تعیین مقاومت لغزشی رویه های آسفالتی متخلخل، استخوان‌بندی سنگدانه‌ای و بتن آسفالتی*

جواد سوداگری، استادیار، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
ابوالفضل حسنی، دانشیار، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
سید روح ا... معافی مدنی، دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکدهٔ فنی- مهندسی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
E-mail:hassani@modares.ac.ir.

چکیده

فراوانی استفاده از روسازی آسفالتی در ایران و جهان تحقیق حاضر را به سویی هدایت کرد که در آن رویه های آسفالتی گرم از نظر مقاومت لغزشی جهت تعیین عملکرد نسبی آنها ارزیابی و با یکدیگر مقایسه شوند. در این مطالعات مقاومت لغزشی با دستگاه آونگ انگلیسی و بافت درشت با آزمایش پخش ماسه اندازه‌گیری شدند.

در این تحقیقات همچنین با حفظ نوع سنگدانه، سه نوع مخلوط که هر یک از نظر بافت درشت، اندازه اسمی، دانه‌بندی و نسبت درشت دانه به ریز دانه در مخلوط متفاوت هستند مورد مطالعه و تحقیق قرار گرفته اند. نمونه‌های مربع شکل ۳۰ × ۳۰ سانتیمتر و با ضخامت معمول لایه رویه یعنی ۵ سانتیمتر ساخته شدند که از بسیاری جهات شرایط یک لایه رویه در میدان را شبیه سازی می‌کنند. نتایج حاصله نشان میدهند که بافت درشت، اندازه اسمی، دانه بندی و نسبت درشت دانه به ریز دانه بر حسب درصد ردشده از الک ٤/٧٥ میلی متر درمیزان مقاومت لغزشی تاثیر گذارند.

واژه‌های کلیدی: مقاومت لغزشی، روسازی آسفالتی، آونگ انگلیسی، بافت ریز و درشت، اندازه اسمی

۱. مقدمه

امروزه مبحث ایمنی در تردد یکی از اصول اولیه مهندسی راه، ترافیک و برنامه‌ریزی حمل‌ونقل است. برمبنای گزارش سازمان بهداشت جهانی(WHO)[1] هر ساله بیش از ۱/۱۷ میلیون نفر در سوانح جاده‌ای جان خود را از دست می‌دهند که از این آمار ۷۰ درصد آن مربوط به کشورهای در حال توسعه است و بیش از ۱۰ میلیون نفر معلول و زخمی می‌شوند. پیش‌بینی می شود که در ۱۰ سال آتی در کشورهای در حال توسعه در اثر حوادث مختلف حمل و نقلی٦ میلیون نفر جان خود را از دست داده و ٦٠ میلیون نفر زخمی خواهندشد، مگراین که اقدامات مناسبی جهت جلوگیری از این حوادث صورت گیرد [۱].

با افزایش جمعیت و نیز حجم ترافیک، نیاز به ساخت راه بیشتر شده و در دنیا غالباً از آسفالت جهت انجام روسازی راه‌ها استفاده می‌شود. همان گونه که به ساخت جاده از نظر کمی جهت توسعه فعالیت‌های اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی باید توجه شود به کیفیت و ایمنی جاده‌ها نیز نباید از نظر دور بماند.

* تاریخ دریافت: ۸۳/۱۰/۸ – تاریخ پذیرش: ۸٤/۷/۵

Archive of SID
www.SID.ir

آمار سوانح رانندگی کشور در سال ۱۳۸۲ نشان می دهد که به طور متوسط در هر ۲۱ دقیقه یک نفر جان خود را از دست می دهد. آمار پزشکی قانونی نشان می دهد که میزان مرگ و میر ناشی از تصادفات سال ۱۳۸۲ در کشور ۲۵۷۲۲ نفر است که نسبت به سال ۱۳۸۱ به میزان ۱۷/٦ درصد افزایش داشته است [۲و۳].

یکی از پارامترهای مؤثر در ایمنی و کاهش سوانح، لغزنده نبودن سطح رویهٔ جاده‌ها است. هر چه سطح رویه جاده با سطح لاستیک وسیله نقلیه، اصطکاک بیشتری داشته باشد به کنترل وسیله نقلیه و توقف بموقع آن، کمک کرده و از بروز تصادف ناشی از لغزش جلوگیری می‌شود.

