بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده عمران

بررسی اثر دمای مصالح خرده آسفالتی بر مقاومت مارشال و مقاومت کششی غیر مستقیم مخلوطهای آسفالتی گرم حاوی خرده آسفالت

دانشجو:

آرمین جراحی

پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد
در رشته مهندسی عمران گرایش راه و ترابری

استاد راهنما:

دکتر محمود عامری

خردادماه ۱۳۸۵

...به صبر مادرم و تلاش پدرم و به دستهای پرمهر

آنان که درخت جوانی‌ام را بارور کردند و امروز ثمره

تلاشهایم را به قلبهای مهربانشان تقدیم می‌کنم.

تشکر و قدردانی:

نگارنده بر خود لازم می‌داند از جناب آقای دکتر عامری به جهت راهنمایی‌های دلسوزانه ایشان در راستای انجام این پروژه، کمال قدردانی را بنماید. همچنین از جناب آقای مهندس منصوریان، رئیس محترم بخش روسازی پژوهشکده حمل و نقل، به جهت همکاری صمیمانه ایشان در انجام آزمایشات در آزمایشگاه، قدردانی می‌گردد. در پایان از آقای مهندس اسماعیل پور بواسطه معرفی مراجع مناسب در راستای انجام پایان نامه، تقدیر می‌گردد.

آرمین جراحی

خرداد ماه ۱۳۸۵

چکیده

هنگام استفاده از مصالح خرده آسفالت در بازیافت گرم، لازم است این مصالح در فرآیند تولید در کارخانه و همچنین در فرآیند طرح اختلاط در آزمایشگاه حرارت داده شوند. هدف از حرارت دهی مصالح خرده آسفالت، تغییر حالت قیر موجود در خرده آسفالت از حالت سخت و جامد به حالت نرم و مایع و به تبع آن جدا نمودن مصالح سنگی از یکدیگر است بگونه‌ای که مصالح سنگی آزاد شده، بتوانند در جریان عمل اختلاط بطور کامل در سرتاسر مخلوط پراکنده شوند. لازم بذکر است از آنجا که قیر موجود در خرده آسفالت، بدلیل واکنش با اکسیژن هوا بتدریج فرسوده و سخت شده است، حرارت دهی مصالح خرده آسفالت باید بگونه‌ای باشد که موجب سخت شدن و پیرشدگی مجدد قیر خرده آسفالت و یا سوختن لایه قیری آن نگردد. حرارت دهی کمتر از حد مناسب نیز ممکن است باعث ممانعت از اختلاط کامل مصالح خرده آسفالت و مصالح سنگی جدید و قیر در فرآیند اختلاط گردد.

در این پژوهش اثر تغییرات دما و زمان حرارت دهی مصالح خرده آسفالت بر پارامترهای وزن مخصوص حقیقی، مقاومت مارشال، روانی، مقاومت کششی غیر مستقیم و تغییر شکل قائم مخلوط آسفالتی مورد ارزیابی قرار گرفته و نحوه تأثیر آن مشخص شده است. روند انجام مطالعه بدین گونه بوده است که پس از تعیین درصد قیر مصالح خرده آسفالت مورد استفاده و همچنین تعیین مشخصات فیزیکی مصالح بازیافت شده از تراشه‌های خرده آسفالتی، با تهیه نمونه‌های آزمایشگاهی لازم در دماهای مختلف و زمانهای حرارت دهی متفاوت، مشخصات فوق الذکر تعیین گردیده و در نهایت به تحلیل نتایج حاصل پرداخته شده است. بدین منظور تأثیر هر یک از متغیرهای دما و زمان حرارت دهی خرده آسفالت بر پارامترهای مورد نظر با استفاده از نرم افزار Mini Tab بررسی شده و مورد مقایسه قرار گرفته است. نتایج بدست آمده حاکی از آن است که افزایش زمان و دمای حرارت دهی مصالح خرده آسفالت باعث افزایش پارامترهای مقاومت مارشال و مقاومت کششی غیر مستقیم مخلوط آسفالتی به میزان قابل ملاحظه‌ای شده است.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل۱ مقدمه ۱

