بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده فنی و مهندسی

بخش مهندسی عمران

پایان نامه تحصیلی برای دریافت درجه کارشناسی ارشد مهندسی عمران

گرایش خاک و پی

بررسی آزمایشگاهی تأثیر پلیمر در افزایش عمر سرویس روکش های آسفالتی (SMA و HMA)

استاد راهنما:

دکتر سید مرتضی مرندی

مؤلف:

محمّدرضا موفّقی

اردیبهشت ماه ۱۳۹۰

تقدیم به :

پدر و مادر فداکارم

و

همسر مهربانم

تشکر و قدردانی :

سپاس بیکران پروردگار یکتا را که به ما هستی بخشید و به طریق علم و دانش رهنمون کرد، وبه همنشینی رهروان علم و دانش مفتخر نمود و خوشه چینی از علم و معرفت را روزیمان ساخت. اکنون در آستانه راهی نو، به پاس نعمات بی حد پروردگار، بر خود لازم میدانم سپاسگزار تمام عزیزانی باشم که در برابر تمام سختی ها و ناملایمات روزگار یاریم نمودند.

مراتب سپاس صمیمانه خود را از پدر و مادرم دارم که در تمام لحظات زندگیم پشتیبانم بودند و از همسر مهربانم که در این راه، همواره یار، و با رهنمودهای ارزنده خود راهگشای من بوده است.

لازم است از استاد دانشمند، جناب آقای دکتر سید مرتضی مرندی، که بدون راهنماییهای راهگشایشان، انجام این پروژه امکان پذیر نبود کمال تشکر را داشته باشم.

همچنین از دوستان همیشه همراهم، آقای مهندس رجایی و آقای مهندس لطفی، که در انجام این پروژه از هیچ کمکی دریغ ننمودند، خالصانه قدردانی مینمایم.

از پژوهشگاه حمل و نقل وزارت راه و ترابری، که با کمک و حمایت مالی ازین پایان نامه، زمینه را برای هرچه بهتر شدن آن فراهم نمودند، تشکر می نمایم.

و تشکر و قدردانی از کلیه دوستانی که بنده را در انجام و تدوین پایان نامه یاری نمودند.

چکیده

با افزایش تعداد آمد و شد در سطح جاده ها و خرابی های ناشی از آن، نگهداری راه ها را با مشکلات عدیده ای روبرو ساخته است. افزایش عمر سرویس و بالا بردن استقامت آسفالت در برابر بارهای حاصل از ترافیک، از مقوله هائی است که پیوسته مورد توجه دست اندرکاران ساخت جاده ها بوده است. بسیاری از مشکلات پدید آمده در سطح جاده ها بعلت کافی نبودن خاصیت ارتجاعی لایه های آسفالتی می باشد؛ لذا تلاش محققین برای استفاده از قیر پلیمری، جهت بالا بردن خاصیت ارتجاعی آسفالت در سال های اخیر افزایش یافته است. همچنین در دهه اخیر، با توجه به مزایای آسفالت متخلخل نسبت به بتن آسفالتی گرم، آزمایشات متعددی بر روی این نوع آسفالت صورت گرفته است.

با توجه به مطالعه و بررسی آزمایشات صورت گرفته بر روی موضوعات فوق، به نظر می رسد گستره مطالعات و آزمایشات، در زمینه استفاده از قیرهای مخلوط با پلیمر و برخی از افزودنی ها، در آسفالت متخلخل ومقایسه آن با بتن آسفالتی گرم، ناکافی بوده است. لذا در این پژوهش تأثیر میزان پلیمر SBS، کربن سیاه و پودر لاستیک، بر روی مقاومت مارشال، نرمی آسفالت و همچنین بالا بردن مدول آسفالت، در دو نوع دانه بندی توپر و میان تهی مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان داده است که استفاده از پلیمر SBS و همچنین پودر لاستیک بازیافتی، مقدار استقامت و مدول آسفالت را در بتن آسفالتی گرم و آسفالت متخلخل، افزایش داده و باعث ارتجاعی تر شدن آسفالت می شود؛ لکن افزودن کربن سیاه سبب کاهش پارامترهای مورد آزمایش گردیده است. همچنین تأثیر گذاری مواد پلیمری SBS در افزایش مقاومت مارشال آسفالت در مقایسه با مواد افزودنی پودر لاستیک بازیافتی محسوس تر است.

