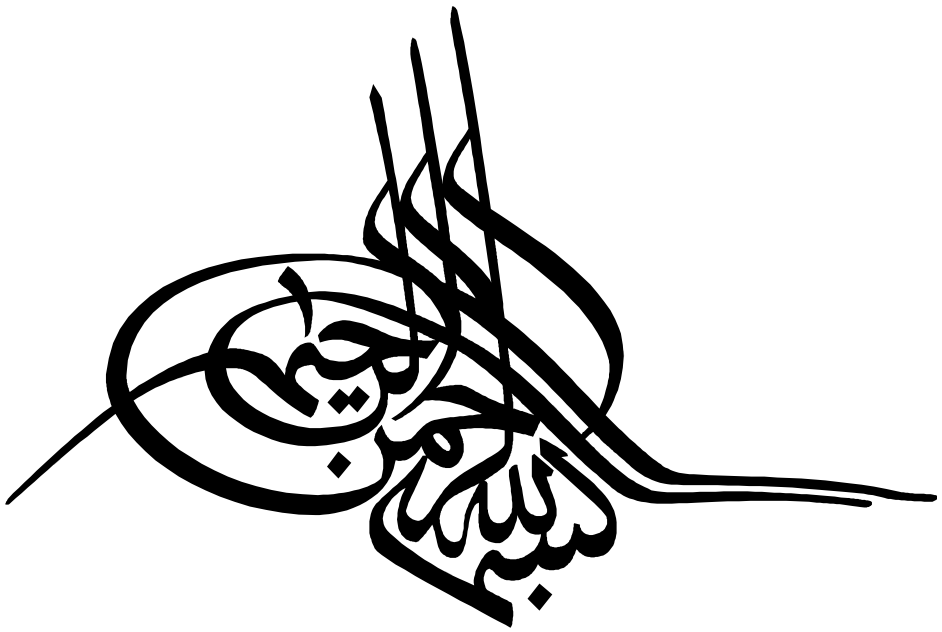
بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه شهید چمران اهواز

دانشکده‌ی مهندسی

پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد

مهندسی عمران – راه و ترابری

شماره پایان‌نامه:

تولید آسفالت پلیمری برای استفاده در مناطق گرمسیر

استاد راهنما:

دکتر سید عباس طباطبایی

اساتید مشاور:

دکتر علیرضا کیاست

نگارنده:

فردوس کریمی

۹۰۳۸۸۰۴

مهر ماه ۱۳۹۲

فرم۲

باسمه تعالی

دانشگاه شهید چمران اهواز

دانشکده **مهندسی**

(نتیجه ارزشیابی پایان نامه کارشناسی ارشد)

پایان نامه **آقای فردوس کریمی الکوهی** دانشجوی رشته **عمران** گرایش **راه و ترابری**

دانشکده **مهندسی** به شماره دانشجویی **۹۰۳۸۸۰۴**

با عنوان :

«تولید آسفالت پلیمری برای استفاده در مناطق گرمسیر»

جهت اخذ مدرک : **کارشناسی ارشد** در تاریخ **۱۳۹۲/۰۷/۲۸** توسط هیأت داوران مورد ارزشیابی قرار گرفت و با درجه **عالی** تصویب گردید.

۱.	**اعضا ی هیأت داوران :**	**رتبه علمی**	**امضاء**
	استاد راهنما: **دکتر سید عباس طباطبایی**	**دانشیار**	
	استاد مشاور : **دکتر علیرضا کیاست**	**استاد**	
	استاد داور: **دکتر سید مهدی ابطحی**	**دانشیار**	
	استاد داور: **دکتر مجتبی لبیب‌زاده**	**استادیار**	
	نماینده تحصیلات تکمیلی: **دکتر مرتضی بهبهانی‌نژاد**	**دانشیار**	
۲.	مدیرگروه: **مهندس سید عبداله حسینی دهدشتی**	**مربی**	
۳.	معاون پژوهشی و تحصیلات تکمیلی دانشکده: **دکتر علی حقیقی**	**استادیار**	
۴.	مدیرتحصیلات تکمیلی دانشگاه: **دکتر مسعود قربان‌پور نجف‌آباد**	**استاد**	

تقدیم به:

پدر و برادر مرحومم که که نجیبانه زندگی کردند، صبورانه دستم را گرفتند و به من آموختند تا در برابر دشواریهای زندگی نشکنم و از خدمت بر مردم باز نایستم.

