



دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

دانشکده مهندسی عمران

پایان نامه کارشناسی ارشد

عمران راه و ترابری

بررسی اثر شکل پالس بارگذاری بر شیارشدگی مخلوطهای آسفالتی

استاد راهنما :

دکتر منصور فخری

دانشجو :

سعید نوری گنبدانی

۸۹۰۱۲۷۴

تابستان ۱۳۹۲

چکیده

یکی از شایعترین انواع خرابیها در روسازیهای انعطاف پذیر، پدیده شیار شدگی می باشد. در سالهای اخیر با جدی تر شدن مقوله اقتصاد در حمل و نقل و گسترش روز افزون تقاضا در حمل و نقل جاده ای، لایه آسفالتی در معرض سطوح تنش بالاتری قرار می گیرد. سطح لایه آسفالتی در معرض سطوح تنش بالا، مستعد انواع خرابیها از جمله شیار شدگی نا پایداری می باشد. با عبور هر وسیله نقلیه از روی سطح رو سازی، یک پالس تنش تولید می شود که طول عمر کوتاهی دارد. با این مشخصات پالس می توان چگونگی توزیع تنش ناشی از حرکت وسیله نقلیه را مدلسازی کرد.

برای بررسی مفهوم گسترده ای چون پالس بارگذاری باید مولفه های آن (زمان بارگذاری، زمان استراحت و شکل پالس) یک به یک مورد بررسی قرار بگیرند. در این تحقیق سعی بر اینست تا با استفاده از آزمایش خزش دینامیک و مقایسه کمی بین نتایج با کمک پارامترهای کمی همچون عدد روانی (FN)، چگونگی اثر بخشی پارامترهای زمان بارگذاری، زمان استراحت و شکل پالس بارگذاری در مخلوطهای آسفالتی معمولی و اصلاح شده با ۵٪ پلیمر SBS (استایرن بوتادین استایرن) در دماهای مختلف 60°C و 50°C و 40°C بر پدیده شیار شدگی مخلوطهای آسفالتی مورد بررسی قرار گیرد. نتایج نشان دادند که با افزایش زمان بارگذاری، میزان پتانسیل شیارشدهگی در مخلوطهای آسفالتی افزایش می یابد و دو پارامتر افزایش 10°C دما و تغییر شکل پالس نیمه سینوسی به مربعی، در تاثیرگذاری بر تغییرات عدد روانی به صورت متوازن عمل می کنند. افزودن پلیمر SBS باعث بروز ثبات بیشتر بر رفتار مقاومتی مخلوط آسفالتی در برابر شیارشدهگی شد و حساسیت نسبت به تغییر شکل پالس را کاهش داد، به طوریکه با افزایش دمای 10°C ، حدود ۳۰٪ از عدد روانی کاسته شد. (فارغ از اینکه شکل پالس مربعی باشد یا نیمه سینوسی) در دمای 50°C تاثیر SBS در کاهش حساسیت نسبت به افزایش زمان بارگذاری به حدود ۴۰٪ می رسد، که این تاثیر در دمای 60°C ناچیز و قابل اغماض است. از دیگر نتایج این تحقیق می توان به پتانسیل شیارشدهگی بیشتر در نمونه های تحت پالس تنش مربعی شکل در مقایسه با پالس نیمه سینوسی اشاره کرد،

