

مزایا و معایب روسازی‌های بتنی

زهره عاشوری^۱، مهدی رئیس الواعظین^۲ و علی اکبر رمضانپور^۳

۱- کارشناس واحد بتن و ژئوتکنیک شرکت بلندپایه، تهران

۲- مدیر واحد بتن و ژئوتکنیک شرکت بلند پایه، تهران

۳- عضو هیئت علمی (استاد)، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

apb798@yahoo.com

چکیده

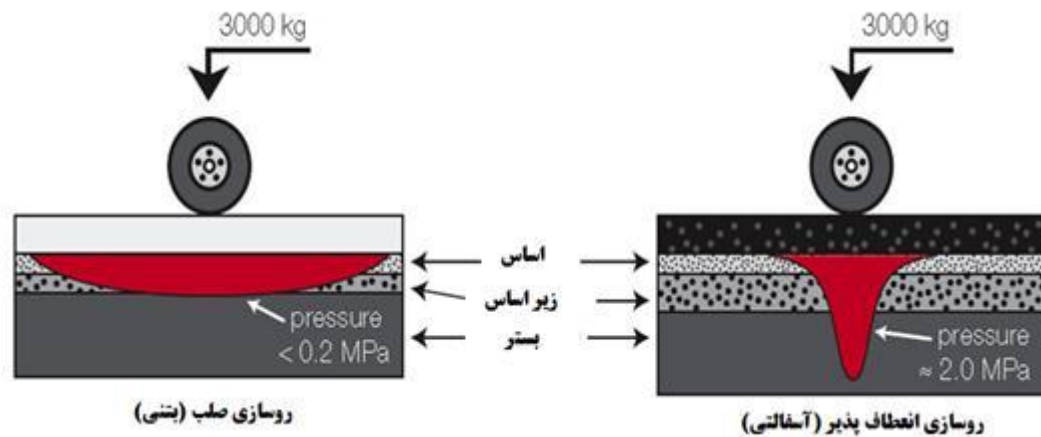
یکی از مشکلات جاده‌ها در مناطق دارای ترافیک توام با توقف و حرکت زیاد؛ نظیر ایستگاه‌های اتوبوس، تقاطعات، باسکول‌ها و آشیانه‌های هواپیما، بروز خرابی‌هایی چون شیارافتادگی، مسیرچرخ، موج زدگی و کناررفتگی است که در عرض چند سال، جاده را از درجه بهره‌برداری ساقط کرده و انجام روسازی را لازم می‌سازد؛ این در حالی است که در روسازی جدید که غالباً در ایران و سایر کشورها، از نوع روسازی آسفالتی است پس از گذشت زمان کوتاهی، همان خرابیها مجدداً ظاهر میشوند. اولین بار در سال ۱۹۹۱، در ایالت لوئیزیانا، کنتاکی آمریکا، روسازی بتنی بسیار نازک بر روی روسازی آسفالتی موجود ساخته شد. اما در کنار مزایای بسیار زیاد این روسازی، فواصل درز بسیار کوتاه (۰/۶ تا ۱/۲ متر)، هزینه ایجاد درز، تعمیر و نگهداری آن، افزایش زمان ساخت و بازگشایی راه، نفوذ بیشتر عوامل جوی، سبب کاهش سهولت رانندگی و تا حدی کاهش دوام روسازی می‌شود. در روسازی‌های بتنی استفاده از پودر سرباره کوره آهنگدازی به جای ۲۵٪ سیمان، به تراکم و غیرقابل نفوذ کردن بتن و سنگدانه‌های آهکی به کاهش تبادلات حرارتی بتن با محیط کمک میکند؛ الیاف پلی پروپیلن در بهبود مقاومت کششی، انعطاف پذیری و انسجام بتن، پس از ترک خوردگی تاثیر بسزایی دارد. صرف کمی هزینه بیشتر برای اجرای روسازی بتنی که عملکرد خود را بطور مطمئن در طول عمر واقعی طرح خود حفظ میکند و مزایای بیشمار دیگری دارد، به طور قطع در طولانی مدت، به نفع استفاده کنندگان از راه و سازمانهای مسئول خواهد بود.

کلمات کلیدی: روسازی بتنی، روسازی آسفالتی، خرابی روسازی.

۱- مقدمه

اصولاً روسازی‌ها به دو دسته انعطاف پذیر و صلب تقسیم می‌شوند. روسازی‌های انعطاف پذیر به روسازی‌هایی اطلاق می‌شود که سطح آنها با آسفالت یا مصالح قیری پوشش شده باشد. علت استفاده از واژه‌ی انعطاف پذیر در این نوع روسازی، خمش و تغییر شکل سازه‌ی روسازی تحت بارهای ترافیکی می‌باشد. از سوی دیگر روسازی صلب به آن دسته از روسازی‌ها گفته می‌شود که لایه‌ی سطحی آن از بتن تشکیل شده باشد. چنین روسازی‌هایی به علت بالا بودن مدول الاستیسیته‌ی مصالح بتن به مراتب سختتر از روسازی انعطاف پذیر می‌باشند. علاوه بر این، این نوع روسازی‌ها می‌توانند مسلح به فولاد باشند که عموماً به منظور کاهش یا حذف درزها استفاده می‌شوند.