و به:

مردمان زادگاهم، آنهایی که در سخت‌ترین شرایط زندگی کردند، گردنه‌های زاگرس را در نوردیدند، در سرما و گرمای طاقت فرسا از تکاپو باز نایستاده و سخت کوشانه در برابر ناملایمات استوار ماندند.

باسپاس از:

اساتید فرهیخته و دانشمند آقای دکتر سید عباس طباطبایی و آقای دکتر علی رضا کیاست که در تدوین پژوهش پیش رو از محضرشان بسیار بهره بردم و اگر راهنمایی های ایشان نبود گذر از این مسیر برایم دشوار بود.

قدردانی خالصانه از کسیکه در این رهگذر با هدایت و حمایتهای بی شائبه در موفقیت تحصیلی اینجانب نقش اساسی داشتند.

سپاس بی منتها از همسر مهربانم ، مادر و فرزندانم که صبورانه در لحظه لحظه زندگیم ، همراه، یاور و مشوق من بوده اند.

فهرست مطالب

۱ مقدمه و هدف ۴

۱-۱- مقدمه و ضرورت ۴

۱-۲- بررسی ضرورت انجام تحقیق ۴

۱-۲-۱- بررسی وضعیت راه‌های استان خوزستان ۴

۱-۲-۲- بررسی وضعیت خرابی‌ها به طور کلی ۵

۱-۲-۳- برررسی دلایل عمومی خرابی‌ها ۸

۱-۲-۴- ضرورت تحقیق ۱۰

۱-۳- اهداف تحقیق ۱۳

۲ پیشینه‌ی تحقیق ۱۵

۲-۱- کلیات ۱۵

۲-۲- برخی از تحقیقات انجام گرفته در خصوص اصلاح خصوصیات قیر ۱۶

۲-۲-۱-SBS ۱۶

۲-۲-۲- اتاتیک پلی‌پروپیلن (APP) ۳۲

۲-۲-۳-PS ۳۳

۲-۲-۴- پلیمرهای استایرنی (ترکیبی از PS و SBR) ۳۳

2-2-5- لاتکس SBR ۳۴

۲-۲-۶- پلیمر استایرن-بوتادین- رابر (SBR) ۳۷

۲-۲-۷- پلیمر پلی‌اتیلن سبک و کوپلیمر (LDPE0200) اتفاقی استایرن-بوتادین (SBR 1712) ۳۸

۲-۲-۸- پلی‌اتیلن (PE) ۳۸

۲-۲-۹- مقایسه‌ی میان برخی انواع پلیمرها ۴۰

۳ مبانی علمی ۴۵

۳-۱- کلیات ۴۵
۳-۲- انواع قیرها ۴۷
۳-۲-۱- قیرهای خالص ۴۸
۳-۲-۲- قیرهای دمیده ۴۸
۳-۲-۳- قیرهای محلول ۴۸
۳-۲-۴- امولسیون‌های قیری ۴۹
۳-۳- خصوصیات و آزمایش‌های قیرهای خالص ۴۹
۳-۳-۱- آزمایش درجه‌ی نفوذ ۴۹
۳-۳-۲- آزمایش کندروانی ۴۹
۳-۳-۳- آزمایش درجه‌ی اشتعال ۵۰
۳-۳-۴- آزمایش افت وزنی قیر در اثر حرارت ۵۱
۳-۳-۵- آزمایش لعاب نازک قیر ۵۱
۳-۳-۶- آزمایش قابلیت شکل‌پذیری (خاصیت انگمی) ۵۱
۳-۳-۷- آزمایش تعیین درجه‌ی خلوص قیر ۵۱
۳-۳-۸- آزمایش تعیین چگالی قیر ۵۲
۳-۳-۹- آزمایش تعیین درجه‌ی نرمی قیر ۵۲
۳-۴- طبقه‌بندی و مشخصات فنی قیرهای خالص مورد استفاده در روسازی ۵۲
۳-۴-۱- طبقه‌بندی قیرها بر اساس درجه‌ی نفوذ ۵۳
3-4-2- طبقه‌بندی قیرها بر اساس عملکرد ۵۵
۳-۵- بتن آسفالت گرم ۶۶
۳-۶- خصوصیات و آزمایش‌های آسفالت ۶۶
۳-۶-۱- آزمایش چگالی بتن آسفالتی ۶۶