۱-۱. تعریف مساله و ضرورت انجام تحقیق ۲

۱-۲. خرده آسفالت ۴

۱-۲-۱. تعریف خرده آسفالت ۴

۱-۲-۲. مزایای استفاده از خرده آسفالت ۵

۱-۲-۳. کاربردهای خرده آسفالت ۶

۱-۳. درجه حرارت اختلاط، پخش و تراکم آسفالت گرم ۱۲

۱-۳-۱. درجه حرارت اختلاط آسفالت گرم ۱۲

۱-۳-۲. درجه حرارت پخش آسفالت گرم ۱۳

۱-۳-۳. درجه حرارت تراکم آسفالت گرم ۱۴

فصل۲ فرآیند تولید آسفالت گرم حاوی خرده آسفالت در کارخانه ۱۵

۲-۱. مقدمه ۱۶

۲-۲. کارخانه مخلوط کن استوانه ای ۱۶

۲-۳. کارخانه آسفالت مرحله ای ۲۲

۲-۴. ظرفیت تولید آسفالت گرم در کارخانه ۲۷

فصل۳ روشهای طرح مخلوط آسفالت حاوی خرده آسفالت ۲۹

۳-۱. مقدمه ۳۰

۳-۲. روش طرح اختلاط انستیتو آسفالت ۳۰

۳-۲-۱. مراحل طرح اختلاط ۳۱

۳-۲-۲. تهیه طرح اختلاط ۳۱

۳-۳. روش طرح اختلاط سوپرپیو ۳۹

۳-۳-۱. مراحل طرح اختلاط سوپرپیو برای مخلوط آسفالت گرم حاوی خرده آسفالت ۳۹

فصل۴ مروری بر منابع مطالعاتی ۵۴

۴-۱. مقدمه ۵۵

۴-۲. بررسی اثر حرارت دهی خرده آسفالت در تحقیقات NCHRP ۵۵
۴-۲-۱. روند انجام آزمایشات ۵۷
۴-۲-۲. نتایج آزمایشات انجام شده توسط گروه NCHRP ۶۰
۴-۲-۳. جمع بندی ۶۴

فصل۵ روش انجام تحقیق ۶۶

۵-۱. مقدمه ۶۷
۵-۲. فرضیات انجام آزمایشات ۶۷
۵-۳. روش انجام تحقیق ۶۸
۵-۳-۱. انجام آزمایش جداسازی (Extraction) و تعیین درصد قیر خرده آسفالت ۷۱
۵-۳-۲. انجام آزمایشات تعیین مشخصات قیر خرده آسفالت ۷۲
۵-۳-۳. انجام آزمایشات مصالح سنگی ۷۳
۵-۳-۴. ساخت نمونه های آزمایش ۷۵
۵-۳-۵. انجام آزمایشات مورد نظر بر روی نمونه های ساخته شده ۷۶

فصل۶ تحلیل نتایج آزمایشگاهی ۸۵

۶-۱. مقدمه ۸۶
۶-۲. معرفی نرم افزار Mini Tab ۸۶
۶-۲-۱. تعاریف ۸۷
۶-۲-۲. خروجی نرم افزار ۸۹
۶-۳. بررسی تأثیر دمای حرارت دهی و زمان حرارت دهی خرده آسفالت بر رفتار مخلوط آسفالتی .. ۹۳
۶-۳-۱. بررسی متغیر وزن مخصوص حقیقی مخلوط آسفالتی (G_{mb}) ۹۳
۶-۳-۲. بررسی متغیر مقاومت مارشال مخلوط آسفالتی ۹۹
۶-۳-۳. بررسی متغیر روانی نظیر مارشال ۱۰۵
۶-۳-۴. بررسی متغیر مقاومت کششی غیر مستقیم مخلوط آسفالتی ۱۱۱
۶-۳-۵. بررسی متغیر تغییر شکل قائم مخلوط آسفالتی ۱۱۶