مقاومت لغزشی سطح جاده به عواملی چون جنس سنگدانه، بافت ریز و درشت، رطوبت و ... بستگی دارد که هرگاه این پارامترها به همراه پارامترهای مربوط به وسیله نقلیه از قبیل ترمز و لاستیک در شرایط مناسبی قرار داشته باشند، مقاومت لغزشی یا اصطکاک حاصله بیشتر خواهد بود. در شرایط خشک مقاومت لغزشی تقریبا از مقدار قابل قبولی برای تمام سطوح بر خوردار است، ولی در شرایط مرطوب این گونه نیست و به همین دلیل به اقداماتی جهت افزایش مقاومت لغزشی نیاز داریم که نتیجه آن ایمنی در هنگام ترمز گرفتن و تغییر جهت است [٤و٥].

با توجه به وجود انواع روسازی های آسفالتی، به منظور بررسی و ارزیابی عملکرد برخی از آنها از نظر مقاومت لغزشی، مطالعاتی در دانشگاه تربیت مدرس انجام پذیرفت. در این مطالعات سه نوع رویه شامل آسفالت متخلخل، آسفالت با استخوان‌بندی سنگدانه ای و آسفالت با دانه بندی پیوسته یا آسفالت بتنی ساخته شدند و آزمایش مقاومت لغزشی بر روی آنها انجام شد.

۲. بخش تجربی

۲-۱ آسفالت متخلخل

این نوع آسفالت از اختلاط قیر با سنگدانه‌های شکسته و دارای دانه‌بندی باز تهیه و سپس با ضخامت کم (حدود ۲۰ میلی‌متر) در سطح جاده پخش می‌شود. فضای خالی بافت درشت این آسفالت تقریبا ۲۰ درصد است که این مقدار به مراتب بیشتر از آسفالت بتنی است که این امر باعث تخلیه سریع آب های سطحی از طریق فضای خالی[۲] مخلوط می‌شود که اثر بافت درشت[۳] لایه را دارد. در نتیجه، این مخلوط آسفالتی از جمع شدن آب در سطح راه پیشگیری کرده و به این ترتیب آب، مانعی جهت ایجاد تماس بین لاستیک چرخ[٤] وسایل نقلیه و سطح راه ایجاد نمی‌کند و بنابراین برای ترافیک و استفاده کنندگان از راه، ایمنی بیشتری ایجاد می‌شود. افزایش مقاومت لغزشی، کاهش پرش/پاشیدن آب[٥] هنگام تردد وسایل نقلیه در هنگام بارندگی، از امتیازات این نوع رویه آسفالتی است [٦].

۲-۱-۱ سنگدانه‌ها

سنگدانه‌های مصرفی باید مشخصات مندرج درجدول(۷-۲) آیین‌نامه روسازی آسفالتی راه‌های ایران، نشریه۲۳٤ را داشته باشند. دانه‌بندی مصالح در جدول ۱ آورده شده است [٦].

جدول ۱. دانه بندی پیشنهادی مصالح آسفالت متخلخل [٦]

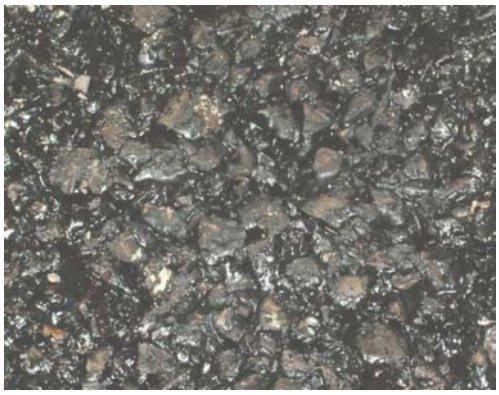
اندازه الک به میلی متر	درصد مواد رد شده از الک	
	۱	۲
۱۹	۱۰۰	–
۱۲/۵	۹۰-۱۰۰	۱۰۰
۹/۵	٦۰-۱۰۰	۹۰-۱۰۰
٤/۷۵	۱۵-٤۰	۳۰-۵۰
۲/۳٦	٤-۱۲	۵-۱۵
۰/۰۷۵	۲-۵	۲-۵
درصد قیرخالص بر حسب وزن مخلوط آسفالتی- حداقل	٤/۵	۵

برای ساخت نمونه های آزمایشی از مقدار متوسط هر دو نوع دانه بندی جدول فوق استفاده شد. ابعاد نمونه‌های ساخته شده برابر ۵×۱۵×۱۵ سانتی متر است.