۳-۶-۲- *آزمایش استقامت مارشال* ۶۷

۳-۷- انواع مواد افزودنی ۶۸

۳-۷-۱- *قیرهای اصلاح شده با پلیمر نوع* ***I*** ۶۹

۳-۷-۲- *قیرهای اصلاح شده با پلیمر نوع* ***II*** ۶۹

۳-۷-۳- *قیرهای اصلاح شده با پلیمر نوع* ***III*** ۶۹

۳-۷-۴- *قیرهای اصلاح شده با پلیمر نوع* ***IV*** ۶۹

۳-۷-۵- *قیرهای اصلاح شده با پودر لاستیک* ۷۰

۳-۷-۶- *قیرهای اصلاح شده با مواد شیمیایی تثبیت‌کننده* ۷۰

۳-۸- نگاهی بر انواع پلیمرهای موجود ۷۱

۳-۹- اصلاح‌کننده‌های پلیمری قیر ۷۱

۳-۹-۱- *پلیمر* ***SBS*** ۷۲

3-9-2-لاستیک استایرن بوتادین (SBR) ۷۳

۳-۹-۳- *گلیسونایت* ۷۴

۳-۹-۴- *قیر* ***VB*** *اصلاح شده* ۷۴

۳-۹-۵- *امولسیونهای پلیمری قیر* ۷۵

۳-۱۰- روش‌های تولید قیر پلیمری ۷۵

۳-۱۱- تجهیزات تولید قیر پلیمری ۷۶

۴ روش پژوهش ۷۹

۴-۱- کلیات ۷۹

۴-۲- طرح شماتیک روش کار ۷۹

۴-۳- انتخاب مواد افزودنی ۸۰

۴-۴- تهیه‌ی نمونه‌های قیرهای اصلاح شده ۸۱

۴-۵- تعیین رده‌ی عملکرد قیرهای تولیدی و مقایسه با پهنه‌بندی استان خوزستان..... ۸۱
4-6- آزمایشات تعیین خصوصیات فنی قیر و آسفالت..... ۸۳
۴-۶-۱- آزمایش TEM..... ۸۳
۴-۶-۲- آزمایشات تعیین خصوصیات قیر بر اساس روش درجه‌ی نفوذ..... ۸۷
۴-۶-۳- آزمایشات تعیین خصوصیات رئولوژی قیر..... ۸۷
۴-۶-۴- آزمایشات استقامت مارشال..... ۸۸
۴-۷- روش‌های تحلیل نتایج..... ۹۱
۴-۸- بررسی اقتصادی..... ۹۱
۴-۸-۱- روش محاسبات اقتصادی در زمان اجرا..... ۹۱
۴-۸-۲- روش محاسبات اقتصادی در چرخه‌ی عمر روسازی..... ۹۱
۴-۸-۳- ماشین‌آلات مورد نیاز..... ۹۴
۴-۸-۴- روش تعیین ضخامت روسازی..... ۹۴
۴-۸-۵- محاسبه‌ی هزینه‌های اجرایی..... ۹۹
۴-۸-۶- محاسبه‌ی هزینه‌های چرخه‌ی عمر روسازی..... ۱۰۰
۴-۹- مقایسه‌ی نهایی نتایج به دست آمده..... ۱۰۰
۵ انجام آزمایشات و تحلیل نتایج..... ۱۰۲
۵-۱- خروجی آزمایشات و تحلیل نتایج..... ۱۰۲
۵-۱-۱- آزمایش تعیین درجه‌ی عملکردی قیرهای اصلاح شده..... ۱۰۲
۵-۱-۲- مقایسه‌ی درجه‌ی عملکردی قیرهای مورد بررسی با پهنه‌بندی قیرهای قابل قبول در استان خوزستان ۱۰۲
۵-۱-۳- آزمایش TEM نمونه‌های قابل قبول..... ۱۰۴
۵-۱-۴- آزمایشات طبقه‌بندی بر اساس درجه‌ی نفوذ برای قیرهای مورد بررسی..... ۱۰۸
۵-۱-۵- آزمایشات رئولوژی قیرهای مورد بررسی..... ۱۱۳

