بسم الله الرحمن الرحیم

دانشکده فنی

گروه عمران

گرایش مهندسی راه وترابری

ارزیابی بهبودخصوصیات مخلوط های آسفالتی حاوی پودرشیشه ضایعاتی به عنوان فیلر

از:

هادی کاظمی طاسکوه

استادراهنما:

دکترمهیارعربانی

استادمشاور:

دکترعطاء اله حاجتی مدارایی

(دی ۱۳۹۱)

تقدیم به عزیزانی که:

لحظات ناب باور بودن، لذت و شوق دانستن، جسارت خواستن، عظمت رسیدن و تمام تجربه های یکتا و زیبای زندگیم، مدیون حضور سبز آنهاست؛

تقدیم به خانواده عزیزم.

تشکروقدردانی

ای هستی بخش، وجود مرا بر نعمات بی کرانت توان شکر نیست؛
پروردگارا مرا مدد کن تا دانش اندکم نه نردبانی باشد برای فزونی تکبر و غرور، نه حلقه ای برای اسارت و نه دست مایه ای برای تجارت، بلکه گامی باشد برای تجلیل از تو و متعالی ساختن زندگی خود و دیگران .

حال که توفیق جمع آوری و تهیه این مجموعه را یافته ام بر خود واجب می دانم از تمامی عزیزانی که در طی انجام این پژوهش از راهنمایی و یاری شان بهره مند گشته ام تشکر و قدردانی کنم و برای ایشان از درگاه پروردگار مهربان آرزوی سعادت و پیروزی نمایم .

از استاد راهنمای محترم، جناب آقای **دکترمهیارعربانی** کمال تشکررادارم .

از استاد مشاور ارجمند، جناب آقای **دکترعطاء اله حاجتی مدارایی** که در طول این تحقیق با رهنمودها و تشویق های خود مرا مورد محبت و لطف خویش قرار دادند، صمیمانه سپاسگزارم .

ازاساتیدارجمند،جناب آقای **دکترفریدون مقدس نژاد**وجناب آقای **دکترمیراحمدلشته نشایی** که داوری پایان نامه را برعهده داشتند، بی نهایت سپاسگزارم.

ارزیابی بهبودخصوصیات های آسفالتی حاوی پودرشیشه ضایعاتی به عنوان فیلر

هادی کاظمی طاسکوه

چکیده

با گسترش زیرساخت هاوافزایش تقاضای حمل ونقل ، نیازبه مصالح روسازی اصلاح شده واستفاده ازآنهادرساخت راه هاجهت تامین کارایی مناسب، همواره درحال افزایش است.شیشه یکی ازموادضایعاتی است که باعث آلودگی زیادی درطبیعت به علت تجزیه بسیارپایین می شود. فیلرکوچکترین بخش مصالح سنگی مصرفی درتولید بتن آسفالتی است.وجود فیلردرآسفالت برای تولید مخلوط توپر،چسبنده،بادوام ومقاوم دربرابرآب ضروری است.تحقیقات مختلفی نشان داده اندکه خصوصیات فیلرها تاثیرزیادی برعملکردمخلوط های آسفالتی دارند.این تحقیق جهت بررسی تاثیرپودرشیشه ضایعاتی به عنوان فیلربرعملکرد مخلوط های آسفالتی انجام گرفته است. فیلرهای دیگرعبارتنداز:پودرسنگ وپودرآجرضایعاتی که ازالک شماره ۲۰۰ گذشته وبا بادرصدهای مختلف به کارگرفته شدند.ابتدا آزمایش های مارشال برروی نمونه های با فیلرهای مختلف ودرصدهای متفاوت جهت به دست آوردن درصدقیربهینه انجام گرفت وسپس تاثیرنوع ودرصد فیلرهای مختلف موردبحث قرارگرفت.همچنین نتایج نشان دادکه فیلرپودرشیشه ضایعاتی به عنوان فیلرباعث بهبود مقداراستحکام مارشال ،خزش دینامیکی ، مدول سختی وعمرخستگی می گردد..

