



**دانشکده مهندسی عمران
(گروه راه و ترابری)**

پایان نامه کارشناسی ارشد

**« اصلاح خواص قیر و آسفالت گرم با پلیمر پودر لاستیک
بازیافتی و ژیلسونیت »**

دانشجو:

امیر عباس آگاهی

اساتید راهنما:

دکتر محمود عامری

دکتر شمس نوبخت

بهار ۱۳۸۴

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>موضوع</u>
۱	۱- قیر و خواص آن
۳	۱-۱- قیر
۴	۱-۲- ساختمان شیمیایی قیر
۱۱	۱-۳- رئولوژی قیرها
۱۱	۱-۴- رفتار رئولوژیکی قیرها
۱۵	۱-۵- خواص فیزیکی و مکانیکی قیر
۱۵	۱-۵-۱ رفتار قیر
۱۶	۱-۵-۲ حساسیت حرارتی قیر
۱۶	۱-۵-۳ سخت شدن قیر
۱۷	۱-۶- بررسی چگونگی بهبود خواص قیرها
۲۳	۱-۶-۱ روشهای شیمیایی
۲۴	۱-۶-۲ روشهای فیزیکی
۲۵	۲- آشنایی با پلیمرها
۲۵	۲-۱-۱- ملکولهای پلیمری
۲۶	۲-۲- فهرست مواد آلی
۳۰	۲-۳- ئیدروکربنهای حلقوی
۳۴	۲-۴- پلیمرها
۳۷	۲-۵- ساختمان ملکولی

- ۴۱ -۳- افزودنیهای قیر و آسفالت
- ۴۱ ۳-۱- اهداف کلی
- ۴۲ ۳-۲- گروه بندی مواد افزودنی
- ۴۳ ۳-۳- پلیمرها
- ۴۴ ۳-۴- پر کننده‌های معدنی (فیلرها)
- ۴۵ ۳-۵- مواد جایگزین شونده (Extenders)
- ۴۵ ۳-۶- الیاف (Fiber)
- ۴۶ ۳-۷- اکسید کننده‌ها و اکسید شونده‌ها
- ۴۷ ۳-۸- مشتقات نفتی یا هیدروکربنها - ژیلسونیت
- ۴۹ ۳-۹- اتصال دهنده‌ها، مواد ضد عریان شوندگی (Antistrips)
- ۵۰ -۴- بررسی اصلاح کننده‌های پلیمری قیر
- ۵۰ ۴-۱- مقدمه
- ۵۱ ۴-۲- پلاستیکها
- ۵۶ ۴-۳- لاستیکها
- ۵۷ ۴-۳-۱- استفاده از خرده لاستیک بازیافتی
- ۵۹ ۴-۳-۲- استفاده از لاستیک استایرن بوتادین رابر SBR
- ۶۱ ۴-۴- ترکیبی (الاستومر و پلاستومر)
- ۶۲ ۴-۴-۱- امتزاج قیر ۶۰/۷۰ + پودر لاستیک بازیافتی + LDPE + H.V.S ...
- ۶۴ ۴-۴-۲- امتزاج قیر ۶۰/۷۰ + LDPE + H.V.S + SBR
- ۶۶ ۴-۵- ترموپلاستیک الاستومرها
- ۷۰ ۴-۶- سازگاری قیرها با پلیمرها
- ۷۵ ۴-۷- انتخاب قیر برای اصلاح با پلیمر

۸۱	..... ۵- تحقیقات آزمایشگاهی
۸۱	..... ۵-۱- مقدمه
۸۲	..... ۵-۲- مصالح سنگی
۸۴	..... ۵-۲-۱- تمیزی مصالح سنگی
۸۵	..... ۵-۲-۲- آزمایش دانه‌بندی مصالح سنگی
	..... ۵-۲-۳- آزمایش تعیین درصد جذب آب و وزن مخصوص ظاهری و واقعی
۸۷	..... در حالت خشک و تعادل (S.S.D)
۸۷	..... ۵-۲-۳-۱- مصالح سنگی درشت دانه
۸۹	..... ۵-۲-۳-۲- مصالح سنگی ریزدانه
۹۱	..... ۵-۲-۴- آزمایش تعیین وزن مخصوص ظاهری فیلر
۹۲	..... ۵-۲-۵- آزمایش تطویل و تورق و درصد شکستگی مصالح سنگی
۹۳	..... ۵-۲-۶- آزمایش سایش لوس آنجلس
۹۵	..... ۵-۳- آزمایشات قیر
۱۰۰	..... ۵-۳-۱- آزمایش تعیین درجه نفوذ قیر
۱۰۲	..... ۵-۳-۲- آزمایش تعیین نقطه نرمی قیر
۱۰۳	..... ۵-۳-۳- آزمایش تعیین خاصیت انگمی قیر
۱۰۴	..... ۵-۳-۴- آزمایش تعیین درجه اشتعال قیر
۱۰۵	..... ۵-۳-۵- آزمایش تعیین کندروانی قیر به روش سیپولت-فیورل
۱۰۶	..... ۵-۳-۶- آزمایش تعیین نقطه شکست فراس قیر
۱۰۸	..... ۵-۴- مشخصات افزودنیهای قیر و مراحل آماده‌سازی
۱۰۸	..... ۵-۴-۱- پودر لاستیک بازیافتی
۱۰۹	..... ۵-۴-۱-۱- روش خشک
۱۱۰	..... ۵-۴-۱-۲- روش تر
۱۱۱	..... ۵-۴-۱-۳- روش ترکیبی