کلید واژه:

آزمایش مارشال، تست مدول آسفالت، بتن آسفالتی (HMA)، آسفالت متخلخل(SMA)، پلیمر SBS

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۱- فصل اول: کلیات..... ۱

۱-۱- مقدمه..... ۱

۱-۲- تاریخچه..... ۳

۱-۳- اهداف و اهمیت طرح..... ۵

۱-۴- روش تحقیق..... ۶

۱-۵- فرضیات تحقیق..... ۶

۲- فصل دوم: پلیمرها..... ۷

۲-۱- آشنایی با پلیمرها..... ۷

۲-۱-۱- مولکول های پلیمری..... ۷

۲-۱-۲- فهرست مواد آلی..... ۷

۲-۱-۳- ئیدروکربن های حلقوی..... ۹

۲-۱-۴- پلیمرها..... ۱۰

۲-۱-۵- ساختمان مولکولی..... ۱۰

۲-۲- افزودنی ها..... ۱۲

۲-۲-۱- گروه بندی مواد افزودنی..... ۱۲

۲-۲-۲- پرکننده های معدنی (فیلرها)..... ۱۳

۲-۲-۳- مواد جایگزین شونده (Extenders)..... ۱۳

۲-۲-۴- الیاف (Fibers)..... ۱۴

۲-۲-۵- اکسیدکننده ها و اکسیرشونده ها..... ۱۴

۲-۲-۶- مشتقات نفتی و هیدروکربن ها- ژیلسونیت..... ۱۵

۱-۶-۲-۲- خواص فیزیکی و شیمیایی.....۱۶
۲-۶-۲-۲- اثرات ژیلسونیت بر آسفالت.....۱۶
۷-۲-۲- اتصال دهنده ها، مواد ضد عریان شوندگی (Antistrips).....۱۶
۳-۲- پلاستیک ها.....۱۷
۱-۳-۲- ترموپلاست ها.....۱۷
۲-۳-۲- پلی اتیلن.....۱۷
۳-۳-۲- لاستیک ها.....۱۸
۴-۲- استفاده از خرده لاستیک بازیافتی.....۱۹
۵-۲- استفاده از استایرن بوتادین رابر (SBR).....۲۱
۶-۲- ترکیبی (الاستومر و پلاستومر).....۲۲
۱-۶-۲- خصوصیات و ساختمان ترموپلاستیک الاستومرهای SBS.....۲۳
۲-۶-۲- موارد کاربرد SBS.....۲۴
۳-۶-۲- محصولات مکانیکی.....۲۶
۷-۲- مقایسه بین پلیمرها.....۲۷
۳- فصل سوم: قیر و آسفالت های پلیمری.....۲۹
۱-۳- افزودنی های قیر و آسفالت.....۲۹
۱-۱-۳- اهداف کلی.....۲۹
۲-۱-۳- پلیمرها.....۳۰
۲-۳- قیر طبیعی.....۳۱
۱-۲-۳- بررسی اصلاح کننده های پلیمری قیر.....۳۲
۲-۲-۳- سازگاری پلیمر با قیر.....۳۲
۳-۲-۳- اختلاط قیر و پلیمر.....۳۳
۴-۲-۳- اثرات SBS روی خواص فیزیکی انواع قیر.....۳۴

۵-۲-۳- دلایل برگزیدن SBS برای بهبود خواص قیر..... ۳۵
۳-۳- بهبود عملکرد روسازی..... ۳۵
۱-۳-۳- کاربرد پلیمر در راه سازی..... ۳۶
۴-۳- انواع آسفالت های اصلاح شده پلیمری..... ۳۸
۱-۴-۳- آسفالت های خرده لاستیکی (CRM)..... ۳۸
۲-۴-۳- آسفالت های اپوکسی..... ۳۸
۳-۴-۳- آسفالت های پلیمری..... ۳۹
۵-۳- مزایای آسفالت پلیمری..... ۳۹
۱-۵-۳- ویژگی های آسفالت های پلیمری در درجه حرارت های پایین..... ۳۹
۲-۵-۳- شرایط اختلاط..... ۴۰
۳-۵-۳- اثرات قیرهای حاوی SBS بر روی مخلوط های آسفالتی..... ۴۰
۶-۳- آسفالت متخلخل (SMA)..... ۴۰
۱-۶-۳- واژه شناسی آسفالت متخلخل..... ۴۰
۲-۶-۳- ایده و تاریخچه..... ۴۱
۳-۶-۳- مزایا و معایب..... ۴۶
۱-۳-۶-۳- مزایای آسفالت متخلخل نسبت به بتن آسفالتی گرم..... ۴۶
۱-۱-۳-۶-۳- اثرات محیطی (کاهش صدا)..... ۴۶
۲-۱-۳-۶-۳- پاشش آب..... ۴۸
۳-۱-۳-۶-۳- انعکاس نور..... ۵۰
۴-۱-۳-۶-۳- پدیده آب لغزی و مقاومت لغزشی..... ۵۱
۵-۱-۳-۶-۳- اثر بر تصادفات..... ۵۲
۲-۳-۶-۳- معایب آسفالت متخلخل نسبت به بتن آسفالتی گرم..... ۵۴
۱-۲-۳-۶-۳- هزینه های ساخت..... ۵۴

