایجاد شده به وسیله برس زبر [۶]



شکل ۲. نمونه بتنی ساخته شده در آزمایشگاه با بافت درشت

ایجاد شده به وسیله شیار [۶]

۲-۲-۲-۲ شیار

یکی از روشهای دیگر ایجاد بافت درشت در سطح رویه‌های بتنی، ایجاد شیار است. شیار به وسیله یک شیارزن فلزی با زاویه ۳۰ درجه با فواصل معینی در سطح رویه بتنی ایجاد شد [۶]. هنگام شیار زدن به دلیل وجود سنگدانه‌ها،

۳. آزمایش‌ها

۳-۱ آزمایش پخش ماسه

این آزمایش طبق استاندارد ASTM E-۹۶۵-۹۸ در سطح رویه انجام می‌شود. حجم معینی از ماسه در سطح رویه ریخته و به صورت یک دایره پخش می‌شود. قطر آن دست کم در ۴ نقطه با خط‌کش اندازه گرفته می‌شود و قطر متوسط به دست می‌آید و از نسبت حجم به مساحت دایره، عمق متوسط بافت درشت رویه محاسبه می‌شود [۷].



شکل ۳. نمونه بتنی ساخته شده در آزمایشگاه با بافت درشت ایجاد شده به وسیله سنگریزه [۶]

۳-۲ آزمایش آونگ انگلیسی

برای به دست آوردن مقاومت لغزشی، از دستگاه آونگ انگلیسی استفاده شد. این دستگاه دارای پاندولی است که از موقعیت افقی به وسیله یک دکمه رها شده و با نیروی یکنواخت و مستقل از زمان در هر آزمایش، به سمت پایین نوسان می‌کند. پس از برخورد با سطح جاده یا سطح نمونه در جهت دیگر به سمت بالا حرکت می‌کند. میزان مقاومت لغزشی سطح به وسیله مقیاس درجه‌بندی شده، اندازه‌گیری می‌شود (درجه از ۰ تا ۱۵۰ است).

هر چه سطح دارای اصطکاک بیشتری باشد، انرژی از دست رفته بیشتر شده و پاندول کمتر به سمت بالا حرکت می‌کند و در نتیجه عدد خوانده شده که معرف مقاومت لغزشی است (SRV)^۳، بزرگ‌تر خواهد بود. کمینه مقاومت لغزشی مطابق نشریه Road Note 27 برای سه گروه از راه‌ها در جدول ۴ آورده شده و کمینه ضریب صیقل پذیری سنگدانه‌ها (PSV) در جدول ۵ قابل دیدن است [۸].

جدول ۳. مشخصات نمونه‌های بتنی ساخته شده در آزمایشگاه [۶]

شماره نمونه	ضخامت (سانتیمتر)	اندازه اسمی (میلیمتر)	نحوه ایجاد بافت
۱	۴	۹/۵	برس نرم
۲	۵	۹/۵	برس نرم
۳	۲	۴/۷۵	شیار (فاصله مرکز تا مرکز ۲۰ میلیمتر)
۴	۳	۴/۷۵	برس زبر
۵	۲	۴/۷۵	شیار (فاصله مرکز تا مرکز ۲۲/۵ میلیمتر)
۶	۳	۴/۷۵	شیار (فاصله مرکز تا مرکز ۲۵ میلیمتر)
۷	۱	۲/۳۶	برس نرم
۸	۲	۲/۳۶	برس زبر
۹	۱	۲/۳۶	برس زبر
۱۰	۲	۲/۳۶	شیار (فاصله مرکز تا مرکز ۳۰ میلیمتر)
۱۱	۲/۵	۴/۷۵	با سنگریزه ۲/۳۶ میلیمتری
۱۲	۰/۵	۱/۱۸	برس زبر
۱۳	۱	۲/۳۶	شیار (فاصله مرکز تا مرکز ۳۵ میلیمتر)
۱۴	۰/۵	۱/۱۸	برس زبر
۱۵	۰/۵	۱/۱۸	برس زبر
۱۶	۱	۲/۳۶	شیار (فاصله مرکز تا مرکز ۲۵ میلیمتر)
۱۷	۲	۴/۷۵	سطح صاف و ایجاد بافت با برس زبر
۱۸	۲	۴/۷۵	با سنگریزه ۱/۱۸ میلیمتر
۱۹	۲	۴/۷۵	بدون بافت درشت (سطح صاف)

جدول ۴. مقادیر کمینه مقاومت لغزشی در شرایط سطح مرطوب [۸]

دسته	نوع مسیر	حدافل مقاومت لغزشی
۱	مسیر پر پیچ و خم و میدان قوس با شعاع کمتر از ۱۵۰ متر در راه‌های کنترل نشده	۶۵
۲	شیب ۱ به ۲۰ و بیشتر با طول بیشتر از ۱۰۰ متر	۵۵
۳	مسیرهای عبور وسایل نقلیه سنگین (بیش از ۲۰۰۰ وسیله نقلیه در روز)	۴۵
	بقیه راه‌ها	۴۵

جدول ۵. مقادیر حداقل ضریب صیقل پذیری سنگدانه (PSV) برای رویه راهها [۸].