۲-۱-۲ قیر

درصد قیر استفاده شده در مخلوط‌های آسفالتی متخلخل مطابق پیشنهاد آیین‌نامه است که مقدار آن در جدول ۱ آمده است و قیر مصرفی نیز از نوع ۷۰-٦۰ پالایشگاه تهران است [۷].

Archive of SID
www.SID.ir



شکل۱. نمونه آسفالت متخلخل ساخته شده در آزمایشگاه[۷]

۲-۲ آسفالت با استخوان‌بندی سنگدانه‌ای(SMA)[۶]

مخلوط های آسفالتی با استخوان بندی سنگدانه ای از نوع مخلوط‌های آسفالتی گرم هستند. در مناطق گرمسیر برای استفاده در مسیرهای پر تردد و بار محوری سنگین، این نوع مخلوط‌ها استفاده می‌شوند. این گونه مخلوط‌های آسفالتی مقاومت خوبی در برابر شیار افتادگی و تغییر شکل دائمی از خود نشان می دهند.

از دیگر ویژگی‌های این مخلوط‌ها افزایش دوام و استحکام لایه آسفالتی، جلوگیری از لغزش سطح راه و عدم ایجاد ترک‌های ناشی از خستگی است. در این مخلوط‌ها، مصالح درشت دانه مقاوم و صددرصد شکسته به مقدار زیاد (حدود ۷۰ درصد نسبت به کل مصالح سنگی) مصرف می‌شوند. این میزان در مخلوط‌های آسفالتی با دانه‌بندی پیوسته حدود ٤٠ درصد مصالح سنگی است[۸].

دانه‌بندی مخلوط‌های آسفالتی با استخوان‌بندی سنگدانه‌ای بر خلاف دانه‌بندی مخلوط های آسفالتی گرم متداول (با دانه‌بندی پیوسته یا آسفالت بتنی)، میان تهی است. چون اسکلت و ساختار اصلی این مخلوط‌ها را سنگدانه های بزرگ تر از ٤/٧٥ میلی متر تشکیل می‌دهند و این سنگدانه‌ها به مقدار زیاد در مخلوط به کار می‌روند، فضای خالی بین مصالح سنگی درشت و نیز مقدار رد شده از الک شماره ٤/٧٥ میلی متر باید به اندازه‌ای انتخاب شود که امکان تماس خوب بین سنگدانه‌ها ایجاد شود. افزایش مقدار ریزدانه (رد شده از الک ٤/٧٥ میلی‌متر) بیش از حد مورد نیاز، باعث کاهش قفل و بست بین مصالح سنگی درشت می‌شود. مقدار ریزدانه این مخلوط‌ها ۲۰ تا۲۸ درصد نسبت به کل مخلوط پیشنهاد شده است[۸].

برای ساخت نمونه، از طرح اختلاط مطرح شده در نشریه ۲۰٦ سازمان برنامه و بودجه استفاده شد که دانه‌بندی و مشخصات مخلوط در جدول۲ و ۳ آمده است.

جدول ۲. دانه بندی مخلوط مصالح سنگی مصرفی در طرح مخلوط آسفالتی با استخوان‌بندی سنگدانه‌ای [۸]

اندازه الک (میلی‌متر)	۱۹	۱۲/٥	۹/٥	٤/٧٥	۲/۳٦	۰/۳	۰/۱٥	۰/۰۷٥
درصد رد شده از الک	۱۰۰	۹۲	۷۱	۳۲/۱	۲٤	۱٥/۷	۱۲/۳	۱۰/٦

جدول ۳. مشخصات مخلوط آسفالتی با استخوان بندی سنگدانه‌ای با ۳۲ درصد مصالح سنگی ریزدانه (رد شده از الک ٤/٧٥ میلی متر) [۸]

