مقاومت لغزندگی رویه‌های بتنی و راهکارهای افزایش آن

مهدی اکبری [*1]، حسام صباغیان[2]، امین رحمانی‌مقدم[2]
1- استادیار، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه سمنان، سمنان
2- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه سمنان، سمنان

خلاصه

مقاومت لغزندگی روسازی بتنی بستگی به عوامل متعددی از قبیل نوع سنگدانه‌ها، دانه‌بندی آنها، نسبت آب به سیمان، درصد فضای خالی، روش عمل‌آوری و مهمتر از همه، روش پرداخت سطح رویه برای ایجاد بافت درشت دارد. از این‌رو، روش‌های مختلفی برای ایجاد و بهبود بافت درشت برای مقابله با بروز تصادفات ابداع گردیده است. عمق، فاصله و جهت‌گیری بافت سطحی می‌تواند اثر قابل‌توجهی بر خصوصیات اصطکاکی و خصوصیات مربوط به آلایندگی صوتی و همچنین کیفیت سواری داشته باشد. به دلیل عمر طولانی، روسازی بتنی از نظر اقتصادی مقرون‌به‌صرفه و سودمند است و به حداقل مصرف مصالح، انرژی و سایر منابع برای تولید، نگهداری و بازسازی در طول عمر نیاز دارد. اما در مقابل، ایجاد مقاومت لغزندگی کافی یکی از الزامات مهم و اجتناب‌ناپذیر در ساخت روسازی‌های بتنی است. انتخاب روش پرداخت سطح رویه، عاملی است که اثرات عمده‌ای بر خصوصیات اصطکاکی سطح دارد. با این حال، هنوز دستورالعمل جامعی برای شناسایی و انتخاب روش ایجاد بافت روسازی‌های بتنی وجود ندارد که مجموعه عوامل فنی، اقتصادی، زیست‌محیطی و ایمنی راه را در برگیرد. هدف از این مقاله بررسی انواع روش‌های موجود از جمله: ایجاد بافت درشت به روش شیارزدن، ایجاد بافت درشت به روش پخش سنگریزه، تراش‌زدن و غیره جهت بالا بردن مقاومت لغزندگی روسازی بتنی، برای استفاده از این نوع بتن در راه‌های با سرعت بالا می‌باشد.

کلمات کلیدي: روسازی بتنی، مقاومت لغزندگی، شیار زنی، تراش‌زدن، پخش سنگریزه، ایجاد بافت درشت

1. مقدمه

با توجه به ضعف روسازي‌هاي آسفالتي در محورهاي داراي تردد خودروهای سنگین، که اغلب داراي ناهمواري‌ها، موج‌هاي بلند و متوالي و گاهي نيز شكستگي مي‌باشند، كاربرد دال بتني به عنوان يك رويه مقاوم و بادوام می‌تواند باعث رفع مشكلات مزبور و كاهش دوره تعميرات گردد. از این‌رو، تمایل مهندسان و سیاست‌گذاران امر راه‌سازي، به استفاده از روسازی‌های بتني در سراسر جهان رو به افزايش است. مقاومت لغزندگي يكي از مهم‌ترين مباحث ايمنی مسير است كه امروزه داراي جايگاه ويژه‌ای در مطالعات طراحی و ملاحضات فنی و اقتصادی می‌باشد. مقاومت لغزندگی با ضریب اصطکاک بین لاستیک و رویه راه بیان می‌شود که به دو صورت طولی و عرضی قابل تفکیک است و با استفاده از دستگاه‌های مختلفی در آزمایشگاه و یا سطح جاده اندازه‌گیری می‌شود. عدم مقاومت اصطکاکی کافی

[*] Corresponding author
Email: Email: akbari@semnan.ac.ir

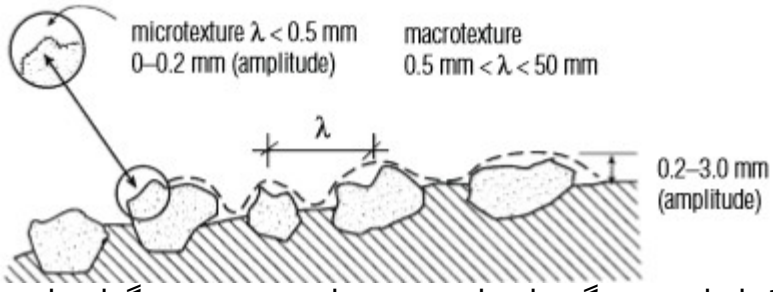
در سطح روسازی نه تنها خود یکی از علل عمده تصادفات است، بلکه سایر عوامل موثر در تصادفات جاده‌ای را نیز تحت تاثیر قرار می‌دهد. در صورت فقدان مقدار مناسبي از اصطكاك در شرايط آب و هوايي باراني، احتمال وقوع تصادف ناشي از سرخوردن وسيله‌نقليه بر سطح روسازي بسيار بالا خواهد رفت.