- ۱۱۱ ژیلسونیت ۲-۴-۵
- ۱۱۲ درصد اختلاط مواد ۳-۴-۵
- ۱۱۵ بررسی نتایج آزمایشات قیر ۵-۵
- ۱۱۵ آزمایش درجه نفوذ ۱-۵-۵
- ۱۱۶ آزمایش نقطه نرمی ۲-۵-۵
- ۱۱۷ آزمایش انگمی (قابلیت کشش) ۳-۵-۵
- ۱۱۹ آزمایش کندروانی ۴-۵-۵
- ۱۲۰ آزمایش نقطه شکست فراس ۵-۵-۵
- ۱۲۲ آزمایشات بتن آسفالتی ۶-۵
- ۱۲۲ روش طرح اختلاط مارشال ۱-۶-۵
- ۱۲۴ ساخت نمونه‌های بتن آسفالتی گرم ۲-۶-۵
- ۱۲۶ آزمایشات نمونه‌های بتن آسفالتی گرم ۳-۶-۵
- ۱۲۷ الف- آزمایش تعیین وزن مخصوص واقعی نمونه‌های بتن آسفالتی
- ۱۴۷ ب- آزمایش تعیین استقامت مارشال نمونه‌های بتن آسفالتی ...
- ۱۶۷ ج- آزمایش تعیین روانی نمونه‌های بتن آسفالتی
- د- آزمایش تعیین درصد حجمی فضای خالی نمونه‌های بتن آسفالتی
- ۱۸۶ ه- آزمایش تعیین درصد حجمی فضای خالی مصالح سنگی نمونه‌های بتن آسفالتی
- ۲۰۵ نمونه‌های بتن آسفالتی
- ۲۲۴ نتایج کلی ۷-۵
- ۲۲۷ توصیه‌های فنی جهت ادامه تحقیقات ۸-۵
- ۲۲۹ توصیه‌های ایمنی ۹-۵
- ۲۲۹ موضوعات پیشنهادی جهت ادامه تحقیقات
- ۲۳۰ منابع

فهرست جداول

صفحه

موضوع

فصل اول

۴	جدول ۱-۱- ساختار شیمیایی انواع مختلف نفت خام
۱۰	جدول ۲-۱- درصد مواد تشکیل دهنده یک نوع قیر خالص راهسازی
۱۰	جدول ۳-۱- درصد گروههای چهارگانه در قیرهای مختلف

فصل دوم

۲۷	جدول ۱-۲- سریهای آلکان با نقطه ذوب و جوش
۲۸	جدول ۲-۲- سریهای آلکن با نقطه ذوب و جوش
۲۹	جدول ۳-۲- سریهای آلکین با نقطه ذوب و جوش
۳۳	جدول ۴-۲- دسته بندی ئیدروکربنها

فصل چهارم

۵۳	جدول ۱-۴- انواع پلی اتیلن
۵۳	جدول ۲-۴- مشخصات پلی اتیلن سبک (LDPE)
۵۵	جدول ۳-۴- تأثیر درصدهای متفاوت پلی اتیلن سبک بر خواص قیر خالص ...
۶۰	جدول ۴-۴- اثرات SBS بر خواص قیر خالص
۶۳	جدول ۵-۴- بررسی اثرات پودر لاستیک و پلی اتیلن بر خواص قیر خالص ...
۶۵	جدول ۶-۴- اثرات پلی اتیلن سبک و SBR بر خواص قیر خالص
۶۹	جدول ۷-۴- اثرات SBS بر خواص قیر خالص