کلیدواژه ها :آسفالت ، فیلر ،پودرشیشه ضایعاتی، مدول سختی ، خستگی ، خزش دینامیکی

فهرست مطالب:

- **چکیده فارسی** ژ
- **چکیده انگلیسی** س
- **پیشگفتار** ۱
- **فصل اول: کلیات** ۲

۱-۱- مقدمه ۳

۱-۲- بیان مساله ۳

۱-۳- ضرورت پژوهش ۴

۱-۴- اهداف پژوهش ۴

۱-۵- فرضیات پژوهش ۴

- **فصل دوم: ادبیات فنی** ۵

۲-۱- مقدمه ۶

۲-۲- نقش فیلردرمخلوط های آسفالتی وماستیک ۹

۲-۳- ضخامت غشای قیری ۱۳

۲-۴- رفتار روسازی های آسفالتی انعطاف پذیر ۱۵

۲-۵- **انواع خرابی های روسازی های انعطاف پذیر** ۱۶

۲-۵-۱- پدیده تغییر شکل ماندگار در روسازی های آسفالتی ۱۶

۲-۵-۱-۱- انواع شیارشدگی درروسازی های آسفالتی ۱۸

۲-۵-۱-۱-۱ شیارشدگی به علت چگالش ۱۸

۲-۵-۱-۱-۲ شیارشدگی به علت گسیختگی برشی ۱۸

۲-۵-۱-۱-۳ شیار شدگی ناشی از ضعف بستر و سیستم روسازی ۲۰

۲-۵-۱-۱-۴ **شیارشدگی ناشی از ضعف لایه های آسفالتی** ۲۰

۲-۵-۱-۱-۵ شیار شدگی ناشی از شن زدگی ۲۱
۲-۵-۱-۲- اندازه گیری پدیده شیارشدگی ۲۱
۲-۵-۱-۳- مدل های پیش بینی تغییرشکل دائمی ۲۴
۲-۵-۱-۴- **سطوح شدت شیارشدگی** ۲۸
۲-۵-۱-۵- عوامل مؤثربرشیارشدگی ۲۹
۲-۵-۱-۵-۱- تاثیرخصوصیات فیلربرپدیده شیارشدگی ۳۱
۲-۵-۱-۶- پتانسیل شیارشدگی مخلوط های آسفالتی مختلف ۳۲
۲-۵-۱-۷- راه حل های ارائه شده جهت کاهش شیارشدگی درروسازی های آسفالتی ۳۳
۲-۵-۲- پدیده خستگی در روسازی های آسفالتی ۳۳
۲-۵-۲-۱- روش تحلیل خستگی ۳۵
۲-۵-۲-۲- نوع بارگذاری (کنترل تنش، کنترل کرنش)درآزمایش خستگی ۳۹
۲-۵-۲-۳- شکل های بارگذاری درآزمایش خستگی ۴۰
۲-۶- مروری برمطالعات پیشین ۴۱
۲-۶-۱- مقدمه ۴۱
۲-۶-۲- تاثیرفیلربرمخلوط های آسفالتی گرم ۴۲
- **فصل سوم : فعالیت های آزمایشگاهی** ۴۸
۳-۱- مصالح ۴۹
۳-۱-۱- قیر ۴۹
۳-۱-۲- سنگدانه ۵۰
۳-۱-۳- فیلر ۵۱
۳-۱-۳-۱- پودرشیشه ۵۲
۳-۱-۳-۲- پودرآجر ۵۲
۳-۱-۴- آزمایش های انجام شده بر روی مصالح سنگی ۵۳
۳-۲- طرح اختلاط مخلوط های آسفالت گرم ۵۶
۳-۳- آزمایش های مکانیکی مخلوط های آسفالت گرم ۵۸

