مجله پژوهش های معاصر در علوم و تحقیقات
سال اول، شماره ۳، مهر ۱۳۹۸
ISSN: ۷٦۷٦-٥۷٦٤
www.jocrisar.ir

بررسی تاثیرات زیبا سازی اماکن عمومی و نقش آن بر محیط زیست

محمد شریفی نیا [۱]

[۱] کارشناسی ارشد معماری دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر،ایران اهر

چکیده

در طراحی روسازی های مدرن سه دسته بندی از نظر ساختاری وجود دارد. روسازی های انعطاف پذیر که از بتن سیمانی-آسفالتی تشکیل شده است، روسازی صلب که متشکل از بتن سیمان پرتلند است، و سنگ فرش های بتنی به هم پیوسته. در اکثر برنامه های کاربردی در روسازی ها، از مخلوط متراکم برای جاده و پارکینگ ها استفاده می شود. روسازی متخلخل، نوآوری در حال ظهور است که برای جاده ها با حجم کم ترافیک و پارکینگ ها به عنوان یک روش جایگزین برای مدیریت فاضلاب های سطحی و یا بهترین روش مدیریت ساخته می شود و کاربرد دارد. روسازی هایی که به طور سنتی طراحی شده اند به آب اجازه می دهد تا در امتداد سطح جریان یابد و به سمت حوضه آبریز یا گودال ها در کنار جاده ها و یا پارکینگ وجود دارند، تخلیه شود. روسازی متخلخل این تفاوت را دارد که به مایعات اجازه نفوذ از طریق ساختار را می دهد. هدف از این سیستم، کاهش یا کنترل مقدار رواناب از اطراف منطقه نفوذ ناپذیر و همچنین ارائه مزایای دیگری مانند کاهش سر و صدا، بهبود اقدامات ایمنی برای رانندگان و عابران پیاده با توجه به کاهش پاشیدن آب در هنگام بارش باران، و پتانسیل کاهش یخ زدگی با توجه زهکشی نامناسب می باشد. از معایب این تکنولوژی می شود موارد زیر را نام برد: فقدان تخصص فنی برای اجرا (به خصوص در آب و هوای سرد)، خطر گرفتگی، آلودگی آبهای زیرزمینی، نشت مواد شیمیایی سمی به سیستم، و توسعه شرایط بی هوازی در خاک هایی که در اساس روسازی قرار گرفتند در صورتی که قادر به خشک شدن میان طوفان ها نباشد. تا به امروز تحقیقات گسترده ای در مورد عملکرد روسازی متخلخل انجام نشده است. با افزایش آگاهی زیست محیطی و تغییر الگو های در حال تحول در تکنیک های مدیریت فاضلاب های سطحی، این مقاله با هدف ارائه راهنمایی برای مهندسان، پیمانکاران، و سازمان های دولتی در برخورد با روسازی متخلخل به عنوان یک تکنیک مدیریت فاضلاب های سطحی می باشد.

واژه‌های کلیدی: روسازی متخلخل، محیط زیست، بهترین روش مدیریت، رواناب و فاضلاب، بتن متخلخل

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مقدمه

این تحقیق به بررسی روسازی متخلخل و تراوا همراه با درنظر گرفتن آسفالت، روسازی های سازه ای بتنی درجا ساخت، و سنگ فرش های بتنی به هم پیوسته می پردازد. بر اساس تحولات اخیر صنعت، اصطلاح روسازی متخلخل مورد استفاده برای آسفالت، بتن متخلخل درجا ساخت و سنگ فرش می باشد که هر سه روسازی مذکور، به گونه ای طراحی شده اند که اجازه تخلیه را از طریق ساختار داخلی خود می دهند. با بررسی پژوهشات انجام شده، می توان طرح روسازی های سنتی و اصول طراحی مرتبط با تکنولوژی روسازی متخلخل را مقایسه کرد. این مقایسه شامل انتخاب مواد، طراحی، ساخت و ساز و تعمیر و نگهداری و مدیریت است.

روسازی های انعطاف پذیر

انجمن حمل و نقل کانادا (TAC) روسازی انعطاف پذیر را یک روسازی با ساختار متشکل از لایه های آسفالت و بتن ساخته شده با سنگدانه های گسسته و با اساس تثبیت شده تعریف می کند. انواع مختلفی از مخلوط وجود داردکه ترکیب سیمانی را با دانه های درشت و ریز پیوند می دهد.