۷۲	جدول ۴-۸- پارامتر حلالیت پلیمرهای مختلف
	جدول ۴-۹- مقادیر مشخصات فازهای غنی از پلیمر و غنی از آسفالتین در
۷۴	مخلوط قیر/SBS
۷۸	جدول ۴-۱۰- خلاصه عملکرد افزودنیهای بتن آسفالتی گرم
۸۰	جدول ۴-۱۱- خلاصه عملکرد افزودنیهای بتن آسفالتی گرم

فصل پنجم

	جدول ۵-۱- دانه‌بندی مصالح سنگی بتن آسفالتی بر اساس آئین نامه انستیتو
۸۵	آسفالت
۸۵	جدول ۵-۲- دانه‌بندی مصالح سنگی بر اساس نشریه شماره ۱۰۱
۸۷	جدول ۵-۳- دانه‌بندی انتخاب شده
۹۴	جدول ۵-۴- خلاصه نتایج آزمایشات مصالح سنگی (بخش اول)
۹۵	جدول ۵-۵- خلاصه نتایج آزمایشات مصالح سنگی (بخش دوم)
۹۷	جدول ۵-۶- تقسیم بندی کل کشور از نظر حرارتی و رطوبتی
۹۹	جدول ۵-۷- راهنمای مصرف قیر در شرایط آب و هوایی و ترافیکی مختلف ...
۱۰۷	جدول ۵-۸- خلاصه نتایج آزمایشات قیر خالص
۱۱۰	جدول ۵-۹- مشخصات دانه‌بندی پودر لاستیک بازیافتی
۱۱۱	جدول ۵-۱۰- مشخصات فنی پودر لاستیک
۱۱۳	جدول ۵-۱۱- درصد مواد افزودنی به قیر خالص در نمونه‌های مختلف
۱۱۴	جدول ۵-۱۲- خلاصه نتایج آزمایشات قیر حاوی مواد افزودنی
۱۲۵	جدول ۵-۱۳- وزن قیر لازم برای هر درصد اختلاط
	جدول ۵-۱۴- نتایج آزمایش وزن مخصوص واقعی بتن آسفالتی گرم با قیر
۱۳۰	خالص
	جدول ۵-۱۵- نتایج آزمایش وزن مخصوص واقعی بتن آسفالتی گرم با ترکیب

۱۳۱	قیر شماره ۱
	جدول ۵-۱۶- نتایج آزمایش وزن مخصوص واقعی بتن آسفالتی گرم با ترکیب
۱۳۲	قیر شماره ۲
	جدول ۵-۱۷- نتایج آزمایش وزن مخصوص واقعی بتن آسفالتی گرم با ترکیب
۱۳۳	قیر شماره ۳
	جدول ۵-۱۸- نتایج آزمایش وزن مخصوص واقعی بتن آسفالتی گرم با ترکیب
۱۳۴	قیر شماره ۴
	جدول ۵-۱۹- نتایج آزمایش وزن مخصوص واقعی بتن آسفالتی گرم با ترکیب
۱۳۵	قیر شماره ۵
	جدول ۵-۲۰- نتایج آزمایش وزن مخصوص واقعی بتن آسفالتی گرم با ترکیب
۱۳۶	قیر شماره ۶
	جدول ۵-۲۱- نتایج آزمایش وزن مخصوص واقعی بتن آسفالتی گرم با ترکیب
۱۳۷	قیر شماره ۷
	جدول ۵-۲۲- نتایج آزمایش وزن مخصوص واقعی بتن آسفالتی گرم با ترکیب
۱۳۸	قیر شماره ۸
	جدول ۵-۲۳- نتایج آزمایش وزن مخصوص واقعی بتن آسفالتی گرم با ترکیب
۱۳۹	قیر شماره ۹
	جدول ۵-۲۴- نتایج آزمایش وزن مخصوص واقعی بتن آسفالتی گرم با ترکیب
۱۴۰	قیر شماره ۱۰
۱۴۸	جدول ۵-۲۵- ضرایب اصلاح استقامت مارشال براساس حجم نمونه‌ها
۱۴۹	جدول ۵-۲۶- نتایج آزمایش استقامت مارشال بتن آسفالتی گرم با قیر خالص
	جدول ۵-۲۷- نتایج آزمایش استقامت مارشال بتن آسفالتی گرم با ترکیب قیر
۱۵۰	شماره ۱

