دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)
دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست

پایان نامه کارشناسی ارشد
گرایش مهندسی خاک و پی

کاهش تغییر شکـــل دائم در روسازی با استفـــاده از آسفـــالت سیمان دار

دانشجو:
زهرا میرعزیزی

استاد راهنما:
دکتر علی خدائی

آذرماه ۱۳۸۵

دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)

دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست

پایان نامه کارشناسی ارشد

گرایش مهندسی خاک و پی

کاهش تغییر شکـــل دائم در روسازی با استفـــاده از آسفـــالت سیمان دار

دانشجو:

زهرا میرعزیزی

استاد راهنما:

دکتر علی خدائی

آذرماه ۱۳۸۵

بسمه تعالی

دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

دانشکده مهندسی عمران

فرم تایید کفایت انجام پایان نامه توسط اساتید راهنما و داوران

توجه : این قسمت در زمان تصویب پروژه تکمیل شده و در صفحه اول کلیه نسخ پایان نامه گنجانده می شود.

عنوان، اهداف و روش تحقیق این پروژه کارشناسی ارشد مطابق با مشخصات زیر در تاریخ / /۸۵ شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده مهندسی عمران دانشگاه صنعتی امیرکبیر بتصویب رسید.

عنوان پروژه: کاهش تغییر شکل دائم در روسازی با استفاده ازآسفالت سیمان دار

اهداف و روش تحقیق: به بررسی کاهش تغییر شکل دائمی، در اثر بکار بردن درصدهای مختلف سیمان بر روی مقاومت کششی غیر مستقیم در دماهای مختلف ، آزمایش خزش در دمای 40^oCو آزمایش مارشال بر روی مخلوط آسفالتی combi-layer و همچنین از اثر دوغاب سیمان و آهک هیدراته بر روی مقاومت کششی غیر مستقیم در دماهای مختلف، آزمایش خزش در دمای 40^oC و آزمایش مارشال مخلوط آسفالت متخلخل با قیر پلیمری پرداخته می شود. در این پژوهش ابتدا به بررسی و تحقیقات در مورد آسفالت متخلخل، تعیین درصد تخلخل ، اثر سیمان و روشهای مختلف افزودن دوغاب سیمان، بررسی خصوصیات فنی و مکانیکی مخلوط آسفالت متخلخل و روشهای مختلف ساخت نمونه و نوع آزمایشها پرداخته شده است.

نام و امضای دانشجو	**نام و امضای استاد راهنما**	**امضای مدیر تحصیلات تکمیلی دانشکده**
زهرا میرعزیزی	دکتر علی خدائی	

توجه: این قسمت در زمان ارائه پروژه تکمیل شده و همراه با قسمت فوق در صفحه اول پایان نامه گنجانده می شود.

اینجانب دکتر علی خدائی استاد راهنمای پروژه گواهی می نمایم که کلیه قسمتهای مندرج در این پایان نامه توسط دانشجو، آقای/ خانم زهرا میرعزیزی به انجام رسیده و محتوای آن مطابق عنوان، اهداف و روش تحقیق فوق می باشد.

امضای استاد راهنما:

تاریخ: / ۹ / ۸۵

اعضاء هیات داوران پس از بررسی کامل کار انجام شده از نظر کیفی، نوآوری، احاطه به موضوع و نحوه ارائه، رأی نهائی خود را بدین صورت اعلام می نمایند:

نام استاد راهنما: دکتر علی خدائی	**نام داور:** دکتر امیر کاووسی	**نام داور:** دکتراسماعیل افلاکی
امضاء:	**امضاء:**	**امضاء:**

توجه: اعضاء محترم هیات داوران می توانند نظرات تکمیلی خود را پشت همین برگه مرقوم فرمایند.

ضروری است کلیه مطالب و اسامی تایپ شوند.

تشکر و قدردانی:

این پروژه نتیجه یک فعالیت تحقیقاتی آزمایشگاهی است که بیش از یکسال تلاش بی وقفه را در برداشته است. در انجام این کار عزیزان بسیاری مرا یاری نمودند که یقیناً بدون کمک آنان قادر به انجام نبودم.

تمامی مراحل این پژوهش با راهنمایی استاد گرامی جناب آقای دکتر خدایی انجام گردید. لذا بر خود واجب می دانم از زحمات، راهنمائیها و محبتهای خالصانه ایشان تشکر نموده و موفقیت روز افزون آن استاد گرامی را از درگاه احدیت خواستارم. همچنین از جناب آقای دکتر کاووسی که مرا راهنمایی نموده اند کمال تشکر را دارم و از زحمات و محبتهای خالصانه ایشان تشکر نموده و موفقیت روز افزون آن استاد گرامی را از خداوند متعال خواستارم. از جناب آقای دکتر کاووسی و جناب آقای دکتر افلاکی که زحمت مطالعه این پروژه را تقبل فرموده اند و نظرات مفید خود را ارائه نمودند کمال تشکر را دارم.

انجام عملیات طاقت فرسای آزمایشگاهی بدون کمک و همراهی خالصانه مسئول زحمتکش آزمایشگاه روسازی آسفالت دانشکده عمران جناب آقای مهندس گلی هرگز میسر نبود. از ایشان که در تمامی لحظات کار صمیمانه و خالصانه مرا یاری رسانیده و از تجارب خود بهره مند ساخته اند کمال تشکر را دارم.