2. بافت سطحی روسازی بتنی

بتن پس از پرداخت دارای سطحی صاف خواهد بود که اگر این سطح به عنوان سطح نهایی روسازی انتخاب گردد، به علت فقدان اصطکاک کافی، مشکلات ایمنی بسیاری به همراه خواهد داشت. لذا بایستی سطح نهایی روسازی بتنی که برای تردد خودروها در نظر گرفته می‌شود، دارای بافت ریز و درشت مناسب و به تبع آن، اصطکاک مناسب باشد. در انتخاب نوع بافت روسازی عوامل گوناگونی چون مشخصات ترافیک، جنس و دانه‌بندی مصالح، شرایط آب‌وهوایی، صدای تولیدشده از سطح روسازی، میزان اصطکاک مورد نیاز و عوامل متعدد دیگری نقش ایفا می‌کنند.

عمق متوسط بافت که یکی از پارامترهای اصلی روسازی است، بیانگر خصوصیات لغزندگی و شدت صدای تولیدشده از سطح روسازی است و از حاصل تقسیم حجم مصالح پخش‌شده روی روسازی به سطح آن به دست می‌آید. عمق، فاصله و جهت‌گیری بافت درشت سطح روسازی اثر قابل‌توجهی روی خصوصیات اصطکاکی، مشخصات مربوط به آلاینده‌های صوتی و کیفیت سواری دارد. عمق بافت روسازی همچنین روی میزان سایش نیز موثر است. امتداد بافت درشت روسازی با تغییر کاربرد و عملکرد روسازی تغییر می‌کند. بافت‌های طولی در شیب‌ها و قوس‌ها نقش ایفا می‌کنند و در مقابل، بافت‌های عرضی مقاومت لغزندگی بیشتری را موجب می‌شوند. از طرفی، بافت عرضی به علت هم راستایی با شیب عرضی مسیر، موجب زهکشی بهتر و در نتیجه، کاهش احتمال وقوع پدیده هیدروپلنینگ می‌شود. [1]

در شکل 1، مشخصات و ابعاد کلی بافت ریز و درشت روسازی به تصویر کشیده شده است.



شکل 1. اندازه و ویژگی‌های بافت ریز و بافت درشت سنگدانه‌های روسازی

3. مقاومت لغزندگی روسازی

مقاومت در برابر سر خوردگی و یا به عبارتی اصطکاک بین چرخ وسیله‌نقلیه و سطح روسازی، که توسط دستگاه آونگ انگلیسی اندازه‌گیری می‌شود، مقاومت لغزندگی نام دارد و مقدار آن را با عدد لغزندگی بیان می‌کنند. عدد لغزندگی از حاصل‌ضرب مقدار اصطکاک اندازه‌گیری‌شده توسط چرخ صاف یا آجدار در ضریب 100 بدست می‌آید. عدد آونگی که توسط دستگاه آونگ انگلیسی اندازه‌گیری می‌شود، یکی از رایج‌ترین آزمایش‌های اندازه‌گیری مقاومت لغزندگی روسازی است. در بسیاری از مراجع، عدد آونگی حاصل از این آزمایش را نشانگر میزان اصطکاک در سرعت‌های پایین (کمتر از 79 کیلومتر در ساعت) و همچنین بیان‌کننده ویژگی‌های بافت ریز سطح روسازی برمی‌شمارند. علیرغم آن که در برخی تحقیقات، عدد آونگی را منحصراً مرتبط به بافت ریز روسازی می‌دانند، اما با بررسی

دقیق مکانیزم دستگاه آونگ انگلیسی، فرضیه وجود ارتباط بین عدد حاصل از این آزمایش و بافت درشت روسازی قوت می‌گیرد. در آزمایش آونگ، کفشک لاستیکی به ابعاد 50/7 در 9/2 سانتیمترمربع در طول 5/77 سانتیمتر روی سطح روسازی کشیده می‌شود و مساحتی معادل 85 سانتیمتر مربع از سطح روسازی را جاروب میکند.

در تحقیقی که روی رابطه بین بافت درشت روسازی بتنی و مقاومت لغزندگی روسازی بتنی در روسازی‌های شیاردار شده انجام گرفته است، ضمن معرفی عمق 8/1 میلیمتر به عنوان عمق متوسط بافت بهینه برای روسازی‌های بتنی، نشان داده شد که عدد آونگی با ضریب همبستگی خوبی به عمق بافت درشت وابسته است و با افزایش عمق متوسط بافت تا حدود 8/1 میلیمتر، ابتدا عددآونگی زیاد و سپس کم می‌شود[2].