نحوه‌ی توزیع بار در بستر زمین در روسازی صلب با انعطاف پذیر متفاوت می‌باشد. در روسازی صلب به علت بالا بودن مدول الاستیسیته (سختی) بتن، تمایل به پخش بار بر روی سطح نسبتاً گسترده تری می‌باشد. دال بتنی بیشتر ظرفیت سازه‌ای را در روسازی بتنی تامین می‌کند. در روسازی انعطاف پذیر از لایه سطحی به مراتب نرم تر استفاده می‌شود و بار در یک سطح کوچکتر استفاده می‌شود. در این نوع روسازی از چندین لایه‌ی مرکب برای انتقال بار به سطح بستر زمین استفاده می‌شود.



شکل ۱- انواع روسازی‌ها

در ایران به علت وجود منابع عظیم از جمله قیر اکثر روسازی‌های اجرا شده از نوع آسفالتی می‌باشند. علاوه بر این استفاده طولانی مدت از این ماده و در نتیجه داشتن تجربه کافی برای اجرای این نوع از ساخت راه و همچنین ارائه نشدن گزینه‌های جایگزین، از عوامل دیگر موثر جهت استفاده از این روسازی‌های آسفالتی در کشور می‌باشد ولی با توجه به افزایش قیمت نفت و با در نظر گرفتن کاهش منابع طبیعی نفت خام و از همه مهمتر با توجه به معایب ساخت روسازی‌های آسفالتی از جمله تغییر خواص روسازی‌های آسفالتی با تغییر دما، تابش آفتاب و دماهای بالا در مناطق گرمسیری، بارگذاری‌های ترافیکی بیش از برآورد و در نظر گرفتن خاصیت انعطاف پذیری آسفالت باعث به وجود آمدن موجهای طولی و عرضی و تغییر شکل‌های دائم و خرابی‌های متعدد در روسازی می‌گردد. همچنین عدم اجرای صحیح لایه‌های آسفالتی و نبود قیر با مشخصات مناسب نه تنها کیفیت راه جهت عبور و مرور وسایل نقلیه را کاهش می‌دهد بلکه منجر به آسیب رسیدن و کاهش طول عمر سایر قشرهای روسازی و زیرسازی می‌گردد، از این رو اجرا و نگهداری روسازی‌های آسفالتی دقت خاصی می‌طلبد. بدین جهت روش روسازی بتنی در دنیا به عنوان روش و محصولی مناسب در حال جایگزینی به جای روسازی‌های آسفالتی مطرح گردیده است. اجرای روسازی راه‌ها به صورت بتنی یکی از راه‌های جذب سیمان در صنعت راهسازی است. با توجه به عمر روسازی بتنی که حداقل ۴۰ سال برآورد می‌شود هزینه‌های تعمیر و نگهداری را به شدت کاهش می‌دهد. همچنین با توجه به قابلیت اجرای بتن در شرایط دمایی و رطوبتی مختلف برای اقلیم ایران مناسب است و سرعت اجرای پروژه‌ها را مخصوصاً در نقاط سردسیر یا بارانی که فصل کاری کمتر از ۶ ماه است افزایش می‌دهد.

۲- تاریخچه روسازی

تاریخ استفاده از روسازی بتنی به راه‌های ساخته شده در امپراطوری روم و ایران برمی‌گردد. آنها بلوک‌های پوششی که به ندرت برای این کار مناسب بودند را بر روی اساس دانه‌ای قرار می‌دادند. استفاده از رویه‌های سنگی به عنوان روسازی در قرون هفدهم، هجدهم و نوزدهم در ایران و اروپا رواج داشت. آداب و رسوم قدیمی و چند هزار ساله استفاده از سنگ فرش مانع از گسترش سریع روسازی بتنی بود. تا اینکه در قرن بیستم نوع جدید این روسازی‌ها که از جنس بتن با یک رواداری دقیق به منظور حصول اطمینان از قفل شدگی بود، ساخته شد. در هلند، در اواخر سال ۱۹۴۰ میلادی پوشش‌های بتنی توسعه پیدا کرد و جایگزین آجرهای رسی که برای فرش کردن خیابان‌ها استفاده می‌شد، گردید.