کمیت مخلوط آسفالتی متراکم شده	درصد قیر نسبت به کل مخلوط				
	٥/٥	٦	٦/٥	۷	۷/٥
استحکام (کیلوگرم)	٦٥۰	۷۱۰	۷۷۰	۷۰۰	٥٥۰
وزن واحد حجم (کیلو گرم بر متر مکعب)	۲۲۱۸	۲۲۲٥	۲۲۳٥	۲۲۲۸	۲۲۱۹
روانی (۰/۲٥ میلی متر)	۱٤	۱٦	۱٦	۱۷	۱۸
درصد فضای خالی مخلوط آسفالت	٥/۷	٤/۷	۳/٦	۳/۳	۳
درصد فضای خالی مصالح سنگی	۱٦/٦	۱٦/۸	۱۷	۱۷/٦	۱۸/٤
درصد فضای خالی مصالح سنگی پر شده با قیر	٦٥/۹	۷۱/۹	۷۸/٥	۸۱/۷	۸۳/٦

مخلوط آسفالتی ساخته شده با ٦/٥ درصد قیر بیشترین استحکام و نیز ویژگی های مورد نظر از جمله درصد فضای خالی مخلوط آسفالتی و درصد فضای خالی مصالح سنگی را دارد [۸].

شکل۲. نمونه آسفالت با استخوان‌بندی سنگدانه‌ای (SMA) ساخته شده در آزمایشگاه [۷]

Archive of SID

www.SID.ir

۲-۳ آسفالت با دانه بندی پیوسته یا آسفالت بتنی

برای تهیه نمونه های آسفالتی با دانه بندی پیوسته به عبارت دیگر آسفالت بتنی، از آسفالت ساخته شده در کارخانه آسفالت سازی به نام ماد آسفالت استفاده شد. این کارخانه برای شهرداری قدس، در حال اجرای روسازی آسفالتی در نوار حفاری بود که اعضاء گروه پژوهشی به محل اجرا رفته و نمونه‌هایی از مخلوط تهیه کردند. قالب‌های ۵×۳۰×۳۰ سانتی متر در داخل نوار حفاری قرار داده شد و پس از پر شدن به وسیله غلتک دستی متراکم شد. کنترل کیفیت این مخلوط آسفالتی توسط آزمایشگاه مکانیک خاک کرج انجام شد که دانه‌بندی مخلوط در جدول ٤ و مشخصات مارشال آن درجدول ۵ نشان داده شده است[۷].

جدول ٤. دانه بندی و میزان قیر مصالح آسفالت با دانه بندی پیوسته[۷]

اندازه اسمی(میلی متر) / اندازه الک (میلی متر)	درصد وزنی رد شده از هر الک و میزان قیر			
	۱۹	۱۲/۵	۹/۵	٤/۷۵
۲۵	۱۰۰	–	–	
۱۹	۹٤	۱۰۰	–	
۱۲/۵	–	۹۵	۱۰۰	
۹/۵	٦۵	–	۹۵	۱۰۰
٤/۷۵	٤٦	۵۹	۷۰	۸۸
۲/۳٦	۳۳	٤۳	٤۵	۷۵
۰/۳	۱۲	۱٤	۱۵	۳۰
۰/۰۷۵	٤	٦	۸	۵
درصد قیر	۵	۵/۳	٦/۵٦	٦/۷

جدول ۵. مشخصات مخلوط آسفالتی با دانه بندی پیوسته [۷]

کمیت مورد بررسی	اندازه اسمی(میلی متر)			
	۱۹	۱۲/۵	۹/۵	٤/۷۵
درصد قیر	۵	۵/۳	٦/۵٦	٦/۷
استحکام (کیلوگرم)	۱۰۵۰	۹۵۰	۸۷۰	۷۸۰
روانی (میلی متر)	۲/۵	۳	۳	٤
درصد فضای خالی مخلوط آسفالت	٤	۳/۸	٤	۳,۳
درصد فضای خالی مصالح سنگی	۱۳	۱٤/۵	۱۵	۱٦
درصد فضای خالی مصالح سنگی پر شده با قیر	۷۰	۷۰	۷۲	۷٤
تعداد ضربه	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰

شکل۳. نمونه آسفالت با دانه بندی پیوسته یا آسفالت بتنی[۷]

۳. تجزیه و تحلیل نتایج

در این تحقیقات نمونه های ساخته شده از نظر نوع سنگدانه یکسان هستند زیرا از یک معدن تهیه گردیده‌اند، اما از نظر دانه‌بندی و میزان درشت دانه نسبت به ریز دانه مخلوط متفاوت‌اند. همچنین اندازه اسمی مخلوطها یکی دیگر از متغیرها است و نوع قیر مصرفی نیز برای همه نمونه‌ها ثابت است [۷]. از این رو اثر این عوامل فقط در ظاهر سطح رویه نمونه ها از نقطه نظر خصوصیات سطح نمایان خواهد شد و تاثیر این تغییرات در سطح نمونه‌ها، بافت درشت نامیده می‌شود که یکی از روشهای مطمئن و پذیرفته شده اندازه گیری آن پخش ماسه[۷] است [۹].

از آنجا که نوع سنگدانه‌های مصرفی در نمونه‌ها یکسان است، اثر بافت ریز که خاصیت ذاتی سنگدانه‌هاست مورد ارزیابی قرار نگرفته و خارج از اهداف این تحقیق است. اما اثر آن در این پژوهش برای همه نمونه ها یکنواخت است. رایج‌ترین روش اندازه‌گیری اثر بافت ریز از طریق آزمایش صیقل‌پذیری سنگ دانه[۸] انجام می شود که در استاندارد بریتانیا [۱۰] به طور کامل توضیح داده شده است و حاصل این آزمایش ارزش صیقل‌پذیری سنگدانه[۹] است.

آونگ انگلیسی که دستورالعمل نحوه استفاده آن به طور کامل در Road Note 27 بیان شده است[۸]، جهت اندازه‌گیری مقاومت لغزشی سطح راه و اندازه‌گیری مقاومت لغزشی نمونه‌های آزمایشی مورد استفاده قرار می‌گیرد. کفشک‌های اندازه‌گیری[۱۰] برای سطح راه به ابعاد ۷۵×۲۵×٦ میلی‌متر و نمونه‌های آزمایشگاهی به ابعاد ۳۲×۲۵×٦ میلی‌متر است. عدد به دست آمده توسط

Archive of SID

www.SID.ir

کفشک بزرگ، مقاومت لغزشی[11] یا عدد آونگی نامیده می‌شود.

اگر تعیین ارزش صیقل پذیری سنگدانه‌ها مورد نظر باشد، پس از انجام آزمایش مربوط که در بالا به آن اشاره شد، می‌توان از رابطه زیر برای به دست آوردن PSV استفاده کرد [۱۰،۱۱ و۱۲] .

$$PSV = S + 52.5 - C \qquad [11] \ (1)$$

در رابطه فوق S میانگین ٤ نمونه آزمایشگاهی و C میانگین ٤ نمونه سنگ کنترل است.

نمونه های آسفالتی پس از ساخته شدن برای تعیین مقاومت لغزشی و میزان عمق بافت درشت، به وسیله آزمایش آونگ انگلیسی و پخش ماسه مورد ارزیابی قرار گرفتند که مقادیر اصلاح شده آن نسبت به دمای استاندارد (۲۰ درجه سانتی گراد) در جدول ٦ آمده است.

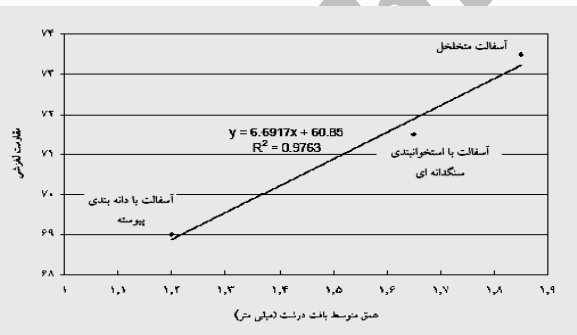
جدول ٦. تعداد و مقادیر مقاومت لغزشی و عمق بافت درشت اندازه‌گیری شده برروی نمونه‌های آسفالتی [۷]

