بررسي ميزان درصدگرفتگي و كاهش نفوذپذيري در روسازي نفوذپذير بر اثر گذر زمان (پايلوت شهري)

محمد امين طالقاني
http://www.parsilatex.com
http://wiki.parsilatex.com

۲۴ شهريور ۱۳۹۵

۱ کلیات پژوهش **۱**
۱.۱ مقدمه ۱
۲.۱ ضرورت و هدف ۲
۳.۱ مراحل و روش پژوهش ۳
۴.۱ محتواي فصول ۴
۱.۴.۱ فصل اول ۴
۲.۴.۱ فصل دوم ۴
۳.۴.۱ فصل سوم ۴
۴.۴.۱ فصل چهارم ۵
۵.۴.۱ فصل پنجم ۵

۲ پیشینه و ادبیات پژوهش **۶**
۱.۲ مروري بر ادبیات پژوهش ۶
۱.۱.۲ نقش توسعه شهر در تولید رواناب ۶
۲.۱.۲ روسازي متخلخل ۷

۳ مراجع و منابع **۸**

چكيده

مخلوط‌هاي آسفالتي با دانه‌بندي باز يكي از انواع مخلوط‌هايي هستند كه در روسازي‌هاي آسفالتي استفاده مي‌شوند و افزايش نفوذپذيري و كاهش صداي چرخ از ويژگي‌هاي اصلي آن‌هاست. كاربرد متداول اين مخلوط‌ها در روسازي‌هاي آسفالتي به اين صورت است كه آب باران به درون آسفالت متخلخل كه بر روي يک لايه‌ي آسفالت با دانه‌بندي توپر قرار دارد نفوذ كرده و سپس به كناره‌هاي راه زهكش مي‌شود. كاربرد ديگر اين مخلوط‌ها كه در سال‌هاي اخير مورد توجه قرار گرفته روسازي‌هاي نفوذپذير است كه سازه روسازي به آب روي سطح اجازه مي‌دهد كه آزادانه از داخل آن نفوذ كرده و به لايه‌هاي زيرين نفوذ كند.

در اين پژوهش سعي بر آن است با توجه به كاربرد دوم مخلوط‌هاي آسفالتي با دانه‌بندي باز يعني روسازي آسفالتي نفوذپذير،نقش انواع پارامترهاي موثر بر ميزان كاهش نفوذپذيري لايه‌ي روسازي بر اثر گذر زمان،مورد بررسي قرار گيرد.در اين روسازي لايه‌ي بالايي از مخلوط آسفالت متخلخل تشكيل شده و لايه‌هاي زيرين داراي نفوذپذيري بالا مي‌باشند.بنابراين آب جمع شده روي سطح روسازي ناشي از باران به داخل روسازي و سپس خاک بستر نفوذ مي‌كند.

همچنين سعي بر آن است تا با ارائه‌ي يک دانه‌بندي مناسب جهت آسفالت‌هاي متخلخل، از ويژگي‌هاي آن مانند افزايش نفوذپذيري و كاهش آلودگي صوتي استفاده نماييم. همچنين در اين پژوهش اين نوع روسازي با آسفالت ماستيک درشت‌دانه (SMA) [1] مقايسه گرديده است.

مساله بسيار مهم در رابطه با اين روسازي‌ها ميزان باربري اين روسازي‌ها در شرايط مختلف ترافيكي است.همچنين عمده خرابي‌هاي اين روسازي‌ها ترک‌هاي طولي و شيارشدگي مي‌باشد.