ورود رویه‌های بتنی از نوع بلوک‌های قفل‌شونده به آمریکای شمالی در سال ۱۹۷۰ میلادی بوده است. در آمریکا این رویه‌ها را به طور موفقیت آمیز در تعدادی از مناطق مسکونی، تجاری، تسهیلات شهری نظیر پیاده‌روها و خیابان‌ها، بندر و فرودگاه‌ها به کار برده شده است. در کانادا درصد کوچکی از بزرگراه‌ها از پوشش بتنی استفاده می‌کنند. ایالت Quebec کانادا بیشترین مقدار از جاده‌های بتنی (چیزی در حدود ۴ درصد) را در کانادا به خود اختصاص داده است. باید به این نتیجه رسید که استفاده از جاده‌های بتنی فقط منافع اقتصادی و زیست محیطی را در بر نمی‌گیرد بلکه چیزی فراتر از این منافع می‌باشد.



شکل ۲- اجرای روسازی بتنی

۳- روسازی‌های بتنی در مقایسه با آسفالتی

با توجه به حجم تولید سیمان در کشور و کمبود قیر و همچنین قیمت‌های سیمان و قیر، استفاده از جاده‌های بتنی نسبت به جاده‌های آسفالتی از نظر اقتصادی مقرون به صرفه است. با توجه به افزایش سطح تولید سیمان در کشور و روند رو به افزایش آن و توجه به اینکه امکان صادرات کامل محصول مازاد سیمان کشور به سهولت میسر نیست، لازم است در زمینه کاربردهای جدید سیمان در کشور بازناندیشی نماییم تا بتوانیم برای سیمان اضافی موجود در بازار در حال و آینده زمینه مصرف مناسبی را فراهم آوریم.

یکی از زمینه‌های کاربرد پر مصرف سیمان، که در کشور ما از آن استفاده نشده است، کاربرد در جاده‌سازی و به عبارت دیگر احداث جاده‌های بتنی است. با توجه به عملکرد نامناسب آسفالت در بسیاری از جاده‌های کشور به نظر می‌رسد مطالعه و بررسی در این زمینه ضروری باشد. افزایش دور از انتظار بهای قیر از یک سو و ارزانی و فراوانی سیمان از سوی دیگر، فکر و زمینه جایگزینی روسازی‌های آسفالتی را با روسازی‌های بتنی را فراهم نموده است. متأسفانه در کشور ما ایران، در تمام سالهای سازندگی، بعلاوه کمبود و گرانی سیمان و همزمان ارزانی و فراوانی قیر و گازوئیل، همراه با سهولت اجرا، باعث

گردید عملاً فقط آسفالت را تنها به کار بگیریم. اما واقعیت این است که راه سازی، بدون استفاده از بتن و سنگدانه (شکسته و یا شکل داده) ناقص و فاقد کارایی است.

اما در کنار مزایای بسیار زیاد این روکش، فواصل درز بسیار کوتاه آن (۰/۶ تا ۱/۲ متر)، هزینه ایجاد درز، تعمیر و نگهداری آن، افزایش زمان ساخت و بازگشایی راه، نفوذ بیشتر عوامل جوی، کاهش همواری رانندگی و تا حدی کاهش دوام روسازی را موجب می‌شود. تحقیقات حاکی از اینست که استفاده از پودر سرباره کوره آهن گدازی به جای ۲۵٪ سیمان، به تراکم و غیرقابل نفوذ کردن بتن و استفاده از سنگدانه های آهکی به کاهش تبدلات حرارتی بتن با محیط کمک میکند؛ الیاف پلی پروپیلن در بهبود مقاومت کششی، انعطاف پذیری و انسجام بتن، پس از ترک خوردگی تأثیر بسزایی دارد و در نهایت روکشی با چنین مشخصات، قادر است فواصل درزی بیش از ۷/۶۲ متر که در برابر فواصل متداول آن بسیار قابل ملاحظه است را تأمین نماید.

همانطور که میدانیم روسازی آسفالتی به دلایلی از قبیل تولید سروصدای کمتر، زمان کوتاهتر برای بازگشایی به ترافیک و هزینه ساخت کمتر، در ایران بسیار متداول است؛ اما از آنجا که روسازی آسفالتی، انعطاف پذیر است (رفتار ویسکوالاستیک دارد)، مشکلاتی از قبیل شیارافتادگی مسیر چرخ، کناررفتگی و موج زدگی را نشان میدهد. همچنین روسازیهای انعطاف پذیر باعث تمرکز تنش در نزدیکی بار میشوند؛ در تقابل با اینکه تنشها در زیر لایه های سخت نظیر بتن، پخش میشود و بدون شک، تنشهای کم منتقل شده به واسطه لایه بتن روی اساس و بستر روسازی، در کم کردن یا حذف تغییر شکل روسازی در چنین لایه هایی موثر است. امروزه چنین روکشهای بتنی بر روی روسازیهای آسفالتی با هیچ یا کمی مرمت، برای بیش از ۳۰ سال، به خوبی عمل میکنند. به دلایلی که در بالا ذکر شد، هر ساله هزینه های کلانی صرف مرمت روسازیهای آسفالتی بویژه در نقاط دارای ترافیک سنگین یا وضعیت نامطلوب جوی میشود؛ در حالی که در روکش جایگزین شده به منظور درمان خرابی، ظرف کمتر از چند سال، مشکلات قبلی مجدداً ظاهر میشوند. به طور کلی حتی ثروتمندترین کشورها نیز منکر هزینه های نه چندان معقولی که صرف مرمتهای پی در پی روسازیها خصوصاً از نوع آسفالتی میشود، نیستند؛ در حالی که معضلهای حل نشده بسیاری وجود دارد که اگر هزینه یک بار روکش کردن، پس انداز شود، با آن بودجه، به آسانی قابل حل هستند. یکی از ضعفهای روکش بتنی یا به طور کلی، روسازی بتنی، درزدار بودن آن است. درزهایی که در بتن، برای ممانعت از ترک خوردگی و تحمیل محل ترکها، ایجاد میشود، هزینه بر است و نیازمند نگهداری است؛ علاوه بر آن، پر واضح است که وجود چنین درزهایی از کیفیت رانندگی میکاهد و از عمر بتن به موجب نفوذ آب، خاک و مواد زیان آور، از طریق درزها، کاسته میشود و در نتیجه وجود درز تهدیدی برای دوام روکش محسوب میشود؛ بنابراین تلاش در حذف این درزها، بسیار با اهمیت و پرمفعت است.