جدول ۵-۲۸- نتایج آزمایش استقامت مارشال بتن آسفالتی گرم با ترکیب قیر	
شماره ۲	۱۵۱
جدول ۵-۲۹- نتایج آزمایش استقامت مارشال بتن آسفالتی گرم با ترکیب قیر	
شماره ۳	۱۵۲
جدول ۵-۳۰- نتایج آزمایش استقامت مارشال بتن آسفالتی گرم با ترکیب قیر	
شماره ۴	۱۵۳
جدول ۵-۳۱- نتایج آزمایش استقامت مارشال بتن آسفالتی گرم با ترکیب قیر	
شماره ۵	۱۵۴
جدول ۵-۳۲- نتایج آزمایش استقامت مارشال بتن آسفالتی گرم با ترکیب قیر	
شماره ۶	۱۵۵
جدول ۵-۳۳- نتایج آزمایش استقامت مارشال بتن آسفالتی گرم با ترکیب قیر	
شماره ۷	۱۵۶
جدول ۵-۳۴- نتایج آزمایش استقامت مارشال بتن آسفالتی گرم با ترکیب قیر	
شماره ۸	۱۵۷
جدول ۵-۳۵- نتایج آزمایش استقامت مارشال بتن آسفالتی گرم با ترکیب قیر	
شماره ۹	۱۵۸
جدول ۵-۳۶- نتایج آزمایش استقامت مارشال بتن آسفالتی گرم با ترکیب قیر	
شماره ۱۰	۱۵۹
جدول ۵-۳۷- نتایج آزمایش روانی بتن آسفالتی گرم با قیر خالص	۱۶۸
جدول ۵-۳۸- نتایج آزمایش روانی بتن آسفالتی گرم با ترکیب قیر شماره ۱	۱۶۹
جدول ۵-۳۹- نتایج آزمایش روانی بتن آسفالتی گرم با ترکیب قیر شماره ۲	۱۷۰
جدول ۵-۴۰- نتایج آزمایش روانی بتن آسفالتی گرم با ترکیب قیر شماره ۳	۱۷۱
جدول ۵-۴۱- نتایج آزمایش روانی بتن آسفالتی گرم با ترکیب قیر شماره ۴	۱۷۲
جدول ۵-۴۲- نتایج آزمایش روانی بتن آسفالتی گرم با ترکیب قیر شماره ۵	۱۷۳

۱۷۴	جدول ۴۳-۵- نتایج آزمایش روانی بتن آسفالتی گرم با ترکیب قیر شماره ۶ ...
۱۷۵	جدول ۴۴-۵- نتایج آزمایش روانی بتن آسفالتی گرم با ترکیب قیر شماره ۷ ...
۱۷۶	جدول ۴۵-۵- نتایج آزمایش روانی بتن آسفالتی گرم با ترکیب قیر شماره ۸ ...
۱۷۷	جدول ۴۶-۵- نتایج آزمایش روانی بتن آسفالتی گرم با ترکیب قیر شماره ۹ ...
۱۷۸	جدول ۴۷-۵- نتایج آزمایش روانی بتن آسفالتی گرم با ترکیب قیر شماره ۱۰
۱۸۸	جدول ۴۸-۵- نتایج آزمایش درصد فضای خالی بتن آسفالتی گرم با قیر خالص
	جدول ۴۹-۵- نتایج آزمایش درصد فضای خالی بتن آسفالتی گرم با ترکیب
۱۸۹	قیر شماره ۱
	جدول ۵۰-۵- نتایج آزمایش درصد فضای خالی بتن آسفالتی گرم با ترکیب
۱۹۰	قیر شماره ۲
	جدول ۵۱-۵- نتایج آزمایش درصد فضای خالی بتن آسفالتی گرم با ترکیب
۱۹۱	قیر شماره ۳
	جدول ۵۲-۵- نتایج آزمایش درصد فضای خالی بتن آسفالتی گرم با ترکیب
۱۹۲	قیر شماره ۴
	جدول ۵۳-۵- نتایج آزمایش درصد فضای خالی بتن آسفالتی گرم با ترکیب
۱۹۳	قیر شماره ۵
	جدول ۵۴-۵- نتایج آزمایش درصد فضای خالی بتن آسفالتی گرم با ترکیب
۱۹۴	قیر شماره ۶
	جدول ۵۵-۵- نتایج آزمایش درصد فضای خالی بتن آسفالتی گرم با ترکیب
۱۹۵	قیر شماره ۷
	جدول ۵۶-۵- نتایج آزمایش درصد فضای خالی بتن آسفالتی گرم با ترکیب
۱۹۶	قیر شماره ۸
	جدول ۵۷-۵- نتایج آزمایش درصد فضای خالی بتن آسفالتی گرم با ترکیب
۱۹۷	قیر شماره ۹