محل	نوع مسیر	مقدار آمد و شد بر حسب وسیله نقلیه سنگین در هر خط عبور در روز	حداقل ضریب صیقل پذیری سنگدانه (PSV)
A1 - محل های بسیار دشوار	I - نزدیک شدن به تقاطعها در مسیرهایی با سرعت مجاز بیش از ۶۴ کیلومتر در ساعت. II - نزدیک شدن به تقاطعها، خطوط عابر پیاده و شرایط پر خطر مشابه در مسیرهایی اصلی درون شهری.	کمتر از ۲۵۰ وسیله نقلیه سنگین در هر خط عبور در روز	۶۰
		۲۵۰ - ۱۰۰۰ وسیله نقلیه سنگین در هر خط عبور در روز	۷۰
		۱۰۰۰ - ۱۷۵۰ وسیله نقلیه سنگین در هر خط عبور در روز	۷۰
		بیش از ۱۷۵۰ وسیله نقلیه سنگین در هر خط عبور در روز	۷۵
A2 - دشوار	I - نزدیک شدن به تقاطعهای اصلی در مسیرهایی با بیش از ۲۵۰ وسیله نقلیه سنگین در هر خط عبور در روز II - میدان ها و مسیر های ورودی به آنها III - پیچ‌هایی با شعاع کمتر از ۱۵۰ متر در مسیرهایی با سرعت مجاز بیش از ۶۴ کیلومتر در ساعت IV - شیپهای ۵٪ و بیشتر، با طول بیش از ۱۰۰ متر	کمتر از ۱۷۵۰ وسیله نقلیه سنگین در هر خط عبور در روز	۶۰
		۱۷۵۰ - ۲۵۰۰ وسیله نقلیه سنگین در هر خط عبور در روز	۷۰
		۲۵۰۰ - ۳۲۵۰ وسیله نقلیه سنگین در هر خط عبور در روز	۷۰
		بیش از ۳۲۵۰ وسیله نقلیه سنگین در هر خط عبور در روز	۷۵
B - متوسط	بطور کلی در مقاطع مستقیم و قوسهای با شعاع بزرگ در مکان‌های زیر: I - آزاد راهها II - راههای اصلی III - راههای دیگر با بیش از ۲۵۰ وسیله نقلیه سنگین در هر خط عبور در روز	کمتر از ۱۷۵۰ وسیله نقلیه سنگین در هر خط عبور در روز	۵۵
		۱۷۵۰ - ۴۰۰۰ وسیله نقلیه سنگین در هر خط عبور در روز	۶۰
		بیش از ۴۰۰۰ وسیله نقلیه سنگین در هر خط عبور در روز	۶۵
C - آسان	I - بطور کلی در مقاطع مستقیم با ترافیک سبک II - سایر راهها که در آنها حوادث ناشی از سطح مرطوب مشکل ساز نخواهد بود	۴۵