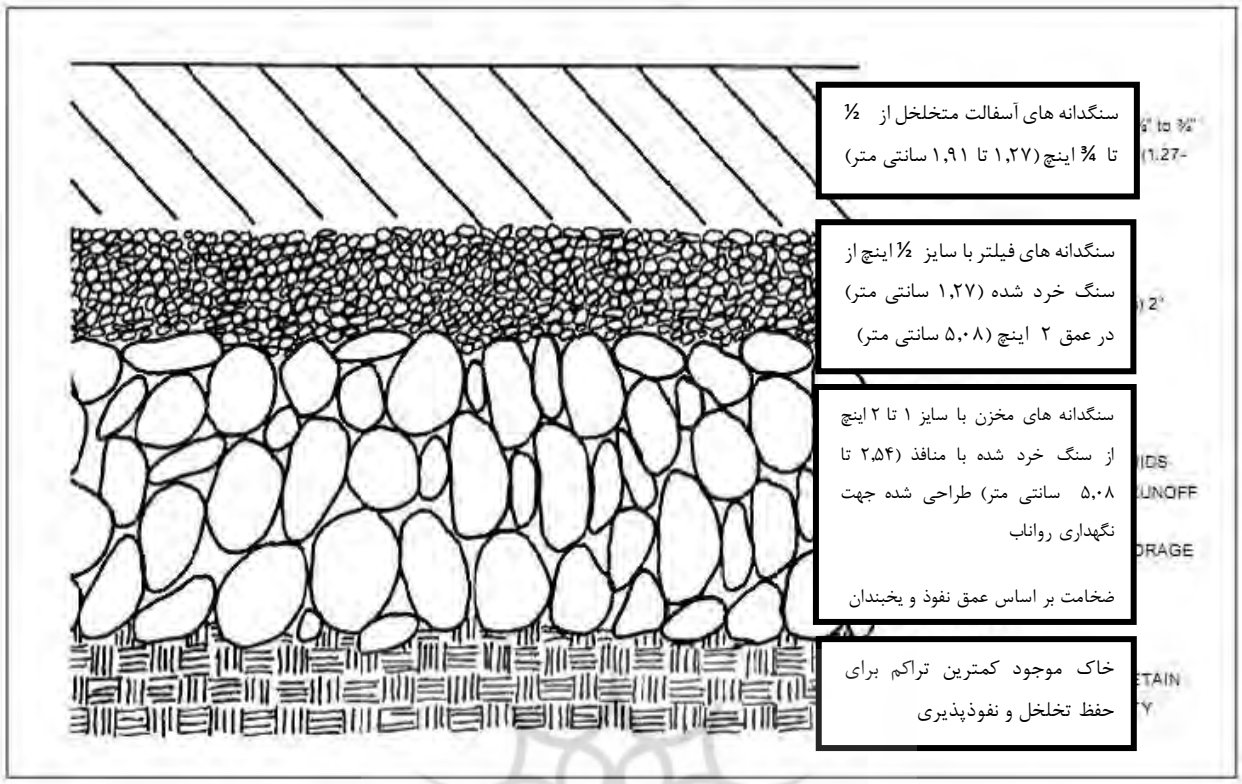
روسازی متخلخل

در اواخر دهه ۱۹۶۰، تحقیقات در مورد نوع جدیدی از ساختار روسازی در آزمایشگاه های تحقیقاتی موسسه فرانکلین در ایالات متحده آغاز شد. با حمایت آژانس حفاظت از محیط زیست (EPA)، روسازی متخلخل توسعه داده شد. این ساختار جدید روسازی ابتدا در پارکینگ ها مورد استفاده قرار گرفت[۱].

روسازی متخلخل نوع متمایزی از روسازی است که اجازه عبور آزادانه مایعات ناشی از بارش یا هر جای دیگر، را از طریق ساختار خود می دهد که باعث کاهش یا کنترل مقدار رواناب مناطق اطراف می دهد. با اجازه نفوذ به بارش و رواناب از طریق ساختار، این نوع روسازی را می توان به عنوان یک عمل مدیریت فاضلاب های سطحی بکار بست. این نوع خاص از روسازی نیز ممکن است همراه با کاهش مقدار ورودی آلاینده ها، به آبهای زیرزمینی از طریق فیلتر کردن رواناب باشد. آنها به طور کلی برای مناطق پارکینگ و یا جاده ها با ترافیک سبکتر طراحی شده اند[۲]. ساختار پیشنهادی اصلی روسازی متخلخل شامل یک سطح درشت دانه، روی یک سطح فیلتر و اساس با دانه های گسسته (یا مخزن) می باشد که همه آنها روی بستر نفوذپذیر ساخته شده است[۱]. با این حال، این نوع روسازی برخی معایب هم دارد. به طور کلی عدم تخصص فنی در این نوع از روسازی ها به خصوص در آب و هوای سرد وجود دارد. نگرانی ناشی از ساختار گسسته روسازی، پتانسیل گرفتگی را افزایش می دهد. خطر بالقوه آلودگی آبهای زیرزمینی نیز همانند نشت مواد شیمیایی سمی به سیستم وجود دارد.

در حال حاضر روسازی متخلخل برای مقابله با آلاینده ها طراحی نشده است. در نهایت، پتانسیل شرایط بی هوازی در خاک ها توسعه می یابد، در صورتی که سیستم قادر به خشک شدن در میان دو واقعه طوفان نباشد[۲]، [۳].

شکل ۱ یک مثال از یک بخش معمول روسازی متخلخل (برای پارکینگ ها و روسازی ها برای خودروهای سبک وزن) می باشد که در مطالعات آژانس حفاظت از محیط زیست ارائه شد.