جدول ۵-۵۸- نتایج آزمایش درصد فضای خالی بتن آسفالتی گرم با ترکیب قیر شماره ۱۰	۱۹۸
جدول ۵-۵۹- نتایج آزمایش درصد فضای خالی مصالح سنگی بتن آسفالتی گرم با قیر خالص	۲۰۶
جدول ۵-۶۰- نتایج آزمایش درصد فضای خالی مصالح سنگی بتن آسفالتی با ترکیب قیر شماره ۱	۲۰۷
جدول ۵-۶۱- نتایج آزمایش درصد فضای خالی مصالح سنگی بتن آسفالتی با ترکیب قیر شماره ۲	۲۰۸
جدول ۵-۶۲- نتایج آزمایش درصد فضای خالی مصالح سنگی بتن آسفالتی با ترکیب قیر شماره ۳	۲۰۹
جدول ۵-۶۳- نتایج آزمایش درصد فضای خالی مصالح سنگی بتن آسفالتی با ترکیب قیر شماره ۴	۲۱۰
جدول ۵-۶۴- نتایج آزمایش درصد فضای خالی مصالح سنگی بتن آسفالتی با ترکیب قیر شماره ۵	۲۱۱
جدول ۵-۶۵- نتایج آزمایش درصد فضای خالی مصالح سنگی بتن آسفالتی با ترکیب قیر شماره ۶	۲۱۲
جدول ۵-۶۶- نتایج آزمایش درصد فضای خالی مصالح سنگی بتن آسفالتی با ترکیب قیر شماره ۷	۲۱۳
جدول ۵-۶۷- نتایج آزمایش درصد فضای خالی مصالح سنگی بتن آسفالتی با ترکیب قیر شماره ۸	۲۱۴
جدول ۵-۶۸- نتایج آزمایش درصد فضای خالی مصالح سنگی بتن آسفالتی با ترکیب قیر شماره ۹	۲۱۵
جدول ۵-۶۹- نتایج آزمایش درصد فضای خالی مصالح سنگی بتن آسفالتی با ترکیب قیر شماره ۱۰	۲۱۶

فهرست اشکال

<u>صفحه</u>	<u>موضوع</u>
فصل اول	
۷	شکل ۱-۱- تفکیک قیر به اجزاء تشکیل دهنده آن
۹	شکل ۲-۱- شمائی از ساختمان اشباع‌ها، آروماتیکها، رزین‌ها و آسفالتن‌ها
۱۴	شکل ۳-۱- طرح شماتیکی از قیرهای نوع سل و ژل
۱۸	شکل ۴-۱- تغییرات اجزاء قیر در حین ساخت و زمان خدمت دهی
۲۲	شکل ۵-۱- برخی از اصلاح کننده‌های قیر
۲۳	شکل ۶-۱- رفتار قیرهای ایده‌آل
فصل دوم	
۳۵	شکل ۱-۲- رشد طول زنجیر (جرم ملکولی) از یک ملکول گاز تا پلاستیک ...
۳۸	شکل ۲-۲- ساختمان ملکولی مونومرها
فصل چهارم	
۵۲	شکل ۱-۴- برخی از اصلاح کننده‌های قیر
۶۷	شکل ۲-۴- ساختمان ملکولی SBS
۶۸	شکل ۳-۴- مراحل تشکیل شبکه لاستیکی SBS در کالبد قیر
	شکل ۴-۴- اثر درصد آسفالتین قیر روی پایداری انبارداری یک مخلوط قیر با
۷۶	کوپلیمر اتیلن با درصد کم

فصل پنجم

- شکل ۵-۱- نمودار تغییرات درجه نفوذ در ترکیبات مختلف مورد آزمایش ۱۱۵
- شکل ۵-۲- نمودار تغییرات نقطه نرمی در ترکیبات مختلف مورد آزمایش ۱۱۷
- شکل ۵-۳- نمودار تغییرات خاصیت انگمی در ترکیبات مختلف مورد آزمایش . ۱۱۸
- شکل ۵-۴- نمودار تغییرات کندروانی در ترکیبات مختلف مورد آزمایش ۱۱۹
- شکل ۵-۵- نمودار تغییرات نقطه شکست فراس در ترکیبات مختلف مورد آزمایش ۱۲۰
- شکل ۵-۶- نمودار تغییرات وزن مخصوص واقعی بتن آسفالتی نسبت به درصد قیر خالص ۱۴۱
- شکل ۵-۷- نمودار تغییرات وزن مخصوص واقعی بتن آسفالتی نسبت به درصد قیر با ترکیب شماره ۱ ۱۴۱
- شکل ۵-۸- نمودار تغییرات وزن مخصوص واقعی بتن آسفالتی نسبت به درصد قیر با ترکیب شماره ۲ ۱۴۲
- شکل ۵-۹- نمودار تغییرات وزن مخصوص واقعی بتن آسفالتی نسبت به درصد قیر با ترکیب شماره ۳ ۱۴۲
- شکل ۵-۱۰- نمودار تغییرات وزن مخصوص واقعی بتن آسفالتی نسبت به درصد قیر با ترکیب شماره ۴ ۱۴۳
- شکل ۵-۱۱- نمودار تغییرات وزن مخصوص واقعی بتن آسفالتی نسبت به درصد قیر با ترکیب شماره ۵ ۱۴۳
- شکل ۵-۱۲- نمودار تغییرات وزن مخصوص واقعی بتن آسفالتی نسبت به درصد قیر با ترکیب شماره ۶ ۱۴۴
- شکل ۵-۱۳- نمودار تغییرات وزن مخصوص واقعی بتن آسفالتی نسبت به درصد قیر با ترکیب شماره ۷ ۱۵۸
- شکل ۵-۱۴- نمودار تغییرات وزن مخصوص واقعی بتن آسفالتی نسبت به درصد