۴. تجزیه و تحلیل نتایج

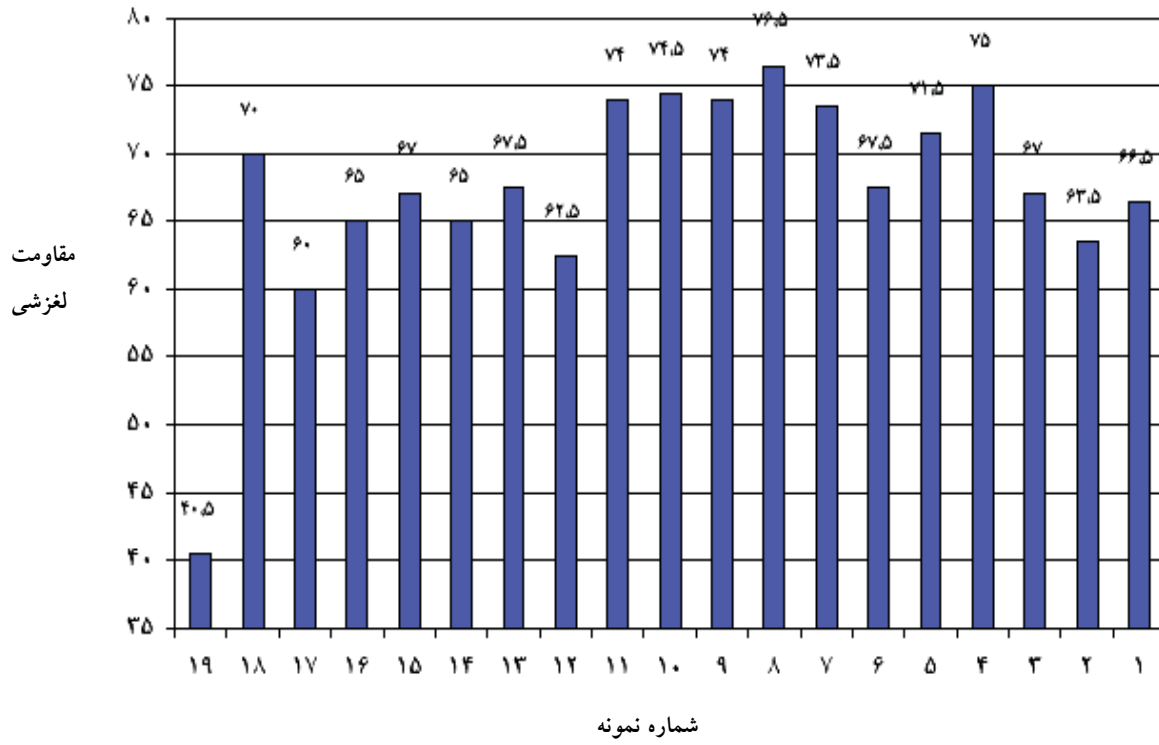
نمونه‌های دارای بافت درشت و نمونه فاقد بافت درشت، تحت آزمایش آونگ انگلیسی قرار گرفتند و نتایج به دست آمده حاکی از تأثیر زیاد بافت درشت بودند که در نمودار ۱ نمایش داده شده‌اند. این نمودار تغییر بسیار چشمگیر مقاومت لغزشی، به علت نبودن وجود بافت درشت را نشان می‌دهد. در این نمودار، نمونه شماره ۱۹ کمترین مقاومت لغزشی و نمونه شماره ۸ با برس زیر با اندازه اسمی ۲/۳۶ میلیمتر بیشترین مقاومت لغزشی را دارد. نمودار ۲ مقادیر عمق متوسط بافت درشت نمونه‌ها را نمایش می‌دهد که نمونه ۱۹ فاقد بافت درشت است.

نمونه‌های بتنی پس از ساخت، به منظور تعیین مقاومت لغزشی و مقدار عمق بافت درشت، به ترتیب به وسیله آزمایش آونگ انگلیسی و پخش ماسه، مورد ارزیابی قرار گرفتند که مقادیر اصلاح شده آن برای دمای استاندارد (۲۰ درجه سانتیگراد) در نمودارها آورده شده‌اند.