۵-۱-۶- آزمایشات نمونه‌های آسفالتی تولید شده با قیرهای مورد بررسی ۱۲۲
۵-۱-۷- طرح ضخامت روسازی ۱۲۵
۵-۱-۸- بررسی اقتصادی استفاده از قیرهای اصلاح شده ۱۲۷
۵-۱-۹- بررسی هزینه‌ها بر پایه‌ی چرخه‌ی عمر روسازی ۱۳۰
۵-۱-۱۰- ارائه‌ی قیرهای اصلاح شده‌ی قابل قبول به منظور استفاده در استان خوزستان به عنوان یک استان گرمسیر ۱۴۴
۶ نتیجه‌گیری و پیشنهادات ۱۴۷
۶-۱- نتیجه‌گیری ۱۴۷
۶-۲- پیشنهادات ۱۴۸
۷ فهرست مقالات ارائه شده مستخرج از پایان‌نامه ۱۵۰
8 منابع و مراجع ۱۵۳

فهرست شکل‌ها

شکل (۱-۱) توزیع فراوانی PCI در راه‌های استان خوزستان بر حسب درصد رخداد هر مقدار..... ۵

شکل (۱-۲) وضعیت درصد وقوع خرابی‌های استان خوزستان..... ۶

شکل (۱-۳) وضعیت خرابی‌های استان خوزستان به تفکیک شدت خرابی..... ۷

شکل (۲-۱) تغییرات مقاومت مارشال بر حسب درصد پلیمر [25]..... ۲۰

شکل (۲-۲) تغییرات مقدار روانی بر حسب درصد پلیمر [25]..... ۲۰

شکل (۲-۳) تغییرات عمق شیار و استقامت دینامیکی بر حسب درصد پلیمر مصرفی [25]..... ۲۰