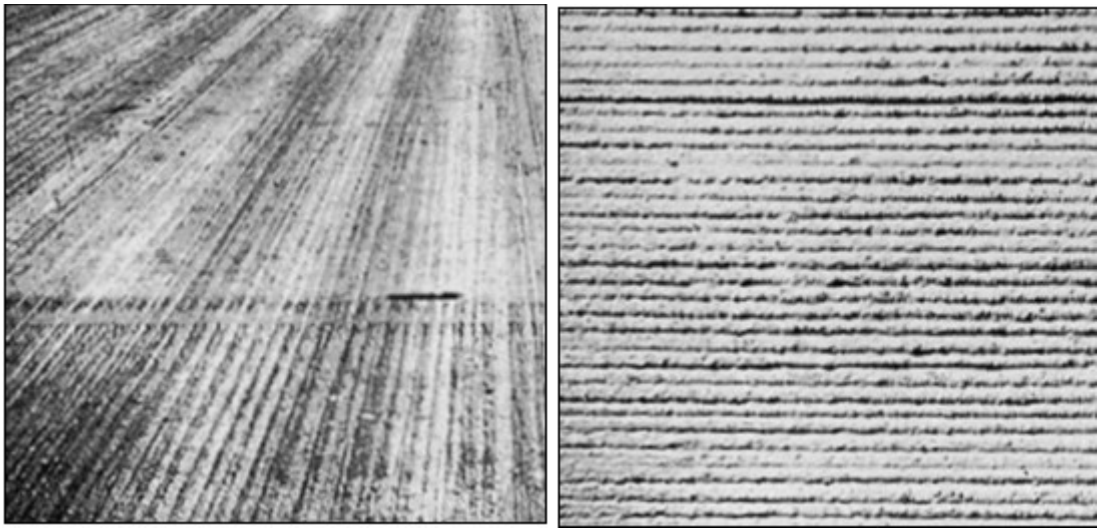
روش‌های مختلف و تجهیزات متنوعی براي ايجاد بافت زبر در رويه‌هاي بتني ايجاد شده‌اند که اغلب آنها بلافاصله پس از بتن‌ريزي و وقتي که سطح بتن هنوز سفت نشده است، مورد استفاده قرار مي‌گيرند. در مقابل، برخی دیگر از راهکارهای ایجاد بافت زیر پس از سخت‌شدن بتن به اجرا در می‌آیند، که شامل روشهای

1-شیار زنی
2-کشیدن پارچه کرباسی
3- کشیدن برس
4-پخش سنگدانه
5- مقاومت در برابر لغزندگی در روسازی بتنی و عرشه پل‌ها با استفاده از دوغاب اصلاح‌شده با لاتکس
6-استفاده از غلطک
7- استفاده از اسید برای رویه بتنی سخت‌شده
8- سنگ‌زنی و فرزکاری رویه بتنی سخت‌شده
9- چکشی کردن رویه بتنی سخت‌شده

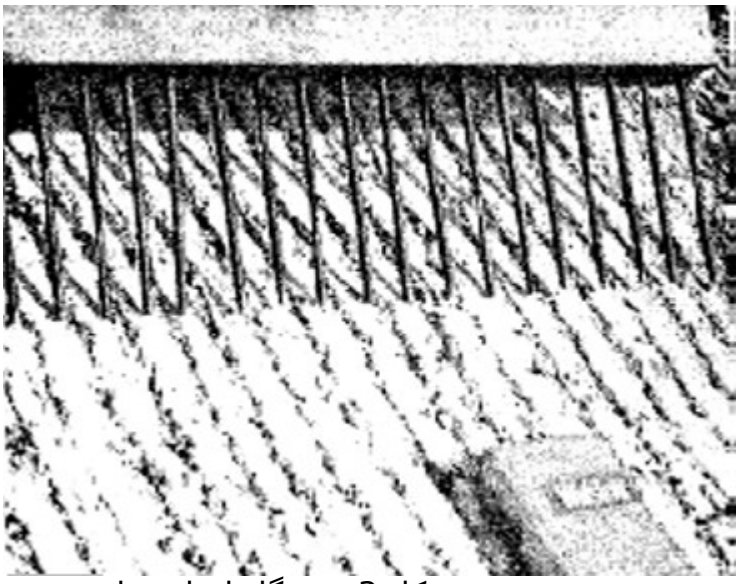
4. روش شیارزنی

روش شیارزنی عموماً برای دستیابی به بافت مناسب سطح رویه و به منظور بهبود خصوصیات اصطکاکی، کاهش پتانسیل هیدروپلانینگ و همچنین لغزندگی در شرایط زمین مرطوب اجرا می‌شود. مهم‌ترین عوامل موثر بر عملکرد شیارها عبارتند از عمق، پهنا، زاویه و فواصل بین شیارها. نتایج تحقیقات حاکی از آن است که استفاده از شیار باعث کاهش 20 درصد از کل تصادفات و 70 درصد از تصادفات در شرایط روسازی خیس می‌شود. [3]