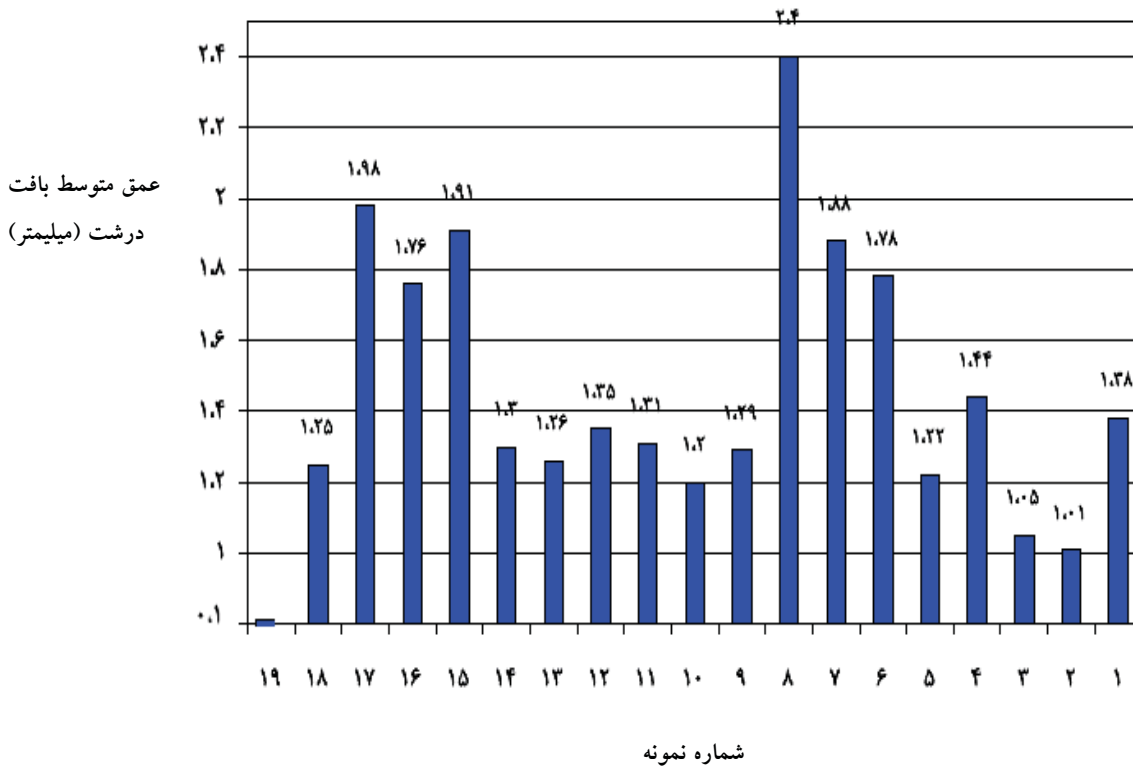
۴-۱ مقایسه تأثیر بافت درشت

همان طور که بیان شد تأثیر بافت درشت بر روی مقاومت لغزشی بسیار زیاد است.

حسني، سوداگري و معافي مدني

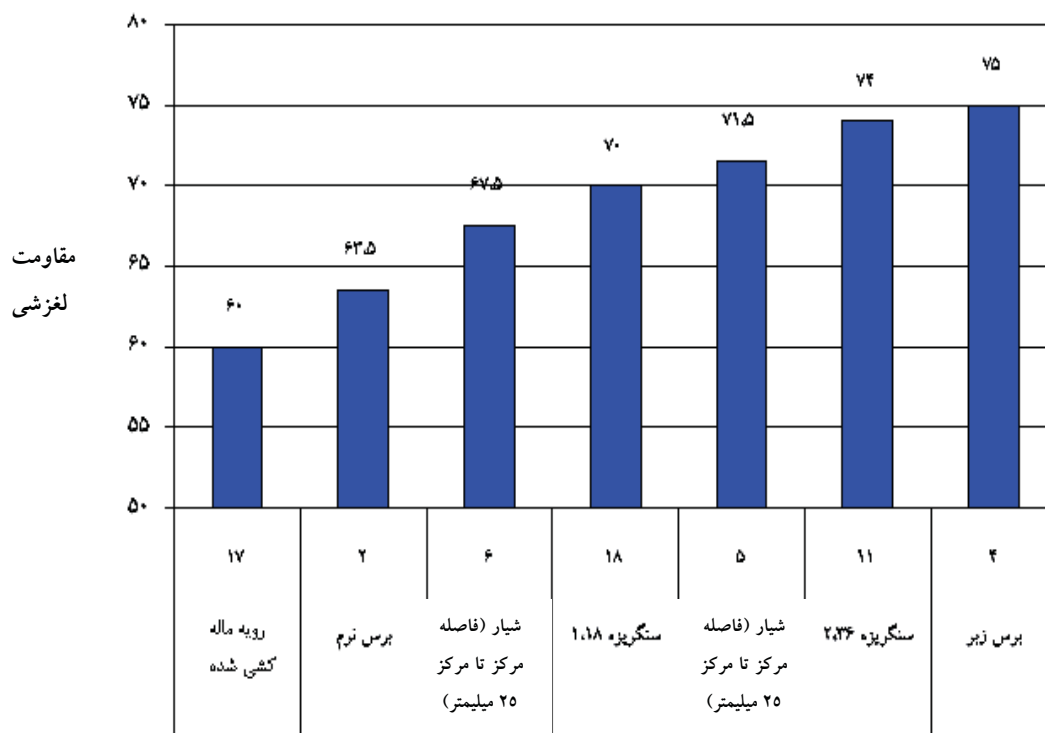


نمودار 1. مقاومت لغزشي نمونه‌هاي بتني [6]