- ۱۵۸ قیر با ترکیب شماره ۸
شکل ۵-۱۵- نمودار تغییرات وزن مخصوص واقعی بتن آسفالتی نسبت به درصد
- ۱۵۹ قیر با ترکیب شماره ۹
شکل ۵-۱۶- نمودار تغییرات وزن مخصوص واقعی بتن آسفالتی نسبت به درصد
- ۱۵۹ قیر با ترکیب شماره ۱۰
شکل ۵-۱۷- نمودار تغییرات استقامت مارشال بتن آسفالتی نسبت به درصد
- ۱۶۰ قیر خالص
شکل ۵-۱۸- نمودار تغییرات استقامت مارشال بتن آسفالتی نسبت به درصد
- ۱۶۰ قیر با ترکیب شماره ۱
شکل ۵-۱۹- نمودار تغییرات استقامت مارشال بتن آسفالتی نسبت به درصد
- ۱۶۱ قیر با ترکیب شماره ۲
شکل ۵-۲۰- نمودار تغییرات استقامت مارشال بتن آسفالتی نسبت به درصد
- ۱۶۱ قیر با ترکیب شماره ۳
شکل ۵-۲۱- نمودار تغییرات استقامت مارشال بتن آسفالتی نسبت به درصد
- ۱۶۲ قیر با ترکیب شماره ۴
شکل ۵-۲۲- نمودار تغییرات استقامت مارشال بتن آسفالتی نسبت به درصد
- ۱۶۲ قیر با ترکیب شماره ۵
شکل ۵-۲۳- نمودار تغییرات استقامت مارشال بتن آسفالتی نسبت به درصد
- ۱۶۳ قیر با ترکیب شماره ۶
شکل ۵-۲۴- نمودار تغییرات استقامت مارشال بتن آسفالتی نسبت به درصد
- ۱۶۳ قیر با ترکیب شماره ۷
شکل ۵-۲۵- نمودار تغییرات استقامت مارشال بتن آسفالتی نسبت به درصد
- ۱۶۴ قیر با ترکیب شماره ۸

- شکل ۵-۲۶- نمودار تغییرات استقامت مارشال بتن آسفالتی نسبت به درصد قیر با ترکیب شماره ۹ ۱۶۴
- شکل ۵-۲۷- نمودار تغییرات استقامت مارشال بتن آسفالتی نسبت به درصد قیر با ترکیب شماره ۱۰ ۱۶۵
- شکل ۵-۲۸- نمودار تغییرات روانی بتن آسفالتی نسبت به درصد قیر خالص ... ۱۷۹
- شکل ۵-۲۹- نمودار تغییرات روانی بتن آسفالتی نسبت به درصد قیر با ترکیب شماره ۱ ۱۷۹
- شکل ۵-۳۰- نمودار تغییرات روانی بتن آسفالتی نسبت به درصد قیر با ترکیب شماره ۲ ۱۸۰
- شکل ۵-۳۱- نمودار تغییرات روانی بتن آسفالتی نسبت به درصد قیر با ترکیب شماره ۳ ۱۸۰
- شکل ۵-۳۲- نمودار تغییرات روانی بتن آسفالتی نسبت به درصد قیر با ترکیب شماره ۴ ۱۸۱
- شکل ۵-۳۳- نمودار تغییرات روانی بتن آسفالتی نسبت به درصد قیر با ترکیب شماره ۵ ۱۸۱
- شکل ۵-۳۴- نمودار تغییرات روانی بتن آسفالتی نسبت به درصد قیر با ترکیب شماره ۶ ۱۸۲
- شکل ۵-۳۵- نمودار تغییرات روانی بتن آسفالتی نسبت به درصد قیر با ترکیب شماره ۷ ۱۸۲
- شکل ۵-۳۶- نمودار تغییرات روانی بتن آسفالتی نسبت به درصد قیر با ترکیب شماره ۸ ۱۸۳
- شکل ۵-۳۷- نمودار تغییرات روانی بتن آسفالتی نسبت به درصد قیر با ترکیب شماره ۹ ۱۸۳
- شکل ۵-۳۸- نمودار تغییرات روانی بتن آسفالتی نسبت به درصد قیر با ترکیب