۳-۳-۲- آزمایش خستگی به روش کشش غیر مستقیم ($ITFT$) ۶۰
۳-۳-۳- آزمایش اعمال بار محوری تکراری (RLA) ۶۱
• **فصل چهارم : نتایج وبحث** ۶۲
۴-۱- تحلیل نتایج بدست آمده ۶۳
۴-۱-۱- **تحلیل نتایج آزمایشات مارشال بر روی نمونه های آسفالتی ساخته شده بافیلرهای مختلف** ۶۳
۴-۱-۱-۱- تاثیردرصدفیلربرمقدارقیربهینه ۶۴
۴-۱-۱-۲- تاثیردرصدفیلربرمقداراستحکام مارشال ۶۴
۴-۱-۱-۳- تاثیردرصدفیلربرمقدارروانی ۶۶
۴-۱-۱-۴- تاثیردرصدفیلربرمقداروزن مخصوص ۶۶
۴-۱-۱-۵- تاثیردرصدفیلربرفضای خالی مخلوط ۶۷
۴-۱-۲- **تحلیل نتایج آزمون تعیین مدول سختی بر روی نمونه های آسفالتی ساخته شده بافیلرپودر شیشه** ۸۱
۴-۱-۳- **تحلیل نتایج آزمون بارگذاری مکرر بر روی نمونه های آسفالتی ساخته شده بافیلرپودر شیشه** ۸۳
۴-۱-۳-۱- **تحلیل نمودارهای کرنش- سیکل نمونه های آسفالتی ساخته شده بافیلرهای مختلف** ۸۸
۴-۱-۴- **تحلیل نتایج آزمون خستگی بر روی نمونه های آسفالتی ساخته شده بافیلرپودر شیشه** ۹۳
۴-۱-۴-۱- **بررسی مدل های خستگی نمونه های حاوی فیلرهای مختلف بادرصدهای متفاوت** ۹۶
۴-۱-۵- **مدل های رفتاری بدست آمده از نمونه های حاوی فیلرهای پودرسنگ،پودرآجرضایعاتی وپودرشیشه ضایعاتی** ۱۰۱
۴-۱-۵-۱- مدل مدول سختی نمونه های حاوی فیلرهای مختلف ۱۰۰
۴-۱-۵-۲- مدل تغییرشکل ماندگار نمونه های حاوی فیلرهای مختلف ۱۰۲
۴-۱-۵-۳- **مدل عمرخستگی نمونه های حاوی فیلرهای مختلف** ۱۰۲
• **فصل پنجم: نتیجه گیری وپیشنهادات** ۱۰۳
۵-۱- مقدمه ۱۰۴
۵-۲- نتیجه گیری ۱۰۴
۵-۳- پیشنهادات برای ادامه تحقیق ۱۰۶

- **مراجع** ۱۰۷
- **پیوست ها** ۱۱۰

پ۱- نتایج مربوط به روش طرح اختلاط مارشال ۱۱۱

پ۲- نتایج آزمایش مدول سختی بر روی نمونه های آسفالتی ۱۲۰

پ۳- نتایج آزمایش بارگذاری مکرر بر روی نمونه های آسفالتی ۱۲۳

پ۴- نتایج آزمایش خستگی بر روی نمونه های آسفالتی ۱۲۶

پ۵- نتایج وشکل های مربوط به مدل های ارائه شده بااستفاده ازنرم افزار*Minitab*۱۶ ۱۳۰

فهرست جدول ها:

▪ جدول های فصل دوم

جدول۲-۱- فاکتورهای مؤثربرشیارشدگی مخلوط های آسفالتی ۳۲

جدول۲-۲- روش های معمول آزمایش خستگی ۳۶

جدول ۲-۳- مقایسه مشخصه های مختلف در انواع حالتهای بارگذاری درآزمایش خستگی ۴۰

جدول ۲-۴- مشخصات فیلرهای مختلف موردمطالعه درمرجع ۲۲ ۴۳

▪ جدول های فصل سوم

جدول ۳-۱- مشخصات قیر ۷۰ – ۶۰ پالایشگاه اصفهان مورد استفاده در این پایان نامه ۴۹

جدول ۳-۲- دانه بندی پیوسته مخلوط آسفالت گرم مربوط به قشر توپکا(رویه) ۵۰

جدول ۳-۳- حدوددانه بندی فیلرمطابق نشریه ۲۳۴ ۵۱

جدول ۳-۴- حدوددانه بندی فیلرمورداستفاده درپایان نامه برای هرسه نوع فیلر ۵۱

جدول۳- ۵- مشخصات مربوط به فیلرها ۵۳

جدول ۳-۶- مقادیر مجاز سایش به روش لوس آنجلس ۵۳

جدول ۳-۷- الزامات شکستگی مصالح درشت دانه ۵۴

جدول ۳-۸- تعدادنمونه های ساخته شده دراین پایان نامه ۵۶

▪ جدول های فصل چهارم

جدول ۴-۱- مقادیرقیربهینه مخلوط های بافیلرهای مختلف ۶۳

جدول ۴-۲- مقایسه ضرائب رابطه خستگی به ازای فیلرهای مختلف بادرصدهای متفاوت ۱۰۰

▪ جدول های پیوست ها

جدول پ-۱- ۱نتایج آزمایشات مارشال جهت تعیین درصد قیر بهینه در نمونه های آسفالتی حاوی فیلرپودرسنگ ۱۱۱