فصل۷ نتیجه گیری و ارائه پیشنهادات ۱۲۲

۷-۱. جمع بندی و نتیجه گیری ۱۲۳
۷-۲. ارائه پیشنهادات ۱۲۴

مراجع ۱۲۷

پیوست الف ۱۳۰

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

فصل۱ مقدمه ۱

فصل۲ فرآیند تولید آسفالت گرم حاوی خرده آسفالت در کارخانه ۱۵

شکل۲-۱. مراحل تولید مخلوط بازیافت گرم در کارخانه مخلوط کن استوانه ای..... ۱۷

شکل۲-۲. کارخانه مخلوط کن استوانه ای با سیستم تغذیه جداگانه..... ۱۹

شکل۲-۳. کارخانه مخلوط کن استوانه ای با سیستم استوانه های مضاعف..... ۲۰

شکل۲-۴. کارخانه استوانه ای با سیستم جابجایی با درجه حرارت پایین..... ۲۱

شکل۲-۵. مراحل تولید مخلوط بازیافت گرم در کارخانه آسفالت مرحله ای..... ۲۳

فصل۳ روشهای طرح مخلوط آسفالت حاوی خرده آسفالت ۲۹

شکل۳-۱. نمودار انتخاب نوع قیر جدید بر حسب کندروانی..... ۳۷

شکل۳-۲. مقایسه قیرهای خالص در سیستمهای مختلف درجه بندی قیر..... ۳۸

شکل۳-۳. روش A : طرح مخلوط با درصد خرده آسفالت مشخص (درجه عملکردی قیر جدید نامشخص)..... ۴۲

شکل۳-۴. نمودار اختلاط در درجه حرارت بالا (درصد خرده آسفالت معلوم است)..... ۴۵

شکل۳-۵. نمودار اختلاط در درجه حرارت متوسط (درصد خرده آسفالت معلوم است)..... ۴۶

شکل۳-۶. نمودار اختلاط در درجه حرارت پایین (درصد خرده آسفالت معلوم است)..... ۴۶

شکل۳-۷. روش B : طرح مخلوط با درجه قیر جدید مشخص (درصد خرده آسفالت نامشخص).. ۴۸

شکل۳-۸. نمودار اختلاط در درجه حرارت بالا (درصد خرده آسفالت مجهول است)..... ۵۱

شکل۳-۹. نمودار اختلاط در درجه حرارت متوسط (درصد خرده آسفالت مجهول است)..... ۵۱

شکل۳-۱۰. نمودار اختلاط در درجه حرارت پایین (درصد خرده آسفالت مجهول است)..... ۵۲

فصل۴ مروری بر منابع مطالعاتی ۵۴

شکل۴-۱. نمودار میله ای مدول برشی مرکب بر حسب زمانهای حرارت دهی و درجه حرارتهای مختلف برای خرده آسفالت بدست آمده از فلوریدا..... ۶۲

شکل۴-۲. نمودار میله ای مدول برشی مرکب بر حسب زمانهای حرارت دهی و درجه حرارتهای مختلف برای خرده آسفالت بدست آمده از آریزونا ۶۲

فصل۵ روش انجام تحقیق ۶۶

شکل۵-۱. نمودار دانه بندی نمونه های مصالح سنگی بازیافت شده از خرده آسفالت..... ۷۴

فصل۶ تحلیل نتایج آزمایشگاهی ۸۵

شکل۶-۱. نمودار میله ای فراوانی مقادیر باقیمانده برای متغیر وزن مخصوص حقیقی مخلوط آسفالتی ۹۵

شکل۶-۲. نمودار احتمال نرمال مقادیر باقیماده برای متغیر وزن مخصوص حقیقی مخلوط آسفالتی۹۶

شکل۶-۳. نمودار پراکندگی مقادیر باقیمانده بر حسب مقادیر برآورد شده برای وزن مخصوص حقیقی مخلوط آسفالتی ۹۶

شکل۶-۴. نمودار وزن مخصوص حقیقی مخلوط آسفالتی بر حسب درجه حرارت خرده آسفالت برای زمانهای حرارت دهی متفاوت ۹۷

شکل۶-۵. نمودار وزن مخصوص حقیقی مخلوط آسفالتی بر حسب زمان حرارت دهی خرده آسفالت برای درجه حرارتهای متفاوت ۹۹

شکل۶-۶. نمودار میله ای فراوانی مقادیر باقیمانده برای متغیر مقاومت مارشال مخلوط آسفالتی ۱۰۱