۲-۲-۳-۶-۳- عمر..... ۵۴
۳-۲-۳-۶-۳- نگهداری و تعمیرات..... ۵۴
۴-۶-۳- روش های ساخت و اجرا..... ۵۵
۱-۴-۶-۳- روش تولید آسفالت متخلخل..... ۵۵
٤- فصل چهارم: تحقیقات آزمایشگاهی..... ٥٦
۱-۴- مقدمه..... ۵۶
۲-۴- بتن آسفالتی گرم..... ۵۶
۳-۴- آسفالت متخلخل..... ۵۷
۱-۳-۴- مراحل طرح اختلاط آسفالت متخلخل..... ۵۸
۴-۴- مصالح سنگی..... ۵۸
۵-۴- قیر..... ۵۹
۶-۴- مواد افزودنی..... ۶۰
۱-۶-۴- پودر لاستیک بازیافتی..... ۶۰
۲-۶-۴- کربن سیاه..... ۶۰
۳-۶-۴- اختلاط قیر و پلیمر..... ۶۱
۷-۴- چگونگی ساخت یک نمونه آسفالتی در مقیاس آزمایشگاهی..... ۶۲
۸-۴- ساخت نمونه های آزمایشی مارشال (ASTM-D 1559)..... ۶۲
۹-۴- آزمایش مارشال (جهت تعیین استقامت مارشال و روانی)..... ۶۶
۱۰-۴- سیستم بارگذاری دستگاه UTM..... ۶۷
۱-۱۰-۴- اجزاء دستگاه UTM..... ۶۷
۱۱-۴- تعیین مقدار قیر بهینه..... ۷۰
۱۲-۴- آزمایش تعیین مدول آسفالت..... ۷۷
۱-۱۲-۴- مقدمه..... ۷۷

۲-۱۲-۴- مراحل انجام آزمایش.....۷۷
۱۳-۴- بخش تئوری آزمایشات.....۸۱
۱-۱۳-۴- تئوری پیوند قیر به کانی های مصالح سنگی.....۸۱
۲-۱۳-۴- تأثیر پلیمر بر خواص چسبدگی قیر و مصالح.....۸۴
۳-۱۳-۴- بررسی تأثیر اصلاح کننده های پلیمری در افزایش مدول الاستیسیته آسفالت.....۸۵
۵- فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات.....۸۶
۱-۵- مقدمه.....۸۶
۲-۵- تجزیه و تحلیل نتایج.....۸۷
۳-۵- نتیجه گیری.....۱۰۷
۴-۵- پیشنهادات.....۱۰۸
۵-۵- قدردانی.....۱۰۸
مراجع.....۱۰۹

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل(۱-۳)- مقایسه صدای حاصل از حرکت چرخ خودرو بر روی آسفالت متخلخل و لایه سطح.....۴۷

شکل(۲-۳)- نوسانات صدای ناشی از تماس سطح جاده/لاستیک خودرو در هر یک از انواع مختلف روسازی..۴۸

شکل(۱-۴)- میکسر مورد استفاده جهت اختلاط قیر و پلیمر.....۶۱

شکل(۲-۴)- آون مورد استفاده.....۶۳

شکل(۳-۴)- چکش مارشال اتوماتیک جهت ساخت نمونه ها.....۶۵

شکل(۴-۴)- نمونه های آسفالتی شاهد.....۶۵

شکل(۵-۴)- نمونه ها داخل حمام مارشال.....۶۶

شکل(۶-۴)- نمونه تحت آزمایش مارشال.....۶۷

شکل(۷-۴)- دستگاه UTM.....۶۹

شکل(۸-۴)- دستگاه UTM.....۶۹

شکل(۹-۴)- دستگاه UTM.....۷۰

شکل (۱-۵)- توزیع دانه بندی مصالح بتن آسفالتی گرم (HMA) و آسفالت متخلخل(SMA).....۸۶

شکل (۲-۵)- مقاومت مارشال - درصد قیر (HMA) و (SMA).....۸۷

شکل(۳-۵)- مقاومت مارشال - درصد SBS و Crumb Rubber (SMA).....۸۷

شکل(۴-۵)- نرمی آسفالت – درصد SBS و Crumb Rubber (SMA).....۸۸

شکل(۵-۵)- مقایسه پلیمر SBS و Crumb Rubber در آزمایش مارشال(SMA).....۸۹

شکل(۶-۵)- مقایسه توزیع دانه بندی مصالح آسفالت متخلخل (SMA) در پروژه Halit Ozen و پروژه انجام شده.....۹۰