شیار زدن سطح بتن می‌تواند در سه جهت عرضی، طولی و مورب انجام گیرد. شیار عرضی رایج‌ترین الگوی ایجاد بافت روسازی بتنی در کشور امریکا است چرا که پدیده هیدروپلانینگ را بهتر کنترل نموده و در ضمن باعث کاهش طول خط ترمز می‌گردد. بافت درشت ایجادشده در روسازی‌های بتنی به روش شیارزنی روی بتن تازه و به صورت عمود بر جهت جریان ترافیک، نسبت به دیگر روش‌ها بیشتر است. دستگاه‌هایی که برای ایجاد شیار مورد استفاده قرار می‌گیرند، دارای شانه فلزی بوده و در هنگام عملیات این شانه‌ها، سنگدانه‌ها را جابجا کرده و بیرون می‌آورد. شکل ظاهری و نمونه‌ای از ابزار شیارزنی روی بتن تازه در شکل‌های 2 و 3 نشان داده شده‌اند.



شکل 2- ایجاد شیار روی روسازی بتنی



شکل 3- دستگاه ایجاد شیار

طبق تحقیقات، ایجاد شیار باعث افزایش مقاومت لغزندگی می‌شود ولی این تاثیر تنها تا عمق 3 میلی‌متری قابل‌توجه بوده است و برای عمق بالاتر از آن، تاثیر چندانی در افزایش مقاومت لغزندگی نداشته است. همچنین در شیارهای عرضی، هنگامی که فاصله بین شیارها 50 میلی‌متر است، تنها 70 درصد مقاومت لغزندگی افزایش پیدا می‌کند ولی هنگامی که فاصله شیارها از 50 به 25 میلی‌متر کاهش پیدا می‌کند، این افزایش در مقاومت لغزندگی به نزدیک 20 درصد می‌رسد و این بدان معنی است که نه تنها کاهش فاصله شیارها، تاثیری در افزایش مقاومت لغزندگی ندارد بلکه به دلیل فاصله کم بین شیارها، سطح روپه دچار خرابی لبه شیارها گشته و نمونه‌ها از سطوح مطلوب سرویس‌دهی به وسایل‌نقلیه دور می‌شوند.]4[

5. کشیدن پارچه کرباسی

در این روش، پارچه کرباسی زبری روی سطح تمام‌شده بتن کشیده می‌شود تا با جابجا نمودن خمیر سیمان و ریزدانه موجود روی سطح بتن، باعث ایجاد بافت درشت شود. عمق بافت حاصل از این شیوه بسیار کمتر از آن مقداری خواهد بود که توسط روش شیارزنی ایجاد می‌شود. در حال حاضر هنگام عملیات پرداخت نهایی و پیش از شروع عملیات شیارزنی با استفاده از پارچه کرباسی، سطح بتن را کمی زبر نگه می‌دارند تا ترکیب این دو روش سبب ایجاد بافت درشت مناسبی شود. [5] در شکل‌های 4 و 5، نمونه‌ای از فرآیند اجرای روش کشیدن پارچه کرباسی و همچنین بافت نهایی رویه بتنی پس از کشیدن پارچه کرباسی نشان داده شده است.

شکل 4- فرآیند و تجهیزات مورد نیاز برای ایجاد بافت درشت به وسیله کشیدن پارچه کرباسی

شکل 5- نمونه بافت ایجادشده به وسیله پارچه کرباسی

6. کشیدن برس

پس از بتن‌ریزی و ویبره آن، با استفاده از برس پلاستیکی مناسبی که تارهای آن سختی کافی داشته باشند، می‌توان در بتن تازه بافت درشت ایجاد کرد. این برس‌کشی به صورت عرضی انجام می‌گیرد تا رواناب سطحی از طریق شیب عرضی نرمال شیارها به خارج از سطح سواره‌رو هدایت گردد. در شکل 6، نحوه اجرای برس‌کشی روی بتن تازه به منظور ایجاد سطح زبر به نمایش درآمده است.

شکل 6- کشیدن برس روی بتن تازه

7. پخش سنگدانه

پس از اجرای روسازی و پرداخت آن، مقدار معینی سنگدانه با مقاومت سایشی مناسب روی سطح بتن تازه پخش می‌گردد. نتیجه این کار، ایجاد بافت درشت و افزایش مقاومت لغزندگی می‌شود، همچنین می‌توان از خرده آسفالتی استفاده نمود که هنگام ترمیم روسازی آسفالتی برجا می‌ماند. [6] در شکل 7، نمونه‌ای از وضعیت نهایی اجرای روش پخش سنگ‌دانه روی سطح بتن تازه به منظور رسیدن به زبری مطلوب برای تامین مقاومت اصطکاکی مناسب نشان داده شده است.