۴- دوام روسازی های بتنی

۴-۱- نفوذپذیری

عموماً پتانسیل دوام بتن را با کاهش نفوذپذیری افزایش می دهند. نفوذپذیری بتن به معنای نفوذ مایعات به درون آن است و با افزایش مصالح سیمانی هیدراته، کاهش نسبت آب به سیمان و استفاده از پوزولان های طبیعی کاهش می یابد. نفوذپذیری با مفهوم تخلخل تفاوت بسیاری دارد. در واقع تخلخل معیاری از تعداد فضاهای خالی جدا از هم در بتن می باشد. چنانچه تخلخل بتن زیاد بوده، فضاها بهم متصل باشند و امکان نفوذ و تراوش نیز وجود داشته باشد، نفوذپذیری افزایش می یابد. استفاده از سیمان های مکمل مناسب و کاهش نسبت آب به سیمان در کاهش میزان نفوذپذیری بسیار قابل ملاحظه می باشد.

۴-۲- مقاومت در برابر یخبندان

یکی از مهم ترین شاخص های مؤثر در دوام بتن، مقاومت آن در برابر شرایط یخ زدن - آب شدن است که می تواند به تنهایی علت بروز ۶۷ درصد خرابی های منشاء دوام در روسازی های بتنی سطوح گردد. عمل یخ زدن از مهم ترین مسائل پایایی سازه های بتنی در شرایط آب و هوایی سرد است.. آب خالص در دمای صفر درجه سانتی گراد تحت فشار اتمسفر نرمال یخ می زند. همان طور که آب در منافذ موئینه یخ می زند، یخ شکل گرفته، آب درون حفره های یخ زده را فشرده می سازد. اگر آب بتواند به فضای اشغال نشده راه یابد، فشار هیدرولیکی آزاد می شود. هر چند اگر فاصله تا فضای خالی خیلی زیاد باشد و فشار

هیدرولیکی توانایی آزادسازی را پیدا نکند، فشار آب، منافذ را توسعه خواهد داد که این موضوع باعث ایجاد تنش‌های کششی در محدوده خمیر بتنی خواهد شد. عوامل دیگر مؤثر بر مقاومت بتن در برابر عمل یخ‌زدگی شامل درجه اشباع بتن، کیفیت سنگ دانه‌ها، نسبت آب به مواد سیمانی و وضعیت عمل‌آوری بتن است. برای بهبود مقاومت یخ‌زدگی بتن‌های دارای مقاومت معمولی، ماده افزودنی هوازا به مخلوط بتن اضافه می‌گردد. در حین این که حباب هوای اجباری مقاومت در برابر یخ‌زدگی را افزایش می‌دهد، همچنین اغلب باعث کاهش مقاومت بتن نیز می‌گردد.

همچنین محققان به بررسی اثرات استفاده از نانوذرات اکسید سیلیسیوم (نانوسیلیس) و اکسید آلومینیوم (نانوآلومین) بر خواص مکانیکی و دوام بتن، فرسایش زود هنگام بتن و کاهش مقاومت آن در مناطق سردسیر پرداختند. استفاده از نانو سیلیس و نانو آلومین در بتن، منجر به ایجاد ساختاری متراکم تر در آن می‌شود، این ساختار ناشی از خاصیت ریزپرکنندگی نانو مواد است، از طرفی، در اثر هیدراتاسیون سیمان، آهک آزاد می‌شود، نانو مواد با آهک آزاد شده واکنش داده و ژل سیلیکات کلسیم را، که مقاومت بالایی دارد، ایجاد می‌کنند. وی بیان کرد: ساختار متراکم تر بتن باعث می‌شود که بتن در مجاورت با رطوبت، آب کمتری جذب کرده و در دوره انجماد، مقدار کمتری یخ در منافذ آن تشکیل شود، به عبارتی آسیب کمتری به آن وارد می‌شود، همچنین نانو مواد با افزایش مقاومت فشاری و کششی بتن (که درصدی از مقاومت فشاری است)، باعث افزایش مقاومت بتن در برابر انجماد آب و انبساط ناشی از تغییر حجم آن می‌شوند.