كلمات كليدي:مخلوط‌هاي آسفالتي با دانه‌بندي باز، روسازي‌هاي نفوذپذير،آسفالت ماستيک درشت‌دانه، پارامترهاي موثر بر ميزان كاهش نفوذپذيري

[1] Asphalt Mastik Stone

فصل ۱

کلیات پژوهش

۱.۱ مقدمه

يكي از انواع مخلوطهاي آسفالتي كه استفاده از آنها رايج شده است مخلوطهاي با دانه‌بندي باز[۱] مي‌باشد.به‌طور معمول قسمت عمده اين نوع مخلوطهاي آسفالتي از سنگدانه‌هاي شكسته يا شن تشكيل و مقدار كمي ماسه نيز به آنها اضافه مي‌شوند و به انواع مختلف از جمله PA[۲] و PEM[۳]تقسيم مي‌شوند و لايه ساخته شده از اين مخلوطها نيز OFFC[۴]و PFC[۵]ناميده مي‌شود.اين مخلوطها به طور معمول در لابه‌لاي روسازي استفاده مي‌شوند و داراي درصد هواي زياد(بين ۱۵ تا ۲۵ درصد) هستند، هرچند كه براي آنها حداقل درصد هوا تعيين نشده است[۱]. مخلوطهاي آسفالتي با دانه‌بندي باز داراي حفرات هواي متصل به‌هم بوده كه آب از اين طريق به درون لايه هدايت مي‌شود. در نتيجه آب بر روي سطح روسازي جريان نمي‌يابد و احتمال وقوع آب‌پيمايي و لغزندگي سطح راه كاهش مي‌يابد.مزيت ديگر اين مخلوطها كاهش صداي چرخ به‌هنگام حركت بر روي سطح جاده به علت داشتن فضاي خالي زياد است.()در كشورهايي مانند ايالت متحد آمريكا، انگليس،مالزي،آفريقاي جنوبي،ژاپن و استراليا مخلوطهاي با دانه‌بندي باز به عنوان لايه‌ي سطحي در روسازي بزرگراه‌هاي با ترافيک زياد و سرعت بالا استفاده شده‌اند.[۱]

آسفالت متخلخل از نوع مخلوطهاي آسفالتي گرم با دانه‌بندي باز يا ميان تهي است. از اين نوع آسفالت براي رويه‌ي راه‌ها به منظور زهكشي سريع آب باران از لايه جاده، كاهش آب‌لغزي و افزايش ايمني وسايل نقليه استفاده مي‌شود. آسفالت متخلخل عبارت است از يک مخلوط آسفالتي با دانه‌بندي گسسته كه پس از تراكم داراي درصد فضالي خالي زياد (تقريبا بيش‌تر از ۲۰درصد) مي‌شود. اين درصد زياد فضاي خالي،شبكه‌اي از مجاري را در جسم مخلوط پديد مي‌آورد كه هم به منزله‌ي مخزني براي جذب مقدار زيادي آب و هم به‌عنوان لايه‌ي زهكشي براي تخليه آب به سمت

---

[۱] Mixes Graded Open
[۲] Asphalt Porous
[۳] Asphalt European Porous
[۴] Courses Friction Graded Open
[۵] Course Friction Porous

شانه‌هاي راه، عمل مي‌كند.[۲]

استفاده از OGFC و PFC ، بيشتر به عنوان يک لايه‌ي نازک بر روي لايه آسفالتي با دانه‌بندي متراكم است تا فرآيند زهكشي آب‌هاي سطحي را تسهيل كرده و احتمال اغزش را كاهش دهد. اين نوع مخلوط‌ها اغلب براي مناطقي كه ترافيک سنگين دارند استفاده مي‌شود.()كاربرد ديگر مخلوط آسفالتي با دانه‌بندي باز در روسازي آسفالتي نفوذپذير است. اين نوع روسازي معمولا از يک لايه آسفالتي نازک با دانه‌بندي باز و يک لايه اساس دانه‌اي با ضخامت زياد داراي مصالح سنگي شكسته با اندازه بزرگ تشكيل مي‌شود. اين روسازي‌ها به‌گونه‌اي هستند كه لايه آسفالتي روسازي كاملا متخلخل بوده و آب باران به لايه‌هاي زيرين و در نهايت به خاک بستر منتقل مي‌شوند و در نتيجه نياز به آبروهاي كنار راه به حداقل مي‌رسد. به‌طور كلي مزيت اين روسازي‌ها را مي‌توان به‌صورت زير خلاصه كرد:(())

- افزايش فضاي مفيد معابر.
- كاهش مقدار رواناب.
- افزايش مقدار نفوذ آب به لايه‌هاي پاييني و تغذيه منابع آب زيرزميني.
- تصفيه نسبي آب حاصل از بارندگي هنگام عبور از بين لايه‌هاي سنگي و حركت به سمت پايين.