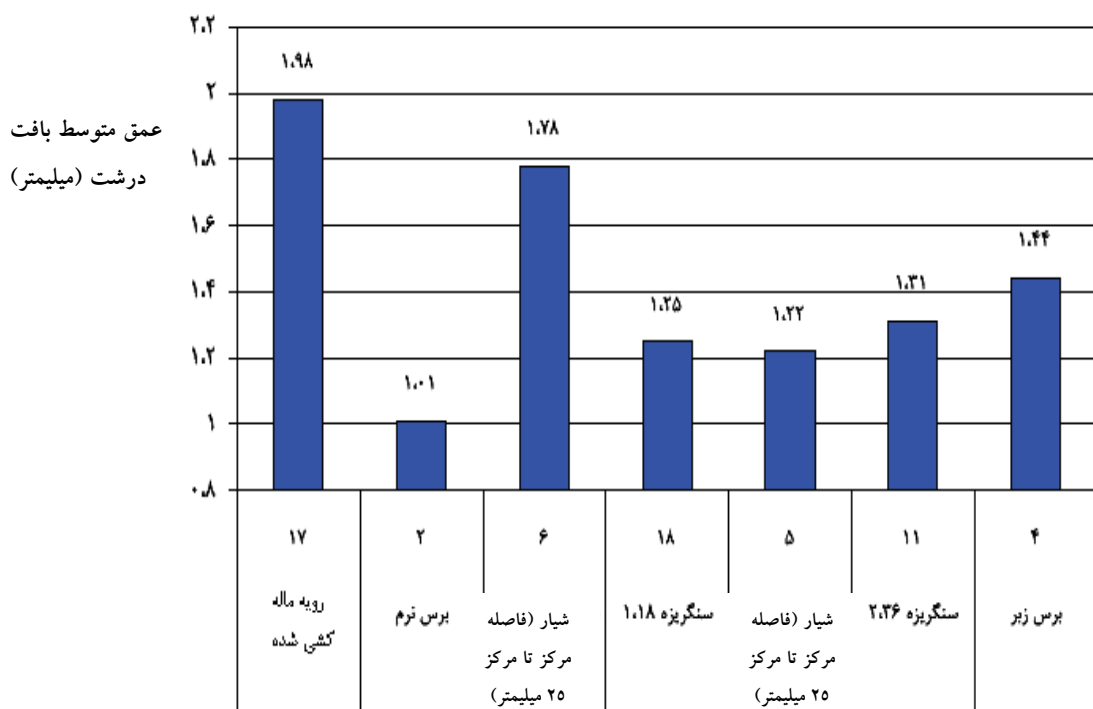


نمودار 2. مقادير عمق متوسط بافت درشت نمونه‌هاي بتني [6]

تعیین اثر بافت درشت سنگدانه در مقدار مقاومت لغزشی ...



نمودار ۳. مقاومت لغزشی در نمونه‌های بتنی با بزرگترین دانه ۴/۷۵ میلیمتر [۶]



نمودار ۴. مقادیر عمق متوسط بافت درشت [۶]

۴-۲ بررسى تأثير نوع بافت درشت

برای تعیین اثر نوع بافت درشت بر مقاومت لغزشی نمونه‌های ساخته شده، نتایج به دست آمده از نمونه‌هایی که بزرگ‌ترین دانه آنها ۴/۷۵ میلی متر است، در نمودار ۳ نمایش داده شده‌اند. مقاومت لغزشی با توجه به نوع بافت درشت به ترتیب زیر کاهش یافته است: برس زیر، سنگریزه با دانه ۲/۳۶ میلی متر، شیارهای عمود بر جهت حرکت ترافیک، سنگریزه با دانه ۱/۱۸ میلی متر و برس نرم. در نتیجه بافت درشتی که به وسیله برس زیر ایجاد شده است، مقاومت لغزشی بیشتری نسبت به سایر نمونه‌ها دارد و عمق متوسط بافت درشت آن هم در رده خوبی قرار دارد.

با توجه به نمودار ۳، نمونه شماره ۵ که فاصله مرکز تا مرکز شیار آن برابر ۲۲/۵ میلی متر است، دارای مقاومت لغزشی بزرگ‌تری نسبت به نمونه شماره ۱۸ است ولی نمونه شماره ۶ با فاصله مرکز تا مرکز برابر ۲۵ میلی متر، مقاومت لغزشی کمتری نسبت به نمونه شماره ۱۸ دارد که این وضعیت نشانگر آن است که هرگاه فاصله شیارها از هم بیشتر شود، مقاومت لغزشی کاهش می‌یابد. نمودار ۴ مقادیر عمق متوسط بافت درشت نمونه‌ها با بزرگ‌ترین دانه ۴/۷۵ میلی متری را نمایش می‌دهد.

۴-۳ بررسى تأثير اندازه اسمى

در این تحقیقات مشخص شد که اندازه اسمی مخلوط بتنی، در مقاومت لغزشی مؤثر است و این تأثیر در نمودارهای ۵ و ۷ نمایش داده شده است.

نمودار ۶ مقادیر عمق متوسط بافت درشت این نمونه‌ها را نمایش می‌دهد. نمونه ۴ دارای اندازه اسمی برابر ۴/۷۵ میلی متر است که مقاومت لغزشی خوبی از خود نشان داده است. هر چند مقدار مقاومت لغزشی نمونه ۸ با اندازه اسمی ۲/۳۶ میلی متر بیشتر است ولی اگر به عمق بافت درشت آنها دقت شود، مشخص می‌شود که تفاوت عمق بافت درشت این دو بسیار زیاد است و متناسب با این افزایش عمق بافت درشت، مقاومت لغزشی آنها تغییر زیادی نکرده است، این نشان می‌دهد که تأثیر اندازه بزرگ‌ترین دانه بر مقاومت لغزشی بسیار بیشتر از عمق بافت درشت است. دلیل آن این است که وظیفه اصلی بافت درشت، کمک به تخلیه آب زاید بین لاستیک و سیله نقلیه و سطح