ردیف آزمایش	آسفالت متخلخل		آسفالت‌با استخوانبندی سنگدانه‌ای (SMA)	آسفالت با دانه بندی پیوسته یا آسفالت بتنی			
	۹/۵ میلی متر	۱۲/۵ میلی متر	۱۲/۵ میلی متر	٤/۷۵ میلی متر	۹/۵ میلی متر	۱۲/۵ میلی متر	۱۹ میلی متر
۱	۷۵/۸	۷۳/٤	۷۱/٤	۷۲/۱	۷۰/۸۵	۷۰/٤۵	٦۵/۸
۲	۷۷/۸	۷۳/٤	۷۲/۲	۷۱/۸	۷۱/۲۵	٦۷/۸۵	٦٦/٦
۳	۷٦/۸	۷۳/۲	۷۱	۷۲/۳	۷۰/۲۵	٦۷/٦۵	٦۵/٦
٤	۷٦/٦	۷۳	۷۱/٦	۷۱/۹	۷۰/۲۵	٦۸/۸۵	٦۷
۵	۷۷	۷۳/۸	۷۱/۸	۷۱/۹	۷۱/۲۵	٦۹/۸۵	٦٦
مقاومت لغزشی متوسط (گرد شده)	۷۷	۷۳/۵	۷۱/۵	۷۲	۷۱	٦۹	٦٦
متوسط عمق بافت درشت (میلی متر)	۲/۰۵	۱/۸۵	۱/٦۵	۱/۵	۱/٤	۱/۲	۰/۹۹

۳-۱ بررسی تاثیر نوع آسفالت

نمونه‌های آسفالتی ساخته شده در سه نوع، آسفالت متخلخل، آسفالت با استخوان بندی سنگدانه ای و آسفالت با دانه بندی پیوسته یا آسفالت بتنی است.

جهت تعیین و ارزیابی عملکرد این سه نوع مخلوط آسفالتی از نظر مقاومت لغزشی هر سه نمونه با یک نوع مصالح و با بزرگترین دانه، برابر با ۱۲/۵ میلی متر ساخته شدند و نتایج آزمایش مقاومت لغزشی در نمودار ۱ نشان داده شده است. همان طور که در این نمودار مشخص شده است، بیشترین مقاومت لغزشی، مربوط به آسفالت متخلخل است و آسفالت با استخوان بندی سنگدانه ای و دانه بندی پیوسته به ترتیب مقاومت لغزشی کمتری از خود نشان می‌دهند. دلیل این امر را از یک نظر می‌توان در میزان مصالح سنگی رد شده از الک ٤/۷۵ میلی‌متر جستجو کرد. میزان مصالح رد شده از الک ٤/۷۵ میلی‌متر در آسفالت متخلخل برابر ۲۷/۵ درصد، آسفالت با استخوان بندی سنگدانه ای برابر ۳۲ درصد و آسفالت با دانه بندی پیوسته برابر ۵۹ درصد است. با توجه به درصد های عبوری از الک ٤/۷۵ میلی‌متر، بیشترین درصد مصالح درشت دانه را آسفالت متخلخل و کمترین را آسفالت با دانه بندی پیوسته دارد و نتایج مقاومت لغزشی هم نشان می‌دهند که عملکرد آسفالت متخلخل بهتر از دو نمونه دیگر است [۷].



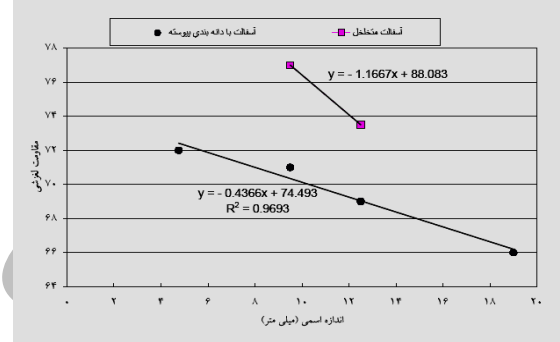
نمودار ۱. مقاومت لغزشی آسفالت های مختلف با اندازه اسمی ۱۲/۵ میلی متری نسبت به عمق متوسط بافت درشت[۷]

البته این به آن معنی نیست که هر چه درصد رد شده از الک ٤/۷۵ میلی متر کمتر شود، رویه حاصله مناسب تر است. زیرا با افزایش درشت دانه فضای خالی بین مصالح زیاد شده که این امر می‌تواند موجب کاهش مقاومت مخلوط، خشک شدن قیر و کاهش دوام لایه شود [۷].