شکل (۲-۴) نتایج آزمایش پایداری قیر پلیمری بدون گوگرد [29]..... ۲۲

شکل (۲-۵) نتایج آزمایش پایداری قیر پلیمری مخلوط با ۵٪ گوگرد [29]..... ۲۳

شکل (۲-۶) تاثیر افزایش گوگرد بر ویسکوزیته‌ی قیر پلیمری..... ۲۳

شکل (۲-۷) اثر پلیمرها بر چسبندگی قیر امولسیونی [31]..... ۲۴

شکل (۲-۸) نمودار تغییرات وزن مخصوص مخلوط آسفالتی [24]..... ۲۴

شکل (۲-۹) نمودار تغییرات استحکام مخلوط آسفالتی [24]..... ۲۵

شکل (۲-۱۰) تاثیر پلیمر SBS بر درجه‌ی نفوذ قیر [34]..... ۲۷

شکل (۲-۱۱) تاثیر پلیمر SBS بر نقطه‌ی نرمی قیر [34]..... ۲۸

شکل (۲-۱۲) اثر پلیمر SBS بر افت وزنی قیر [34]..... ۲۸

شکل (۲-۱۳) تاثیر پلیمر SBS بر شاخص نفوذپذیری [34]..... ۲۹

شکل (۲-۱۴) تاثیر پلیمر SBS بر شاخص نقطه‌ی شکست فراس [34]..... ۲۹

شکل (۲-۱۵) تصویر میکروسکوپی تولید قیر امولسیونی اصلاح شده به روش اول..... ۳۶

شکل (۲-۱۶) تصویر میکروسکوپی تولید قیر امولسیونی اصلاح شده به روش دوم..... ۳۶

شکل (۲-۱۷) تصویر میکروسکوپی تولید قیر امولسیونی اصلاح شده به روش سوم..... ۳۶

شکل (۲-۱۸(تصویر میکروسکوپی تولید قیر امولسیونی اصلاح شده به روش چهارم..... ۳۶

شکل (۲-۱۹) مقاومت فشاری [52]..... ۳۹
شکل (۲-۲۰) روانی مارشال [52]..... ۴۰
شکل (۲-۲۱) مقاومت فشاری مارشال [52]..... ۴۰
شکل (۲-۲۲) مقایسه‌ی نتایج استقامت مارشال در نمونه‌های اصلاح شده با پلیمر [26]..... ۴۳
شکل (۳-۱) سه نوع قیر از نظر درجه‌بندی براساس ویسکوزیته و درجه‌ی نفوذ..... ۵۴
شکل (۳-۹) سیستم امتزاج قیر پلیمری [66]..... ۷۷
شکل (۴-۱(نمودار شمای کلی پژوهش..... ۷۹
شکل (۴-۲) نمونه‌ای از خروجی آزمایشگاه..... ۸۲
شکل (۴-۳) ساختار شماتیک میکروسکوپ الکترونی عبوری..... ۸۴
شکل (۴-۴) تصویر به دست آمده از میکروسکوپ TEM..... ۸۵
شکل (۴-۵) نمونه‌ی قیری آماده شده..... ۸۵
شکل (۴-۶) حل قیری در هگزامتان..... ۸۶
شکل (۴-۷) حل قیر در هگزا متان..... ۸۶
شکل (۴-۸) قیر، الکل و هگزامتان..... ۸۶
شکل (۴-۹) تهیه‌ی نمونه‌های ۱۲۰۰ گرمی مصالح سنگی برای تولید نمونه‌های آسفالتی..... ۸۹
شکل (۴-۱۰) نگهداری نمونه‌های ۱۲۰۰ گرمی مصالح سنگی..... ۸۹
شکل (۴-۱۱) اختلاط و کنترل دمای آسفالت..... ۹۰
شکل (۴-۱۲) تهیه‌ی نمونه‌های مارشال..... ۹۰
شکل (۴-۱۳) آزمایش استحکام مارشال..... ۹۰
شکل (۴-۱۴) مثالی از روش اقتصادی در مقایسه‌ی دو روش با طول دوره کاری متفاوت و غیر قابل تقسیم در طول چرخه‌ی عمر..... ۹۲
شکل (۴-۱۷) نمایی از برنامه‌ی تعیین ضخامت روسازی تحت نرم‌افزار اکسل..... ۹۶

شکل (۴-۱۸) رابطه‌ی نتایج آزمایش مارشال و عدد سازه‌ای لایه‌ی آسفالتی[67] ۹۶
شکل (۴-۱۹) معادلسازی مدول برجهندگی و سی‌بی‌آر خاک بستر [68]..... ۹۷
شکل (۵-۱) نقشه‌ی پهنه‌بندی توصیه شده توسط نشریه‌ی ۱۰۱ [61]..... ۱۰۴
شکل (۵-۲) تست TEM قیر پایه سری دوم..... ۱۰۵
شکل (۵-۳) تست TEM قیر اصلاح شده با ۵٪ پلیمر SBS..... ۱۰۵
شکل (۵-۴) تست TEM قیر اصلاح شده با ۱٪ پلیمر PPA..... ۱۰۶
شکل (۵-۵) تست TEM قیر اصلاح شده با ۱/۵٪ پلیمر PPA..... ۱۰۶
شکل (۵-۶) تست TEM قیر اصلاح شده با ۳٪ پلیمر SBR..... ۱۰۷
شکل (۵-۷) تست TEM قیر اصلاح شده با ۴٪ پلیمر SBR..... ۱۰۷
شکل (۵-۸) تست TEM قیر اصلاح شده با ۵٪ پلیمر SBR..... ۱۰۸
شکل (۵-۹) وضعیت تغییرات وزن مخصوص در ۲۵ درجه‌ی سانتیگراد مربوط به قیرهای مختلف مورد بررسی..... ۱۰۹
شکل (۵-۱۰) وضعیت تغییرات درجه‌ی نفوذپذیری در ۲۵ درجه‌ی سانتیگراد مربوط به قیرهای مختلف مورد بررسی..... ۱۱۰
شکل (۵-۱۱) وضعیت تغییرات نقطه‌ی نرمی بر حسب سانتیگراد مربوط به قیرهای مختلف مورد بررسی ۱۱۱
شکل (۵-۱۲) وضعیت تغییرات افت حرارت بر حسب درصد مربوط به قیرهای مختلف مورد بررسی . ۱۱۱
شکل (۵-۱۳) وضعیت تغییرات نسبت درصد درجه نفوذ بعد از آزمایش افت حرارتی به درجه نفوذ اولیه مربوط به قیرهای مختلف مورد بررسی..... ۱۱۲
شکل (۵-۱۴) وضعیت تغییرات PI مربوط به قیرهای مختلف مورد بررسی ۱۱۲
شکل (۵-۱۵) منحنی فاکتور شیارشدگی برای قیر پایه و اصلاح شده در دماهای مختلف..... ۱۱۴
شکل (۵-۱۶) نمودار نسبت G*/Sinδ در قیر اصلاح شده به قیری پایه در دماهای مختلف..... ۱۱۵