این اثر بخشی در دماهای پایینتر محسوس تر می باشد و با افزایش زمان بارگذاری بیشتر هم می شود، بدین ترتیب که میزان اثربخشی تغییر شکل پالس بر پتانسیل شیارشدگی در دمای 50°C در اثر افزایش زمان بارگذاری از 200 ms به 700 ms حدود ۲-۳ برابر می باشد، که همین مقدار در دمای 40°C به حدود ۴ برابر افزایش می یابد. در زمانهای بارگذاری بالا (700 ms)، تغییر دما به میزان تغییرات اثربخشی تغییر شکل پالس بر پتانسیل شیارشدگی تاثیر چندانی ندارد، در حالی که در زمانهای بارگذاری پایین تر (200 ms) تغییر دمای 10°C باعث تغییر ۶۵ درصدی در میزان اثربخشی تغییر شکل پالس بر تغییر عدد روانی می شود. البته این تاثیر در دماهای پایینتر، بیشتر هم می شود. بدین ترتیب که میزان این اثربخشی در دمای 50°C حدود ۴۰٪ می باشد و در دمای 60°C حدود ۲۵٪ از دیگر نتایج این تحقیق، اثر افزودنی SBS در کاهش ۲۵۰ درصدی حساسیت تغییر عدد روانی در اثر تغییر شکل بارگذاری نسبت به تغییر زمان بارگذاری می باشد. نتیجه نهایی این تحقیق نشان می دهد که در زمان بارگذاری ۱۰۰ میلی ثانیه، با افزایش نسبت زمان استراحت به زمان بارگذاری ۴ به ۹ در عدد روانی نمونه ها هیچ تغییری مشاهده نمی شود (موج مربعی و نیمه سینوسی) بقیه نمونه ها و حالات دیگر بارگذاری به این نتیجه رسیدیم که افزایش زمان استراحت باعث کاهش عدد روانی می شود.

کلمات کلیدی : شیار شدگی، زمان بارگذاری، زمان استراحت، عدد روانی، آزمایش خزش دینامیک،

استایرن بوتادین استایرن (SBS)

فهرست مطالب

فصل اول : مقدمه و کلیات

.....۲	۱-۱- مقدمه
.....۲	۲-۱- اهمیت موضوع
.....۳	۳-۱- اهداف پژوهش
.....۳	۴-۱- روش تحقیق
.....۴	۵-۱- ساختار پایان نامه

فصل دوم پیشینه تحقیق

.....۷	۱-۲- مقدمه
.....۹	۲-۲- مکانیسم و منشا شیار شدگی
.....۱۰	۱-۲-۲- مکانیسم شیار شدگی
.....۱۱	۲-۲-۲- منشا شیارشدگی
.....۱۵	۳-۲- ویژگیهای رفتاری مخلوطهای آسفالتی
.....۱۶	۱-۳-۲- رفتار الاستیک
.....۱۷	۲-۳-۲- رفتار ویسکوالاستیک
.....۲۳	۳-۳-۲- رفتار ویسکوالاستوپلاستیک :
.....۲۵	۴-۲- روشهای ارزیابی شیارشدگی
.....۲۵	۱-۴-۲- آزمایشهای عملکرد ساده (spt):
.....۲۶	۱-۴-۲-۱-۱- آزمایش مدول دینامیکی
.....۲۷	۱-۴-۲-۲- آزمایش خزش دینامیک (عدد روانی FN)
.....۲۸	۱-۴-۲-۱-۲-۱- خزش
.....۳۰	۲-۴-۲- رویکرد راهنمای طراحی مکانیستیک- تجربی روسازی (MEPDG) در مقابل شیارشدگی
.....۳۶	۱-۴-۲-۲-۱- روال پیش بینی خرابیها :
.....۳۸	۲-۴-۲-۲-۲- مدل سازی پدیده شیار شدگی
.....۳۸	۲-۴-۲-۳- روش کلی برای محاسبه تغییر شکل دائمی
.....۴۱	۲-۵- عوامل موثر بر شیار شدگی
.....۴۳	۲-۵-۱- اثر مصالح سنگی
.....۴۳	۲-۵-۱-۱- اثر دانه بندی مصالح
.....۴۴	۲-۵-۱-۲- اثر شکل و بافت سطحی
.....۴۵	۲-۵-۱-۳- اثر درصد حفرات