شکل ۱ : نمونه مقطعی از روسازی آسفالت متخلخل[۴]

سازمان حفاظت محیط زیست دو نوع عمده از روسازی متخلخل را معرفی کرده است: آسفالت متخلخل و بتن متخلخل. هر نوع از روسازی های متخلخل نسبت به طراحی روسازی نفوذناپذیر متعارف یا سنتی متفاوت است. آسفالت متخلخل متشکل از منافذ متصل به یکدیگر است که حاوی سنگدانه های درشت گسسته می باشد که با سیمان آسفالت و الیاف پیوند دارد، در حالی که روسازی های بتن متخلخل متشکل از سیمان پرتلند، سنگدانه درشت یکنواخت و گسسته، و آب می باشد[۲].

مطالعات نشان می دهد که در آسفالت تراوا ممکن است به آسفالت متخلخل و یا نفوذ پذیر هم اشاره شود. همانطور که قبلا اشاره شد، اصطلاح "تراوا" اغلب در هنگام اشاره به ساخت و ساز آسفالت و اصطلاح "متخلخل" برای ساخت درجا بتن در محل استفاده می شود. با این حال، هر دو واژه به جای یکدیگر استفاده می شود[۵].

مزایای پیشنهادی

مزایای پیشنهادی روسازی متخلخل از مزایای کلیدی زیست محیطی تا مزایای ایمنی را شامل می شود. برخی از مزایای مرتبط با نوع روسازی می باشد، اما به این موارد محدود نمی شوند، مانند: استفاده از این تکنولوژی برای ارائه اقدامات اضافی و یا بهترین شیوه مدیریت سیلاب، کاهش سطح سر و صدا، بهبود اقدامات ایمنی برای رانندگان و عابران پیاده با توجه به کاهش پاشیدن آب در هنگام بارش باران، و پتانسیل کاهش تشکیل یخ و یا یخ به علت زهکشی نامناسب. این کاهش یخ زدگی نیز ممکن است منجر به کاهش نیاز به برخی از فعالیت های تعمیر و نگهداری در زمستان شود[۱]، [۳]. انجمن بتن آمریکا (ACI) نیز برخی از مزایای دیگر را نسبت به طرح های روسازی های سنتی بیان می کند از جمله: کاهش حجم احتباس آب در نتیجه افزایش مناطق ارائه دهنده تسهیلات پارکینگ، افزایش تعداد بلند شدن برای هواپیما، اجازه رسیدن آب و هوا به ریشه درختان به طور موثرتر[۶].

مدیریت سیلاب

هدف از روسازی متخلخل، ارتقاء و استفاده از ظرفیت طبیعی خاک برای جذب رواناب و برای دوباره پر کردن زمین با آن است[۱]. در مقایسه با روسازی متراکم سنتی، روسازی متخلخل به طور معمول به عنوان "بهترین شیوه های مدیریت" (BMP) شهری در سازمان های دولتی جایگزینی برای مدیریت فاضلاب های سطحی و کنترل رواناب نصب و استفاده می شود[۷].

روسازی متخلخل برای جمع آوری و / یا کند کردن سرعت رواناب از دیگر سطوح غیر قابل نفوذ پیشنهاد می شود. انجمن ملی روسازی آسفالت نشان می دهد که با توجه به مدیریت فاضلاب های سطحی، روسازی متخلخل می تواند نفوذ پذیری را افزایش دهد، و به طور بالقوه باعث بهبود کیفیت آب را از طریق فیلترگذاری می شود، و در برخی از برنامه های کاربردی، کاهش نیاز به سیستم مدیریت فاضلاب های سطحی اضافی را به همراه دارد[۸]. سازمان حفاظت محیط زیست نیز اعلام می کند که روسازی متخلخل می تواند این مزایا را با توجه به مدیریت فاضلاب های سطحی تامین کند: تصفیه آب با حذف آلاینده ها، کاهش نیاز به مدیریت فاضلاب سیلاب ها و شارژ سفره های آبی محلی[۲].

کیفیت آب

سیستم های روسازی متخلخل می تواند یک سیستم عالی برای حذف آلاینده ها را فراهم کند. دو نظارت بلند مدت در مریلند و ویرجینیا برای بررسی توانایی روسازی متخلخل در حذف آلاینده ها انجام شده است. مطالعات نشان داد که ۸۲٪ تا ۹۵٪ از رسوبات و همچنین ۶۵ درصد از فسفر کل، و ۸۰٪ تا ۸۵٪ از کل نیتروژن حذف شد[۲]. ظرفیت ذخیره سازی و بهره وری سیستم وابسته به درجه گرفتگی روسازی متخلخل است. با نگهداری مناسب سیستم متخلخل باید قادر باشد که به طور موثر آلاینده ها را حذف کند[۹].