شکل (۵-۱۷) منحنی پارامتر خستگی برای قیر پایه و اصلاح شده در دماهای مختلف..... ۱۱۶
شکل (۵-۱۸) نمودار نسبت $G^*.Sin\delta$ در قیر اصلاح شده به قیری پایه در دماهای مختلف..... ۱۱۷
شکل (۵-۱۹) منحنی تغییر مدول مختلط برای قیر پایه و اصلاح شده در دماهای مختلف..... ۱۱۸
شکل (۵-۲۰) نمودار نسبت G^* در قیر اصلاح شده به قیری پایه در دماهای مختلف..... ۱۱۹
شکل (۵-۲۱) منحنی اختلاف زاویه فاز برای قیر پایه و اصلاح شده در دماهای مختلف..... ۱۲۰
شکل (۵-۲۲) نمودار نسبت اختلاف فاز در قیر اصلاح شده به قیری پایه در دماهای مختلف..... ۱۲۱
شکل (۵-۲۳) نمودار تغییرات مدول مختلط بر حسب زاویه‌ی تغییر فاز..... ۱۲۲
شکل (۵-۲۴(مقایسه‌ی اثرات نوع پلیمر مصرفی بر استحکام نمونه‌های مارشال مربوط به قیر تولیدی پاسارگارد..... ۱۲۳
شکل (۵-۲۵) مقایسه‌ی اثرات نوع پلیمر مصرفی بر روانی نمونه‌های مارشال مربوط به قیر تولیدی پاسارگارد..... ۱۲۴
شکل (۵-۲۶) نسبت مقدار استقامت مارشال نسبت به آسفالت معمولی برای مصالح آهکی..... ۱۲۴
شکل (۵-۲۷) نسبت مقدار استقامت مارشال نسبت به آسفالت معمولی برای مصالح سیلیسی..... ۱۲۵
شکل (۵-۲۸) نمودار هم هزینه‌ی اجرایی مربوط به قیر خالص..... ۱۲۸
شکل (۵-۲۹) نمودار هم هزینه‌ی اجرایی مربوط به قیر اصلاح شده با ۵ درصد SBS و مصالح آهکی. ۱۲۸
شکل (۵-۳۰(نمودار هم هزینه‌ی اجرایی مربوط به قیر اصلاح شده با ۵ درصد SBS و مصالح سیلیسی ۱۲۹
شکل (۵-۳۱) نمودار هم هزینه‌ی اجرایی مربوط به قیر اصلاح شده با ۵ درصد SBR..... ۱۲۹
شکل (۵-۳۲) ودار هم هزینه‌ی اجرایی مربوط به قیر اصلاح شده با ۱ درصد PPA..... ۱۲۹
شکل (۵-۳۳) ودار هم هزینه‌ی اجرایی مربوط به قیر اصلاح شده با ۱/۵ درصد PPA..... ۱۳۰
شکل (۵-۳۴(صرفه‌جویی ناشی از استفاده از ۱/۵ درصد پلیمر PPA در صورت عدم افزایش طول عمر روسازی..... ۱۳۱

شکل (۵-۳۵) صرفه‌جویی ناشی از استفاده از ۱ درصد پلیمر PPA در صورت عدم افزایش طول عمر روسازی ۱۳۲

شکل (۵-۳۶(صرفه‌جویی ناشی از استفاده از ۵ درصد پلیمر SBR در صورت عدم افزایش طول عمر روسازی ۱۳۲

شکل (۵-۳۷(صرفه‌جویی ناشی از استفاده از ۵ درصد پلیمر SBS با مصالح آهکی در صورت عدم افزایش طول عمر روسازی ۱۳۳

شکل (۵-۳۸) صرفه‌جویی ناشی از استفاده از ۵ درصد پلیمر SBS با مصالح سیلیسی در صورت عدم افزایش طول عمر روسازی ۱۳۳

شکل (۵-۳۹) صرفه‌جویی ناشی از استفاده از ۱/۵ درصد پلیمر PPA در صورت افزایش یک ساله‌ی عمر روسازی بر حسب درصد ۱۳۴

شکل (۵-۴۰) صرفه‌جویی ناشی از استفاده از ۱ درصد پلیمر PPA در صورت افزایش یک ساله‌ی عمر روسازی بر حسب درصد ۱۳۴

شکل (۵-۴۱(صرفه‌جویی ناشی از استفاده از ۵ درصد پلیمر SBR در صورت افزایش یک ساله‌ی عمر روسازی بر حسب درصد ۱۳۵

شکل (۵-۴۲(صرفه‌جویی ناشی از استفاده از ۵ درصد پلیمر SBS با مصالح آهکی در صورت افزایش یک ساله‌ی عمر روسازی بر حسب درصد ۱۳۵

شکل (۵-۴۳(صرفه‌جویی ناشی از استفاده از ۵ درصد پلیمر SBS با مصالح سیلیسی در صورت افزایش یک ساله‌ی عمر روسازی بر حسب درصد ۱۳۶