.....۴۵	.....۲-۵-۲- اثر قیر
.....۴۹	.....۳-۵-۲- اثر افزودنی ها
.....۵۶	.....۴-۵-۲- اثر بارگذاری:
.....۵۸	.....۲-۵-۴-۱- زمان بارگذاری :
.....۶۵	.....۲-۵-۴-۲- شکل پالس گذاری :
.....۶۶	.....۲-۵-۴-۳- زمان استراحت:
	فصل سوم: روش تحقیق
.....۷۰	.....۱-۳- مقدمه
.....۷۰	.....۲-۳- مشخصات مصالح
.....۷۰	.....۳-۲-۱- مصالح سنگدانه ای
.....۷۱	.....۳-۲-۲- قیر
.....۷۱	.....۳-۲-۱-۲-۲- قیر خالص
.....۷۲	.....۳-۲-۲-۲-۲- قیر پلیمری
.....۷۳	.....۳-۳- مشخصات نمونه های آسفالتی
.....۷۳	.....۳-۳-۱- دانه بندی
.....۷۴	.....۳-۳-۲- طرح اختلاط
.....۷۵	.....۳-۳-۱-۲-۳- تعیین درصد قیر بهینه
.....۷۸	.....۳-۴- شرح آزمایشات:
	فصل چهارم: ارائه و تحلیل داده ها
.....۸۵	.....۴-۱- مقدمه
.....۸۶	.....۴-۲- نتایج آزمایش خزش دینامیک و بررسی تأثیر زمان بارگذاری
.....۸۹	.....۴-۲-۱- اثر زمان بارگذاری در مخلوطهای آسفالتی معمولی
.....۹۷	.....۴-۲-۲- اثر زمان بارگذاری در مخلوطهای آسفالتی اصلاح شده :
.....۱۰۳	.....۴-۳- نتایج آزمایش خزش دینامیک و بررسی تأثیر شکل بارگذاری
.....۱۰۷	.....۴-۳-۱- اثر شکل بارگذاری در مخلوطهای آسفالتی معمولی :
.....۱۱۳	.....۴-۴- نتایج آزمایش خزش دینامیک و بررسی تأثیر زمان استراحت
	فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات
.....۱۲۰	.....۵-۱- نتایج
.....۱۲۳	.....۵-۲- پیشنهادات
.....۱۲۵	.....منابع

فهرست جداول

فصل سوم :

.....۷.۱.....	جدول ۳-۱: نتایج آزمایشهای مرغوبیت مصالح سنگی
.....۷.۲.....	جدول ۳-۲: نتایج آزمایشهای عملکردی قیر
.....۷.۲.....	جدول ۳-۳: مشخصات پلیمر SBS
.....۷.۳.....	جدول ۳-۴: نتایج آزمایشهای قیر پلیمری
.....۷.۳.....	جدول ۳-۵: دانه بندی مصالح سنگی در مقایسه با حدود مشخصات
.....۷.۴.....	جدول ۳-۶: وزن مخصوص مصالح سنگی مخلوط آسفالتی
.....۷.۵.....	جدول ۳-۷: نتایج آزمایش مارشال مخلوط آسفالت گرم در قیر بهینه ۵,۴ درصد
.....۷.۹.....	جدول ۳-۸: استانداردهای آزمایش خزش دینامیکی
.....۸:.....	جدول ۳-۹: مشخصات نمونه ها و آزمایشات انجام شده

فصل چهارم :

.....۹:.....	جدول ۴-۱- داده های ورودی و خروجی آزمایشات انجام گرفته
--------------	---

فهرست اشکال

فصل دوم :

..... ۸	شکل ۱-۲ - شیار شدگی
..... ۸	شکل ۲-۲ - حداکثر عمق شیار شدگی
..... ۱۰	شکل ۳-۲ - پروفیل سطحی خرابی لایه های مختلف روسازی ارائه شده سیمپسون
..... ۱۱	شکل ۴-۲ - شیار شدگی پوششی
..... ۱۲	شکل ۵-۲ - شیار شدگی ساختاری
..... ۱۳	شکل ۶-۲ - شیار شدگی ناپایداری
..... ۱۴	شکل ۷-۲ - شدت خرابیهای مشاهده شده در اروپا بر اساس Cost333
..... ۱۸	شکل ۸-۲ - مدل ماکسول
..... ۲۰	شکل ۹-۲ - مدل کلوین
..... ۲۱	شکل ۱۰-۲ - مدل برگر
..... ۲۳	شکل ۱۱-۲ - کرنش مصالح ویسکوالاستوپلاستیک
..... ۲۷	شکل ۱۲-۲ - آزمایش مدول دینامیکی
..... ۲۸	شکل ۱۳-۲ - نمودار خزش
..... ۳۱	شکل ۱۴-۲ - نمودار کرنش تجمعی - سیکل بارگذاری حاصل از آزمایش خزش دینامیک
..... ۳۱	شکل ۱۵-۲ - رابطه عدد روانی و نرخ کرنش
..... ۳۳	شکل ۱۶-۲ - نمودار سختی خزشی - سیکل بارگذاری
..... ۳۴	شکل ۱۷-۲ - نمودار تغییر شکل دائمی اندازه گیری شده - سیکل بارگذاری
..... ۳۴	شکل ۱۸-۲ - نمودار کرنش - سیکل بارگذاری (پس از مرتب سازی)
..... ۳۵	شکل ۱۹-۲ - نمودار نرخ کرنش - سیکل بارگذاری
..... ۵۶	شکل ۲۰-۲ - نمای شماتیک بارگذاری ترافیک عبوری
..... ۵۷	شکل ۲۱-۲ - توزیع تنش در زیر بار تایر در ساختار روسازی
..... ۵۷	شکل ۲۲-۲ - مولفه های پالس بارگذاری
..... ۶۰	شکل ۲۳-۲ - رابطه پالس تنش قائم با عمق و سرعت
..... ۶۲	شکل ۲۴-۲ - مفهوم طول موثر در سیستم روسازی
..... ۶۳	شکل ۲۵-۲ - تبدیل ادمارک برای یک سیستم لایه ای
..... ۶۴	شکل ۲۶-۲ - ضخامت معادل
..... ۶۴	شکل ۲۷-۲ - طول موثر براساس ضخامت موثر