Archive of SID
www.SID.ir

۳-۲ بررسی تاثیر اندازه اسمی مخلوط

برای مشخص شدن تاثیر اندازه اسمی بر روی مقاومت لغزشی نمونه های آسفالتی با دانه بندی پیوسته یا آسفالت بتنی با اندازه اسمی ۹/۵, ۱۲/۵ و ۱۹ میلی متر و آسفالت متخلخل با اندازه اسمی ۹/۵ و ۱۲/۵ میلی متر ساخته شد و آزمایش بر روی آنها انجام گرفت که نتایج در نمودار ۲ قابل دیدن است [۷].



نمودار۲. مقاومت لغزشی کل نمونه های آزمایش شده نسبت به اندازه اسمی مصالح سنگی[۷]

نتایج به دست آمده از این نمودار برای مخلوط آسفالتی با دانه بندی پیوسته نشانگر آن است که اندازه اسمی دانه بندی در میزان مقاومت لغزشی به دست آمده تاثیر گذار است. در این مطالعات تاثیر مثبت بر روی مقاومت لغزشی برای اندازه اسمی ٤/٧٥ میلی متر بیشترین و برای ۱۹ میلی‌متر کمترین است (به ترتیب ۷۲ و ٦٦). اما در مقایسه، اختلاف مقاومت لغزشی بین اندازه های اسمی ٤/٧٥ و ۹/۵ میلی متر زیاد نیست (به ترتیب ۷۲ و ۷۱)، ولی از نظر استحکام مارشال عملکرد مخلوط با اندازه اسمی ۹/۵ میلی متر بهتر است[۷].

هرگاه مقاومت روسازی از نظر سازه ای برای یک پروژه مهم باشد، پیشنهاد می‌شود که از مخلوطی با اندازه اسمی برابر ۹/۵ میلی متر به جای ٤/٧٥ میلی‌متر استفاده شود که هم مقاومت سازه‌ای بیشتری دارد و هم مقاومت لغزشی آن تفاوت زیادی با مخلوط با اندازه اسمی٤/٧٥ میلی‌متر ندارد.

نمونه‌های آسفالت متخلخل نیز از دو اندازه اسمی ساخته شده‌اند و در این نمونه‌ها مقاومت لغزشی به دست آمده با اندازه اسمی ۹/۵ میلی‌متر، نسبت به ۱۲/۵ میلی‌متر، بیشتر می‌باشد. این امر نشان‌دهندهٔ آن است که دانه‌بندی ریزتر، از مقاومت لغزشی بهتری برخوردار است ولی به این معنا نیست که هر چه دانه‌بندی ریزتر شود، مقاومت لغزشی افزایش می‌یابد [۷].

٤. نتیجه گیری

با توجه به این که رویه‌های آسفالتی در ایران و جهان به طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرند، علاوه بر مشخصات مکانیکی مخلوط آسفالتی باید به عملکرد آن از نظر ایمنی و به ویژه مقاومت لغزشی توجه داشت و در صورت امکان از مخلوط‌هایی استفاده کرد که از نظر مقاومت لغزشی نیز برای نوع جاده مورد نظر مطلوب باشند. با توجه به تحقیقات انجام شده نتایج ذیل قابل توجه‌اند:

۱- از سه نوع آسفالت متخلخل، آسفالت با استخوان بندی سنگدانه ای (SMA) و آسفالت با دانه بندی پیوسته یا آسفالت بتنی که از یک نوع مصالح سنگی ساخته شده‌اند، می‌توان گفت که عملکرد آسفالت متخلخل از نظر مقاومت لغزشی به مراتب بهتر از آسفالت بتنی، و آسفالت با استخوان‌بندی سنگدانه‌ای (SMA) نیز بهتر از آسفالت بتنی بوده است.