شکل(۷-۵)- مقایسه نتایج آزمایش مارشال Halit Ozen با پروژه انجام شده، برروی SMA.۹۰

شکل(۸-۵)- مدول آسفالت– درصد SBS، Carbon و Crumb Rubber (SMA).....۹۱

شکل(۹-۵)- مقایسه پلیمر SBS ، Crumb Rubber و Carbon در تست مدول (SMA)....۹۲

شکل (۱۰-۵)- مقایسه پلیمر SBS و Crumb Rubber در پروژه با SBS و Poliolefin در پروژه مشابه در تست مدول.....۹۳

شکل (۱۱-۵)- مقاومت مارشال – درصد Polymer (HMA).....۹۴
شکل(۱۲-۵)- نرمی آسفالت – درصد Polymer (HMA).....۹۴
شکل(۱۳-۵)- مقایسه پلیمر SBS، Crumb Rubber و Carbon در آزمایش مارشال.....۹۵
شکل(۱۴-۵)- مقاومت مارشال - درصد قیر.....۹۶
شکل(۱۵-۵)- مدول آسفالت– درصد Polymer (HMA).....۹۷
شکل(۱۶-۵)- مقایسه پلیمر SBS ، Crumb Rubber و Carbon با نمونه کنترل در تست مدول...۹۸
شکل(۱۷-۵)- مقایسه تأثیر پلیمر SBR با Carbon و SBS در تست مدول (HMA).....۹۹
شکل(۱۸-۵)- مقایسه تأثیر پلیمر SBS در *مقاومت مارشال* بتن آسفالتی گرم و آسفالت متخلخل.....۱۰۰
شکل(۱۹-۵)- مقایسه تأثیر پلیمر SBS در *مقاومت مارشال* بتن آسفالتی گرم و آسفالت متخلخل ۱۰۰
شکل(۲۰-۵)- مقایسه تأثیر افزودنی Crumb Rubber در *مقاومت مارشال* بتن آسفالتی گرم و آسفالت متخلخل.....۱۰۱
شکل(۲۱-۵)- مقایسه تأثیر افزودنی Crumb Rubber در *مقاومت مارشال* بتن آسفالتی گرم و آسفالت متخلخل.....۱۰۱
شکل(۲۲-۵)- مقایسه تأثیر افزودنی ها در *مقاومت مارشال* بتن آسفالتی گرم و آسفالت متخلخل.....۱۰۲
شکل(۲۳-۵)- مقایسه تأثیر پلیمر SBS در *تست مدول* بتن آسفالتی گرم و آسفالت متخلخل.....۱۰۳
شکل(۲۴-۵)- مقایسه تأثیر پلیمر SBS در *تست مدول* بتن آسفالتی گرم و آسفالت متخلخل.....۱۰۳
شکل(۲۵-۵)- مقایسه تأثیر افزودنی Carbon در تست مدول بتن آسفالتی گرم و آسفالت متخلخل.....۱۰۴
شکل(۲۶-۵)- مقایسه تأثیر افزودنی Carbon در تست مدول بتن آسفالتی گرم و آسفالت متخلخل.....۱۰۴
شکل(۲۷-۵)- مقایسه تأثیر افزودنی Crumb Rubber در تست مدول بتن آسفالتی گرم و آسفالت متخلخل.....۱۰۵
شکل(۲۸-۵)- مقایسه تأثیر افزودنی Crumb Rubber در تست مدول بتن آسفالتی گرم و آسفالت متخلخل.....۱۰۵
شکل(۲۹-۵)- مقایسه تأثیر افزودنی ها، در تست مدول بتن آسفالتی گرم و آسفالت متخلخل.....۱۰۶

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول (۱-۲)- مشخصات دانه بندی پودر لاستیک بازیافتی..... ۲۰

جدول (۲-۲)- مشخصات فنی پودر لاستیک..... ۲۰

جدول (۳-۲)- اثرات SBR بر خواص قیر خالص..... ۲۱

جدول (۱-۳)- مقدار تخمینی کاربرد آسفالت متخلخل در کشورهای اروپایی تا انتهای سال ۱۹۹۵..... ۴۳

جدول (۲-۳)- خلاصه هزینه های اضافی و سود ناشی از استفاده از آسفالت متخلخل به جای آسفالت معمولی... ۵۳

جدول (۱-۴)- دانه بندی آسفالت HMA..... ۵۹

جدول (۲-۴)- دانه بندی آسفالت SMA..... ۵۹

جدول (۳-۴)- مشخصات قیر مصرفی..... ۵۹

جدول (۴-۴)- مشخصات پلیمر مصرفی..... ۶۰

جدول (۵-۴)- نتایج آزمایش مارشال جهت تعیین قیر بهینه در آسفالت متخلخل..... ۷۲

جدول (۶-۴)- نتایج آزمایش مارشال جهت تعیین قیر بهینه در بتن آسفالتی..... ۷۳

جدول (۷-۴)- نتایج آزمایش مارشال برروی آسفالت متخلخل با قیر همراه با پلیمر SBS..... ۷۴