۴-۳- مقاومت در برابر سولفات

وجود مقادیر زیاد سولفات در آب یا خاک در طی چند سال می‌تواند موجب شکل‌گیری تهاجم سولفات به بتن گردد. سولفات‌ها از طریق واکنش با ترکیبات تری کلسیم آلومینات هیدراته در خمیر سیمان سخت شده و با به جای گذاشتن نمک‌ها به بتن آسیب می‌رسانند. افزایش فشار کریستال این واکنش‌های انبساطی می‌تواند خمیر سیمان را دچار گسیختگی نموده و در نتیجه باعث بروز ترک خوردگی‌ها و جداشدگی در بتن می‌شوند. مقاومت در برابر سولفات‌ها با کاهش نفوذپذیری بتن و کاهش عوامل واکنش‌پذیر که برای واکنش انبساطی سولفات مورد نیاز هستند قابل دستیابی است.

۴-۴- واکنش‌های قلیایی - سیلیسی

واکنش‌های قلیایی - سیلیسی به سبب بروز یک واکنش شیمیایی بین برخی کانی‌های مصالح سنگی و آب درون حفرات با قابلیت بالا (PH) زیاد صورت می‌پذیرد. برای جلوگیری از واکنش‌های مخرب قلیایی - سیلیسی، باید از مصالح واکنش‌ناپذیر استفاده کرد یا حداقل مصالح واکنش‌پذیر و واکنش‌ناپذیر را با یکدیگر ترکیب نمود. در صورتی که استفاده از مصالح واکنش‌پذیر اجتناب‌ناپذیر باشد، می‌بایست با استفاده از سیمان پرتلند با مواد قلیایی کمتر از ۰/۶ درصد و یا ترکیب سیمان با مواد پوزولان و سرباره‌ها از میزان این انبساط کاست.

۴-۵- مقاومت سایشی

مصالح سنگی درشت دانه تأثیر بسزایی بر مقاومت سایشی دارند. برای ایجاد مقاومت لغزشی مناسب در روسازی حداقل باید ۲۵ درصد از مصالح سنگی ریزدانه از سیلیس باشند. افزایش مقاومت فشاری، مقاومت سایشی را افزایش می‌دهد.

۴-۶- ترک خوردگی زود هنگام

هنگامی که تنش کششی از مقاومت کششی بتن بیشتر باشد بتن دچار ترک خوردگی خواهد شد. ترک‌هایی که قبل از عبور ترافیک در بتن ایجاد شوند، ترک‌های زود هنگام ایجاد می‌شوند.

ترک‌های ثانویه به علت بروز برخی از مکانیسم‌ها از جمله اعمال بارهای ناشی از عبور ترافیک و خرابی‌های مربوط به مصالح (به مقاومت یخ‌ندان، مقاومت در برابر سولفات و واکنش‌های قلیایی - سیلیسی) به وقوع می‌پیوندد.

اصلی‌ترین سبب ترک‌های زود هنگام انقباض حرارتی و انقباض ناشی از خشک شدن هستند. ترک‌های حرارتی معمولاً در روز اول مشاهده می‌شوند ولی ترک‌های ناشی از خشک شدن در طی زمان بیشتری نمایان خواهند شد. برای جلوگیری از هجوم مایعات مهاجم و مواد تراکم‌ناپذیر باید آنها را درزگیری نمود [۱].

۵- خرابی روسازی‌های بتنی

برای تعمیر و نگهداری روسازی‌ها، شناخت خرابی، علت وقوع و راه‌های پیشگیری از وقوع و مقابله با خرابی‌ها در انتخاب گزینه‌های تعمیر حائز اهمیت است. دلایل عمده خرابی‌ها عبارتند از:

۵-۱- شکستگی بلوکی دال

در این نوع از خرابی، دال به وسیله ترک‌هایی به چند تکه تقسیم می‌شود که علت آن بارگذاری بیش از اندازه یا ضعف تکیه گاهی است. برای تعمیر دال بسته به وسعت ترک، باید ترک‌ها پر شوند و یا دال‌ها تعویض شوند.

۵-۲- پلکانی شدن

پلکانی شدن در صورت بروز اختلاف ارتفاع در دو سمت درز یا ترک رخ می‌دهد. از مهمترین عوامل پلکانی شدن، پمپاژ و خروج مصالح زیر دال به شمار می‌آید. همچنین عواملی چون نشست بستر و تاب برداشتن دال نیز می‌تواند موجب بروز این خرابی شوند.