شکل 7- نمونه‌ای از پخش سنگدانه برای افزایش زبری و بافت درشت رویه بتن تازه

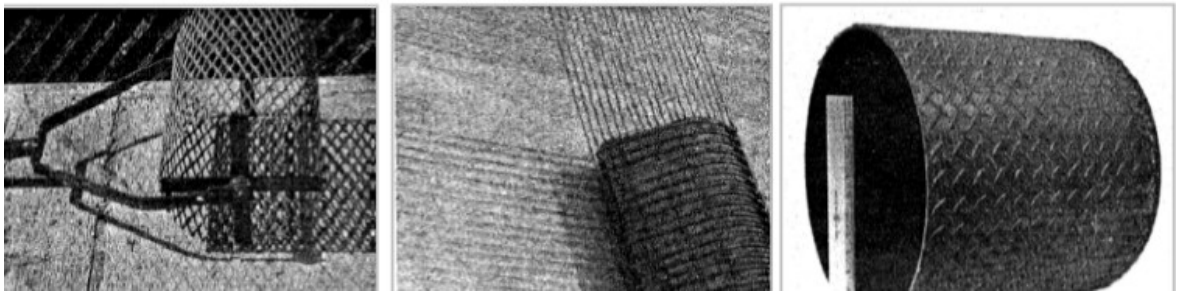
8. مقاومت در برابر لغزندگی در روسازی بتنی و عرشه پل‌ها با استفاده از دوغاب اصلاح‌شده با لاتکس

در این روش، پس از آماده‌سازی و پاکسازی سطح، دوغاب‌ریزی روی روسازی بتنی اجرا می‌شود. همچنین باید حداقل 24 ساعت هیچ‌گونه ترددی روی آن انجام نشود تا دوغاب به مقاومت مناسب برسد. [7] در شکل 8 روش اجرای این روش نشان داده شده است. این روش می‌تواند جایگزین خوبی برای عملیات شیارزنی و سنگ‌زنی رویه بتنی جهت افزایش مقاوت لغزندگی باشد؛ با این تفاوت که از این روش در جاهایی استفاده می‌شود که بتوان مسیر را برای 24 ساعت مسدود کرد تا بتوان عملیات اجرا و عمل‌آوری را به سرانجام رساند.

شکل 8- اجرای دوغاب اصلاح شده با لاتکس

9. استفاده از غلتک

غلتک‌هایی که برای ایجاد بافت درشت در روسازی بتنی استفاده می‌شوند دارای انواع مختلفی هستند که می‌توان به غلتک مش‌بندی‌شده، غلتک دندانه‌دار شبیه زنجیر چرخ و غلتک صفحه‌ای اشاره نمود. غلتک صفحه‌ای به دلیل متراکم کردن همزمان تمام سطح، بافت مطلوبی ارائه نمی‌کند ولی بافت حاصل از غلتک مش‌بندی‌شده مناسب‌تر است [8]در شکل 9 نمونه‌هایی از این غلتک‌ها ارائه شده‌اند.



شکل9- انواع غلتک برای ایجاد سطح زبر روی رویه بتنی تازه

10. استفاده از اسید برای رویه بتنی سخت‌شده

روسازی بتنی را می‌توان با شستن توسط اسید زبر نمود. از مواد شیمیایی همچون هیدروکلرید رقیق‌شده با آب نیز می‌توان برای این منظور استفاده کرد.

11. سنگ‌زنی و فرزکاری رویه بتنی سخت‌شده

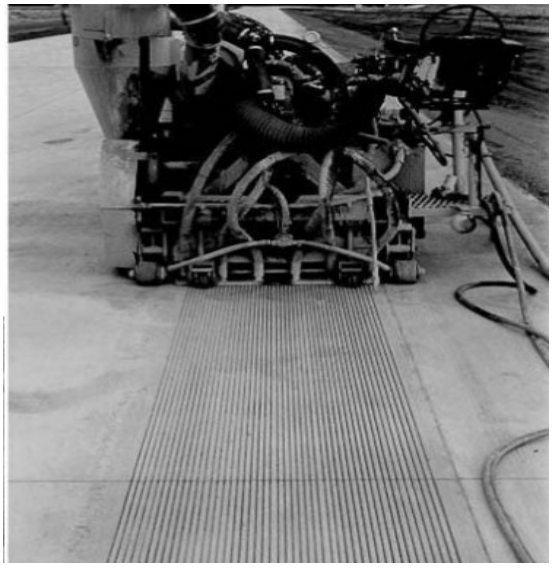
در این روش با استفاده از تیغه الماسی و یا تیغه فرز سطح بتن سخت را می‌تراشند و شکاف‌های سطحی در آن به وجود می‌آورند. فرآیند برشکاری همراه با صدای فراوان و گرد