جدول (۸-۴)- نتایج آزمایش مارشال برروی آسفالت متخلخل با قیر همراه با پودر لاستیک..... ۷۵

جدول (۹-۴)- نتایج آزمایش مارشال برروی بتن آسفالتی با قیر همراه با کربن سیاه..... ۷۵

جدول (۱۰-۴)- نتایج آزمایش مارشال برروی بتن آسفالتی با قیر همراه با پلیمر SBS..... ۷۶

جدول (۱۱-۴)- نتایج آزمایش مارشال برروی بتن آسفالتی با قیر همراه با پودر لاستیک..... ۷۶

جدول (۱۲-۴)- نتایج تست مدول برروی آسفالت متخلخل با قیر معمولی..... ۷۸

جدول (۱۳-۴)- نتایج تست مدول برروی آسفالت متخلخل با قیر همراه با پلیمر SBS..... ۷۸

جدول (۱۴-۴)- نتایج تست مدول برروی آسفالت متخلخل با قیر همراه با کربن سیاه..... ۷۹

جدول (۱۵-۴)- نتایج تست مدول برروی آسفالت متخلخل با قیر همراه با پودر لاستیک..... ۷۹

جدول (۱۶-۴)- نتایج تست مدول برروی بتن آسفالتی با قیر معمولی..... ۸۰

جدول (۱۷-۴)- نتایج تست مدول برروی بتن آسفالتی با قیر همراه با پلیمر SBS..... ۸۰
جدول (۱۸-۴)- نتایج تست مدول برروی بتن آسفالتی با قیر همراه با کربن سیاه..... ۸۱
جدول (۱۹-۴)- نتایج تست مدول برروی بتن آسفالتی با قیر همراه با پودر لاستیک..... ۸۱
جدول (۱-۵)- دانه بندی مخلوط مصالح سنگی مصرفی در طرح مخلوط آسفالتی متخلخل..... ۸۹
جدول (۲-۵)- دانه بندی مخلوط مصالح سنگی مصرفی در طرح بتن آسفالتی گرم..... ۹۶

فصل اول

≪مقدمه و تاریخچه≫

۱-۱- مقدمه

توسعه زیستگاه های بشری و جوامع انسانی به تدریج صورت گرفته است. همزمان با پیشرفت دایره اجتماعات بشری نیاز وی به ارتباط بهم بیشتر گردیده و برای نیل به این منظور ارتباطات بازرگانی میان همسایه ها و آبادی ها و کشورها دایر شده و توسعه یافته و امروزه به جایی رسیده است که کره زمین با اینکه به قطعات مختلف تقسیم شده است از حیث ارتباط یکپارچه می باشد و هر اتفاقی در نقطه ای رخ میدهد در نقاط دیگر نیز اثر شگرفی بجای میگذارد. پس آغاز تمدن از روزیست که ملتهای گوناگون شروع به مبادله کالا نموده و برای اینکار به ساختن راهها دست یازیدند. روابط اقتصادی میان ملت ها جهان به موازات تمدن پیشرفت کرده است.

اما در سال های اخیر و همزمان با پیشرفت بشر در همه زمینه علوم، راه و راهسازی نیز مشمول این توسعه علمی گردید و مخلوط قیر و سنگدانه، محصول جدیدی تحت عنوان بتن آسفالتی به ارمغان آورد. این سازه نیز همانند سایر ساختارهای عمرانی، دارای عمر مفید مشخص می باشد. دو عامل بار ترافیک وتغییرات آب و هوایی و کلا شرایط جوی منطقه سبب شده که این عمر مفید در مورد بتن آسفالتی نسبت به سایر ساختارهای عمرانی، کاهش بیشتری داشته باشد. از سوی دیگر در سال های اخیر هزینه احداث راهها و همچنین هزینه های تعمیر و نگهداری راه آنها، دچار افزایش شده است. ازینرو ارائه روشهایی جهت افزایش کارایی و عمر مفید سازه آسفالتی هم از نگاه اقتصادی امری بجاست و هم ضریب ایمنی حمل ونقل جاده ای را بالا خواهد برد.