روسازي‌هاي آسفالتي نفوذپذير به طور معمول براي پاركينگ‌ها، خيابان‌هاي با ترافيک سبک، زمين‌هاي بازي، مسيرهاي مخصوص عبور دوچرخه و پياده‌روها استفاده مي‌شوند.البته براي زمين‌هاي بازي بيشتر از نوع ريزدانه‌ي آن‌ها استفاده مي‌گردد.

۲.۱ ضرورت و هدف

در سال‌هاي اخير نگراني‌ها پيرامون روند رو رشد آلاينده‌ها در منابع آب و محيط زيست و همچنين كاهش منابع آب زيرزميني رو به افزايش بوده است. در دهه ۱۹۶۰ ، محققان دريافتند رواناب مناطق توسعه يافته، پتانسيل آلوده كردن منابع آب‌هاي سطحي و زيرزميني را دارد. علاوه بر اين، با افزايش مساحت منطقه، رواناب با نرخ و حجم بالاتري خارج شده و در نتيجه مي‌تواند منجر به فرسايش و جاري شدن سيل در پايين‌دست گردد.[۳] با توجه به توسعه و گسترش شهرها و نياز روز افزون به معابر و جاده‌ها، استفاده از يک روسازي كارآمد كه نه تنها از لحاظ اقتصادي در طول چرخه عمر خود توجيه‌پذير باشد بلكه دوست‌دار محيط‌زيست بوده و از استانداردهاي توسعه پايدار نيز تبعيت كند، به شدت احساس مي‌شود.

يكي از مواردي كه در روسازي‌هاي نفوذپذير حائز اهميت است اين است كه اين روسازي‌ها پس از مدتي كه طول عمرشان مي‌گذرد به دليل كاهش ميزان نفوذپذيري و پر شدن خلل و فرج آنان، از ميزان عملكرد اوليه‌ي آن‌ها كاسته شده و حتي معكوس عملكرد اوليه خود انجام مي‌دهند. شناخت هر چه دقيق‌تر پارامترهاي موثر بر كاهش نفوذپذيري در اين نوع روسازي‌ها و همچنين ارائه راهكارهاي مناسب جهت بهبود آن، مي‌تواند گام بسيار مهمي براي استفاده بيشتر از روسازي‌هاي نفوذپذير در سطح كشور باشد.

به جهت شناخت ميزان تاثير تمامي پارامترهاي موثر بر كاهش نفوذپذيري، شهر تهران به عنوان يک پايلوت شهري انتخاب گرديد و با توجه به شرايط محيطي و اقليمي اين شهر پارامترها مورد بررسي قرار گرفت.

اهداف این تحقیق عبارتند از:

۱. بررسي پارامترهاي موثر بر انسداد منافذ روسازي متخلخل در یک محیط شهري (با تاکید بر شهر تهران)

(آ) شناسايي و طبقه‌بندي روسازي‌هاي متخلخل مختلف بر اساس شدت نفوذپذيري

(ب) شناسايي عوامل موثر بر جاري‌شدن رواناب،شدت آن‌ها و ميزان بارش

(ج) شناخت پارامترهاي موثر بر کاهش نفوذپذيري و ميزان تاثير آن‌ها

۲. مطالعه آزمايشگاهي ميزان درصد گرفتگي آسفالت نفوذپذير بر اثر گذر زمان

۳. ارائه راهکارهاي جلوگيري و يا کاهش ميزان گرفتگي منافذ روسازي متخلخل

۴. بررسي روند کاهش نفوذپذيري روسازي نفوذپذير اجرا شده در شهر تهران بر اثر مرور زمان بصورت پايلوت