شکل (۵-۴۴) صرفه‌جویی ناشی از استفاده از ۱/۵ درصد پلیمر PPA در صورت افزایش دو ساله‌ی عمر روسازی بر حسب درصد ۱۳۷

شکل (۵-۴۵) صرفه‌جویی ناشی از استفاده از ۱ درصد پلیمر PPA در صورت افزایش دو ساله‌ی عمر روسازی بر حسب درصد ۱۳۷

شکل (۵-۴۶) صرفه‌جویی ناشی از استفاده از ۵ درصد پلیمر SBR در صورت افزایش دو ساله‌ی عمر روسازی بر حسب درصد..... ۱۳۸

شکل (۵-۴۷) صرفه‌جویی ناشی از استفاده از ۵ درصد پلیمر SBS با مصالح آهکی در صورت افزایش دو ساله‌ی عمر روسازی بر حسب درصد..... ۱۳۸

شکل (۵-۴۸) صرفه‌جویی ناشی از استفاده از ۵ درصد پلیمر SBS با مصالح سیلیسی در صورت افزایش دو ساله‌ی عمر روسازی بر حسب درصد..... ۱۳۹

شکل (۵-۴۹(صرفه‌جویی ناشی از استفاده از ۱/۵ درصد پلیمر PPA در صورت افزایش سه ساله‌ی عمر روسازی بر حسب درصد..... ۱۳۹

شکل (۵-۵۰(صرفه‌جویی ناشی از استفاده از ۱ درصد پلیمر PPA در صورت افزایش سه ساله‌ی عمر روسازی بر حسب درصد..... ۱۴۰

شکل (۵-۵۱(صرفه‌جویی ناشی از استفاده از ۵ درصد پلیمر SBR در صورت افزایش سه ساله‌ی عمر روسازی بر حسب درصد..... ۱۴۰

شکل (۵-۵۲(صرفه‌جویی ناشی از استفاده از ۵ درصد پلیمر SBS و مصالح آهکی در صورت افزایش سه ساله‌ی عمر روسازی بر حسب درصد..... ۱۴۱

شکل (۵-۵۳(صرفه‌جویی ناشی از استفاده از ۵ درصد پلیمر SBR برای مصالح سیلیسی در صورت افزایش سه ساله‌ی عمر روسازی بر حسب درصد..... ۱۴۱

شکل (۵-۵۴(صرفه‌جویی ناشی از استفاده از ۱/۵ درصد پلیمر PPA در صورت افزایش چهار ساله‌ی عمر روسازی بر حسب درصد..... ۱۴۲

شکل (۵-۵۵) صرفه‌جویی ناشی از استفاده از ۱ درصد پلیمر PPA در صورت افزایش چهار ساله‌ی عمر روسازی بر حسب درصد..... ۱۴۲

شکل (۵-۵۶(صرفه‌جویی ناشی از استفاده از ۵ درصد پلیمر SBR در صورت افزایش چهار ساله‌ی عمر روسازی بر حسب درصد..... ۱۴۳

شکل (۵-۵۷) صرفه‌جویی ناشی از استفاده از ۵ درصد پلیمر SBS در صورت افزایش چهار ساله‌ی عمر روسازی بر حسب درصد..... ۱۴۳

شکل (۵-۵۸(صرفه‌جویی ناشی از استفاده از ۵ درصد پلیمر SBS در صورت افزایش چهار ساله‌ی عمر روسازی بر حسب درصد..... ۱۴۴

فهرست جدول‌ها

جدول (۱-۱) خلاصه‌ی خرابی‌های استان خوزستان در برخی مسیرهای مورد بررسی به ترتیب خرابی‌های غالب [6]..... ۸

جدول (۴-۱) مقایسه‌ای میان خصوصیات قیر اصلاح شده در مقایسه با قیر خالص مطابق تحقیقات پیشین ۸۰

جدول (۴-۲(درصدهای ترکیبی انواع پلیمرها با قیر به منظور تهیه‌ی نمونه‌های آزمایشگاهی..... ۸۱

جدول (۴-۳) آزمایشات انجام گرفته به منظور تعیین خصوصیات فنی قیر..... ۸۷

جدول (۴-۴) ضرایب برجهندگی مورد مطالعه همراه با CBR معادل آن در خاک بستر مسیر..... ۹۷