.....۶۵	شکل ۲-۲۸- محاسبه طول موثر محور منفرد
.....۶۷	شکل ۲-۳۶- تاثیر زمان استراحت
.....۶۹	شکل ۲-۳۷- نسبت زمان استراحت به زمان بارگذاری
.....۷۴	شکل ۳-۱: منحنی دانه بندی نمونه های آزمایش شده
.....۷۵	شکل ۳-۲: نمودار درصد فضای خالی - درصد قیر
.....۷۶	شکل ۳-۳: نمودار وزن مخصوص حقیقی - درصد قیر
.....۷۶	شکل ۳-۴: نمودار استحکام - درصد قیر
.....۷۷	شکل ۳-۵: نمودار درصد فضای خالی مصالح - درصد قیر
.....۷۷	شکل ۳-۶: نمودار روانی - درصد قیر
.....۷۸	شکل ۳-۷: نمودار درصد فضای خالی پر شده با فیلر - درصد قیر
.....۷۹	شکل ۳-۹ نرم افزار آزمایش خزش دینامیکی
.....۸۶	شکل ۴-۱- نمودار کرنش - سیکل بارگذاری مخلوطهای آسفالتی معمولی در دمای C ۴۰
.....۸۶	شکل ۴-۲- نمودار کرنش - سیکل بارگذاری مخلوطهای آسفالتی معمولی در دمای C ۵۰
.....۸۷	شکل ۴-۳- نمودار کرنش - سیکل بارگذاری مخلوطهای آسفالتی معمولی در دمای C ۶۰ (پالس نیمه سینوسی)
.....۸۷	شکل ۴-۴- نمودار تغییر شکل - سیکل بارگذاری مخلوطهای آسفالتی اصلاح شده در دمای C ۵۰
.....۸۸	شکل ۴-۵- نمودار تغییر شکل - سیکل بارگذاری مخلوطهای آسفالتی اصلاح شده در دمای C ۶۰ (پالس نیمه سینوسی)
.....۸۸	شکل ۴-۶- نمودار تغییر شکل - سیکل بارگذاری مخلوطهای آسفالتی اصلاح شده در دمای C ۶۰ (پالس مربعی)
.....۹۱	شکل ۴-۷- اثر تغییر زمان بارگذاری بر عدد روانی و شاخص عدد روانی مخلوط های آسفالتی معمولی
.....۹۱	شکل ۴-۸- اثر تغییر زمان بارگذاری بر عدد روانی و شاخص عدد روانی مخلوط های آسفالتی معمولی
.....۹۲	شکل ۴-۹- اثر تغییر زمان بارگذاری بر عدد روانی مخلوط های آسفالتی معمولی و شاخص عدد روانی
.....۹۲	شکل ۴-۱۰- اثر تغییر زمان بارگذاری بر عدد روانی مخلوط های آسفالتی معمولی و شاخص عدد روانی
.....۹۳	شکل ۴-۱۱- اثر تغییر زمان بارگذاری بر عدد روانی و شاخص عدد روانی مخلوطهای آسفالتی معمولی
.....۹۴	شکل ۴-۱۲- رابطه بین زمان بارگذاری و عدد روانی در مخلوطهای آسفالتی معمولی در دمای C ۶۰ ^۰
.....۹۴	شکل ۴-۱۳- رابطه بین زمان بارگذاری و شاخص عدد روانی در مخلوطهای آسفالتی معمولی در دمای C ۶۰ ^۰
.....۹۵	شکل ۴-۱۴- تاثیر دما بر تغییرات عدد روانی و شاخص عدد روانی بر اساس تغییرات زمان بارگذاری
.....۹۵	شکل ۴-۱۵- تاثیر دما بر تغییرات عدد روانی و شاخص عدد روانی بر اساس تغییرات زمان بارگذاری
.....۹۶	شکل ۴-۱۶- تاثیر شکل پالس بر اثر گذاری روی عدد روانی و شاخص عدد روانی بر اساس تغییرات زمان بارگذاری
.....۹۶	شکل ۴-۱۷- تاثیر شکل پالس بر اثر گذاری روی عدد روانی و شاخص عدد روانی بر اساس تغییرات زمان بارگذاری
.....۹۷	شکل ۴-۱۸- اثر زمان بارگذاری بر عدد روانی و شاخص عدد روانی مخلوطهای اصلاح شده در دمای C ۵۰ ^۰
.....۹۷	شکل ۴-۱۹- اثر زمان بارگذاری بر عدد روانی و شاخص عدد روانی مخلوطهای اصلاح شده در دمای C ۵۰ ^۰
.....۹۸	شکل ۴-۲۰- اثر زمان بارگذاری بر عدد روانی و شاخص عدد روانی مخلوطهای اصلاح شده تحت بارگذاری
.....۹۹	شکل ۴-۲۱- رابطه عدد روانی و زمان بارگذاری در مخلوطهای آسفالتی اصلاح شده در دمای C ۶۰