ایمنی

یکی از مزایای استفاده از آسفالت متخلخل بهبود در ایمنی جاده برای هر دو گروه رانندگان و عابران با توجه به پتانسیل موجود برای افزایش مقاومت ترمز به ویژه هنگام بارش های سنگین و ایجاد رواناب زیاد است[۲]. از آنجا که سطح آسفالت متخلخل خواص مشابهی به سنگدانه های درشت گسسته دارد، عملکرد درست و صحیح سطوح آسفالت متخلخل ممکن است از سر خوردن در سطوح جاده با عبور آب از طریق سیستم، جلوگیری کند. همانطور که آب راکد از بین می رود، اثر پاشیدن و پخش شدن آب کم می شود، بنابراین باعث بهبود دید راننده می شود[۸]. به طور مشابه، بتن متخلخل نیز ایمنی رانندگی را با کاهش سر خوردن در سطوح روسازی و همچنین کاهش تابش خیره کننده بر روی سطح جاده به طور خاص در هنگام شب که زمین مرطوب است، بهبود می بخشد[۶].

میرایی سروصدا

مشابه به مصالح درشت دانه گسسته، روسازی متخلخل می تواند در کاهش سر و صدا تولید شده از چرخ و جاده مشارکت داشته باشد[۸]. آزمایشات آسفالت متخلخل انجام شده در انگلستان در اواسط دهه ۱۹۸۰ این نتیجه را داشت که زمانی که مصالح درشت دانه سطح متخلخل ریخته شد، کاهش ۵،۵ - ۴ دسی بل برای شرایط خشک نسبت به سطوح متراکم متعارف مشاهده شد[۱۰]. در فرانسه، در اواخر سال ۱۹۸۰، محققان نشان دادند که آسفالت متخلخل ۱ تا ۶ دسی بل بیشتر نسبت به آسفالت متراکم قابلیت جذب دارد[۱۱].

بتن متخلخل: ساختار، خواص، و طراحی

در اوایل دهه ۱۹۵۰، بتن متخلخل در ایالات متحده و اروپا به عنوان پوشش سطح و لایه های زهکشی مورد استفاده قرار گرفت. در سال ۱۹۷۰ در ایالت فلوریدا، برنامه های کاربردی برای اولین بار با استفاده از بتن متخلخل برای منافع محیط زیست و فاضلاب های سطحی انجام شد[۳]. انجمن بتن آمریکا (ACI) بتن متخلخل را بتنی با اسلامپ صفر، دانه بندی گسسته که متشکل از سیمان پرتلند، مصالح سنگی درشت دانه، آب، و همچنین مواد افزودنی است تعریف می کند. بتن متخلخل به طور معمول شامل مقدار کم یا صفر ریزدانه می باشد[۶]. به منظور ارائه نفوذپذیری بالا، مخلوط به طور معمول باید حاوی حفره های هوا، در محدوده بین ۱۵٪ تا ۳۵٪ باشد[۶]، [۱۵].

طرح اختلاط

مخلوط های بتن متخلخل ریزدانه کمی دارد و از درشت دانه دانه بندی شده تشکیل شده است. پیشنهاد شده است که هر دو سنگدانه های گرد و خرد شده را می توان در مخلوط های بتن متخلخل استفاده شود، با این حال، مقاومت بیشتر با دانه های گرد به دست می آید[۱۵].

نسبت آب به سیمان در محدوده ۰,۲۷ تا ۰,۳۰ توصیه می شود. رابطه بین مقاومت بتن متخلخل و نسبت آب به سیمان به طور کامل برای بتن متخلخل شناخته نشده است[۱۵].

همانند روسازی های بتنی متعارف و سنتی، مواد مکمل سیمانی را می توان به ترکیب بتن متخلخل به منظور بهبود عملکرد اضافه کرد. این مواد ممکن است خاکستر بادی و پوزولان باشد[۱۵]. علاوه بر این، عوامل حباب هوازا هم برای ارائه حفاظت اضافی در مورد ذوب و یخ استفاده می شود. اگرچه سنجش تاثیر آن بر روی عملکرد نامشخص است، اما اضافه کردن عوامل حباب هوا به طور کلی برای حفاظت در برابر آسیب های ناشی از ذوب و یخ مطلوب است.

بتن متخلخل در طول ریختن تمایل به سفت و صلب بودن دارد. مخلوط بتن متخلخل با اسلامپ صفر در نظر گرفته می شود و در هنگام ریختن آزادانه جریان پیدا نمی کند. برای کمک به ریختن بتن، مواد افزودنی شیمیایی (عوامل کاهنده آب) معمولا به منظور افزایش کارایی مخلوط و افزایش اسلامپ اضافه می کنند[۳].

مقاومت

مقاومت فشاری بتن متخلخل بین محدوده ۳ و ۲۸ مگاپاسکال قرار دارد[۶]، [۱۵]. فولاد نباید در مخلوط بتن متخلخل قرار داده شود، زیرا نمی تواند به راحتی با محیط بتن ایجاد پیوستگی کند. فولاد با توجه به ماهیت متخلخل بتن می تواند به راحتی در معرض خوردگی قرار بگیرد، در نتیجه به طور کلی توصیه نمی شود[۳].