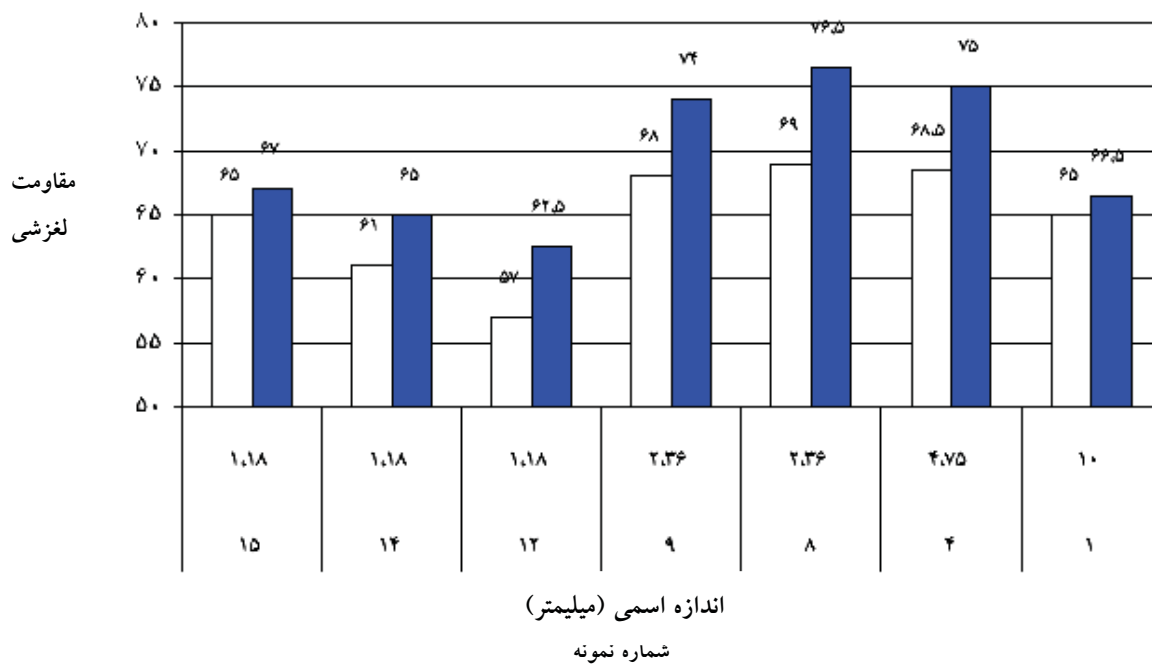
رویه در سرعت‌های متوسط و زیاد است و اگر عمق بافت درشت، بیش از حد نیاز باشد نه تنها در افزایش ایمنی تأثیرگذار نیست، بلکه موجب افزایش صدا و کاهش کیفیت سواری خواهد شد. نمونه شماره ۱ دارای اندازه اسمی برابر ۹/۵ میلی متر است و عمق بافت درشت آن با نمونه شماره ۴ تفاوت بسیار ناچیزی دارد، ولی اگر به مقاومت لغزشی آنها توجه شود، مشخص می‌شود که نسبت مقاومت‌ها بسیار بزرگ‌تر از نسبت عمق بافت‌هایشان است، یعنی نتیجه دقیقاً بر عکس دو نمونه قبلی است. این امر نشانگر این است که اگر اندازه دانه‌ها از حد معینی بزرگ‌تر شود تأثیر آنها کمتر می‌شود و تأثیر عوامل دیگر بر افزایش مقاومت لغزشی بیشتر از اندازه بزرگ‌ترین سنگدانه خواهد شد. دو رابطه برای مقاومت لغزشی به صورت تابعی از اندازه اسمی دانه‌ها به دست آمده‌اند که برای یکی از آنها $R^2=0.7221$ و برای دیگری $R^2 = 0.9278$ است. این دو رابطه و نقاط و منحنی‌های مربوط به آنها در نمودار ۷ نشان داده شده‌اند.