بدین وسیله از مسئول زحمتکش آزمایشگاه مکانیک خاک دانشکده عمران جناب آقای مهندس بهرامی که در تمامی طول پروژه مرا از تجارب مفید و سودمند خود بهره مند ساخته اند کمال تشکر و سپاس را داشته و موفقیت این عزیزان را از ایزد منان خواستارم.

قیر مصرفی در این پروژه از سوی شرکت نفت پاسارگاد و میلاد کوه تهیه گردید ضمن تشکر از مدیریت محترم این مراکز موفقیت روز افزون ایشان را در کمک به رشد و توسعه فعالیتهای تحقیقاتی از خداوند متعال خواستارم.

همچنین از دوستان و عزیزان و مسئولین دانشکده عمران و مسئولین آزمایشگاه تکنولوژی بتن که به نوعی مرا یاری و همراهی کرده اند صمیمانه تشکر و قدردانی می نمایم.

موفقیتهایی که تا به حال کسب کرده ام بدون حمایت و پشتیبانی بی دریغ و مستمر خانوادهٔ عزیزم غیر قابل تصور و ناممکن بوده است. بدینوسیله از پدر و مادر عزیزم که با زحمات بسیار امکانات لازم را برای ادامه تحصیل من فراهم آورده اند سپاسگذاری کرده و از درگاه خداوند برایشان سلامت و سعادت آرزو می کنم.

تقدیم به:

پدر و مادر عزیز و خا نواده مهربانم

که پرتو وجودشان روشنی بخش زندگانی من است.

مادر عزیز و خوبم هستی حیات و زندگی و سعادت و هر چه دارم

همه را از تو دارم و مدیون فداکاریها و زحمات طاقت فرسای تو می باشد

مادر عزیزم به اندازه تمام وجودم دوستت دارم.

دانشگاه صنعتی امیرکبیر

دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست

چکیده پایان نامه ارائه شده توسط زهرا میرعزیزی

برای اخذ درجه کارشناسی ارشد در مهندسی عمران تحت عنوان:

کاهش تغییر شکل دائم در روسازی با استفاده از آسفالت سیمان دار

استاد راهنما: دکتر علی خدائی **تاریخ تحویل:** /۹/ ۸۵

چکیده:

آسفالت متخلخل اشباع شده در دوغاب سیمان (قشر مرکب combi-layer) مخلوطی آسفالتی با درصد ریزدانه بسیار کم (حدود ۲٪) و درصد تخلخل زیاد (حدود ۲۰ ٪) می باشد که با دوغ آب سیمان پرشده است. این نوع آسفالت یک ماده انعطاف پذیر ، مقاوم و یک رویه مناسب برای روکش جاده ها می باشد. با تهیه مخلوط با قیر مناسب می توان آن را در مناطق با دماهای مختلف مورد استفاده قرار داد. آسفالت متخلخل Combi-layer در مقایسه با بتن آسفالتی متداول حساسیت کمتری نسبت به حرارت دارد.

به منظور ارزیابی این نوع مخلوط نمونه هایی از یک مخلوط آسفالتی متخلخل در درصدهای متفاوت دوغاب سیمان(۴٪ و ۳۲٪ و ۴۵٪) اشباع شده و مورد آزمایشهای مارشال، کشش غیر مستقیم (ITS) در دماهای صفر و ۱۰- درجه سانتیگراد و آزمایش خزش در دمای ۴۰ درجه سانتیگراد توسط دستگاه UTM قرار گرفتند. نتایج بدست آمده حاکی ازکاهش مقاومت در اثر افزایش دما برای مخلوطهای مختلف بوده است. نمونه های حاوی ۳۲٪ دوغاب سیمان بعنوان نمونه های بهینه بیشترین مقاومت را نتیجه داده و روانی آنها قدری کمتر از حد مجاز استاندارد بوده است. همین نتایج با آزمایش کشش غیر مستقیم نیز مورد تأئید قرار گرفت. نتایج تحقیقات نشان داد که مخلوطهای اشباع شده در دوغاب سیمان ضمن تامین خصوصیات مخلوطهای آسفالت متخلخل(نظیر مقاومت در مقابل اصطکاک) اشکالات ضعف این مخلوطها را که همانا مقاومت پائین آنها می باشد را نیز ندارند.

همچنین در این پروژه از قیر پلیمری SBS نیز به جای قیر معمولی استفاده شده با همان آزمایشات البته با این تفاوت که از فیلرهای متفاوت سیمان و آهک، بصورت دوغاب و هر کدام بصورت مجزا به مصالح سنگی دانه بندی شده افزوده می شود، هدف از انجام این فرآیند اصلاح خصوصیات سطحی مصالح سنگی است که نیروی جاذبه مصالح سنگی و قیر اسیدی در حضور آب کم و باعث اصلاح و افزایش نیروی جاذبه می گردد.