۵-۳- خرابی درزگیر

آسیب دیدگی بخش آب بند شده درز به وضعیتی اطلاق می‌شود که موجب انباشته شدن خاک یا سنگریزه در درون درزها گردد یا اجازه نفوذ قابل ملاحظه آب به داخل درز داده شود. انباشت مواد تراکم‌ناپذیر مانع از منبسط شدن دال می‌گردد و ممکن است به کمانش، خردشدگی و پکیدگی بیانجامد. در این شرایط استفاده از یک پرکننده انعطاف‌پذیر که با لبه‌های دال پیوستگی داشته باشد، درزها را در مقابل انباشت مواد محافظت کرده و از نفوذ آب به پایین و سست شدن خاک بستر تکیه‌گاه دال جلوگیری می‌نماید. برای تعمیر آن باید درزها مجدداً پر شوند.

۵-۴- صیقلی شدن دانه‌ها

این خرابی‌ها در اثر تکرار بارگذاری ترافیکی بوجود می‌آیند. زمانی که سطح دانه‌های موجود در سطح روسازی صاف شده باشند، چسبندگی آنها با چرخ‌های وسیله نقلیه به طور قابل توجهی کاهش پیدا می‌کند. هنگامی که درصد سنگدانه‌هایی که از سطح روسازی بیرون می‌زنند اندک باشد، بافت روسازی نمی‌تواند سبب کنترل سرعت وسایل نقلیه گردد. برای تعمیر چنین حالتی باید سطوح بتنی را روکش نمود.

۵-۵- خرابی‌های مربوط به واکنش‌های سنگدانه

بروز ترک‌های الگوی یا نقشه‌ای روی سطح دال بتنی، ناشی از واکنش سنگدانه‌ها است. این ناهمواری نشان‌دهنده کیفیت ضعیف سنگدانه‌ها است.

۵-۶- ترک خوردگی انقباضی

ترک‌های انقباضی به ترک‌های مویی شکلی گفته می‌شود که به علت انقباض در طول گیرش و عمل‌آوری بتن شکل می‌گیرند. این ترک‌ها غیرقابل اجتناب بوده و در عمق دال گسترش پیدا نمی‌کنند. این ترک‌ها حتماً باید آب‌بندی شوند [۱].

۶- موارد کاربرد رویه‌های بتنی

- در راه‌های واقع در مناطق گرمسیر بخصوص دارای حجم ترافیک سنگین و در شیب‌های تند در قسمت‌هایی از مسیر راه یا باند فرودگاه که مقاومت بستر آن ضعیف است.
- در تقاطع‌ها و میادین که نیروهای شدید برشی ناشی از ترمز به روسازی راه وارد می‌شود.
- در مناطقی که دسترسی به مصالح شن و ماسه و معادن سنگ مناسب و سخت کم می‌باشد.
- در مناطقی که فاصله حمل و هزینه حمل مصالح سنگی به محل کار غیراقتصادی است.
- در ابتدا و انتهای باندهای فرودگاه، تاکسی‌روها و ایرونها استفاده از رویه بتنی ارجحیت دارد.
- در جاهایی که سطح آب زیرزمینی بالا می‌باشد.
- در جاهایی که بارهای سنگین استاتیکی (مانند ترمینال‌های اتوبوس و پارکینگ فرودگاه و ...) وارد می‌شود.

۶-۱- مزایای روسازی بتنی

- عمر بهره‌برداری بالاتر روسازی بتنی نسبت به روسازی آسفالتی؛ به طوری که این نوع روسازی‌ها دارای عمر بهره‌برداری به میزان حداقل ۲ برابر عمر روسازی‌های آسفالتی می‌باشند.
- فاقد تغییرات شکلی دائمی نظیر شیار افتادگی می‌باشد.

- هنگام ترمز گرفتن جمع یا فنیله نمی شود.
- در هوای گرم و بسیار گرم روان و نرم نمی شود.
- در زیر بار های استاتیک جای چرخ وسایل نقلیه ایجاد نمی شود.
- از مقاومت خزش بسیار بالای برخوردار می باشد.
- در سرازیری یا سربالایی دچار جمع شدگی و شیار افتادگی نمی گردد.
- در اثر ریزش سوخت منجر به تخریب لایه و حل شدن ماده چسبنده نمی گردد.
- در اثر پارک نمودن وسایل نقلیه در مدت زمان کوتاه یا بلند تغییر شکل نمی دهد.
- در هنگام شب قابلیت رویت بسیار مناسبتری در اثر انعکاس نور از خود نشان می دهد.