- شماره ۱۰ ۱۸۴
- شکل ۵-۳۹- نمودار تغییرات درصد حجمی فضای خالی بتن آسفالتی نسبت
به درصد قیر خالص ۱۹۹
- شکل ۵-۴۰- نمودار تغییرات درصد حجمی فضای خالی بتن آسفالتی نسبت
به درصد قیر با ترکیب شماره ۱ ۱۹۹
- شکل ۵-۴۱- نمودار تغییرات درصد حجمی فضای خالی بتن آسفالتی نسبت
به درصد قیر با ترکیب شماره ۲ ۲۰۰
- شکل ۵-۴۲- نمودار تغییرات درصد حجمی فضای خالی بتن آسفالتی نسبت
به درصد قیر با ترکیب شماره ۳ ۲۰۰
- شکل ۵-۴۳- نمودار تغییرات درصد حجمی فضای خالی بتن آسفالتی نسبت
به درصد قیر با ترکیب شماره ۴ ۲۰۱
- شکل ۵-۴۴- نمودار تغییرات درصد حجمی فضای خالی بتن آسفالتی نسبت
به درصد قیر با ترکیب شماره ۵ ۲۰۱
- شکل ۵-۴۵- نمودار تغییرات درصد حجمی فضای خالی بتن آسفالتی نسبت
به درصد قیر با ترکیب شماره ۶ ۲۰۲
- شکل ۵-۴۶- نمودار تغییرات درصد حجمی فضای خالی بتن آسفالتی نسبت
به درصد قیر با ترکیب شماره ۷ ۲۰۲
- شکل ۵-۴۷- نمودار تغییرات درصد حجمی فضای خالی بتن آسفالتی نسبت
به درصد قیر با ترکیب شماره ۸ ۲۰۳
- شکل ۵-۴۸- نمودار تغییرات درصد حجمی فضای خالی بتن آسفالتی نسبت
به درصد قیر با ترکیب شماره ۹ ۲۰۳
- شکل ۵-۴۹- نمودار تغییرات درصد حجمی فضای خالی بتن آسفالتی نسبت
به درصد قیر با ترکیب شماره ۱۰ ۲۰۴
- شکل ۵-۵۰- نمودار تغییرات درصد حجمی فضای خالی مصالح سنگی نسبت

- ۲۱۷ به درصد قیر خالص
شکل ۵-۵۱- نمودار تغییرات درصد حجمی فضای خالی مصالح سنگی نسبت
- ۲۱۷ به درصد قیر با ترکیب شماره ۱
شکل ۵-۵۲- نمودار تغییرات درصد حجمی فضای خالی مصالح سنگی نسبت
- ۲۱۸ به درصد قیر با ترکیب شماره ۲
شکل ۵-۵۳- نمودار تغییرات درصد حجمی فضای خالی مصالح سنگی نسبت
- ۲۱۸ به درصد قیر با ترکیب شماره ۳
شکل ۵-۵۴- نمودار تغییرات درصد حجمی فضای خالی مصالح سنگی نسبت
- ۲۱۹ به درصد قیر با ترکیب شماره ۴
شکل ۵-۵۵- نمودار تغییرات درصد حجمی فضای خالی مصالح سنگی نسبت
- ۲۱۹ به درصد قیر با ترکیب شماره ۵
شکل ۵-۵۶- نمودار تغییرات درصد حجمی فضای خالی مصالح سنگی نسبت
- ۲۲۰ به درصد قیر با ترکیب شماره ۶
شکل ۵-۵۷- نمودار تغییرات درصد حجمی فضای خالی مصالح سنگی نسبت
- ۲۲۰ به درصد قیر با ترکیب شماره ۷
شکل ۵-۵۸- نمودار تغییرات درصد حجمی فضای خالی مصالح سنگی نسبت
- ۲۲۱ به درصد قیر با ترکیب شماره ۸
شکل ۵-۵۹- نمودار تغییرات درصد حجمی فضای خالی مصالح سنگی نسبت
- ۲۲۱ به درصد قیر با ترکیب شماره ۹
شکل ۵-۶۰- نمودار تغییرات درصد حجمی فضای خالی مصالح سنگی نسبت
- ۲۲۲ به درصد قیر با ترکیب شماره ۱۰