- شکل ۴-۲۲- رابطه شاخص عدد روانی و زمان بارگذاری در مخلوطهای آسفالتی اصلاح شده در دمای 60°C ۱.۱.۱.۱.۱.
- شکل ۴-۲۳- اثر زمان بارگذاری بر عدد روانی و شاخص عدد روانی مخلوطهای آسفالتی اصلاح شده ۱.۱.۱.۱.۲.
- شکل ۴-۲۴- رابطه بین زمان بارگذاری و عدد روانی در مخلوطهای آسفالتی اصلاح شده در دمای 60°C ۱.۱.۱.۱.۳.
- شکل ۴-۲۵- رابطه بین زمان بارگذاری و شاخص عدد روانی در مخلوطهای آسفالتی اصلاح شده ۱.۱.۱.۱.۴.
- شکل ۴-۲۶- تاثیر دما بر اثر بارگذاری و شاخص عدد روانی بر اساس تغییرات زمان بارگذاری ۱.۱.۱.۱.۵.
- شکل ۴-۲۷- تاثیر دما بر اثر بارگذاری و شاخص عدد روانی بر اساس تغییرات زمان بارگذاری ۱.۱.۱.۱.۶.
- شکل ۴-۲۸- نمودار کرنش - سیکل بارگذاری در مخلوطهای آسفالتی معمولی در دمای 40°C ۱.۱.۱.۱.۷.
- شکل ۴-۲۹- نمودار کرنش - سیکل بارگذاری مخلوطهای آسفالتی معمولی در دمای 50°C ۱.۱.۱.۱.۸.
- شکل ۴-۳۰- نمودار کرنش - سیکل بارگذاری مخلوطهای آسفالتی معمولی در دمای 60°C (پالس نیمه سینوسی) ۱.۱.۱.۱.۹.
- شکل ۴-۳۱- نمودار کرنش - سیکل بارگذاری مخلوطهای آسفالتی اصلاح شده در دمای 50°C ۱.۱.۱.۱.۱۰.
- شکل ۴-۳۲- نمودار کرنش - سیکل بارگذاری مخلوطهای آسفالتی اصلاح شده در دمای 60°C (پالس نیمه سینوسی) ۱.۱.۱.۱.۱۱.
- شکل ۴-۳۳- نمودار کرنش - سیکل بارگذاری مخلوطهای آسفالتی اصلاح شده در دمای 60°C (پالس مربعی) ۱.۱.۱.۱.۱۲.
- شکل ۴-۳۴- اثر شکل بارگذاری بر عدد روانی و شاخص عدد روانی مخلوطهای آسفالتی معمولی در دمای 10740°C ۱.۱.۱.۱.۱۳.
- شکل ۴-۳۵- اثر شکل بارگذاری بر عدد روانی و شاخص عدد روانی ۱.۱.۱.۱.۱۴.
- شکل ۴-۳۶- اثر شکل بارگذاری بر عدد روانی و شاخص عدد روانی ۱.۱.۱.۱.۱۵.
- شکل ۴-۳۷- اثر شکل بارگذاری بر عدد روانی و شاخص عدد روانی ۱.۱.۱.۱.۱۶.
- شکل ۴-۳۸- اثر شکل بارگذاری بر عدد روانی و شاخص عدد روانی ۱.۱.۱.۱.۱۷.
- شکل ۴-۳۹- اثر شکل بارگذاری بر عدد روانی و شاخص عدد روانی ۱.۱.۱.۱.۱۸.
- شکل ۴-۴۰- اثر شکل بارگذاری بر عدد روانی و شاخص عدد روانی ۱.۱.۱.۱.۱۹.
- شکل ۴-۴۱- اثر شکل بارگذاری بر عدد روانی و شاخص عدد روانی ۱.۱.۱.۱.۲۰.
- شکل ۴-۴۲- اثر شکل بارگذاری بر عدد روانی و شاخص عدد روانی ۱.۱.۱.۱.۲۱.
- شکل ۴-۴۳- نمودار کرنش - سیکل بارگذاری مخلوطهای آسفالتی معمولی در دمای 50°C ۱.۱.۱.۱.۲۲.
- شکل ۴-۴۴- نمودار کرنش - سیکل بارگذاری مخلوطهای آسفالتی معمولی در دمای 50°C ۱.۱.۱.۱.۲۳.
- شکل ۴-۴۵- اثر زمان استراحت بر عدد روانی و شاخص عدد روانی ۱.۱.۱.۱.۲۴.
- شکل ۴-۴۶- اثر زمان استراحت بر عدد روانی و شاخص عدد روانی ۱.۱.۱.۱.۲۵.
- شکل ۴-۴۷- اثر زمان استراحت بر عدد روانی و شاخص عدد روانی ۱.۱.۱.۱.۲۶.