۵. افزايش نرخ نفوذپذيري آسفالت متخلخل

در اين پايان‌نامه قصد داريم تا با شناخت پارامترهاي موثر بر کاهش يا افزايش نفوذپذيري به يک طرح اختلاط مناسب براي آسفالت متخلخل که هم از لحاظ مقاومت و هم نفوذپذيري بهينه باشد دست يابيم. طرحي که از جميع شرايط مناسب براي پايلوت شهري تهران و همچنين موثر در کاهش آلودگي صوتي باشد که اين موضوع نيز از عوامل حائز اهميت در گستره‌ي شهري همانند تهران است.

۳.۱ مراحل و روش پژوهش

با توجه به اهداف اين پايان‌نامه، روش کلي تحقيق بر انجام آزمايش‌هاي تجربي و ميداني و بررسي و تحليل نتايج حاصل استوار است. جزئيات برنامه کار به شرح زير است:

۱. بررسي مطالعات و پژوهش‌هاي ساير محققان به منظور درک جامع و کامل از مفاهيم آسفالت متخلخل

۲. شناسايي پارامترهاي موثر بر نفوذپذيري آسفالت متخلخل در روسازي و انتخاب تاثيرگذارترين پارامترها از طريق پژوهش در مطالعات پيشين يا به دست آوردن آن از طريق آزمايش‌هاي تجربي

۳. تدوين و طراحي آزمايش براي مشخص کردن ميزان اهميت هر کدام از پارامترهاي موثر در نفوذپذيري آسفالت متخلخل

۴. نهايي کردن نسبت‌هاي اختلاط و ساخت نمونه‌هاي انتخاب شده و انجام آزمايش‌هاي مربوط به خواص مکانيکي و فيزيکي مخصوصا تعيين ضريب نفوذپذيري آن‌ها به منظور شناسايي ميزان تاثير هر کدام از پارامترها

۵. انجام آزمایش‌هاي ميداني ضريب نفوذپذيري بر روي نمونه‌هاي از پيش كار شده در سطح شهر تهران و انجام مطالعات و تحليل و ارزيابي هر كدام

۶. اصلاح نسبت‌هاي مورد استفاده در طرح اختلاط ابتدايي و ميداني و ساخت و انجام آزمايش جهت تعيين طرح اختلاط نهايي پيشنهادي براي پروژه ساخت روسازي در عمل

۷. ارائه راهكارهاي مناسب در جهت اجرا و نگهداري و بهره‌برداري از روسازي متخلخل به جهت حفظ عملكرد بهينه آن به مدت زمان طولاني با استفاده از آزمايش‌هاي انجام شده در طول تحقيق و مطالعات پيشين

۸. بررسي نتايج حاصل، تجزيه و تحليل آن‌ها و ارائه روابط پيشنهادي

۹. نتيجه گيري نهايي

۴.۱ محتواي فصول

مطالب اين رساله در فصول زير ارائه مي‌گردد:

۱.۴.۱ فصل اول

اين فصل به معرفي پايان‌نامه پرداخته و شامل بخش‌هاي مقدمه، ضرورت و اهداف، مراحل و روش پژوهش و نهايتاً تقسيم‌بندي پايان‌نامه و تعريف فصول است.

۲.۴.۱ فصل دوم

در اين فصل ضمن تعريف آسفالت متخلخل، ويژگي‌ها و كاربردهاي مختلف آن مورد بررسي قرار مي‌گيرد. مفاهيم و كليات موضوع تحقيق به صورت مطالعات كتابخانه‌اي بررسي شده‌است.