دوام در آب و هوا سرد

یکی از نگرانی های اولیه در مورد دوام بتن متخلخل، مقاومت آن در برابر آسیب پدیده ذوب و یخ است. اگر یک سیستم روسازی بتن متخلخل به طور مناسب و با درصدی از هوا طراحی شده باشد، پس از آن آب قادر می باشد که به طور آزادانه از طریق سیستم به خاک زیرین منتقل شود و نمی گذارد که آبی باقی بماند تا یخ بزند. اگر بتن متخلخل اشباع شده باشد، هر آب دیگری در هنگام عبور از طریق سیستم، درآن باقی خواهد ماند و باعث انجماد و صدمه زدن به بتن متخلخل می شود. نشان شده است که بتن متخلخل ممکن است تحت شرایط زیر اشباع شود[۱۶]:

گرفتگی حفرات هوا

مناطقی که برای یک دوره طولانی متوسط درجه حرارت روزانه آنها پایین تر از نقطه انجماد آب در طول سال باقی می ماند در نتیجه باعث جلوگیری از زهکشی می شود. هنگامی که سطح آب زیرزمینی حدود کمتر از یک متر از بالای سطح روسازی باشد. انجمن ملی بتن آماده اعلام کرده است که سیستم های بتن متخلخل که تا حدی اشباع هستند، دوام خوبی در برابر ذوب و یخبندان از خود نشان داده اند که آن مقدار محدود گرفتگی، انتظار نمی رود که در مقاومت در برابر ذوب و یخ ایجاد اختلال کند[۱۶].

برای یک منطقه مانند انتاریو، انجمن ملی بتن آماده، این منطقه را به عنوان ناحیه " مرطوب و یخبندان سخت" طبقه بندی کرده است. این عنوان بیان کننده منطقه ای است که در آن زمین برای دوره طولانی از زمان منجمد شده باقی می ماند. این مناطق دارای پتانسیل بالا برای استفاده از بتن های متخلخل می باشد که به طور کامل اشباع شده باقی بمانند. به منظور افزایش مقاومت در برابر ذوب و یخ در این مناطق توصیه می شود که یک لایه از اساس یا سنگدانه های شسته شده زیر بتن استفاده شود. مواد افزودنی حباب هوازا که به مخلوط اضافه می شود و همچنین زهکشی اضافه نیز ممکن است به تخلیه آب کمک کند[۱۶]. آزمایشات نشان داده است که عوامل حباب هوازا که برای بهبود توانایی ذوب و یخ بتن متخلخل اضافه می شوند، در حالی که بتن متخلخل بدون حباب هوازا در تست های آزمایشگاهی دچار مشکل می شود[۶].

شرایط سایت

طبق توصیه ACI، بتن متخلخل برای مناطقی که خاک زیرین آنها، نفوذ پذیری بیشتر از ۱۳ میلی متر در ساعت داشته باشد بهتر است و برای لایه خاک با عمق ۱٫۲ متر مناسب می باشد[۶].ACI نشان می دهد که سایت باید به شیوه ای خاص بـه منظور حصول اطمینان از عملکرد خوب، آماده شود. تا ۱۵۰ میلیمتر بالاتر از بستر / زیر اساس باید از مواد بستر انتخاب شود و یا زیر اساس بهتر است گرانوله با کمتر از ۱۰٪ لای و خاک رس ساخته شده باشد. قبل از ریختن بتن متخلخل، بستر نبایـد اشباع و یا منجمد شده باشد، با این حال، بستر باید در زمان بتن ریزی مرطوب باشد[۶].

ساخت و ساز و قرار دادن لایه سطحی

انجمن سیمان پرتلند (PCA) توصیه هایی را برای ریختن بتن متخلخل می کند[۱۵]:

- ریختن بتن متخلخل باید پیوسته و سریع باشد.
- قالب های متعارف را می توان مورد استفاده قرار داد.
- تراکم را می توان با هر دو دستگاه مکانیکی و ارتعاشی انجام داد.
- لبه ها باید هر ۳۰۰ میلی متر بوسیله ضربات متوالی با بالا یا پایین راندن فولاد، متراکم کرد.
- تثبیت با غلتکی فولاد انجام شده و باید ظرف ۱۵ دقیقه بعد از ریختن کامل بتن تمام شود.
- اگر انجام فینیشینگ ممکن است باعث پر شدن حفره های سطحی شود، نباید آن را انجام داد. (به طور معمول، شیوه های تراکم را فینیشینگ روسازی بتن متخلخل گویند.)
- ۶ تا ۱۳٫۵ متر باید فاصله مشترک بر اساس هندسه مکان وجود داشته باشد.
- عمل آوری باید ۲۰ دقیقه پس از ریختن آغاز شود که مهیا کردن پوشش ورق های پلاستیکی توصیه می شود.
- عمل آوری باید حداقل ۷ روز طول بکشد.

تعمیر و نگهداری

هدف اصلی از فعالیت های تعمیر و نگهداری برای بتن متخلخل پیشگیری از گرفتگی در درون ساختار می باشد. مکش با جارو بصورت سالانه (و یا در صورت لزوم) توصیه می شود تا اطمینان حاصل شود که ساختار آن خالی از ذرات خاک و گرد و غبار می باشد[۱۵].