جدول پ-۱-۲ نتایج آزمایشات مارشال جهت تعیین درصد قیر بهینه در نمونه های آسفالتی حاوی فیلرپودرآجرضایعاتی ۱۱۴

جدول پ-۱-۳ نتایج آزمایشات مارشال جهت تعیین درصد قیر بهینه در نمونه های آسفالتی حاوی فیلرپودرشیشه ضایعاتی ۱۱۷

جدول پ-۲ نتایج آزمایشات *ITSM* جهت تعیین مدول سختی نمونه های آسفالتی ساخته شده بافیلرهای پودرشیشه ضایعاتی،پودرآجرضایعاتی وپودرسنگ ۱۲۰

جدول پ- ۳نتایج آزمایشات *RLA* جهت تعیین قابلیت شیارشدگی نمونه های آسفالتی ساخته شده بافیلرهای پودرشیشه ضایعاتی،پودرآجرضایعاتی وپودرسنگ ۱۲۳

جدول پ-۴ نتایج آزمایشات *ITFT* جهت تعیین عمرخستگی نمونه های آسفالتی ساخته شده بافیلرهای پودرشیشه ضایعاتی،پودرآجرضایعاتی وپودرسنگ ۱۲۶

جدول پ- ۵-۱- نتایج آنالیز واریانس مدول سختی نمونه های آسفالتی حاوی فیلرپودرسنگ ۱۳۰

جدول پ- ۵-۲- نتایج آنالیز واریانس مدول سختی نمونه های آسفالتی حاوی فیلرپودرآجرضایعاتی ۱۳۱

جدول پ- ۵-۳- نتایج آنالیز واریانس مدول سختی نمونه های آسفالتی حاوی فیلرپودرشیشه ضایعاتی ۱۳۲

جدول پ- ۵-۴- نتایج آنالیز واریانس تغییرشکل ماندگار نمونه های آسفالتی حاوی فیلرپودرسنگ ۱۳۳

جدول پ- ۵-۵- نتایج آنالیز واریانس تغییرشکل ماندگار نمونه های آسفالتی حاوی فیلرپودرآجرضایعاتی ۱۳۴

جدول پ- ۵-۶- نتایج آنالیز واریانس تغییرشکل ماندگار نمونه های آسفالتی حاوی فیلرپودرشیشه ضایعاتی ۱۳۵

جدول پ- ۵-۷- نتایج آنالیز واریانس عمرخستگی نمونه های آسفالتی حاوی فیلرپودرسنگ ۱۳۶

جدول پ- ۵-۸- نتایج آنالیز واریانس عمرخستگی نمونه های آسفالتی حاوی فیلرپودرآجرضایعاتی ۱۳۷

جدول پ- ۵-۹- نتایج آنالیز واریانس عمرخستگی نمونه های آسفالتی حاوی فیلرپودرشیشه ضایعاتی ۱۳۸

فهرست شکل ها:

□ شکلهای فصل دوم

شکل۲- ۱- مفهوم قیرثابت وقیرآزاد ۱۰

شکل۲-۲- جذب قیرتوسط ذرات فیلر ۱۱

شکل۲-۳- پارامترهای توصیف کننده فضاهادرترکیب فیلر/قیر ۱۳

شکل ۲-۴- مفهوم غشای قیری ۱۴

شکل ۲-۵- نمایش کلی تنش وکرنش درروسازی های آسفالتی ۱۵

شکل ۲-۶- نمودارکرنش پلاستیک تجمعی درروسازی ۱۷

شکل۲-۷- شیارشدگی به علت چگالش ۱۸

شکل ۲-۸- شیارشدگی به علت گسیختگی برشی ۱۹

شکل۲-۹- شیارشدگی ناشی از ضعف لایه های زیر آسفالت ۲۰

شکل ۲-۱۰- شیارشدگی ناشی از ضعف لایه های آسفالتی ۲۰

شکل ۲-۱۱- نمودارخزش ۲۲

شکل۲-۱۲- الگوی نیم سینوسی بارگذاری به کاررفته برای آزمایش تغییرشکل ماندگار ۲۳

شکل ۲-۱۳- نمودارکرنش ماندگاربرحسب تعدادسیکل ۲۳

شکل ۲-۱۴- سطح کم شیارشدگی(عمق شیارکمتراز۱۲میلی متر) ۲۸

شکل ۲- ۱۵- سطح متوسط شیارشدگی(عمق شیاربین ۱۲تا۲۵میلی متر) ۲۸

شکل۲-۱۶- سطح زیادشیارشدگی(عمق شیاربیشتراز۲۵میلی متر) ۲۹

شکل ۲-۱۷- رشدترک خستگی ۳۴

شکل۲-۱۸- ترک های خستگی درروسازی های انعطاف پذیر ۳۴

شکل۲-۱۹- شدت های مختلف ترک های خستگی ۳۵

شکل ۲-۲۰- انواع شکل بارگذاری در آزمایش های خستگی ۴۱

شکل۲-۲۱- پتانسیل دوام مخلوط های آسفالتی مربوط به تاثیرفیلرباستفاده ازمعیارمدول برجهندگی ۴۶

□ شکلهای فصل سوم

شکل ۳-۱- محدوده دانه بندی مورداستفاده دراین پایان نامه ۵۰

شکل ۳-۲- برنامه ساخت وآزمایش های نمونه های آسفالتی ۵۵

شکل ۳-۳- اجزاء دستگاه ناتینگهام ۵۸

شکل ۳-۴- نحوه بارگذاری در آزمایش *ITSM* ۶۰

شکل ۳-۵- نحوه قرارگیری نمونه درآزمایش خستگی ۶۱

شکل ۳-۶- نحوه انجام آزمایش بارمحوری تکراری ۶۱

□ شکل های فصل چهارم

شکل ۴-۱- نمودار درصدقیربهینه برحسب درصدفیلردرترکیبات بافیلرهای مختلف ۶۴

شکل ۴-۲- نموداراستحکام مارشال برحسب درصدفیلردرترکیبات بافیلرهای مختلف ۶۵

شکل ۴-۳- نمودارروانی برحسب درصدفیلردرترکیبات بافیلرهای مختلف ۶۶

شکل ۴-۴- نمودارچگالی برحسب درصدفیلردرترکیبات بافیلرهای مختلف ۶۷

شکل ۴-۵- نمودار درصدفضای خالی مخلوط برحسب درصدفیلردرترکیبات بافیلرهای مختلف ۶۸

شکل ۴-۶- نمودارهای مارشال جهت تعیین قیر بهینه در نمونه های آسفالتی ساخته شده بافیلرپودرسنگ۲درصد ۶۹

شکل ۴-۷- نمودارهای مارشال جهت تعیین قیر بهینه در نمونه های آسفالتی ساخته شده بافیلرپودرسنگ۴درصد ۷۰

شکل ۴-۸- نمودارهای مارشال جهت تعیین قیر بهینه در نمونه های آسفالتی ساخته شده بافیلرپودرسنگ۶درصد ۷۱

شکل ۴-۹- نمودارهای مارشال جهت تعیین قیر بهینه در نمونه های آسفالتی ساخته شده بافیلرپودرسنگ۸درصد ۷۲

شکل ۴-۱۰- نمودارهای مارشال جهت تعیین قیر بهینه در نمونه های آسفالتی ساخته شده بافیلرپودرآجر۲درصد ۷۳

شکل ۴-۱۱- نمودارهای مارشال جهت تعیین قیر بهینه در نمونه های آسفالتی ساخته شده بافیلرپودرآجر۴درصد ۷۴

شکل ۴-۱۲- نمودارهای مارشال جهت تعیین قیر بهینه در نمونه های آسفالتی ساخته شده بافیلرپودرآجر۶درصد ۷۵

شکل ۴-۱۳- نمودارهای مارشال جهت تعیین قیر بهینه در نمونه های آسفالتی ساخته شده بافیلرپودرآجر۸درصد ۷۶

شکل ۴-۱۴- نمودارهای مارشال جهت تعیین قیر بهینه در نمونه های آسفالتی ساخته شده بافیلرپودرشیشه۲درصد ۷۷

شکل ۴-۱۵- نمودارهای مارشال جهت تعیین قیر بهینه در نمونه های آسفالتی ساخته شده بافیلرپودرشیشه۴درصد ۷۸