کلمات کلیدی:

آسفالت متخلخل، مقاومت کششی غیر مستقیم، تغییر شکل دائمی، قیر پلیمری SBS

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول	
مقدمه ای بر آسفالت متخلخل	
۱-۱- مقدمه	۱
۱-۲- بیان مسأله	۲
۱-۳- اهداف پژوهش	۲
۱-۴- نحوه انجام پژوهش	۳
فصل دوم	
آسفالت متخلخل	
۲-۱- مقدمه	۴
۲-۲- تاریخچه	۵
۲-۲-۱- مقدمه	۵
۲-۲-۲- کاربرد آسفالت متخلخل در انگلستان	۶
۲-۲-۳- آسفالت متخلخل در هلند	۷
۲-۲-۴- تجربه کشور اطریش در مورد آسفالت متخلخل	۸
۲-۲-۵- آسفالت متخلخل در فرانسه	۹
۲-۳- ساختمان راه	۱۰
۲-۴- طرح مخلوط آسفالت متخلخل	۱۱
۲-۵- ویژگیهای آسفالت متخلخل	۱۱
۲-۵-۱- قابلیت زهکشی سریع آب	۱۱
۲-۵-۲- خواص اصطکاکی آسفالت متخلخل	۱۳
۲-۵-۳- اثرات ناشی از کاربرد آسفالت متخلخل بر افزایش ایمنی راه	۱۵
۲-۵-۴- آب ماندگی بر سطح رویه	۱۶
۲-۵-۵- آب سطحی	۱۸
۲-۵-۶- آبپاشیدگی (spray)	۱۸
۲-۵-۷-انعکاس نور	۱۹

عنوان	صفحه
۲-۶- شرایط اقلیمی و ایمنی	۱۹
۲-۷- تاثیرات محیطی کاربرد آسفالت متخلخل	۲۰
۲-۷-۱- پخش‌صدای چرخ‌بوسیله بافت درشت‌سطحی (Macrotoxture) در رویه‌های متداول	۲۱
۲-۷-۲- آسایش راننده	۲۳
۲-۸- تاثیر کاربرد آسفالت متخلخل بر روی ظرفیت راه	۲۳
۲-۹- بافت سطحی (Texturing)	۲۴
۲-۹-۱-رویه بتنی	۲۴
۲-۹-۲- رویه آسفالتی	۲۴
۲-۱۰- برآورد اقتصادی	۲۵
۲-۱۰-۱- دوره خدمت دهی آسفالت متخلخل	۲۵
۲-۱۰-۲- مصرف سوخت	۲۶
۲-۱۰-۳- فرسودگی لاستیک	۲۶
۲-۱۱- رفتار آسفالت متخلخل تحت ریزش برف و یخبندان	۲۶
۲-۱۲- کاربرد مهندسی	۲۷
۲-۱۳- مشخصات فنی عمومی آسفالت متخلخل	۲۷
۲-۱۳-۱- تعیین فرمول مناسب	۲۷
۲-۱۳-۲- آماده سازی بستر موجود	۲۸
۲-۱۴- تهیه و اجرای آسفالت متخلخل	۲۹
۲-۱۵- پخش مخلوط آسفالتی	۲۹
۲-۱۶- نگهداری آسفالت متخلخل	۳۰
۲-۱۷- طرح مشکل	۳۱
۲-۱۸- کاربردهای نامناسب	۳۱
۲-۱۸-۱- مسافت حمل زیاد	۳۲
۲-۱۸-۲- اجرای با دست و توسط کارگر	۳۲
۲-۱۸-۳- مناطق با بارش برف زیاد	۳۲
۲-۱۸-۴- مناطق در معرض پخش آلاینده‌ها	۳۲
۲-۱۸-۵- مناطق با حجم ترافیک کم و سرعت عبور پایین	۳۳
۲-۱۹- نحوه عملکرد آسفالت متخلخل در تونل	۳۳
۲-۲۰- نتیجه	۳۴

عنوان **صفحه**

فصل سوم

آسفالت متخلخل اشباع شده در دوغاب سیمان (Combi – layer)

۳-۱- مقدمه ۳۵
۳-۲- بررسی تکنولوژی Combi-layer ۳۶
۳-۳- تعریف ودامنه کاربرد ۳۶
۳-۴- مشخصات فنی آسفالت متخلخل Combi-layer ۳۶
۳-۴-۱- ویژگیهای مصالح ۳۶
۳-۴-۲- دانه بندی ۳۷
۳-۴-۳- قیر ۳۸
۳-۴-۴- فیلر ۴۱
۳-۴-۵- روش طرح اختلاط مخلوطهای آسفالتی متخلخل ۴۲
۳-۴-۶- استفاده از دوغاب سیمان ۴۴

فصل چهارم

گزارش آزمایشهای انجام شده آسفالت متخلخل اشباع شده در دوغاب سیمان (Combi-layer)