انجمن صنایع بتن می سی سی پی (MCIA) نشان می دهد که شستشوی با فشار بتن متخلخل می تواند ۸۰٪ تا ۹۰٪ از نفوذپذیری بتن متخلخل را بازگرداند[۱۷]. ACI یک برنامه تعمیر و نگهداری پیشنهاد شده را برای بتن متخلخل ارائه می کند[۶]. جدول ۱ فعالیت های تعمیر و نگهداری توصیه شده به طور خاص برای بتن متخلخل را ارائه می کند.

جدول ۱ فعالیت های تعمیر و نگهداری توصیه شده برای بتن متخلخل

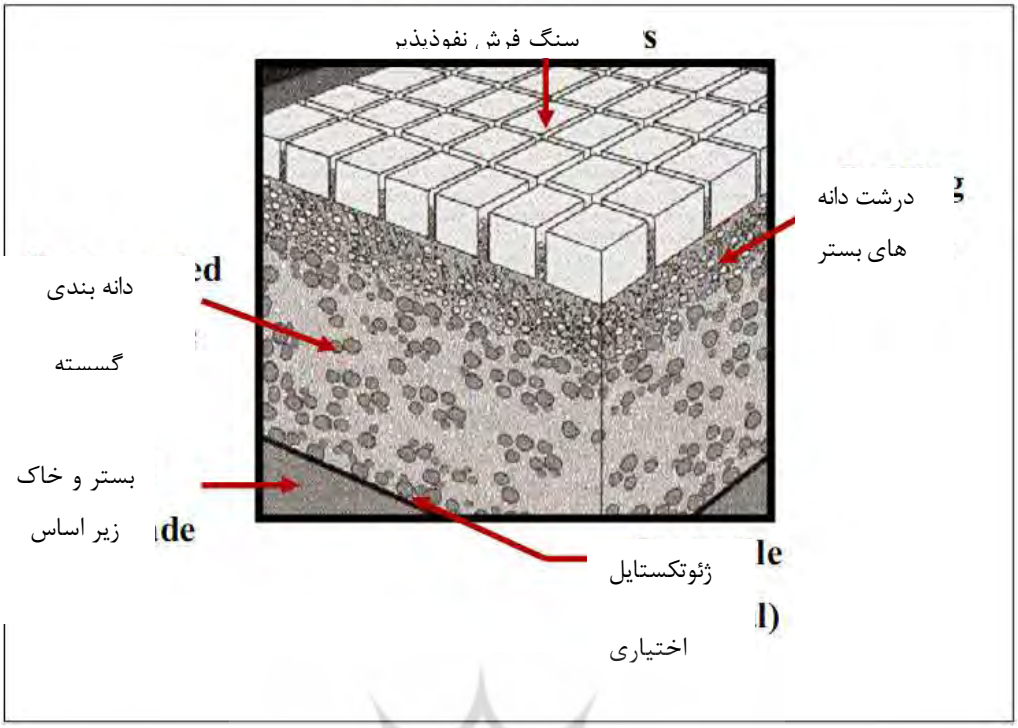
تناوب	تعمیر و نگهداری فعالیت
ماهانه	اطمینان حاصل کنید که سنگ فرش منطقه پاک باقی مانده است. اطمینان حاصل کنید که منطقه از رسوبات تمیز است.
در صورت نیاز	مکش به وسیله جارو برای خالی نگه داشتن سطح از رسوب
سالانه	بازرسی سطح برای خرابی

فعالیت های تعمیر و نگهداری که در بالا ذکر شده لزوما نشان دهنده تمام فعالیت های تعمیر و نگهداری و/یا تناوب مربوطه به آن که ممکن است در برنامه های کاربردی آب و هوای سرد مورد نیاز باشد، نیست. نوع فعالیت ممکن است نیاز به تغییر داشته باشد و تناوب ممکن است برای آب و هوای سرد بسته به فعالیت های یخ زدایی افزایش یابد. تحقیقات بیشتری برای کشف پتانسیل گرفتگی های بتن متخلخل مورد نیاز است.

سنگ فرش های نفوذ پذیر بتنی به هم پیوسته

سنگ فرش نفوذ پذیر پیش ساخته بتنی به هم پیوسته نوع دیگری از روسازی می باشد که به عنوان بهترین روش مدیریت فاضلاب های سطحی اجرا می شود. سنگ فرش های تراوا از ترانشه های نفوذ با مواد هموار بر روی آن، برای تحمل بارهای وسیله نقلیه و عابر پیاده تشکیل شده است[۱۸]. برای طراحی عمومی سنگ فرش ها، هندسه به هم پیوسته حفراتی به طور منظم در سراسر سیستم فراهم می کند. حفره ها به طور معمول با شن پر می شود و امکان زهکشی مناسب را برای حفظ سطح می دهد. بارش نفوذ یافته در داخل یک لایه زهکشی جمع آوری شده و به یک سیستم جمع آوری آب باران و یا مخزن طراحی شده برای نفوذ بارش در بستر انتقال داده می شود. نمونه های استفاده شامل جاده با ترافیک کم، خیابان های عمدتا محلی و امکانات پارکینگ می باشد.