۵. نتیجه‌گیری

مقاومت لغزشی یکی از پارامترهای مهم در کاهش تصادفات جاده‌ای است. هرگاه این مقاومت از حد مطلوبی کمتر شود، باید آن را بررسی و تمهیدات خاصی را برای سطح رویه اندیشید. بهترین روش برای مقابله با خطر لغزندگی، پیشگیری است، یعنی در حین ساخت با رعایت نکات اصولی، باید مقاومت لغزشی مناسب و پایدار ایجاد کرد. با توجه به تحقیقات انجام یافته، نکات بیان شده در زیر حائز اهمیت اند:

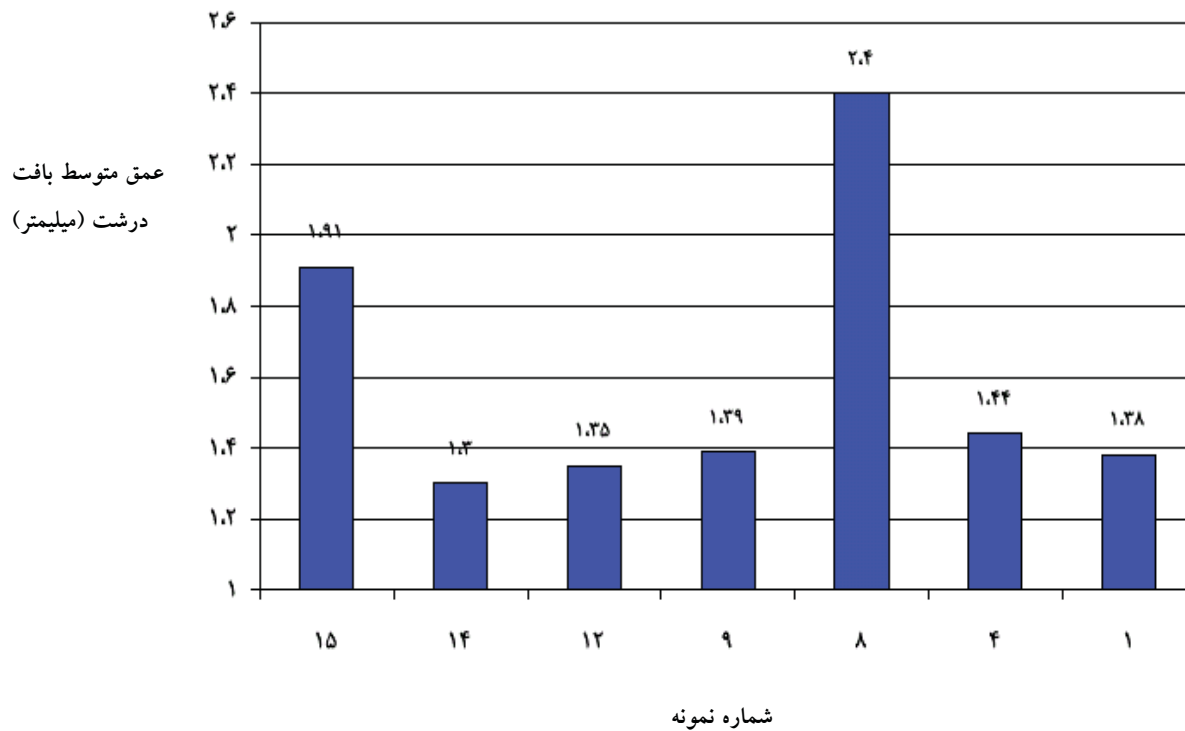
- ۱- نمودارهای ۵ و ۷ نشانگر آن است که مقاومت لغزشی با اندازه و شکل سنگدانه‌ها رابطه مستقیمی دارد و مصالح با بزرگ‌ترین دانه برابر ۴/۷۵ میلی متر، بهترین مقاومت لغزشی را ایجاد کرده است.
- ۲- نمودار ۳ بیانگر این مطلب مورد انتظار است که رویه ماله کشی شده (فاقد بافت درشت) کمترین مقاومت لغزشی را دارد.
- ۳- نمودار ۳ نشانگر این است که بافت درشت ایجاد شده در رویه بتنی با برس زیر و سنگریزه با اندازه ۲/۶ میلی متر، بهترین مقاومت لغزشی را از خود نشان داده است.

تعیین اثر بافت درشت سنگدانه در مقدار مقاومت لغزشی ...