شکل۶-۷. نمودار احتمال نرمال مقادیر باقیماده برای متغیر مقاومت مارشال مخلوط آسفالتی..... ۱۰۲

شکل۶-۸. نمودار پراکندگی مقادیر باقیمانده بر حسب مقادیر برآورد شده برای مقاومت مارشال مخلوط آسفالتی ۱۰۲

شکل۶-۹. نمودار مقاومت مارشال مخلوط آسفالتی بر حسب درجه حرارت خرده آسفالت برای زمانهای حرارت دهی متفاوت ۱۰۴

شکل۶-۱۰. نمودار مقاومت مارشال مخلوط آسفالتی بر حسب زمان حرارت دهی خرده آسفالت برای درجه حرارتهای متفاوت ۱۰۵

شکل۶-۱۱. نمودار میله ای فراوانی مقادیر باقیمانده برای متغیر روانی نظیر مارشال ۱۰۷

شکل۶-۱۲. نمودار احتمال نرمال مقادیر باقیماده برای متغیر روانی نظیر مارشال ۱۰۸

شکل۶-۱۳. نمودار پراکندگی مقادیر باقیمانده بر حسب مقادیر برآورد شده برای روانی نظیر مارشال۱۰۸

شکل۶-۱۴. نمودار روانی نظیر مارشال مخلوط آسفالتی بر حسب درجه حرارت خرده آسفالت برای زمانهای حرارت دهی متفاوت ۱۰۹

شکل۶-۱۵. نمودار روانی نظیر مارشال مخلوط آسفالتی بر حسب زمان حرارت دهی خرده آسفالت برای درجه حرارتهای متفاوت ۱۱۱

شکل۶-۱۶. نمودار میله ای فراوانی مقادیر باقیمانده برای متغیر مقاومت کششی غیر مستقیم مخلوط آسفالتی ۱۱۳

شکل۶-۱۷. نمودار احتمال نرمال مقادیر باقیمانده برای متغیر مقاومت کششی غیر مستقیم مخلوط آسفالتی ۱۱۳
شکل۶-۱۸. نمودار پراکندگی مقادیر باقیمانده بر حسب مقادیر برآورد شده متغیر مقاومت کششی غیر مستقیم ۱۱۴
شکل۶-۱۹. نمودار مقاومت کششی مخلوط آسفالتی بر حسب درجه حرارت خرده آسفالت برای زمانهای حرارت دهی متفاوت ۱۱۵
شکل۶-۲۰. نمودار مقاومت کششی غیر مستقیم مخلوط آسفالتی بر حسب زمان حرارت دهی خرده آسفالت برای درجه حرارتهای متفاوت ۱۱۶
شکل۶-۲۱. نمودار میله ای فراوانی مقادیر باقیمانده برای متغیر تغییر شکل قائم مخلوط آسفالتی۱۱۸
شکل۶-۲۲. نمودار احتمال نرمال مقادیر باقیماده برای متغیر تغییر شکل قائم مخلوط آسفالتی .۱۱۸
شکل۶-۲۳. نمودار پراکندگی مقادیر باقیمانده بر حسب مقادیر برآورد شده برای متغیر تغییر شکل قائم ۱۱۹
شکل۶-۲۴. نمودار تغییر مکان قائم مخلوط آسفالتی بر حسب درجه حرارت خرده آسفالت برای زمانهای حرارت دهی متفاوت ۱۲۰
شکل۶-۲۵. نمودار تغییر مکان قائم مخلوط آسفالتی بر حسب زمان حرارت دهی خرده آسفالت برای درجه حرارتهای متفاوت ۱۲۱

فصل۷ نتیجه گیری و ارائه پیشنهادات **۱۲۲**

مراجع **۱۲۷**

پیوست الف **۱۳۰**

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

فصل۱ مقدمه ۱

فصل۲ فرآیند تولید آسفالت گرم حاوی خرده آسفالت در کارخانه ۱۵

جدول۲-۱. راهنمای تنظیم درجه حرارت مصالح سنگی جدید در کارخانه آسفالت مرحله ای..... ۲۵