هر افزودنی که بتواند با بهبود خواص قیر در یک یا چند مورد ذیل بهبودی ایجاد نماید می تواند مورد استفاده قرار گیرد:

۱- تغییر شکل دائمی (Permanent Deformation)

۲- ترک های ناشی از خستگی و کاهش دما (Fatigue & Low Temperature Cracking)

۳- چسبندگی و شسته شدن با آب (Adhesion & Moisture Damage)

۴- دوام، مقاومت در برابر خستگی و اکسایش و هوازدگی (Durability Resistance to Aging & Wethering)

۵- مسائل اقتصادی خصوصاً کاهش ضخامت مورد نیاز طراحی

۶- بهبود مقاومت جاده در مقابل لیز خوردن و از بین بردن لایه های نازک یخ روی جاده و نیاز به شن و نمک پاشیدن

۷- کاهش سروصدای ترافیک و پاشش آب توسط تایرهای ماشین

یکی از اصلاح کننده هایی که به مرور توانسته جایگاه ویژه ای در میان سازندگان قیر اصلاح شده داشته باشد، پلیمرها هستند. استفاده ازین مواد در ابتدا به صورت درصدهای کم لاستیک آغاز شد و بعداً با مشاهده بهبود خواص قیر حاصله، خود را بعنوان اولین گزینه جهت اصلاح قیر معرفی کرد. مهمترین اثر پلیمرها، برروی قیر کاهش حساسیت خواص مکانیکی مخلوط آسفالتی (مانند استقامت و ویسکوزیته) نسبت به تغییرات دما می باشد. همچنین پلیمر باعث افزایش خصوصیات مطلوبی مانند مقاومت کششی در مخلوط های آسفالتی می گردد که همه این مسائل باعث شده است پلیمرها در هر دو دمای کم و زیاد جهت مصرف در قیر مناسب باشند.

از دیگر مشکلاتی که بشر با پیشرفت تکنولوژی در مواجهه با آسفالت های کنونی با آن مواجه گردید، این بود که در تمام آسفالت های رایج (سرد وگرم) دانه بندی توپر وجود دارد که سطحی صاف و تقریباً غیرقابل نفوذ است؛ این صاف بودن و غیر قابل نفوذ بودن در هنگام بارندگی موجب کاهش ایمنی وسایل نقلیه می شود، دراین هنگام به علت کندی زهکشی آب سطحی در رویه های آسفالتی رایج (که از عرض رویه صورت می گیرد) پدیده پاشش به وسیله تایر وسایل نقلیه، حتی از یک لایه نسبتاً نازک از آب بر روی رویه جاده ایجاد می شود، این پدیده مشکلات زیر را بوجود می آورد:

الف- کاهش دید در حرکت

ب- پدیده آب لغزی (یعنی تشکیل لایه ای از آب بین لاستیک و جاده که باعث قطع ارتباط بین آنها می گردد؛ که در اینحالت مقاومت لغزشی کاهش پیدا کرده و کنترل وسیله نقلیه مشکل می گردد).

ج- انعکاس نور از رویه جاده که مانع دید و موجب بروز حادثه می گردد.

عوامل یاد شده موجب شد که محققین را به سمت استفاده از آسفالت متخلخل که کاربرد اولیه آن کاهش آب باران موجود از روی رویه های فرودگاه ها بود به عنوان لایه رویه در روسازی راهها استفاده شود. مزیت اصلی استفاده ازین مخلوط تخلیه سریع آب از رویه جاده، کاهش آب

لغزی و افزایش ایمنی وسایل نقلیه است؛ که زهکشی آب از میان منافذ مخلوط آسفالتی به جای عرض رویه، ضریب اصطکاک بین تایر وسیله نقلیه و رویه در حد مطلوب حفظ می شود؛ همچنین مخلوط های آسفالتی متخلخل Splash و پاشش را کاهش می دهند و قابلیت دید در شب و رویت نوار ترافیکی تفکیک خطوط را بهبود می بخشندکه همه این عوامل در افزایش ایمنی موثر است.

با توجه به مطالعه و بررسی آزمایشات صورت گرفته بر روی موضوعات فوق، به نظر می رسد گستره مطالعات و آزمایشات، در زمینه استفاده از قیرهای مخلوط با پلیمر و برخی از افزودنی ها، در آسفالت متخلخل ومقایسه آن با بتن آسفالتی گرم، ناکافی بوده است. لذا در این پژوهش تأثیر میزان پلیمر SBS، کربن سیاه و پودر لاستیک، بر روی مقاومت مارشال، نرمی آسفالت و همچنین بالا بردن مدول آسفالت، در دو نوع دانه بندی توپر و میان تهی مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان داده است که استفاده از پلیمر SBS و همچنین پودر لاستیک بازیافتی، مقدار استقامت و مدول آسفالت را در بتن آسفالتی گرم و آسفالت متخلخل، افزایش داده و باعث ارتجاعی تر شدن آسفالت می شود؛ لکن افزودن کربن سیاه سبب کاهش پارامترهای مورد آزمایش گردیده است. همچنین تأثیر گذاری مواد پلیمری SBS در افزایش مقاومت مارشال آسفالت در مقایسه با مواد افزودنی پودر لاستیک بازیافتی محسوس تر است.