سنگ فرش، زیبایی روسازی را با رشد چمن با توجه به طراحی ساختار، فراهم می کند. شکل ۲ یک ساختار معمول سنگ فرش نفوذ پذیر را نشان می دهد[۱۹].



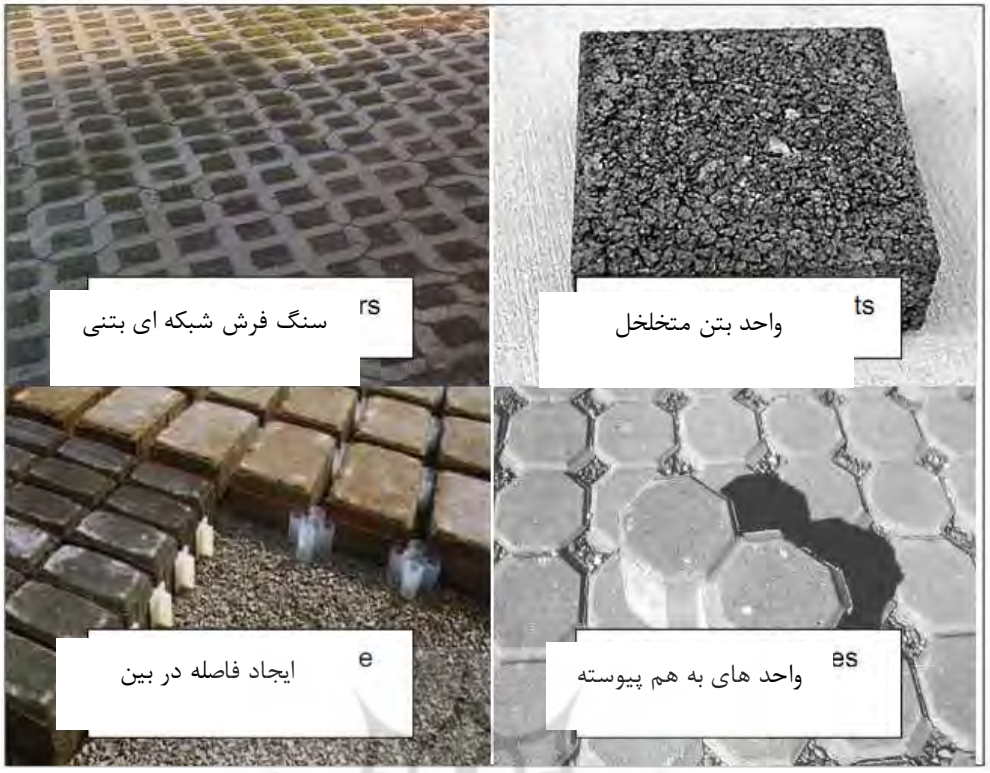
شکل ۲ : ساختار نفوذ پذیر سنگ فرش

انواع سنگ فرش بتن تراوا

انجمن روسازی بتنی به هم پیوسته(ICPI) ، چهار نوع مختلف از سنگ فرش نفوذپذیر را پیشنهاد می دهد. اشکال به هم پیوسته با بازشو ها با الگوهای خاص طراحی می شود تا اجازه دهد سیال از طریق بازشو تخلیه شود. شکل خاص از واحدها ایجاد بازشو هایی می کند زهکشی از میان این واحدها اتفاق می افتد.

این فواصل بزرگ ممکن است به بزرگی ۳۵ میلی متر برسد. سنگ فرش متخلخل شبیه به روسازی های بتن متخلخل هستند. سنگ فرش ها به طور مستقیم در کنار یکدیگر قرار داده می شوند و سیال قادر به نفوذ به طور مستقیم از طریق بتن می باشد. سنگ فرش شبکه ای بتنی شبیه به سنگ فرش های ذکر شده در بالا هستند، با این حال، این نوع از سنگ فرش ها کاربرد های مختلفی دارند. آنها معمولا در مناطق ترافیک با حجم کمتر استفاده می شود. شکل ۳ انواع مختلفی از سنگ فرش های نفوذپذیر را نشان می دهد[۲۰].