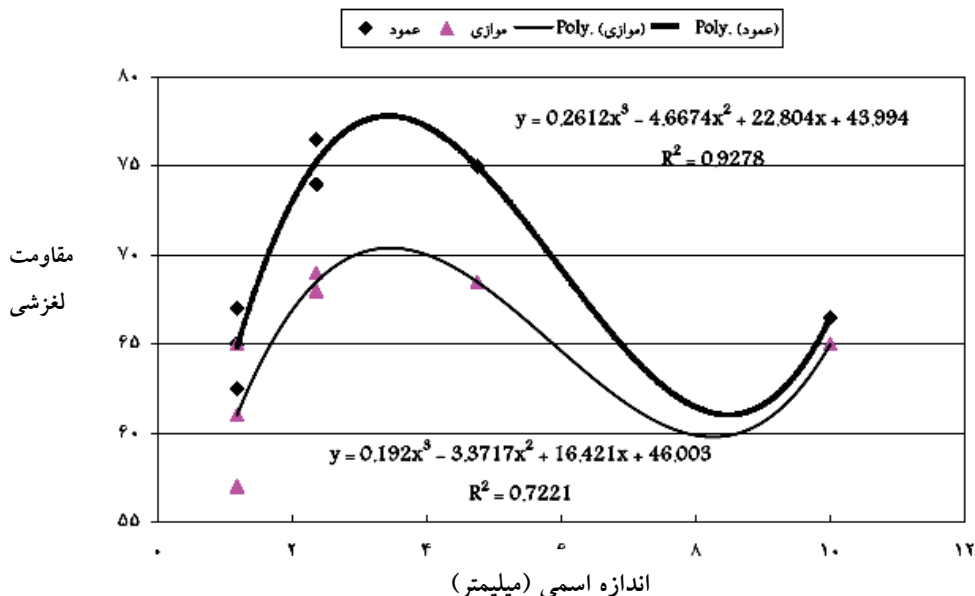


نمودار ۵. مقاومت لغزشی نمونه‌های بتنی بر حسب اندازه اسمی

با یک روش ایجاد بافت درشت (برس زبر) [۶]



نمودار ۶. مقادیر متوسط عمق بافت درشت (میلیمتر) [۶]



نمودار ۷. رابطه بین مقاومت لغزشی نمونه‌های بتنی با اندازه اسمی مصالح سنگی با روش ایجاد بافت درشت به کمک برس زیر [۶]

۶. مراجع

۶. معافی مدنی، سید روح اله، (۱۳۸۳) "ارزیابی آزمایشگاهی خصوصیات سنگدانه‌ها و رویه جاده در اصطکاک"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس،
1. LRR, (1975) "Portland cement concrete pavement texture quality investigation", division of construction and research transportation, laboratory research report, interim report, UK.
7. ASTM (1998) "Road and paving materials, pavement management technologies, annual book of ASTM standards, vol.4.03, American society for testing and materials.
2. Martinez, J.E, (1977) "Effects of pavement grooving on friction, braking and vehicle control", Texas transportation institute, Texas A&M University.
8. Road Note 27, (1969) "Instructions for using the portable skid resistance tester ", transport and road research laboratory TRRL HMSO,
3. Soudagari, Javad, (1988) "Laboratory studies of rolling resistance and skidding resistance of road surfaces", PH.D Thesis, University of Birmingham, U.K.
4. Soudagari, Javad, and Lees, G. (1990) "Effect of road surface type/texture on rolling and skidding resistance", International Symposium on Highway Surfacing at Ulster University, UK.
۵. رمضانیانپور، علی اکبر، (۱۳۸۱) "طرح اختلاط بتن"، چاپ هفتم، انتشارات آذرنگ،

پانویس‌ها

- 1- Nominal size
- 2- Thin layer
- 3- Skid resistance value (SRV)
- 4- Slurry seal

Laboratory Study of Macro Texture and Stone Effectiveness in Skid Resistance of Concrete Pavements

A. Hassani , Associate Professor, Department of Civil Engineering, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

J. Sodagari, Assistant Professor, Department of Civil Engineeirng, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran,

R. Moafi Madani, MSc. Department of Civil Engineering, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

E- mail: hassani@modares.ac.ir

ABSTRACT

Rapid improvement in vehicle manufacturing technology has caused increases in vehicular speed, thus making ever increasing needs for improvements in vehicle break and skid resistance of road surfaces. International studies have shown increase in average speed, resulted greater damages when accidents occur. Concrete surfaces in general and road surface characteristics in particular have not been improved in the same manner and wet skid resistance is generally low.

The main aim of this research which has been carried out at Tarbiat Modares University is to evaluate the effect of concrete surface macro texture and its type, nominal size and effect of aggregate shape on skid resistance. In this research, the skid resistance is measured by using British portable skid resistance tester, commonly known as British pendulum and macro texture is measured using the sand – patch method.

Skid resistance is an important factor for reduction of raod accidents. When this resistance is less than the optimum limit, special provisions should be considered for the surface areas. The best practice for controlling the skid risk is prevention. This means that during construction of the roads, it is necessary to achieve a suitable and long life skid resistance, by taking into account the principal techniques. The present research and its findings showed that the following points are of great importance:

1. The diagrams 5 and 7 illustrate the fact that the skid resistance has a direct relationship to the size and shape of aggregates. Aggregates with largest sizes (4.75mm) created the highest resistance.
2. Diagram 3 shows that the troweled surfaces (lacking the macro texture) have had the minimum skid resistance.
3. It also shows that the macro texture developed on the surface of concrete road through harsh brush and fine aggregates with size 2.6 mm. has had the best skid resistance

Keywords: Skid resistance, concrete pavements, British Pendulum, micro and macro texture