۴-۱- مقدمه ۴۵
۴-۲- روش کار ۴۵
۴-۳- مصالح سنگی ۴۶
۴-۳-۱- مصالح سنگدانه ۴۶
۴-۳-۲- مصالح ریز دانه ۴۷
۴-۳-۳- فیلر ۴۸
۴-۳-۴- دانه بندی مصالح سنگی ۴۸
۴-۴- مواد قیری ۴۹
۴-۴-۱- قیر خالص 60/70 ۴۹
۴-۵- طرح اختلاط مارشال ۵۰
۴-۶- درصدهای سیمان ۵۱
۴-۷- تعیین درصد قیر بهینه ۵۲
۴-۸- تعیین درصد حجمی فضای خالی آسفالت Air Void in Mixture ۵۲
۴-۸-۱-آزمایش رایس Rice ۵۳
۴-۸-۲- آزمایش وزن مخصوص واقعی Bulk Density ۵۴
۴-۹- آزمایشهای انجام شده برای تعیین درصد حجمی فضای خالی ۵۴
۴-۱۰-ساخت نمونه‌ها ۵۶

عنوان **صفحه**

۴-۱۱- آزمایشات ۵۶
۴-۱۱-۱- آزمایش استقامت مارشال ۵۶
۴-۱۱-۲- آزمایش کشش غیر مستقیم ۵۷
۴-۱۱-۳- خزش استاتیکی ۶۰
۴-۱۲- نتایج ۶۱
۴-۱۲-۱- نتایج آزمایش مارشال ۶۱
۴-۱۲-۲- مقایسه مقاومت و روانی آزمایش مارشال نمونه های آسفالت متخلخل اشباع شده در دوغاب سیمان (combi - layer) ۶۲
۴-۱۲-۳- بررسی نسبت مارشال نمونه های آسفالت متخلخل اشباع شده در دوغاب سیمان (combi - Layer) ۶۴
۴-۱۲-۴- بررسی اثر درصدهای سیمان بر روی مقاومت‌کششی‌غیرمستقیم(ITS) نمونه‌های آسفالت متخلخل‌اشباع شده در دوغاب‌سیمان (combi - layer) در دماهای ۰و۱۰- درجه سانتیگراد ۶۵
۴-۱۲-۵- بررسی تغییر شکل نمونه های آسفالت متخلخل اشباع شده در دوغاب سیمان (combi - layer) در دماهای ۰ و ۱۰- درجه سانتیگراد ۶۸
۴-۱۲-۶- بررسی خزش نمونه های آسفالتی اشباع شده در دوغاب سیمان (combi-layer) در دمای ۴۰ درجه سانتیگراد ۶۹

فصل پنجم

قیرهای اصلاح شده با مخلوط پلیمری

۵-۱- مقدمه ۷۱
۵-۲- مقایسه خواص قیر- پلیمر ۷۳
۵-۲-۱- مقاومت در برابر کنده شدگی مصالح ۷۳
۵-۲-۲- پایداری پس از تراکم ۷۴
۵-۲-۳- مقاومت در برابر لخت شدگی مصالح سنگی از اندود قیری ۷۴
۵-۲-۴- مقاومت در برابر پوسته شدن ۷۵
۵-۲-۵- مقاومت در برابر انتقال قیر از سطح به لایه‌های زیرین بر اثر فشار ۷۶
۵-۲-۶- مقاومت در برابر تشکیل ترک ۷۶
۵-۲-۷- سهولت کاربرد (کارپذیری) ۷۷
۵-۲-۸- مقاومت در برابر شیار دار شدن ۷۸
۵-۲-۹- مقاومت در برابر خستگی ۷۸
۵-۲-۱۰- حساسیت حرارتی ۷۹
۵-۲-۱۱- همچسبی ماده قیری ۷۹

عنوان	صفحه
۵-۳- عوامل موثر در خواص مخلوط قیر-پلیمر	۸۰
۵-۳-۱- نقش پلیمر در قیر	۸۱
۵-۳-۲- پایداری مخلوط قیر-پلیمر	۸۲
۵-۴- تکنیکهای آنالیز شیمیایی و فیزیکی	۸۲
۵-۴-۱- روشهای اسپکترومتری	۸۲
۵-۴-۲- روشهای کروماتوگرافی	۸۳
۵-۴-۳- Differential Scanning Calorimetry	۸۴
۵-۴-۴- جداسازی فاز پلیمر متورم شده	۸۴
۵-۵- روشهای سنتی برای شناسایی بایندرهای قیری	۸۴
۵-۵-۱-اندازه گیری درجه نفوذ	۸۴
۵-۵-۲- اندازه گیری نقطه نرم بروش حلقه ساچمه	۸۵
۵-۵-۳- اندیس نفوذی	۸۵
۵-۵-۴- نقطه شکست به روش Fraass	۸۵
۵-۶-شبیه سازی پیر شدن بایندرها در آزمایشگاه	۸۶
۵-۶-۱- روش RTFOT (Rolling Thin- Film Oven Test)	۸۶
۵-۶-۲- روش (Pressure Aging Vessel)	۸۶
۵-۷- روشهای آزمایش مخصوص قیرهای اصلاح شده	۸۶
۵-۷-۱- تکنیکهای مشاهده ای میکروسکوپی	۸۷
۵-۷-۲- آزمایش پایداری در هنگام ذخیره سازی	۸۷
۵-۸- آزمایشهای رئولوژیکی	۸۸
۵-۸-۱- ویسکوزیته	۸۸
۵-۸-۲- مدل کمپلکس (Complex Modulus)	۸۸
۵-۸-۳- آزمایش رئومتر تیرچه خمشی	۸۹
۵-۸-۴- آزمایش بازگشت پذیری الاستیک	۸۹
۵-۹- آزمایش‌های مکانیکی برای توصیف شکست (failure)	۸۹
۵-۹-۱- آزمایشهای کششی (Tensile Tests)	۸۹
۵-۹-۲- آزمایش پیوستگی به روش ضربه پاندولی	۹۱
۵-۱۰-دستگاهها	۹۱
۵-۱۰-۱-مخلوط کن داخلی	۹۱
۵-۱۰-۲- اختلاط قیر و پلیمر	۹۱
۵-۱۱-روشهای برآورد کارآیی قیر	۹۲
۵-۱۱-۱- آزمایش تعیین درجه نفوذ	۹۲
۵-۱۱-۲- آزمایش تعیین نقطه نرمی (ساچمه- حلقه)	۹۳