- تعریف مسأله

استفاده از افزودنیها برای بهبود عملکرد مخلوطهای آسفالتی گرم در سالهای اخیر با توجهات فنی و اقتصادی وسیعی همراه بوده است. دامنه وسیعی از افزودنیهای پلیمری و معدنی، از فیبرها تا انواع وسیعی از پلیمرها، بطور جدی مد نظر بوده‌اند. از میان این افزودنیها می‌توان پودر ژیلسونیت و پودر لاستیک تایرهای مستعمل را نام برد. پودر ژیلسونیت بدلیل اینکه خود یک قیر طبیعی است سریعاً در قیر نفتی پراکنده شده و یک چسب نفتی کاملاً پایدار و یکنواخت را شکل می‌دهد. رزین ژیلسونیت چه به تنهایی و چه در ترکیب همراه با تعدیل کننده‌های پلیمری بطور منحصر به فردی مؤثر بوده و بعنوان راه حلی برای تقویت و بهبود رفتار آسفالت مورد توجه قرار گرفته است.

استفاده جدی از لاستیک نیز بعنوان یک ماده افزودنی جهت اصلاح حساسیت حرارتی قیر از دهه ۱۹۶۰ شروع گردید. در سالهای اخیر، بعلت مشکل دفع لاستیکهای فرسوده و مسائل زیست محیطی ناشی از آن، تحقیقات در جهت پیشبرد تکنولوژی ساخت روسازی آسفالتی اصلاح شده با لاستیک بازیافتی شتاب بیشتری بخود گرفته است. تکنولوژی استفاده از لاستیک بازیافتی در تهیه مخلوطهای آسفالتی به دوگونه کلی تقسیم می‌شود. یکی پروسه تر که در آن پودر لاستیک به قیر اضافه شده و یک قیر اصلاح شده ایجاد می‌گردد، دیگری پروسه خشک که در آن خرده لاستیک به مصالح سنگی اضافه شده و سپس اختلاط یا قیر انجام می‌گیرد.

در این تحقیق ابتدا به بررسی قیر و ویژگیهای آن مثل ساختمان شیمیایی، خواص فیزیکی و مکانیکی و چگونگی بهبود خواص آن با استفاده از افزودنیها به روشهای مختلف پرداخته شده است. سپس بمنظور شناخت بیشتر از پلیمرها مطالبی پیرامون ساختمان ملکولها پلیمرها و ئیدروکربنهای حلقوی که تاکنون جهت اصلاح قیر



استفاده شده‌اند و نحوه پلیمریزاسیون مونومرهای مختلف عنوان گردیده است. در ادامه با بررسی مواد معدنی و پلیمری گوناگون که تاکنون در اصلاح خواص فیزیکی و شیمیایی قیر استفاده شده‌اند و نتایج حاصل از آزمایشات مربوط به آنها و همچنین مطالعات انجام شده توسط محققین مختلف در این زمینه ترکیب پودر لاستیک بازیافتی و پودر ژیلسونیت به‌مراه کاتالیست روغن رابر جهت آزمایش روی قیر انتخاب شدند.

سپس با انجام آزمایشات گوناگونی بر روی قیر خالص و حاوی پودر ژیلسونیت و پودر لاستیک بازیافتی از تایرهای فرسوده و نیز آسفالت گرم تهیه شده از آن، سعی شد ضمن امکان سنجی، با مقایسه نتایج، بهترین درصد استفاده از افزودنیهای فوق‌الذکر در قیر و مخلوطهای آسفالتی گرم حاصل شود.

فصل اول

« قیر و خواص آن »

- مقدمه:

یکی از مهمترین عوامل پیشرفت و توسعه هر جامعه گسترش شبکه راههای ارتباطی و سیستمهای حمل و نقل داخلی و بین المللی است، بطوریکه دستیابی به راهکارهای مناسب و بهینه جهت نیل به این هدف همیشه در ردیف اهم دستورها و برنامه ریزیهای کوتاه مدت و بلندمدت دولتها و جوامع بویژه کشورهای در حال توسعه قرار داشته و همیشه سعی بر این بوده است که حمل و نقل و جابجایی (کالا، مسافر، نظامی و...) به هر طریق دریایی، هوایی و یا زمینی در اسرع وقت و با کمترین هزینه در مراحل احداث، توسعه، حفظ و نگهداری و بهره برداری انجام شود.