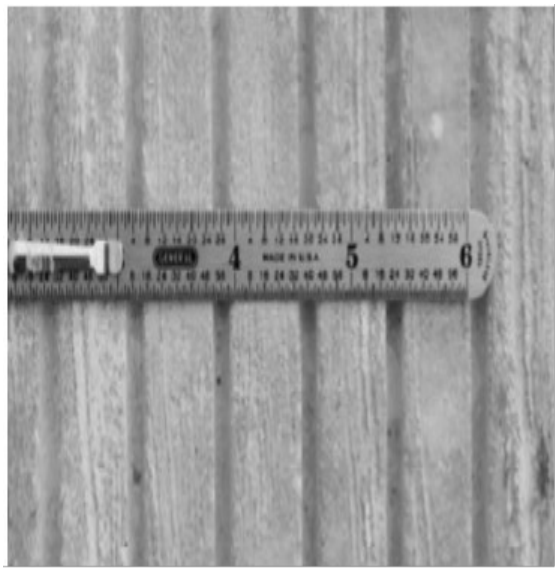
و خاک می‌باشد. بنـابراین بـرای محیط‌هـای شـهری مناسب نیسـت. یکی از کـاربرد هـای این شیوه، احیا و بهبـود مقـاومت لغزنـدگی روسـازی‌هایی است که پس از سـال‌ها عبـور جریـان ترافیک، بافت سطحی خود را از دست داده‌اند [9].

این شیارها از طریق يك فرايند به نام "سنگ‌زني الماسي" ايجاد مي‌شوند و همانطور كه از نامش پيداست، الماس‌ها به گروه‌هايي از تيغه اره متصل مي‌شوند و از آنها براى حفاري شيارها در سطوح جاده استفاده مي‌شود. الماس صنعتي درجه يك با پودر متالورژي مخلوط شده است، تركيب آن با توجه به نوع رويه در حال تعمير، تعيين مي‌شود. شيارهاي داراي عرض كم جهت استفاده يا ايجاد مقاومت لغزندگى در جاده‌ها استفاده مي‌شود. تحقيقات نشان مي‌دهد كه سنگ‌زني الماس باعث كاهش صداي جاده و همچنين افزايش عمر روسازي مي‌شود. در اين روش، لاسـتيک‌ها از چسبندگي بهتري برخوردار مي‌گردند؛ هرچند كه اين فرآيند در برابر هوازدگي محيط مقاوم نيست.

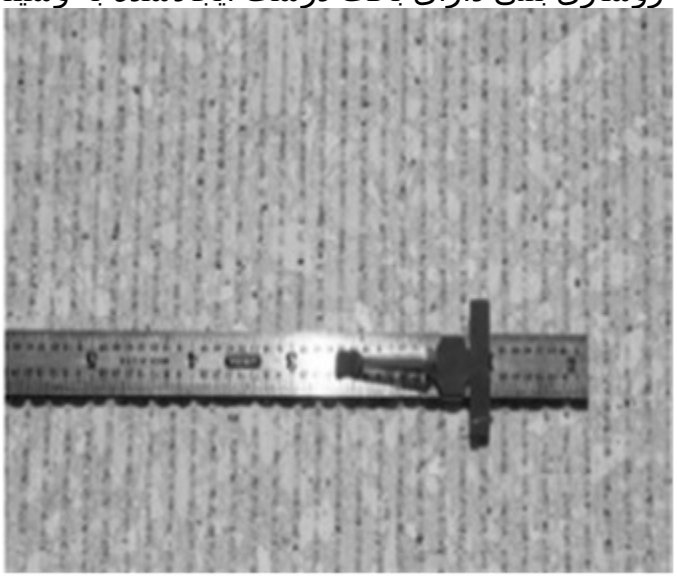
تعمير و نگهداري بزرگراه‌ها ممكن است از روش "تراش سرد" جهت ايجاد يك سطح زبر و خشن براي روكش‌كردن مجدد رويه استفاده كند. آسفالت و يا بتن هنگامي كه روي شيارها ريخته مي‌شود، بهتر به سطح زير آن متصل مي‌شوند. بسياري از مردم روش تراش سرد را با شيارزني الماس اشتباه مي‌گيرند- هنگامي كه روش تراش سرد بر سطح اعمال مي‌گردد، بخش بزرگي از سطح جاده برداشته شده و آسياب مي‌شود و در تركيب آسفالت جديد، به عنوان "مصـالح درشت‌دانه" استفاده مي‌شود. به عبارت ديگر، جاده‌هاي قديمي به عنوان بخشي از آسفالت جديد به درون جاده فرو مي‌روند. شايان ذكر است كه رويه‌هاي تراشكاري شده بسيار زبرتر از رويه‌هاي شيار شده با الماس مي‌باشند. بنابراين، "شيارهاي باراني" براي كمك به جريان آب نيستند بلكه براي كمك به حفظ مقاومت لغزشي براي رانندگي ايمن، كم كردن صداي جاده، طول عمر سطح جاده‌ها و همچنين صرفه‌جويي در هزينه‌ها مي‌باشد.