عنوان	صفحه
۵-۱۱-۳- آزمایش تعیین نقطه شکست فراس	۹۳
۵-۱۱-۴- آزمایش پایداری	۹۳
۵-۱۲- نتیجه گیری	۱۰۰
۵-۱۳- قیر اصلاح شده با پلیمر اصلاح شده SBS	۱۰۱
۵-۱۳-۱-مقدمه	۱۰۱
۵-۱۳-۲-تأثیر SBS بر خواص قیر صنعتی (آسفالتی)	۱۰۲
۵-۱۳-۳- ویسکوزیته و مدول برشی Viscosity and shear modulus	۱۰۳
۵-۱۳-۴- نقطه نرمی و نفوذ Softening point and penetration	۱۰۳
۵-۱۳-۵- ویژگیهای قیر اصلاح شده در درجه حرارتهای پایین	۱۰۴
۵-۱۳-۶- روشهای اختلاط قیر- پلیمر SBS	۱۰۵
۵-۱۳-۷- شرایط اختلاط	۱۰۵
۵-۱۳-۸- دلایل برگزیدن SBS برای بهبود قیر	۱۰۶
۵-۱۳-۹- موارد کاربرد SBS	۱۰۶
۵-۱۳-۱۰- محصولات مکانیکی	۱۰۹
فصل ششم	
آسفالت متخلخل با قیر پلیمری (اصلاح شده SBS)	
۶-۱- مقدمه	۱۱۰
۶-۲- اصول طرح مخلوط برای آسفالت متخلخل با قیر اصلاح شده S.B.S	۱۱۰
۶-۳- مشخصات فنی آسفالت متخلخل با قیر اصلاح شده SBS	۱۱۱
۶-۳-۱- ویژگیهای مصالح	۱۱۱
۶-۳-۲- دانه بندی	۱۱۱
۶-۳-۳- قیر	۱۱۲
۶-۳-۴- انتخاب قیر	۱۱۲
۶-۴-گزارش آزمایشهای انجام شده	۱۱۳
۶-۴-۱- مقدمه	۱۱۳
۶-۴-۲- روش کار	۱۱۳
۶-۴-۳- قیر	۱۱۴
۶-۵- مصالح سنگی	۱۱۵
۶-۵-۱- دانه بندی مصالح سنگی	۱۱۵
۶-۶- آزمایشا ت	۱۱۶
۶-۶-۱- آزمایش مارشال	۱۱۶
۶-۶-۲- آزمایش کشش غیر مستقیم	۱۱۶
۶-۶-۳- آزمایش خزش	۱۱۷

عنوان **صفحه**

۶-۷- نتا یج ۱۱۷

۶-۷-۱- نتایج آزمایش مارشال ۱۱۷

۶-۷-۲- مقایسه مقاومت و روانی آزمایش مارشال نمونه های آسفالت پلیمری با فیلرهای مختلف ۱۱۸

۶-۷-۳- بررسی نسبت مارشال نمونه های آسفالت پلیمری با فیلرهای مختلف ۱۲۰

۶-۷-۴- بررسی اثر انواع فیلر بر روی مقاومت ITS آسفالت پلیمری ۱۲۰

۶-۷-۵- بررسی خزش نمونه های آسفالتی پلیمری در دمای ۴۰ درجه سانتیگراد ۱۲۲

فصل هفتم

نتایج و پیشنهادها ۱۲۴

۷-۱- مقایسه بین نمونه های بتن آسفالتی و Combi – layer ۱۲۴

۷-۲- بررسی و تحلیل نتایج بدست آمده آسفالت متخلخل Combi – layer و آسفالت متخلخل پلیمری ۱۲۵

۷-۳- جمع بندی ۱۲۸

۷-۳-۱- نتایج آسفالت متخلخل Combi – layer ۱۲۸

۷-۳-۲- نتایج آسفالت متخلخل پلیمری ۱۲۹

۷-۶- ارائه پیشنهادها ۱۲۹

منابع ۱۳۰

فصل اول

مقدمه ای بر آسفالت متخلخل

۱-۱- مقدمه

آسفالت متخلخل یک نوع مخلوط قیری با درصد ریزدانه های خیلی کم و درصد تخلخل زیاد می باشد. در این پروژه ابتدا به بررسی آسفالت متخلخل combi-layer که یک ماده انعطاف پذیر، مقاوم و مناسب برای روکش های جاده ای است پرداخته می شود. که بدلیل داشتن قیر طبیعی می توان آن را در دماهای بالا استفاده نمود.