شکل ۴-۱۶- نمودارهای مارشال جهت تعیین قیر بهینه در نمونه های آسفالتی ساخته شده بافیلرپودرشیشه۶درصد ۷۹

شکل ۴-۱۷- نمودارهای مارشال جهت تعیین قیر بهینه در نمونه های آسفالتی ساخته شده بافیلرپودرشیشه۸درصد ۸۰

شکل۴-۱۸- تغییرات مدول سختی برحسب درصدفیلردرنمونه های ساخته شده با فیلرهای متفاوت دردمای ۲۵درجه سانتی گراد ۸۲

شکل۴-۱۹- تغییرات مدول سختی برحسب درصدفیلردرنمونه های ساخته شده با فیلرهای متفاوت دردمای ۴۰درجه سانتی گراد ۸۲
شکل ۴-۲۰- تغییرات تغییرشکل ماندگار برحسب دمادرنمونه های ساخته شده با فیلرهای ۲درصد ۸۴
شکل ۴-۲۱- تغییرات تغییرشکل ماندگار برحسب دمادرنمونه های ساخته شده با فیلرهای ۴درصد ۸۴
شکل ۴-۲۲- تغییرات تغییرشکل ماندگار برحسب دمادرنمونه های ساخته شده با فیلرهای ۶درصد ۸۵
شکل ۴-۲۳- تغییرات تغییرشکل ماندگار برحسب دمادرنمونه های ساخته شده با فیلرهای ۸درصد ۸۵
شکل ۴-۲۴- تغییرات درصدکرنش محوری برحسب دمادرنمونه های ساخته شده با فیلرهای ۲درصد ۸۶
شکل ۴-۲۵- تغییرات درصدکرنش محوری برحسب دمادرنمونه های ساخته شده با فیلرهای ۴درصد ۸۶
شکل ۴-۲۶- تغییرات درصدکرنش محوری برحسب دمادرنمونه های ساخته شده با فیلرهای ۶درصد ۸۷
شکل ۴-۲۷- تغییرات درصدکرنش محوری برحسب دمادرنمونه های ساخته شده با فیلرهای ۸درصد ۸۷
شکل ۴-۲۸- نمودارکرنش – سیکل به ازای فیلر۲درصددردمای ۲۵درجه سانتی گراد ۸۹
شکل ۴-۲۹- نمودارکرنش – سیکل به ازای فیلر۴درصددردمای ۲۵درجه سانتی گراد ۸۹
شکل ۴-۳۰- نمودارکرنش – سیکل به ازای فیلر۶درصددردمای ۲۵درجه سانتی گراد ۹۰
شکل ۴-۳۱- نمودارکرنش – سیکل به ازای فیلر۸درصددردمای ۲۵درجه سانتی گراد ۹۰
شکل ۴-۳۲- نمودارکرنش – سیکل به ازای فیلر۲درصددردمای ۴۰درجه سانتی گراد ۹۱
شکل ۴-۳۳- نمودارکرنش – سیکل به ازای فیلر۴درصددردمای ۴۰درجه سانتی گراد ۹۱
شکل ۴-۳۴- نمودارکرنش – سیکل به ازای فیلر۶درصددردمای ۴۰درجه سانتی گراد ۹۲
شکل ۴-۳۵- نمودارکرنش – سیکل به ازای فیلر۸درصددردمای ۴۰درجه سانتی گراد ۹۲
شکل ۴-۳۶- تعدادسیکل های منجربه شکست برحسب درصدفیلرنمونه های ساخته شده بافیلرهای متفاوت دردمای۲۵درجه سانتی گرادوتنش۳۰۰کیلوپاسکال ۹۴
شکل ۴-۳۷- کرنش های به دست آمده برحسب فیلردر نمونه های ساخته شده بافیلرهای متفاوت دردمای۲۵درجه سانتی گرادوتنش۳۰۰کیلوپاسکال ۹۴
شکل ۴-۳۸- تعدادسیکل های منجربه شکست برحسب درصدفیلرنمونه های ساخته شده بافیلرهای متفاوت دردمای۴۰درجه سانتی گرادوتنش۳۰۰کیلوپاسکال ۹۵
شکل ۴-۳۹- کرنش های به دست آمده برحسب فیلردر نمونه های ساخته شده بافیلرهای متفاوت دردمای۴۰درجه سانتی گرادوتنش۳۰۰کیلوپاسکال ۹۵
شکل ۴-۴۰- مقایسه مدل خستگی نمونه های ساخته شده بافیلر۲درصد ۹۷
شکل ۴-۴۱- مقایسه مدل خستگی نمونه های ساخته شده بافیلر۴درصد ۹۸
شکل ۴-۴۲- مقایسه مدل خستگی نمونه های ساخته شده بافیلر۶درصد ۹۹
شکل ۴-۴۳- مقایسه مدل خستگی نمونه های ساخته شده بافیلر۸درصد ۹۹