تراش سرد شامل ماشين‌هاي مجهز به تيغه اره الماس به فاصله نزديك است كه برش‌هاي زهكشي و شيارهاي اصطكاكي را روى سطح جاده‌ها ايجاد می‌کنند. با تراش سرد، 3 الى 10 ميلی‌متر بتن تراشـيده می‌شـود تا يك سطح با عملكرد بالاي سواري ايجاد نمايد. شيارهاي پس از انجام عمليات تراش سرد، سطح بالايي از بافت و اصطكاك را فراهم مي‌كنند- تراش سرد براي بازگرداندن كيفيت و بافت سواري است و شيارزني به طور كلي، كانال‌هاي تخليه آبي را ايجاد مي‌كند كه براي كاهش پديـده هيـدروپلنينگ سطح استفاده مي‌شود. از نظر طراحي، تفاوت اصلي بين تراش‌زني و شيارزني اين است كه فاصله بين شيارها در روش شيارزنی حدود 6 برابر بيشتر از روش تراش سرد است. [10] در شكل 10 نمونه‌هايی از تجهيزات شيارزنی و سـطح شيارزنی‌شـده توسط تيغه فـرز به نمـايش درآمـده است. در شكل 11 نيز نمونه‌ای از سطح شيارزنی‌شده توسط تيغه الماسی نشان داده شده است.





شکل 10- روسازی بتنی دارای بافت درشت ایجادشده به وسیله تیغه فرز



شکل 11- شیارزنی به وسیله تیغه الماسی

12. چکشی کردن رویه بتنی سخت‌شده

فرايند چكشي‌كردن شامل تعدادي از چكش‌هاي كاملاً مستقل كنترل‌شده است كه با ضربه‌زدن بر سطح روسازي به صورت مكانيكي، مقاومت لغزندگی را به سطح باز مي‌گرداند. رويه‌هاي بتني را می‌تـوان با اين روش به صورت مكانيكي زبر كـرد تا مقدار قابل‌توجهي از مقاومت لغزندگی مناسب حاصل گردد. در شکل 12 نحوه چکشی کردن رویه توسط ماشین آلات نشان داده شده است.

شکل 12- چکشی کردن رویه بتنی

احياء رويه به روش چكشي‌كردن يك راه‌حل موثر براي بازگرداندن بافت سطح و مقاومت در برابر لغزندگي است. اين روش بايد همراه با ديگر روش‌ـهاي جوان‌سازي سطحي در نظر گرفته شود. چكشي‌كردن يك روند بسيار آهسته مي‌باشد و براي همه پروژه‌ها كارآمد نيست. در صورت عدم استفاده از ابزار و ماشين‌آلات مناسب مي‌تواند براي محيط زيست آلوده‌كننده و غيردوستانه باشد، نيازمند تجهـيزات خاصی است و در محيط مرطوب قابل‌اجرا نيست.

در اين روش، نوك‌هاي تيزشده چكش‌هـا، مواد زائد بين دانه‌ها را از بين مي‌برند؛ به طوري كه بافت درشت به حالت اوليه خود بازگردانده شده و مقاومت لغزندگی مناسبی دوباره برقرار مي‌گردد. با استفاده از اين روش و با توجه به سختي سنگ‌هايي كه در مخلوط بتن استفاده مي‌شود، می‌توان بافت ريز را به طور موثری ايجاد كرد. اين فرايند بايد طوري انجام شود كه سنگدانه‌ها را در محل خود نگه داشـته و سطح رويه كاملاً حفظ شود تا مقاومت لغزندگی بازسازي گشته و جاده براي مسافران و عابران پياده امن‌تر گردد. سطح تعميرشده می‌تواند همچنان با سطح اطراف خود يكسان باقي بماند و اين تعمير می‌تواند قابل‌تكرار باشد. از آنجايی كه اين يك روش تهاجمي است، در نتيجه بايد دستگاه را طوري تنظيم كرد كه عمليات منجر به متلاشي شدن سنگ‌دانه‌ها نگردد. [11]

13. نتیجه گیری

به دليل قابليت ها و ويزگي هاي فني سيمان، اين ماده در صنعت راهسازي كاربرد گسترده اي دارد. بررسي رويه راه هاي فرعي، اصلي و شرياني اكثر كشورهاي پيشرو و

صنعتي بيانگر توسعه كاربرد روز افزون اين محصول داشته و در بهبود و اصلاح ويژگي هاي مورد انتظار در صنعت راهسازي نقش مؤثري دارد از اين رو ايجاب مي كند با استناد به تجربيات جهاني و امكان سنجي وجود مصالح مناسب، نسبت به گسترش دانش و فناوري ساخت رويه هاي بتني اقدام كرد.