آسفالت متخلخل combi-layer نسبت به تغییر شکل دائمی حساس و خواص مکانیکی آن در دماهای بالا خیلی حائز اهمیت است. مقاومت و سختی آسفالت متخلخل combi-layer به دما و سرعت بارگذاری بستگی دارد. آسفالت متخلخل combi-layer یک آسفالت با تخلخل زیاد می باشد که با دوغاب سیمان پوشش داده شده است. درصد بالای فضای خالی و اندازه خلل و فرج آن باعث می گردد تا دوغاب سیمان به کل لایه های آسفالت متخلخل نفوذ کند و به شکل یک بتن آسفالتی در آید. خواص مکانیکی این نوع آسفالت از لحاظ کشش و فشار متفاوت است و اغلب در جاها ئیکه سطح بار سنگین است مورد استفاده قرار می گیرد. در هلند از combi-layer برای بالابردن مقاومت سطح روسازی بویژه در سکوهای هواپیما، بزرگراهها، مسیرهای تاکسی رو و غیره استفاده می شود. نمونه دیگری از آسفالت متخلخل که مورد بررسی قرار خواهد گرفت، آسفالت متخلخل با قیر پلیمری است که از

دانه بندیهای آسفالت متخلخل combi-layer استفاده شده است با این تفاوت که در مصالح آن از فیلرهای آهک و سیمان بصورت دوغاب استفاده می شود. از این نوع آسفالت می توان بعنوان زهکش هم استفاده نمود.

۱-۲- بیان مسأله

مخلوطهای آسفالتی combi-layer یک نوع مخلوط آسفالت متخلخل سیمان دار است که به دلیل دارا بودن سیمان، حساسیت کمتری نسبت به حرارت از خود نشان می دهد. این نوع آسفالت از اختلاط قیر طبیعی با سنگدانه های شکسته شده و دانه بندی شده باز تهیه و باعث بوجود آمدن فضای خالی در نمونه می شود، که این فضای خالی تخلخلی حدوداً ۲۰٪ در آسفالت ایجاد می کند، تا دوغاب سیمان بتواند به کل نمونه آسفالتی نفوذ کند و تمامی فضای خالی آن را بپوشاند. آسفالت متخلخل combi-layer بدلیل داشتن خواص قیر طبیعی می تواند در دماهای بالا مورد استفاده قرار گیرد و بدلیل داشتن دوغاب سیمان، حساسیت نسبت به تغییر شکل دائمی در ماهای بالا را کاهش می دهد.

همچنین مخلوط آسفالتی دیگری که در این پروژه به بررسی آن پرداخته، مخلوط آسفالتی متخلخل با قیر پلیمری است که در این نوع آسفالت به بررسی تخلخل و پایداری نمونه ها پرداخته می شود.

۱-۳- اهداف پژوهش

به بررسی کاهش تغییر شکل دائمی، اثر بکار بردن درصدهای مختلف سیمان بر روی مقاومت کششی غیر مستقیم در دماهای مختلف، آزمایش خزش در دمای 40^oC و آزمایش مارشال بر روی مخلوط آسفالتی combi-layer و همچنین از اثر دوغاب سیمان و آهک هیدراته بر روی مقاومت کششی غیر مستقیم در دماهای مختلف، آزمایش خزش در دمای 40^oC و آزمایش مارشال، مخلوط آسفالت متخلخل با قیر پلیمری پرداخته می شود.

۱-۴- نحوه انجام پژوهش

در این پژوهش ابتدا به بررسی و تحقیقات در مورد آسفالت متخلخل، تعیین درصد تخلخل، اثر سیمان و روشهای مختلف افزودن دوغاب سیمان، بررسی خصوصیات فنی و مکانیکی مخلوط آسفالت متخلخل، روشهای مختلف ساخت نمونه و نوع آزمایشها مورد بررسی قرار می گیرد خلاصه این بررسی ها در فصلهای ۲، ۳ ، ۴ ، ۶ و ۷ ارائه شده و در مرحله بعد خصوصیات مصالح انتخابی و نوع قیر مصرفی مورد ارزیابی قرار می گیرد.

قسمت مهم این پروژه تعیین درصد تخلخل ۲۰٪، ساخت نمونه ها و تهیه دوغاب سیمان با درصدهای مختلف می باشد. بدین منظور برای بدست آوردن درصد تخلخل ۲۰٪ از دانه بندی های مختلف و تعداد ضربات مارشال متعدد استفاده می گردد. اما برای نمونه های متخلخل با قیر پلیمری مشکل ساخت نمونه ها تا حدودی رفع می شود، بنا براین پس از بررسی نمونه ها با درصد هایی از سیمانهای مختلف هرگروه مخلوط آسفالتی، آزمایش کشش غیر مستقیم در دماهای مختلف و آزمایش خزش در دمای $40^{o}C$ و آزمایش مارشال در دمای محیط آزمایشگاه انجام می پذیرد و نتایج بدست آمده از این آزمایشات و بررسی نتایج در فصلهای بعدی گنجانده می گردد.