۲- اندازه اسمی مخلوط در میزان مقاومت لغزشی اندازه گرفته شده تاثیر دارد و در دامنه اندازه اسمی ٤/٧٥ تا ۱۹ میلی متر که در این مطالعات مورد بررسی قرار گرفتند، هر چه اندازه اسمی مخلوط کمتر باشد، مقاومت لغزشی اندازه گرفته شده با آونگ انگلیسی بیشتر است.

۳- بررسی ها نشان می دهند که میزان مصالح سنگی رد شده از الک ٤/٧٥ میلی‌متر، در میزان مقاومت لغزشی اندازه گرفته شده با آونگ انگلیسی تاثیر گذار است و مقاومت لغزشی با میزان مصالح رد شده از الک ٤/٧٥ میلی متر رابطه معکوس دارد. به عبارت دیگر اگر میزان مصالح سنگی مانده روی الک ٤/٧٥ میلی متر را درشت دانه بنامیم، مقاومت لغزشی مخلوط با میزان درشت دانه رابطه مستقیم دارد.

٤- در آسفالت با دانه بندی پیوسته یا آسفالت بتنی، میزان کاهش مقاومت لغزشی بین اندازه اسمی ٤/٧٥ و ۹/۵ میلی متر قابل ملاحظه نیست، اما در پارامترهای دیگر مانند مقاومت مارشال اثر گذار است.

Archive of SID
www.SID.ir

۵. مراجع

1. Word Health Organization, "Road Safety Note Accident", A Brochure For World Health Day, 7 April 2004.

۲. ایران. وزارت راه و ترابری. سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای کشور (۱۳۸۲) " گزارش سالیانه پزشکی قانونی".

۳. ایران. وزارت راه و ترابری. سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای کشور (۱۳۸۱) "سالنامه آماری حمل و نقل جاده‌ای".

4. Soudagari, J. (1988) "Laboratory Studies of Rolling Resistance and Skidding Resistance of Road Surfaces", PhD Thesis, University of Birmingham, UK.

5. Soudagari, J. (1990) “Effect of road surface type/texture on rolling and skidding resistance”, International Symposium on Highway Surfacing at Ulster University, UK.

٦. ایران. وزارت راه و ترابری. معاونت امور فنی. دفتر امور فنی و تدوین معیارها، مرکز تحقیقات و آموزش. (۱۳۸۱) "آیین نامه روسازی آسفالتی در ایران"، نشریه شماره ۲۳٤، چاپ اول، سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، مرکز مدارک علمی و انتشارات.

۷. معافی مدنی، سید روح اله (۱۳۸۳) "ارزیابی آزمایشگاهی خصوصیات سنگدانه‌ها و رویه جاده‌ها در اصطکاک"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.

۸. ایران. وزارت راه و ترابری. معاونت امور فنی. دفتر امور فنی و تدوین معیارها، مرکز تحقیقات و آموزش. (۱۳۷۹) "طراحی و ارزیابی آزمایشگاهی مخلوطهای آسفالتی با استخوانبندی سنگدانه‌ای (SMA)"، نشریه شماره ۲۰٦، چاپ اول، سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، مرکز مدارک علمی و انتشارات.

9. Gt. Brit. Department of Scientific and Industrial Research (1969) "Road Note 27, “Instructions for using the portable skid resistance tester" Department of Scientific and Industrial Research, London, (H.M.S.O).

10. BS 812: Part 114 – 1989, Method for determination of polished stone value. BRITISH STANDARDS INSTITUTION, BSI, London.

11. EN 1097-8 (1999) “Test for mechanical and physical of aggregates”, part 8: Determination of the polished stone value (PSV).

12. ASTM (1983) "ASTM Designation: E303-83, Standard Method for measuring surface frictional properties using British Pendulum Tester (BPT).

پانویس‌ها:

1- World Health Organization (WHO)
2- Void
3- Macrotexture
4- Aquaplaning
5- Water splash /spray reduction
6- Stone mastic asphalt
7- Sand-Patch
8- Accelerated polishing test
9- Polished stone value, PSV
10- Rubber slider
11-Skid resistance value, SRV

Archive of SID

www.SID.ir