جدول۲-۲. میزان بخار آب منتشر شده از مخلوط کن کارخانه آسفالت..... ۲۶

فصل۳ روشهای طرح مخلوط آسفالت حاوی خرده آسفالت ۲۹

جدول۳-۱. روابط تعیین نسبت مصالح و قیر مخلوط بازیافت گرم..... ۳۳

جدول۳-۲. راهنمای انتخاب قیر برای مخلوطهای حاوی خرده آسفالت..... ۴۰

جدول۳-۳. درجه حرارت های بحرانی قیر بازیابی شده از خرده آسفالت..... ۴۳

جدول۳-۴. درجه حرارت های بحرانی بدست آمده برای قیر جدید..... ۴۴

جدول۳-۵. درجه حرارت های بحرانی قیر خرده آسفالت و قیر جدید..... ۴۹

جدول۳-۶. درصد خرده آسفالت تعیین شده برای دستیابی به درجه قیر نهایی..... ۵۰

فصل۴ مروری بر منابع مطالعاتی ۵۴

جدول۴-۱. طرح آزمایشات بکار رفته جهت ارزیابی اثر حرارت دهی خرده آسفالت در تحقیقات NCHRP..... ۵۶

جدول۴-۲. نتایج آزمایش DSR بر روی قیر بازیابی شده در درجه حرارت $۲۲^{°c}$..... ۶۱

جدول۴-۳. نتایج آزمایش DSR بر روی قیر بازیابی شده در درجه حرارت $۳۱^{°c}$..... ۶۱

فصل۵ روش انجام تحقیق ۶۶

جدول۵-۱. حالت های بررسی شده با توجه به زمان حرارت دهی و دمای حرارت دهی مصالح خرده آسفالت..... ۷۰

جدول۵-۲. نتایج آزمایش جداسازی و تعیین درصد قیر خرده آسفالت..... ۷۲

جدول۵-۳. مشخصات قیر بازیابی شده از خرده آسفالت..... ۷۳

جدول۵-۴. مقادیر دانه بندی مصالح سنگی بازیافت شده از خرده آسفالت ۷۴
جدول۵-۵. خصوصیات فیزیکی مصالح سنگی بازیافت شده از خرده آسفالت ۷۵
جدول۵-۶. میانگین مقادیر بدست آمده برای G_{mb} در حالتهای بررسی شده ۷۷
جدول۵-۷. میانگین مقادیر بدست آمده برای مقاومت مارشال مخلوط آسفالتی در حالتهای بررسی شده ۷۹
جدول۵-۸. میانگین مقادیر روانی بدست آمده در حالتهای بررسی شده ۸۰
جدول۵-۹. میانگین مقادیر مقاومت کششی مخلوط آسفالتی در حالتهای بررسی شده ۸۳
جدول۵-۱۰. میانگین مقادیر تغییر شکل قائم مخلوط آسفالتی در حالتهای مورد نظر ۸۴

فصل۶ تحلیل نتایج آزمایشگاهی **۸۵**

فصل۷ نتیجه گیری و ارائه پیشنهادات **۱۲۲**

مراجع **۱۲۷**

پیوست الف **۱۳۰**
جدول۱. مقادیر وزن مخصوص حقیقی مخلوط آسفالتی ۱۳۱
جدول۲. مقادیر مقاومت مارشال مخلوط آسفالتی ۱۳۵
جدول۳. مقادیر روانی نظیر مارشال مخلوط آسفالتی ۱۳۷
جدول۴. مقادیر مقاومت کششی غیر مستقیم مخلوط آسفالتی ۱۳۹
جدول۵. مقادیر تغییر شکل قائم مخلوط آسفالتی ۱۴۲

فهرست علائم اختصاری

فصل۱

مقدمه

۱-۱. تعریف مساله و ضرورت انجام تحقیق

افزایش قابل توجه حجم ترافیک و بار محوری و عدم بکارگیری روشهای مناسب اجرا و نگهداری روسازی، منجربه ایجاد خرابی‌های زودرس و فرسودگی سریع روسازی راههای کشور شده است. مرمت و بهسازی این دسته از راهها، افزایش قابل توجه مصرف مصالح سنگی و قیر و تولید حجم گسترده مصالح خرده آسفالتی[1] ناشی از تراش روسازیهای فرسوده را در پی داشته است. از طرفی محدودیت منابع و مصالح سنگی مرغوب، لزوم توسعه و نگهداری شبکه راهها به کمک روشهای نوین و نیز حل معضلات زیست محیطی ناشی از تولید مصالح فرسوده، همه و همه بهره‌برداری مجدد از مصالح موجود را جزء مباحث مهم در صنعت روسازی قرار داده است.