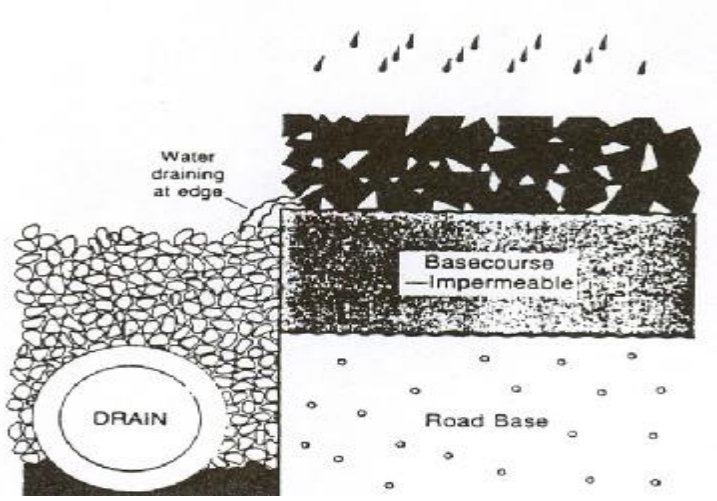
فصل دوم

آسفالت متخلخل

۲-۱- مقدمه

آسفالت با دانه بندی باز نوعی آسفالت است که با استفاده از دانه‌های درشت و دانه بندی باز ساخته می‌شود. این نوع آسفالت، به علت بافت متخلخل و پر حفره خود، آب ناشی از بارندگی را به سرعت زهکشی نموده و ما نع جمع شدن آب در سطح جاده و ایجاد پدیده هیدروپلانینگ می‌شود. همچنین بدلیل داشتن مقاومت بیشتر در برابر لغزندگی، در هنگام بارندگی و در سرعتهای بالا، ایمنی جادهها را افزایش داده و از بروز تصادفات تا حد زیادی می‌کاهد. **[۱]**

تا سال ۱۹۹۲ آسفالت متخلخل را در انگلستان بعنوان ماکادام نفوذی (pervious macadam) می‌شناختند. در حالیکه آسفالت با سایر مخلوطهای متراکم و هات رولد آسفالت (HRA) فرق می‌کند. قسمت اعظم ترکیب این نوع مخلوط آسفالتی را سنگدانه‌های نسبتاً درشت شکسته تشکیل می‌دهد که بهمراه آن مقدار کمی ماسه و گرد سنگ وجود دارد. در این نوع آسفالت مقدار کمی قیر (حدود ۴٪) برای پوشش مصالح بکار می‌رود و مخلوط طوری طراحی می‌شود که حدود ۲۰٪ فضای خالی داشته باشد و نتیجتاً فضاهای خالی این نوع آسفالت زیاد است. وقتی این نوع آسفالت در رویه راه استفاده شود، جریان آب می‌تواند از میان خلل و فرج آن عبور کرده و مطابق شکل ۲-۱ زهکشی گردد.**[۲]**



شکل ۲-۱ زهکشی آسفالت متخلخل

آسفالت متخلخل جدید با مصالح درشت دانه از دهه ۱۹۵۰ به منظور غلبه بر مسائل آب ماندگی در سطح راه و افزایش مقاومت لغزشی در شرایط بارندگی در باند فرودگاه مورد استفاده قرار گرفت.

۲-۲- تاریخچه

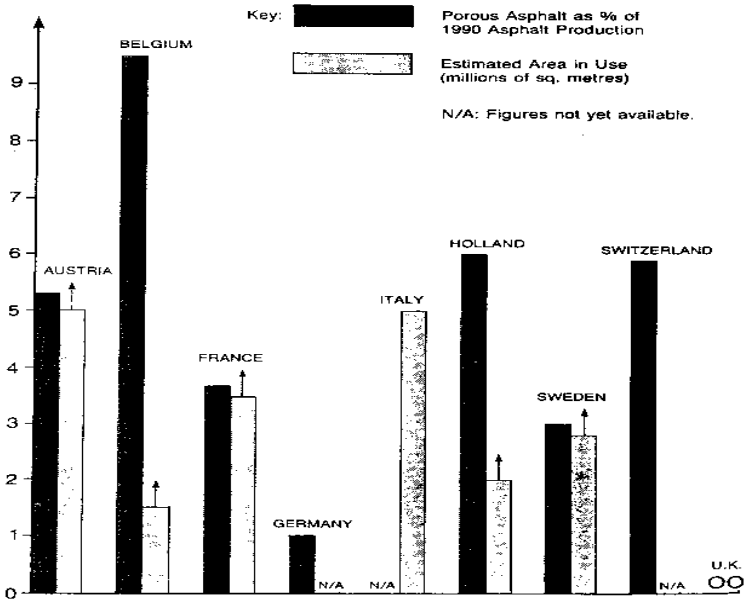
۲-۲-۱- مقدمه

شکل۲-۲ مقایسه میزان تولید آسفالت متخلخل و سطح کل آسفالت شده را برای کشورهای اروپائی در سال ۱۹۹۰ نشان می‌دهد. گرچه درصد حداکثر تولید به نظر کم می‌رسد ولی باید در نظر داشت که این میزان تولید فقط برای مصرف روکش می‌باشد و برای لایه‌های سازه ای از مخلوط آسفالت گرم استفاده می‌گردد.**[۱]**