□ شکلهای پیوست ها

شکل پ-۵-۱- مدل مدول سختی نمونه های حاوی فیلرپودرسنگ ۱۳۹
شکل پ-۵-۲- مدل مدول سختی نمونه های حاوی فیلرپودرآجرضایعاتی ۱۴۰

شکل پ-۵-۳- مدل مدول سختی نمونه های حاوی فیلرپودرشیشه ضایعاتی ۱۴۱
شکل پ-۵ -۴- مدل تغییرشکل ماندگار نمونه های حاوی فیلرپودرسنگ ۱۴۲
شکل پ-۵-۵- مدل تغییرشکل ماندگار نمونه های حاوی فیلرپودرآجرضایعاتی ۱۴۳
شکل پ-۵-۶- مدل تغییرشکل ماندگار نمونه های حاوی فیلرپودرشیشه ضایعاتی ۱۴۴
شکل پ-۵-۷- مدل خستگی نمونه های حاوی فیلرپودرسنگ ۱۴۵
شکل پ-۵-۸- مدل خستگی نمونه های حاوی فیلرپودرآجرضایعاتی ۱۴۶
شکل پ-۵-۹- مدل خستگی نمونه های حاوی فیلرپودرشیشه ضایعاتی ۱۴۷

پیشگفتار:

این پایان نامه شامل ۵ فصل می باشد که در فصل اول با عنوان کلیات به بیان مساله ، ضرورت پژوهش ، اهداف پژوهش وفرضیات پرداخته شده است.

در فصل دوم این پایان نامه به عنوان ادبیات فنی به نقش فیلردرمخلوط های آسفالتی، انواع خرابی های مخلوط های آسفالتی وهمچنین مطالعات وتحقیقاتی که درگذشته انجام شده است، پرداخته شده است.

در فصل سوم با عنوان فعالیت های آزمایشگاهی، آزمایش های صورت گرفته در این پایان نامه بیان شده است.

فصل چهارم با عنوان نتایج و بحث ها در برگیرنده نتایج آزمایش های انجام شده به همراه تحلیل داده ها می باشد. در انتهای این فصل نیز مدل های رفتاری بد ست آمده بر اساس نتایج آزمایشات انجام شده، ارائه گردیده است.

فصل پنجم با عنوان نتیجه گیری به جمع بندی مطالب و نتایج به دست آمده، اختصاص یافته است و در انتها نیز پیشنهاداتی جهت ادامه تحقیقات در آینده ارائه شده است.

فصل اول:

کلیات

۱-۱- مقدمه

باگسترش زیرساخت ها وافزایش تقاضای حمل ونقل ، نیازبه مصالح اصلاح شده واستفاده ازآنهادرساخت راه ها جهت تامین کارایی مناسب،همواره درحال افزایش است.ازطرف دیگرباید به جنبه اقتصادی،سازگاری بامحیط زیست،تاثیرمناسب برکارایی ودردسترس بودن مصالح نیزتوجه کرد.همچنین باتوجه به افزایش روزافزون وزن وتعداد وسایل نقلیه سنگین (بابارمحوری بیشتر)،جهت مقابله بامهمترین خرابی های رایج درروسازی های آسفالتی مانندتغییرشکل ماندگار یا شیارشدگی وترک های ناشی ازخستگی، استفاده ازمواداصلاح کننده مخلوط های آسفالتی بسیارضروری است. هزینه های بالای ساخت و نگهداری روسازی های آسفالتی موجب شده است تا محققان راهکارهایی را برای افزایش دوام و پایداری روسازی های آسفالتی جستجو کنند . استفاده از مصالح مرغوب، اصلاح قیر، اصلاح دانه بندی، استفاده از فیلر مناسب و به کارگیری افزودنی های مختلف در طول سال های گذشته همواره مورد توجه محققان مختلف بوده است .