۳.۴.۱ فصل سوم

در اين فصل نخست به معرفي مصالح مصرفي شامل سنگ‌دانه‌ها،قير و انواع اصلاحيات قير پرداخته مي‌شود. سپس اندازه‌ي سنگدانه‌ها در طرح اختلاط‌هاي اوليه به همراه نتايج آزمايش‌هاي آسفالت مورد بررسي قرار مي‌گيرد و طرح‌هاي نهايي جهت انجام آزمايش‌هاي مورد نظر معرفي مي‌گردند.در انتها برنامه‌ي آزمايشگاهي شامل مسير آزمايش و طرح اختلاط‌ها،نوع آزمايش‌هاي انجام شده،تعداد،ابعاد،نام‌گذاري و آزمايش‌هاي ميداني صورت پذيرفته ارائه مي‌گردد.

۴.۴.۱ فصل چهارم

این فصل به شرح آزمایش‌هاي انجام شده، نتایج حاصل و نیز تجزیه و تحلیل آن‌ها پرداخته و سعي مي‌کند تا حد امکان روابط و نتایج را با یکدیگر مقایسه نموده و اختلاف‌ها را شرح دهد.

۵.۴.۱ فصل پنجم

در فصل پنجم با توجه به موارد مطرح شده در فصول گذشته و آزمایش‌هاي انجام گرفته،نتیجه‌گیري نهایي این پایان‌نامه به صورت خلاصه ارائه مي‌گردد. همچنین با توجه به نتایج حاصل از تحقیق، پیشنهادهایي براي ادامه مطالعات بر روي آسفالت متخلخل در آینده ارائه مي‌شود. بخش پایاني نیز به ذکر منابع و مراجع و پیوست پایان‌نامه اختصاص داده شده است.

فصل ۲

پیشینه و ادبیات پژوهش

۱.۲ مروري بر ادبيات پژوهش

۱.۱.۲ نقش توسعه شهر در توليد رواناب

شهرسازي با افزايش تمركز روسازي‌ها، ساختمان‌ها و ديگر سطح‌هاي نفوذناپذير همراه است. اين امر سبب توليد رواناب مازاد مي‌شود. رواناب توليدشده آلودگي‌هاي مسير جريان را با خود جمع مي‌كند و باعث آلودگي رودها و نهرها، آلودگي درياچه‌ها و منابع آب آشاميدني مي‌شود. افزايش رواناب و عدم نفوذ آن در داخل زمين، باعث محروم‌شدن آب‌هاي زير زميني از منابع آب‌هاي سطحي مي‌شود. در شكل ۱.۲ تصويري از نقش توسعه شهر در توليد رواناب نشان داده‌شده است. آب سطحي

tose.jpg

شكل ۱.۲: نمايي از نقش توسعه‌شهري در توليد رواناب

آلودگي‌هايي را وارد منابع آب مي‌نمايد كه از يک منبع متمركز نمي‌باشند، بنابراين آن‌ها به عنوان يک منبع غيرنقطه‌اي در ايجاد آلودگي تلقي مي‌شوند. مهمترين پارامتر جهت حمل و انتقال آلاينده‌ها در رواناب سطحي مواد معلق موجود در آن است. اگر بتوانيم اين مواد را از رواناب سطجي حذف نماييم به بهبود كيفي آن كمک قابل توجهي نموده‌ايم. به طوري‌كه طبق تحقيقات انجام شده، با حذف مواد

جامد معلق مي‌توان سبب كاهش فسفر كل، فلزات سنگين، اكسيژن‌خواهي شيميايي و كدورت از رواناب سطحي شد.