در کشور هلند سالهاست بطور موفقیت آمیز از این آسفالت استفاده می‌شود. بیشترین مصرف این نوع آسفالت در کشور اطریش می‌باشد ولی کشور بلژیک درسال ۱۹۹۰ بیشترین تولید را داشته است. کشور فرانسه از نظر مصرف بعد از این کشورها قرار دارد. متخصصین این کشور معتقدند که میزان تصادف با مصرف آسفالت متخلخل به حد قابل

توجه ای پایین آمده است. در ایتالیا رشد تولید افزایش یافته، مسائل اقتصادی و تکنیکی و فاکتورهای اقلیمی بهبود یافته است .**[۱]**

بطور کلی کاربرد آسفالت متخلخل برای محدوده ای از شرایط اقلیمی اروپا، از گرم و خشک تا سرد و مرطوب قابل استفاده می‌باشد.



شکل ۲-۲ نمودار تولید مصرف آسفالت متخلخل کشورهای اروپایی در سال ۱۹۹۰

۲-۲-۲- کاربرد آسفالت متخلخل در انگلستان

عملاً تا سال ۱۹۹۲ که سمیناری در این زمینه توسط Refined Bitumen Association برگزار گردید اقدام گسترده ای انجام نشده بود. حدود دو ماه بعد از تشکیل سمینار و ارائه مقالات و گزارشات در این مورد، وزارت حمل و نقل انگلستان اعلام می‌دارد که از این تاریخ و تحت شرایطی مصرف آسفالت متخلخل قابل اجرا می‌باشد.

بدین جهت نمودار تولید و مصرف آسفالت متخلخل سال ۱۹۹۰ مطابق با شکل ۲-۲ برای کشور انگلیس صفر می‌باشد.**[۱]**

۲-۲-۳- آسفالت متخلخل در هلند

دلیل اصلی کاربرد وسیع بتن آسفالت متخلخل در کشور هلند، کاهش میزان صدا می‌باشد. ولی پخش آب و ایمنی ترافیک هم مورد نظر بوده است. این عوامل باعث گردید که وزارت راه آن کشور از این آسفالت برای راههای ملی استفاده نماید. تجارب متخصصین این کشور حاکی از آن است که انتشار صدا روی آسفالت متخلخل حدود 3db (A) کمتر از آسفالتهای متداول است. ضمن آنکه ایمنی ترافیک نیز بهتر، آب ماندگی در سطح راه کمتر، دید راننده بهتر، پخش آب و انعکاس نور هم کمتر می‌باشد. مضافاً آنکه علائم نصب شده روی راه نیز واضح تر دیده می‌شود. همچنین مسئله گود افتادگی چرخ نیز به علت مصرف مصالح سنگ شکسته در آسفالت کمتر می‌گردد که در ایمنی و نگهداری مؤثر است.**[۳]**

در این کشور روی پلها و حتی پلهای فلزی و رو گذرها آسفالت متخلخل اجراء شده‌است. مسئله بخصوصی که کارشناسان این کشور موفق به حل آن شده‌اند، جلوگیری از نفوذ آب و نمک به لایه‌های زیرین می‌باشد.

تجارب کارشناسان این کشور حاکی از آن است که آسفالت متخلخل نگهداری و مراقبت بیشتری را احتیاج دارد. نکته مهم زمان نگهداری و مقدار صحیح مصرف نمک می‌باشد. تقریباً مصرف نمک برای نگهداری زمستانی این نوع آسفالت در کشور هلند ۲۵٪ بیشتر گزارش شده‌است. عمر این نوع آسفالت با تکنیک حاضر حدود ۹ سال و برای آسفالت متداول ۱۲ سال برآورد شده‌است.**[۳]**

عامل اصلی تجزیه این آسفالت، سائیدگی می‌باشد و با توجه به عمر کمتر، دوره نگهداری کوتاهتر، برآورد هزینه آن بیشتر می‌شود که تأثیر در نسبت قیمتها خواهد داشت.

از طرف دیگر هزینه نگهداری بخاطر عدم گود افتادگی چرخ کاهش می‌یابد. درمجموع شاید ۲۵٪ قیمت این نوع آسفالت بیشتر باشد.

در حال حاضر بخاطر فشردگی ترافیک و افزایش روز افزون وسائل نقلیه، کاهش صدا مسئله مهمی است و در کشور هلند برای راههائی که روزانه ۳۵۰۰۰ وسیله نقلیه دارند از این آسفالت استفاده می‌شود. به خاطر ایمنی تمام راههای ملی تا سال ۲۰۱۰ و تمامی راههای اصلی با آسفالت متخلخل روکش خواهد شد. در حال حاضر سالیانه در حدود ۲۵۰۰۰۰۰ متر مکعب از این آسفالت مصرف می‌شود و حدود ۱۵/۴ درصد از کل راههای این کشور دارای این نوع روکش می‌باشد.