۱-۲- بیان مساله

باتوجه به اینکه مخلوط های آسفالتی ازسه جزء اصلی سنگدانه ها،قیروفضاهای خالی تشکیل شده اند و سنگدانه هانیزازسه قسمت درشت دانه،ریزدانه وفیلر[1]تشکیل شده اند،بنابراین یکی ازبخش هایی که می توان با استفاده ازموادجایگزین درآن به اصلاح خواص مکانیکی مخلوط های آسفالتی گرم پرداخت ، فیلریاپرکننده است.فیلردونقش مهم رادرمخلوط های آسفالتی ایفامی کند،ازطرفی باپرکردن فضاهای خالی بین سنگدانه هادرگیری وقفل وبست سنگدانه هاراافزایش داده وموجب پایداری مخلوط می گردد وازطرف دیگربه دلیل شکل وویژگی های سطحی اش باقیرواکنش داشته وبه عنوان چسباننده عمل می کندکه بنابراین باعث افزایش مدول سختی ودرنتیجه افزایش مقاومت دربرابرخرابی های معمول مانندتغییرشکل ماندگار(شیارشدگی)وترک های خستگی می گردد. همچنین هرسال برحجم مواد ضایعاتی موجوددرطبیعت افزوده می شود. یکی از موادضایعاتی که به مقدار زیادی درطبیعت وجوددارد و سالیان بسیارزیادی جهت تجزیه آن لازم است، شیشه است.

[1] *Filler*

۱-۳- ضرورت پژوهش

مطالعات نشان داده است که اصلاحات انجام شده دراجزاء تشکیل دهنده مخلوط های آسفالتی ، مانندنوع ومقدار،گاهی خواص مخلوط های آسفالتی گرم رابهبودبخشیده است.دراین بین بعضی ازمحققان نشان داده اندکه فیلرهانقش مهمی درعملکردمخلوط های آسفالتی دارند [۱-۲].باتوجه به مشخصات فیلر، هدف ازاضافه کردن فیلرصرفا پرکردن فضاهای خالی بین سنگدانه ها نیست بلکه فیلرباعث اصلاح قیرومخلوط های آسفالتی می شود. یکی از راهکارهای مقابله باخرابی های رایج درروسازی های آسفالتی مانندشیارشدگی و ترک های خستگی به کارگیری فیلرهای با خصوصیات فیزیکی وشیمیایی مؤثرتر می باشد.باتوجه به اینکه فیلرپودرشیشه به دلیل زبری ذرات آن دارای اصطکاک بیشتری نسبت به فیلرهای معمول بوده وهمچنین خاصیت جذب قیرکمتری دارد،وازطرفی مقادیرزیادی ازشیشه ضایعاتی درطبیعت وجوددارد‌که تجزیه آن به زمان بسیارزیادی نیازدارد،بنابراین این پژوهش ازیک طرف تلاش داردکه خصوصیات مخلوط های آسفالتی گرم رابااستفاده ازفیلرپودرشیشه ضایعاتی بهبودبخشیده وازطرف دیگربه دفع یا مصرف مجدد مقداری ازشیشه ضایعاتی موجوددرطبیعت کمک نماید.

۱-۴- هدف پژوهش

هدف ازاین پژوهش ، تاثیرفیلرپودرشیشه ضایعاتی بادرصدهای مختلف ودردماهای مختلف (درمقایسه بافیلرهای پودرسنگ وپودرآجرضایعاتی) برخواص مخلوط های آسفالتی گرم مانند مدول سختی ، مقاومت دربرابرتغییرشکل دائمی (شیارشدگی[۲]) وعمرخستگی است.

۱-۵- فرضیات پژوهش

۱- پتانسیل شیارشدگی مخلوط های آسفالتی می تواندبه وسیله نتایج آزمایشگاهی بااستفاده ازدستگاه ناتینگهام ارزیابی شود.

۲- شیارشدگی وخستگی ازعوامل متعددی تاثیرمی پذیرندکه دراین پژوهش فقط اثرفیلرموردبررسی قرارگرفته است.

۳-حمل وتبدیل شیشه ضایعاتی به پودرمقرون به صرفه باشد.

[2] *Rutting*

فصل دوم:

ادبیات فنی