پرتال جامع علوم انسانی



شکل ۳ : انواع سنگ فرش های بتنی متخلخل

نتیجه گیری

در اکثر برنامه های کاربردی در روسازی ها، از مخلوط متراکم برای جاده و پارکینگ ها استفاده می شود. روسازی متخلخل، نوآوری در حال ظهور است که برای جاده ها با حجم کم ترافیک و پارکینگ ها به عنوان یک روش جایگزین برای مدیریت فاضلاب های سطحی و یا بهترین روش مدیریت ساخته می شود و کاربرد دارد. روسازی هایی که به طور سنتی طراحی شده اند به آب اجازه می دهد تا در امتداد سطح جریان یابد و به سمت حوضه آبریز یا گودال ها در کنار جاده ها و یا پارکینگ وجود دارند، تخلیه شود. روسازی متخلخل این تفاوت را دارد که به مایعات اجازه نفوذ از طریق ساختار را می دهد. هدف از این سیستم، کاهش یا کنترل مقدار رواناب از اطراف منطقه نفوذ ناپذیر و همچنین ارائه مزایای دیگری مانند کاهش سر و صدا، بهبود اقدامات ایمنی برای رانندگان و عابران پیاده با توجه به کاهش پاشیدن آب در هنگام بارش باران، و پتانسیل کاهش یخ زدگی با توجه زهکشی نامناسب می باشد. امید است مهندسان، پیمانکاران، و سازمان های دولتی در برخورد با روسازی متخلخل به عنوان یک تکنیک مدیریت فاضلاب های سطحی عمل کنند و از مزایای فراوان آن برای محیط زیست بهره کافی را ببرند.

منابع و مراجع

[۱] Thelen, E., Howe, L.F., “Porous Pavement”, The Franklin Institute Press, Philadelphia Pennsylvania, ۱۹۷۸.

[۲] Environmental Protection Agency, “Storm Water Technology Fact Sheet Porous Pavement, Environmental Protection Agency, Office of Water, Washington, D.C.

[۳] Ferguson, B.K., Porous Pavements, Taylor & Francis, New York, New York, ۲۰۰۵.

[۴] Diniz, E.V., "Porous Pavement Phase ۱ – Design and Operational Criteria", EPA Report ۶۰۰/۲-۸۰-۱۳۵, Environmental Protection Agency Municipal Environmental Research Laboratory, Cincinnati: U.S.

[۵] Michigan Department of Environmental Quality, "Porous Asphalt Pavement", http://www.deq.state.mi.us/documents/deq-swq-npspap.pdf, ۱۹۹۲.

[۶] American Concrete Institute, Pervious Concrete, ACI Report ۵۲۲R-۲, Farmington Hills, Michigan, ۲۰۰۶.

[۷] Dunn, C., Brown, S., Young, G.K., Stein, S., Mistichelli, M.P., "Current Water Quality Best Management Practices Design Guidance", Transportation Research Board, TRR No. ۱۴۹۳, ۱۹۹۵.

[۸] National Asphalt Pavement Association, "Porous Asphalt Pavement", National Asphalt Pavement Association, Lanham Maryland, ۲۰۰۳.

[۹] Balades, J.D., Legret, M., Madiec, H., "Permeable Pavements: Pollution Management Tools", Wat. Sci. Tech. Vol ۳۲, No. ۱, pp. ۴۹-۵۶ Great Britain, ۱۹۹۵.

[۱۰] Colwill, D. M., Bowskill, G. J., Nicholls, J. C., Daines, M. E., "Porous Asphalt Trials in the United Kingdom", Transportation Research Board, TRR No. ۱۴۲۷, ۱۹۹۳.

[۱۱] Berengier, M., Hamet, J.F., and Bar, P., "Acoustical Properties of Porous Asphalts: Theoretical and Environmental Aspects", Transportation Research Board, TRR No. ۱۲۶۵, ۱۹۹۰.

[۱۲] Adams, M, "Sustainable Site Design, Porous Pavement and Innovative Stormwater Techniques," Cahill Associates, Inc., Environmental Consultants, American Public Works Association ۲۰۰۶ International Exposition.

[۱۳] Brown, D., "Thinking Green with Porous Asphalt", Hot Mix Asphalt Technology Issue: MAY/JUNE, http://www.asphaltalliance.com, ۲۰۰۳.

[۱۴] Cooley, L.A., Brown, R.E, Watson, D.E., "Evaluation of OGFC Mixtures Containing Cellulose Fibers", NCAT Report ۰۰-۰۵, Auburn, Alabama, ۲۰۰۰.

[۱۵] Tennis, P.D., Leming, M.L., Akers, D.J., "Pervious Concrete Pavements", Portland Cement Association, Skokie Illinois, ۲۰۰۴.

[۱۶] National Ready-Mixed Concrete Association, "Freeze-Thaw Resistance of Pervious Concrete", Silver Spring Maryland, ۲۰۰۴.

[۱۷] Mississippi Concrete Industries Association, "Pervious Concrete: The Pavement that Drinks".

[۱۸] Burak, R.J. "Permeable Interlocking Concrete Pavements – Selection, Design, Construction and Maintenance", Transportation Association of Canada Annual Conference in Québec City, ۲۰۰۴.

[۱۹] U.S Department of Transportation, Federal Highway Administration, "A Guide for Selection of Context Sensitive Roadway Surfacing, Task A, Summary of Roadway Surfacing Options", Report No. FHWA-CFL- ۰۳-۰۰۴, ۲۰۰۴.

[۲۰] Interlocking Concrete Pavement Institute, "Permeable Interlocking Concrete Pavements, *Selection, Design, Construction, Maintenance". Third Edition, Washington D.C.,* ۲۰۰۶.