روش بازیافت گرم، یکی از گزینه‌هایی است که معمولاً برای ترمیم، بهسازی و یا بازسازی روسازی بکار می‌رود. بازیافت گرم آسفالت شامل عملیاتی است که طی آن مصالح خرده آسفالتی، بعد از شکستن و خرد شدن و دانه‌بندی و اختلاط با مواد قیری و یا ترکیبات جوان کننده[2]، با یا بدون مصالح سنگی جدید در یک کارخانه مرکزی آسفالت و یا در محل به طریق گرم و مطابق مشخصات آسفالت گرم و بتن آسفالتی تولید و در سطح راه پخش و کوبیده می‌شوند[۱]. به هنگام استفاده از مصالح خرده آسفالتی در بازیافت گرم، لازم است که این مصالح در فرآیند تولید در کارخانه و همچنین در فرآیند طرح اختلاط در آزمایشگاه حرارت داده شوند. هدف از حرارت دهی مصالح خرده آسفالتی، تغییر حالت قیر موجود در خرده آسفالت از حالت سخت و جامد به حالت نرم و مایع و به تبع آن جدا نمودن مصالح سنگی از

1 RAP: Reclaimed Asphalt Pavement
2 RA: Rejuvenating Agent

یکدیگر است بگونه‌ای که مصالح سنگی آزاد شده، بتوانند در جریان عمل اختلاط بطور کامل در سرتاسر مخلوط پراکنده شوند.

لازم به ذکر است از آنجاکه قیر موجود در خرده آسفالت، در طی مدت اجرا و همچنین مدت خدمت دهی، بدلیل واکنش با اکسیژن هوا بتدریج فرسوده و سخت شده است، فرآیند حرارت دهی مصالح خرده آسفالت باید بگونه‌ای باشد که موجب سخت شدن و پیرشدگی مجدد قیر خرده آسفالت نگردد. همچنین باید توجه نمود که حرارت دهی بیش از اندازه مصالح خرده آسفالتی ممکن است باعث سوختن لایه قیر موجود در سطح مصالح خرده آسفالتی گردد و حرارت دهی کمتر از حد مناسب نیز ممکن است باعث ممانعت از اختلاط کامل مصالح خرده آسفالتی و مصالح سنگی جدید و قیر در فرآیند اختلاط گردد.

لذا با توجه به مطالب فوق این سؤال مطرح می‌گردد که خرده آسفالت در چه دمایی و به چه مدت باید حرارت داده شود تا کمترین آسیب به پوشش قیری این مصالح وارد گردد و فرآیند اختلاط نیز بطور کامل و صحیح انجام گیرد. در این رساله سعی شده است با انجام آزمایشات لازم و بررسی اثر دما و زمان حرارت دهی خرده آسفالت بر وزن مخصوص حقیقی[1]، مقاومت مارشال[2]، روانی[3]، مقاومت کششی غیر مستقیم[4] و تغییر شکل قائم مخلوط آسفالتی، تا حد ممکن به این موضوع پرداخته شود.

1 Bulk Specific Gravity
2 Marshall Stability
3 Flow
4 IDTS: Indirect Tensile Strength

۱-۲. خرده آسفالت

۱-۲-۱. تعریف خرده آسفالت

اولین گام در استفاده مجدد از روسازی موجود تبدیل مصالح آسفالتی و سنگدانه‌ای به مصالح استاندارد و قابل استفاده در ساخت روسازی جدید است. مزیت این مصالح این است که در وضع طبیعی، دارای مصالح سنگی و قیر می‌باشند. به این نوع مصالح دراصطلاح " خرده آسفالت[1] " اطلاق میشود. از این مصالح می توان در کلیه عملیات آسفالتی از قبیل نوسازی، اجرای روکش و روشهای مختلف بهسازی راهها استفاده نمود. بطورکلی بازیابی را میتوان اینگونه تعریف کرد: "استفاده مجدد (طی یکسری مراحل فرآوری) از موادی که قبلاً سرویس دهی اولیه خود را انجام داده اند"[۲].