فصل دوم این پایان نامه به شرح انواع پلیمرها و چگونگی استفاده از پلیمرها در اصلاح خواص قیر و تاریخچه استفاده از پلیمرها خواهد پرداخت.

فصل سوم در مورد ساختار تشکیل دهنده قیر، خواص فیزیکی و انواع قیرهای پلیمری و همچنین انواع آسفالت های پلیمری و مقایسه آسفالت متخلخل با بتن آسفالتی گرم می باشد.

در فصل چهارم، شرح چگونگی انجام آزمایشات با درصدهای مختلف قیر پلیمری می پردازیم ودر نهایت در فصل پنجم نتایج حاصله و مقایسه آنها با یکدیگر مورد بررسی قرار می گیرد و پیشنهاداتی ارائه می گردد.

۱-۲- تاریخچه

اولین بار در سال ۱۹۶۰، چارلز مک دونالد، مهندس مواد از شهر فینیکس آریزونا با استفاده از لاستیک های فرسوده به فکر اصلاح قیر افتاد. اولین بار در سال ۱۹۶۸، یک لایه آسفالتی با استفاده از قیر اصلاح شده در ایالت آریزونا اجرا شد. در دو دهه گذشته در چند ایالت آمریکا به خصوص در ایالت های آریزونا، کالیفرنیا، تگزاس و فلوریدا، تعداد زیادی پروژه های عمده روسازی و

همچنین پروژه های آزمایشی برای مطالعه خواص بتن آسفالتی مخلوط با پلیمرهای مختلف به خصوص لاستیک مصنوعی، طراحی و اجرا شده اند[۱۴].

استفاده مدرن از قیرهای اصلاح شده (منظور استفاده از کوپلیمرهای ترموپلاستیک، الاستومرها یا پلاستومرهاست) اولین بار در سال ۱۹۷۰ به اجرا در آمد[۱۸].

در سال های ۱۹۸۷ و ۱۹۸۸، ۱۲ پروژه اجرایی با استفاده از قیرهای اصلاح شده پلیمری، در مخلوط های بتن آسفالتی گرم در آمریکا انجام شد[۲۰].

در سال ۱۹۸۵، پژوهشگران درصدد تعیین روش های محاسبه میزان خسارت های ناشی از رطوبت برروی مخلوط ها برآمدند. آنان پس از مطالعه های بسیار، آزمایش Lottman را انتخاب نمود (اشتو T283). در این روش با استفاده از نسبت مقاومت کششی مخلوط و بدست آوردن فاکتورهای لازم، مقاومت مخلوط را در برابر صدمات ناشی از رطوبت مورد بررسی قرار دادند[۱۸].

J L (Nann) و همکارانش در سال ۱۹۸۵ در تحقیق دیگری نشان دادند که عمر لایه روسازی با استفاده از قیر پلیمری ۲ تا ۳ برابر لایه روسازی با قیر معمولی است[۱۹].

در سال های اخیر با توجه به خواص پلیمرها در بالا بردن عمر مفید روسازی راهها تحقیقات گسترده ای بر روی افزودن پلیمرها در بیندر انجام گرفته است.

در سال ۲۰۰۱ در گروه راه و ترابری دانشگاه اهایو، مطالعه ای بر روی مقایسه عمر خستگی و مقاومت شیار افتادگی روسازی بتن آسفالتی انجام گرفت. که مقایسه بین نمونه بدون پلیمر، نمونه پلیمری SBS و نمونه پلیمری SBR انجام شد. آنها دریافتند که مقاومت و عمر خستگی در نمونه های پلیمری حدود دو برابر نمونه های شاهد است[۲۱]. در سال ۲۰۰۳ مطالعه ای در در دانشگاه نوادا نشان داد که ویسکوزیته بیندرهای با قیر پلیمری به طور قابل توجهی از بیدرهای با قیر غیر پلیمری در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد بالاتر است[۲۲].Yektin Yildirim در سال ۲۰۰۵ مطالعه ای را بر روی تاثیر سه پلیمر SBS، SBR و Crumb rubber در مخلوط های آسفالتی گرم انجام داد؛ وی طی این مطالعه اقدام به بهینه یابی ضخامت روسازی آسفالتی با قیر پلیمری نمود. او همچنین نشان داد افزودن SBR به آسفالت باعث بهبود عملکرد آسفالت، افزایش ویسکوزیته و افزایش خواص چسبندگی در روسازی می گردد؛ همچنین بهبود عملکرد آسفالت در برابر شیار افتادگی در اثر افزودن پودر لاستیک به آسفالت را به اثبات رساند[۲۵].