۲.۱.۲ روسازي متخلخل

روسازي متخلخل يک نوع BMP مي‌باشد كه از اوايل قرن جديد به مجموعه‌ي روسازي‌ها اضافه‌شده است.از جمله مزاياي اين روسازي‌ها كاهش نفوذناپذيري در مناطق شهري جديد يا مناطق توسعه يافته است. اين روسازي رواناب را كاهش مي‌دهد و بار آلودگي را حذف مي‌نمايد. روسازي متخلخل مي‌تواند با و يا بدون زير زهكش به كار برده‌شود. در صورتيكه داراي زير زهكش باشد، آب با سرعت بيشتري نسبت به حالت بدون زهكش تخليه مي‌گردد. انواع روسازي‌هاي متخلخل به نگهداري رواناب سطحي، براي نزديكي به شرايط پيش توسعه كمک مي‌كنند. سيستم‌هاي روسازي متخلخل مي‌تواند جايگزين سيستم‌هاي سنتي روسازي شوند تا بتواند باران و رواناب را از ناحيه‌هاي اطراف به طور مستقيم از ميان روسازي نفوذ داده و رواناب از نظر كيفيت بهبود يابد.با توجه به اينكه روسازي متخلخل مي‌تواند در حذف آلاينده‌ها خيلي پربازده باشد، بايد به مراحل نصب و نگهداري اين روسازي براي تضمين عملكرد طولاني مدت آن توجه شود. روسازي‌هاي متخلخل شامل روسازي نفوذپذير،بتن متخلخل و آسفالت متخلخل مي‌باشد.

روسازي بتن متخلخل

بتن متخلخل همان بتن معمولي مي‌باشد با اين تفاوت كه مواد ريزدانه به طور تمام از بتن حذف شده‌است. در جدول ۲.۱.۲ سهم‌ها و تقسيم‌بندي مواد در بتن شرح داده‌شده‌است.بتن متخلخل شامل حداقل سه لايه مي‌باشد كه عبارتند از : پنج تا ده سانتيمتر لايه‌اي از بتن متخلخل، ۲.۵ تا ۵ سانتيمتر فيلتر از مصالح خرد شده، حداقل ۳۰ سانتيمتر لايه مخزن(از مصالح سه تا هفت سانتيمتر) و يک لايه اختياري از فيلتر. اختلاط بتن متخلخل شامل سيمان پرتلند، دانه‌هاي يک شكل درشت دانه سنگي و آب است. در مقايسه با بتن معمولي كه داراي ۳ تا ۵ درصد فضاي خالي مي‌باشد، فضاي خالي و متخلخل اين بتن بين ۱۵ درصد تا ۲۲.۵ درصد است. اين بتن براي پيش تصفيه آب باران مي‌باشد. مصالح فيلتر خرد شده كمک به حذف برخي از آلودگي‌ها مي‌نمايد. رواناب در لايه مخزن ذخيره مي‌شود. نفوذپذيري بالاي اين لايه با مصالح شسته شده حداقل ۴۰ درصد مي‌باشد. در شكل؟؟ شماتيكي از يک مقطع عرضي روسازي بتن متخلخل ارائه مي‌گردد.

سهم‌ها و تقسيم‌بندي مواد در بتن

مقدار مواد	نسبت مواد
۴۱۵-۲۷۰ كيلوگرم بر متر مكعب	مواد داراي خواص سيمان
۱۴۸۰-۱۱۹۰ كيلوگرم بر متر مكعب	سنگدانه
۰.۲۷-۰.۳	نسبت آب به سيمان
۴-۴.۵:۱	نسبت سنگدانه به سيمان
صفر تا ۱:۱	نسبت سنگدانه ريز به سنگدانه درشت

فصل ۳

مراجع و منابع

کتاب‌نامه

[1] S.N. Suresha and George Varghese and A.U. Ravi Shankar. Characterization of porous friction course mixes for different Marshall compaction efforts. Construction and Building Materials. 2009. 2887 - 2893.

[۲] كورش جايروند و احمد منصوريان و علي نصرالله تبار.بررسي دانه‌بندي‌هاي مورد استفاده در آسفالت متخلخل و ارايه دانه‌بندي مناسب براي ايران. كنفرانس ملي زيرساخت‌هاي حمل‌ونقل(دانشگاه علم و صنعت ايران).۱۳۹۱.

[۳] عليرضا جوشقاني. بررسي ويژگي‌هاي مهندسي بتن متخلخل روسازي. پايان‌نامه‌ي كارشناسي ارشد.۱۳۹۳.