خواص مصالح خرده آسفالتی تا حدود زیادی به مشخصات مواد اصلی تشکیل دهنده آن و نوع قیری که در روسازی قدیمی بکار رفته بستگی دارد. کیفیت مصالح خرده آسفالتی به پارامترهای متعددی وابسته است که از آن جمله می توان به موارد زیر اشاره کرد[۲]:

- کیفیت اولیه آسفالت فرسوده و مصالح آن
- تعداد دفعاتی که روسازی آسفالتی مورد بهسازی قرار گرفته است
- در صد لکه گیریهای موجود در سطح روسازی
- درصد ترکهای سطحی و میزانی از این ترکها که با قیر یا ماسه آسفالت پر شده است
- درصد استفاده از سایر روشهای بهسازی در پیشینه نگهداری راه

1 Reclaimed Asphalt Pavement (RAP)

استفاده از خرده آسفالت در تهیه مخلوطهای جدید می‌تواند مقدار مصرف مصالح جدید را کاهش دهد و منجر به صرفه‌جویی در مصرف سرمایه و منابع طبیعی گردد[۳].

چنانچه خرده آسفالت در تهیه مخلوطهای جدید مورد استفاده قرار گیرد، لازم است که اثر مصالح فرسوده در طرح جدید مدنظر قرار گیرد. باید توجه نمود که مصالح سنگی خرده آسفالت با مصالح سنگی جدید ترکیب می‌گردد و می‌بایست ترکیب آنها برای تعیین خصوصیات فیزیکی و مقاومتی مورد ارزیابی قرار گیرد. همچنین لازم است قیر فرسودهٔ خرده آسفالت نیز مورد آزمایش و بررسی قرار گیرد. قیر فرسوده می‌تواند میزان قیر جدید لازم برای تهیه مخلوط جدید را کاهش دهد. باید توجه نمود که قیر خرده آسفالت بدست آمده از یک جاده، در طی مدت اجرا و همچنین مدت خدمت‌دهی بدلیل واکنش با اکسیژن هوا، بتدریج فرسوده و سخت شده است. . اگر مقدار مصرف مصالح خرده آسفالت در مخلوط بتن آسفالتی جدید و یا میزان سخت شدگی قیر خرده آسفالت قابل ملاحظه باشد، ممکن است مخلوط بتن آسفالتی نهایی، حاوی قیر با سختی بیشتر از سختی قیر طرح گردد. پدیدهٔ سخت‌شدگی قیر را می‌توان با افزودن قیر نرمتر به مخلوط آسفالتی جبران نمود و اجازه داد تا قیر سخت خرده آسفالت سختی قیر نرم را به مقدار مورد نظر برساند. همچنین گاهی اوقات می‌توان از جوان‌کننده‌ها[1] نیز برای نرمتر نمودن قیر سخت شدهٔ خرده آسفالت استفاده نمود[۳].

۱-۲-۲. مزایای استفاده از خرده آسفالت

طی دهه‌های گذشته بطور قابل ملاحظه‌ای بر حجم و بارگذاری ناشی از ترافیک افزوده شده است، این در حالی است که سرعت نوسازی و بهسازی راههای موجود بتدریج از روند احداث

1 Rejuvenating Agent

راههای جدید عقب مانده است. هزینه سنگین اجرای راههای جدید (در اوایل دهه ۱۹۷۰ به دلیل بحران انرژی و قیمتهای بالای مواد نفتی هزینه های احداث بزرگراهها رشد چشمگیری پیدا کرد)، خسارتهای ناشی از خرابی راههای موجود و نقایص متعدد روشهای متداول در بهسازی راهها متخصصین روسازی را بر آن داشته است که در جهت اصلاح روشهای سنتی بهسازی و ارائه روشهای نوین در تکاپو باشند. از سوی دیگر به دلیل محدودیت منابع و معادن سنگی مرغوب، توسعه و نگهداری شبکه راهها به شیوه سنتی به تدریج ظرفیت پاسخگوئی به نیاز های موجود را نخواهد داشت. یکی از روشهای نوین تعمیر و نگهداری راهها بازیافت آسفالت و استفاده مجدد از مصالح بازیافتی است[۲].