در سال ۲۰۰۵ Pollaco و همکاران بر روی تأثیر افزودن پلیمرهای پایه پلی اتیلن بر خواص قیر تحقیقاتی انجام دادند که در آن پلیمر اضافه شده با رابطه ۶ تا ۳۰ درصد وزنی در بیندر استفاده گردید. در این پژوهش ثابت گردید استفاده از پلیمرهای پایه پلی اتیلن سختی بیندر را تا چند برابر افزایش می دهند[۱۶].

در سال ۲۰۰۹ نیز خدایی و همکاران تأثیر پلیمر SBS در کاهش تغییر شکل دائمی آسفالت را مورد مطالعه قرار دادند. در این پژوهش پلیمر SBS با درصدهای ۴، ۵ و ۶ به قیر اضافه گردید و نشان داده شد که در نمونه با ۵ درصد SBS کرنش دائمی نمونه آسفالتی تحت ده هزار سیکل به یک سوم کاهش می یابد [۱۷].

۱-۳- اهداف و اهمیت طرح

راه بعنوان زیر بنای امور اقتصادی و اجتماعی یک جامعه به حساب می آید، و همواره از ابتدا بعنوان رکن اصلی مبادلات اقتصادی و فرهنگی مد نظر بوده است.

به مرور زمان و توسعه های همه جانبه بر اهمیت راه افزوده شده است. بطوریکه با این توسعه راهها نیز گسترش یافته و عمر زیاد و کیفیت بهتر در عین حال با هزینه کمتر مورد توجه واقع شده است.

رویه بتن آسفالتی یکی از بهترین ورایج ترین مصالح روسازی انعطاف پذیز است که به مرور زمان با افزایش حجم تردد خودروها و در نتیجه اضمحلال زودرس رویه های آسفالتی مهندسین به فکر بهبود خواص قیر و بتن آسفالتی افتاده اند. پلیمرها از جمله موادی هستند که برای بهبود مشخصات فنی بتن آسفالتی کمک میکند که خواص قیر را در جهت مطلوب تغییر می دهند. استفاده از پلیمرها در سالیان اخیر گسترش چشمگیری یافته است. بطوریکه عمر بدست آمده در رویه های بتن آسفالتی با قیرهای اصلاح شده دو تا سه برابر افزایش یافته است در نتیجه باعث کاهش هزینه نگهداری و بازسازی آنها گردیده است.

با توجه به شناخت فناوری آسفالت متخلخل در اواخر دهه ۱۹۵۰ و استفاده وسیع از آن از حدود اوایل دهه هشتاد میلادی، این فناوری در ایران هنوز ناشناخته است وتنها در سطح دانشگاه تحقیقات نسبتاً قابل اعتمادی در این مورد انجام گرفته است. در این تحقیق با هدف تکمیل این راه، آزمایشات نسبتاً کاملی (با توجه به امکانات موجود) در چارچوب یکی از موثرترین و جدیدترین طرح اختلاط های ارائه شده برروی آسفالت متخلخل همراه با قیر پلیمری و مقایسه آن با مخلوط آسفالتی گرم انجام شده است.

۱-٤- روش تحقیق

در این پژوهش، مقایسه عملکرد پلیمر SBS وCrumb Rubber و Carbon Black در مخلوط های آسفالتی گرم و آسفالت درشت دانه انجام شده است. بر همین اساس مخلوط های آسفالتی با ۴، ۶، ۸ و۱۰ درصد پلیمر SBS،Crumb Rubber و Carbon Black، نسبت به وزن قیر تهیه شده و آزمایش مارشال و تست مدول بر روی نمونه ها انجام شد. بر همین مبنا مقایسه ای بین عمر سرویس نمونه های پلیمری با نمونه های شاهد و همچنین نمونه های HMA وSMA انجام گرفت.

۱-۵- فرضیات تحقیق

فرضیات این پژوهش را می توان در موارد زیر خلاصه نمود:

۱- لزوم تقویت و تسلیح سازه های آسفالتی به دلیل حساسایت بیشتر نسبت به تغییرات آب وهوایی ترافیک

۲- نیاز به جایگزینی آسفالت متخلخل با مخلوط آسفالتی گرم در بعضی از مناطق با شرایط آب و هوایی خاص

۳- لزوم توجه بیشتر به مسئله تقویت و تسلیح آسفالت در کشور

۴- پلیمرها و پودر لاستیک از جمله عناصر تقویت و تسلیح کننده مطرح در راهسازی هستند.

۵- مطالعه مقایسه عملکرد پلیمرهای مختلف بر روی آسفالت درشت دانه و بتن آسفالتی صورت نگرفته است.