۶-۲- معایب روسازی بتنی

مهم ترین معایب روسازی های بتنی عبارتند از:
اجرای تعمیرات و عملیات ترمیم در روسازی بتنی مشکل تر است.
دانش فنی و تجربه ساخت روسازی های بتنی در مقایسه با روسازی آسفالتی بسیار کمتر است.
وجود درزها از نقاط ضعف رویه های بتنی محسوب شده و در صورت اجرای ضعیف باعث بروز خرابی می گردد.
وجود کیفیت سواری پایین تر این نوع روسازی نسبت به روسازی آسفالتی به جهت وجود سطح زبرتر و همچنین درزهای عرضی (در صورت طراحی به روش ناپیوسته ها

۷- انواع درزها در روسازی های بتنی

درزهای انقباضی عرضی: درزهای اجرایی عرضی در انتهای خطوط عمود بر جهت روسازی اجرا میشود. به منظور انقباض بتن در نظر گرفته می شود و در دو صورت استفاده از میله گرد انتظار (dowel bar) و یا بدون آن طراحی و اجرا می گردد.
درزهای طولی: درزهای اجرایی طولی مابین خطوط روسازی مجاور در راستای روسازی ایجاد میشود. وجود آن به دلیل مشکلات اجرایی و ترافیکی غیرقابل اجتناب بوده و باید توسط میله گردهای عرضی (tie bar) دو طرف درز به یکدیگر متصل گردند.
درزها انبساطی: به منظور انبساط ناشی از افزایش دمای هوا، اجرا می گردد.
درزها اجرایی: با توجه به محدودیت امکانات و زمان به جهت اجرای پیوسته بتن ریزی تعبیه می گردد.
معمولاً در طراحی و اجرای روسازی بتنی، درزها به گونه ای طراحی می گردند تا هر درز یک یا چند وظیفه فوق را بطور همزمان انجام دهد [۲].

۸- روش های اجرای روسازی بتنی

دو شیوه رایج ساخت روسازی بتنی عبارت اند از: ساخت روسازی با قالب لغزان و ساخت روسازی با قالب ثابت. هر کدام از این روش ها مزایا و معایب خاص خود را دارد و بسته به هر پروژه یکی از این روش ها انتخاب می گردد. البته اغلب از روش قالب لغزنده استفاده می شود اما ساخت به روش قالب ثابت یا به اصطلاح ((کاردستی)) در بعضی مواقع اجتناب ناپذیر است.

۸-۱- ساخت روسازی به روش قالب لغزنده

ساخت روسازی به روش قالب لغزنده یعنی، قوام آوردن، شکل دادن بصورت هندسه مسیر و تسطیح سطح روسازی با دستگاه اتوماتیک بر روی بتنی که حالت خمیری دارد. در این روش کلیه عملیات قوام آوری و مسطح کردن درون دستگاه ((پیور)) صورت می گیرد.

با استفاده از روش قالب لغزان می‌توان حجم زیادی از روسازی بتنی را اجرا نمود و به سطح هموار قابل قبولی دست یافت. البته بتن مورد استفاده در این روش باید دارای اسلامپ بسیار پایینی باشد. روش قالب لغزان قابلیت اجرای تا ۶/۱ کیلومتر در روز را دارد.

۸-۲- اجرای روسازی با استفاده از قالب ثابت

در بسیاری از پروژه‌های کوچک استفاده از دستگاه ((پور)) از نظر اقتصادی بصره نمی‌باشد. لذا لازم است اطلاعات اجرایی روسازی به روش دستی را کسب نمود. برای ایجاد مناسب درزها ابتدا دال‌ها یکی در میان اجرا می‌شوند تا بتوان دال‌ها در مکان‌های مناسب قرار داد. بعد از آن که بتن قسمت‌های فرد عمل‌آوری شد، قسمت‌های زوج اجرا می‌گردند.

۱۰- روکش بتنی

روکش بتنی جهت تعمیر و نوسازی روسازی بتنی، آسفالتی به کار می‌رود. روکش بتنی متشکل از سنگدانه‌های آهکی (با درشت دانه بیشتر)، سیمان با ۲۵٪ سرباره، افزودنی فوق روان کننده (به میزان ۰/۲ درصد وزن سیمان)، افزودنی هوازا (به مقدار ۰/۱ درصد وزن سیمان) و الیاف (به میزان ۵ کیلوگرم در هر مترمکعب بتن) بر روی روسازی آسفالتی متداول که پس از خرد کردن و برداشتن لایه آسفالتی مضمحل، حداقل دارای ۷/۵ سانتیمتر آسفالت سالم باشد، می‌تواند با فاصله درز ۷/۶۲ متر به خوبی برای مدت ۲۰ سال مورد بهره‌برداری قرار گیرد و با عملکرد و دوام عالی در مقایسه با سایر روکشها (از جمله آسفالتی که نهایتاً چند سال دوام دارد) مشابه روکشهای بتنی معمولی، با فواصل درز بلندتر با قابلیت اطمینان بالا بارگذاری شود؛ به خصوص در نقاطی که به دلیل مشکلاتی از قبیل توقف و حرکت مداوم وسائط نقلیه، مسئولین پیوسته با مشکل خرابی روکش آسفالتی به دلیل مشکلاتی از قبیل شیارافتادگی مسیر چرخ، موج زدگی و کناررفتگی روبرو هستند؛ اما به طور کلی نتایج، با توجه به تحلیلهایی که صورت گرفت، به شرح زیر می‌باشد:

استفاده از پودر سرباره کوره آهنگدازی به جای ۲۵٪ سیمان، در UTW بسیار مفید و موثر است. استفاده از سنگدانه‌های آهکی به عنوان مصالح سنگی در UTW، درعین کاهش تبادلات حرارتی بتن با محیط، از مقاومت آن نمی‌کاهد، بلکه عملکرد آنرا هم بهبود می‌بخشد؛ استفاده از الیاف پلی پروپیلن نقش بسزایی در افزایش انعطاف پذیری و نرمی بتن، مقاومت کششی و انسجام آن پس از ترک خوردگی و بنابراین کمک به UTW برای حفظ عملکرد خود با وجود فواصل بیشتر درز دارد؛ بتن ساخته شده با این مشخصات، قابلیت افزایش فواصل درز به بیش از ۷/۶۲ متر را دارد که نسبت به فواصل متداول درز UTW بسیار قابل ملاحظه است؛ بتن ساخته شده با این مشخصات، عملکرد خود را تا پایان عمر طرح با قابلیت اطمینان بسیار بالا حفظ میکند و نتایج نرم افزاری بیانگر این مطلب است که پس از این زمان نیز روسازی قابل بهره‌برداری و دارای عملکرد بسیار خوبی است؛ هزینه به ظاهر بیشتر ساخت UTW نسبت به روکش متداول آسفالتی در برابر مزایای بیشمار این روکش، از جمله قابلیت باربری بالای آن بدون تغییر شکلهایی از جمله شیار افتادگی مسیر چرخ، موج زدگی و کناررفتگی، صرفهجویی در روشنایی جاده، انتقال حرارت کمتر، طول عمر بیشتر به همراه عملکرد بهتر و قابلیت تعمیر پانلهای بدون جایگزین کردن کل روکش، تحمل ترافیک توام با توقف و حرکت زیاد که غالباً برای روسازیهای مشکل ساز است و تنها نشان دادن ترکهای گوشه‌های و میان دالی به جای انبوه خرابیهای سازه‌های و غیرسازه‌های معمول در روکشهای آسفالتی در طول عمر بهره‌برداری، نه تنها از ارزش و صرفه اقتصادی آن نمی‌کاهد، بلکه اذهان را به این سمت میرود که صرف کمی هزینه بیشتر برای اجرای روکشی که عملکرد خود را بطور مطمئن در طول عمر واقعی طرح خود حفظ میکند و مزایای بیشمار دیگری دارد، به طور قطع در طولانی مدت، به نفع استفاده کنندگان از راه و سازمانهای مسئول خواهد بود.

نتیجه‌گیری

با توجه به مشکلات روسازی‌های آسفالتی در محورهای سنگین در مناطق گرمسیر- که اغلب دارای ناهمواری، موج‌های بلند و متوالی و گاهی شکستگی است کاربرد دال بتنی به عنوان لایه مقاوم و بادوام، باعث رفع مشکلات مزبور و کاهش دوره تعمیرات نیز خواهد شد. با وجود قابلیت‌های این روسازی، مشکلاتی نیز در بخش‌های مختلف طراحی و اجرایی آن وجود دارد. به طور کلی می‌توان گفت که عدم استفاده از روسازی‌های بتنی می‌تواند از عدم شناخت و طراحی صحیح آن‌ها ناشی شود. وجود منابع عظیم نفتی در ایران، تجربه بالای کادر اجرایی در روسازی‌های آسفالتی و عدم شناخت کافی از روسازی بتنی سبب عدم استفاده از این نوع روسازی گردیده است. اما با توجه به افزایش شدید قیمت قیر و کاهش قیمت سیمان و افزایش تعداد کارخانه‌های

سیمان و به تبع آن کاهش فاصله ی حمل و همچنین طول عمر بیشتر این نوع روسازی نسبت به روسازی آسفالتی، اذعان به سوی روسازی های بتنی معطوف گشته است.

روسازی بتنی از بهترین مواد قابل بازیافت در جهان است. به عنوان مثال، بتن بازیافتی می تواند به عنوان مصالح اساس استفاده شود و یا قطعات بزرگتر آن می تواند در انجام سنگریزی ها استفاده شود (جلوگیری از فرسایش خاک و به عنوان مانع در رودخانه ها). همچنین بتن به واسطه ی آنکه رنگ روشن تری نسبت به آسفالت دارد و همچنین بیشتر نور را بازتاب می دهد باعث می شود که دما پایین تر باشد.

مراجع

- [۱] مقدس نژاد، ف.، بهشتی شیرازی، ی. (۹۵). "روسازی بتنی"
- [۲] مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی. (خرداد۹۳). "دستورالعمل اجرایی و کنترل کیفی روسازی های بتن غلطکی". ماهنامه علمی – تخصصی فن آوری سیمان ، شماره ۷۲، صفحه ۴۰.