در کنار مقبولیت جهانی بازیافت مواد مختلف، بازیافت آسفالت نیز در سالهای اخیر رشد قابل توجهی داشته و هم اکنون در اکثر کشورهای دنیا مورد استفاده قرار می‌گیرد. اقتصادی بودن، حفظ منابع طبیعی، سازگاری با الزامات زیست محیطی و صرفه جویی قابل ملاحظه در زمان اجرا از ویژگیهای مثبت این تکنولوژی در راستای بهسازی راهها است. از دیگر مزایای این روش می‌توان به ثابت نگهداشتن ضخامت روسازی، جوانسازی و احیای روسازی موجود، برطرف کردن خرابیهای سطحی و کلی و ترمیم ترکهای موجود، عدم نیاز به افزایش ارتفاع جداول و سایر تجهیزات کناری راه، عدم نیاز به دپو جهت تخلیه مواد زائد، کیفیت مطلوب پس از اجرا ، حفظ و ایجاد عبور و مرور ایمن در زمان اجرای پروژه و کم شدن آلودگی های زیست محیطی و بکارگیری مصالح و منابع جدید مصالح سنگی و مواد قیری را نام برد. همچنین مخلوطهای آسفالتی حاوی خرده آسفالت، عملکرد و کیفیت خوبی همچون مخلوطهای تهیه شده با مصالح جدید راخواهند داشت[۳].

۱-۲-۳. کاربردهای خرده آسفالت

از خرده آسفالت میتوان به شیوه های متعددی در روند بهسازی راهها استفاده نمود. نقش

خرده آسفالت در این روشها شامل جایگزینی بعنوان مصالح سنگی و مکمل قیر خالص در روسازی آسفالتی بازیافت شده (به شیوه گرم یا سرد)، مصالح سنگی در قشرهای اساس و زیراساس ، سنگدانه های تثبیت شده جهت استفاده در لایه اساس یا جهت استفاده در خاکریزیها می‌باشد. بطور کلی موارد استفاده از خرده آسفالت در بندهای ۱-۲-۳-۱ تا ۱-۲-۳-۷ ارائه شده‌است.

۱-۲-۳-۱. بازیافت گرم آسفالت در کارخانه آسفالت مرکزی[1]

در این روش که از پیشینه بیشتری برخوردار است، مصالح خرده آسفالتی را به یک کارخانه مرکزی آسفالت که غالباً دارای امکاناتی از قبیل سنگ شکنها، سرندهای مختلف، تسمه نقاله‌ها و دپوهایی است که به منظور تولید خرده آسفالت مطابق با مشخصات دانه‌بندی مورد نیاز طراحی شده است، حمل و آنرا با قیر خالص جدید و یا مواد جوان کننده و در صورت لزوم با مصالح سنگی جدید مخلوط می‌کنند که نهایتاً آسفالت گرمی تولید می‌شود که بخشی از آنرا مصالح خرده آسفالتی تشکیل می‌دهد. درصد مصالح خرده آسفالت مصرفی در این روش برحسب اینکه کارخانه از نوع مرحله‌ای[2] یا استوانه‌ای[3] باشد از ۲۰ تا ۷۰ درصد متغیر است که با استفاده از تکنولوژیهای پیشرفته این رقم می‌تواند به ۹۰ تا ۱۰۰ درصد افزایش یابد[۱].

در این روش ضخامت روسازی مورد بازیافت از ضخامت بازیافت درجا بیشتر است که در نتیجه مرمت خرابیهای زیر را نیز امکان پذیر می‌سازد:

- افزایش توان سازه‌ای راه

1 Hot Mix Asphalt Recycling (Central Processing Facility)
2 Batching Plant
3 Drum Mixer Plant