جدول (۴-۵) ترافیک‌های مورد بررسی و حداقل ضخامت‌های لایه‌های آسفالتی و اساس..... ۹۸

جدول (۴-۶) مقادیر در نظر گرفته شده برای پارامترهای لایه‌های روسازی..... ۹۸

جدول (۵-۱) مقادیر به دست آمده برای درجه‌بندی عملکردی قیرهای مورد بررسی..... ۱۰۲

جدول (۵-۲) درجه‌ی عملکرد مورد نیاز برای استان خوزستان..... ۱۰۳

جدول (۵-۳) قیرهای قابل استفاده برای هر رده‌ی عملکردی لازم در استان خوزستان..... ۱۰۴

جدول (۵-۴) نتایج به دست آمده از آزمایشات رده‌بندی درجه‌ی نفوذپذیری..... ۱۰۹

جدول (۵-۵) نمونه‌ای از خروجی آزمایش رئولوژی برشی قیر خالص..... ۱۱۳

جدول (۵-۶) نتایج آزمایشات مارشال به منظور تعیین استحکام و روانی نمونه‌های آسفالتی برای دو سری مصالح آهکی و سیلیسی مورد استفاده در استان خوزستان..... ۱۲۳

جدول (۵-۷) ضرایب قشر لایه‌های آسفالتی..... ۱۲۶

جدول (۵-۸) نمونه‌ای از ضخامت‌های به دست آمده برای آسفالت تولیدی با قیر پایه..... ۱۲۶

نام خانوادگی : **کریمی الکوهی**	نام: **فردوس**	شماره دانشجویی : **۹۰۳۸۸۰۴**
عنوان پایان نامه : **تولید آسفالت پلیمری برای استفاده در مناطق گرمسیر**		
استاد راهنما: **دکتر سید عباس طباطبایی**		
استاد مشاور: **دکتر علیرضا کیاست**		
درجه تحصیلی: **کارشناسی ارشد**	رشته: **عمران**	گرایش: **راه و ترابری**
دانشگاه : **شهید چمران اهواز**	دانشکده: **مهندسی**	گروه : **عمران**
تاریخ فارغ التحصیلی : **۱۳۹۲/۰۷/۲۸**		تعداد صفحه: **۱۶۰**
کلید واژه ها : **اصلاح خواص قیر، روسازی، بتن آسفالتی گرم، SBS، PPA، SBR**		

چکیده:

یکی از چالش‌های موجود در بحث روسازی راه‌ها در مناطق گرمسیر استفاده از قیر مناسب در این مناطق می‌باشد؛ چراکه استفاده از قیر نامناسب باعث بروز خرابی‌های زودرس به دلیل عملکرد نامناسب آسفالت خواهد گردید. به این منظور روش‌های مختلف اصلاح خصوصیات قیر وجود تا دارد که باعث عملکرد مناسب آن در شرایط مختلف خواهد گردید. یکی از این روش‌ها استفاده از پلیمرهای مختلف در قیر به منظور اصلاح خصوصیات آن می‌باشد.

در این پایان‌نامه با استفاده از درصدهای مختلف سه نوع پلیمر SBS، SBR و PPA به اصلاح خصوصیات قیر پرداخته شده است. سپس بر روی هر یک از این قیرهای اصلاح شده آزمایش‌های مختلف درجه‌ی نفوذ، درجه‌ی نرمی، تعیین خصوصیات رئولوژی قیر، رده‌بندی عملکردی، استقامت مارشال، و همچنین آزمایش‌های میکروسکوپی TEM انجام گرفته است و در نهایت با توجه به نتایج آزمایشگاهی به دست آمده و ارزیابی‌های اقتصادی، به بررسی بهترین گزینه‌ها به منظور استفاده در شرایط مختلف آب و هوایی استان خوزستان پرداخته شده است. این مقایسه برای تعیین بهترین گزینه با توجه به خصوصیات فنی، اقتصادی و همچنین با توجه به پهنه‌بندی آب و هوایی استان خوزستان به عنوان یکی از استان‌های گرمسیر کشور انجام گرفته است. در نهایت با توجه به پهنه‌بندی درجه‌ی عملکرد قیر در استان خوزستان برای هر یک از پهنه‌بندی‌های انجام گرفته بر مبنای نشریه‌ی ۱۰۱ ایران، قیرهای اصلاح شده با ۵ درصد SBS، ۵ درصد SBR و ۱/۵ درصد PPA به عنوان پیشنهادات نهایی ارائه گردیده است.

فصل اول

مقدمه