باید توجه داشت که بتن فراگیرترین مصالح ساختماني است که تولید و مصرف آن به طـور فزاینده و جهش‌وار در حـال گسترش است. آمار نشان مي‌دهد که در دنیا حدود 75 درصد از کل انواع مختلف مصالح ساختماني مصرفي در بخش ساختمان و کلیه تاسیسات و سازه‌هاي زیربنایي مانند راه، فرودگاه، سد، مترو، بند، اسکله و غیره را بتن تشکیل مي‌دهد.
با توجه به این که در روسازی‌های بتنی، سطح رویه بعد از اجرا صاف و صیقل می‌شـود و این مورد می‌تواند یکی از معایب روسازی‌های بتنی در جهت کاهش مقاومت لغزندگی باشـد، لـذا می‌تـوان با انجـام روش‌هـایی از قبیل ایجـاد شـیار در رویه بتـنی تـازه و همچـنین ایجـاد بافت‌های درشت‌دانه در سطح رویه‌های بتنی سخت‌شـده و تـازه، مقـاومت لغزنـدگی رویه را افزایش داد. انتخاب روش همیشه باید بر اساس ماهیت اقلیمي خاص خود انجام شود. اکثر روش‌ها را مي‌توان در هر زماني از سال و در شرایط آب‌وهوایي سخت انجام داد. بکارگیري این روش‌ها فقط بهبود در بافت ریز و درشت و یا هر دو را شامل مي‌شود و البته منجر به بهبود شرایط کلي روسازي نمی‌شود. زمـانی که انجـام این روش‌ها قادر به ارائه مقاومت لغزشي مناسب در قطعه روسازي موجود نیسـتند، اجـرای روش‌هـای بازسازي مقاومت لغزندگی یک راهکار موقت محسوب می‌شود. کلیه فرآیندها و تکنیك‌هاي تعمیر و نگهداري بزرگراه‌ها کاملاً وابسته به نیروي متخصص، کیفیت تعمیر و نگهداري موثر و شرایط کارگاه و تجهیزات همراه با آموزش، دانش و مهارت‌هاي مرتبط کارکنان مي‌باشد.

14. مراجع

[1]. Adams, Javon M., and Y. Richard Kim. "Mean profile depth analysis of field and laboratory trafficloaded chip seal surface treatments." InternationalJournal of Pavement Engineering15, no. 7 (2014)

[2]. Ahammed, M. A. and Tighe, S. L. (2008), “Pavement Surface Mixture, Texture, and Skid Resistance: A Factorial Analysis,” Airfield and Highway Pavements: Efficient Pavements Supporting Transportation's Future, pp. 370-384.

[3]. Rasmussen, R.J., “Pavement Surface Texturing and Restoration For Highway Safety”, International Grooving and Grinding Association, Washington D.C., 1974.

]4[. احمد جان محمدی. (1388)،" بررسی تأثیر شیارهای با عمق متغیر بر مقاومت لغزشی سطح رویه" پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس

[5] .Method Statement - PORTLAND CEMENT CONCRETE PAVEMENT.2018

[6] Zhang, J., Liu, G., and Wang, P. (2011), “Skid Resistance of Residential concrete Paving Surface: Skid-resistance and Noise-reducing Characteristics of Exposed-aggregate Cement Concrete Pavement.”

[7]. Sprinkel, M. and Milliron, R. (1991), “Restoring Skid Resistance to Concrete Pavements and Bridge Decks Using a Latex-Modified Portland cement slag slurry,” Transportation Research Record, 1301, pp. 1-5.

[8]. Neal, B.F., Spring, R.J., Woodstorm, J.H., and Spellman, D.L., “Portland Cement Concrete Pavement Texture Quality Investigation” California Department of Transportation, Division of Construction and Research Transportation, Laboratory Research Report, Interim Report, 1975

[9]. Hall, J.W., Smith, K.L., Littleton, p., “Texturing of Concrete Pavements”, NCHRP Project 10-67, Report 634, 2009

[10]. -NCHRP Web Document 53 (Project 6-14), (2002), “Contractor’s Final Report Feasibility of Using Friction Indicators to Improve Winter Maintenance Operations and Mobility

[11]. -Soleymani Kermani, M.R. (1995), “Mechanical Re-Texturing of Road Surface Aggregates, Ph.D. Thesis in the Queen Mary and Westfield College, University of London