فصل اول :

مقدمه و کلیات

۱-۱- مقدمه

ترافیک و حمل و نقل جاده ای روز افزون از یک سو و سلطه به ظاهر پایان ناپذیر روسازیهای آسفالتی بر صنعت راهسازی کشور از سوی دیگر سبب شده است تا بر اهمیت افزودن دانش در مورد این نوع رو سازیها و مخصوصاً خرابیهای آن افزوده شود. از آنجائیکه وقوع خرابی بر سطح روسازی راهها علاوه بر ایجاد ناراحتی، نا امنی و اتلاف وقت و انرژی کاربران، منجر به تحمیل هزینه های زیادی به مردم و سازمانهای مرتبط می شود، یافتن راه حل هایی برای کاهش خرابیها و بهبود و توسعه روشهای پیش بینی خرابیها از مهمترین موضوعات صنعت راهسازی است.

از آنجایی که شیار شدگی از مهمترین و شایعترین انواع خرابیهای روسازیهای آسفالتی است و از معیارهای اصلی در طرح و محاسبه این نوع روسازیها می باشد، شناخت پارامترهای موثر بر آن از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

۱-۲- اهمیت موضوع

پدیده شیار شدگی به فرو افتادگیهای طولی در مسیر حرکت وسایل نقلیه اطلاق می شود که دلیل اصلی آن تجمع تغییر شکلهای دائمی ناشی از هر دوره بارگذاری در یک یا چند لایه از ساختار روسازی است. در نتیجه تکرار بار گذاری، روسازیهای انعطاف پذیر را مستعد این نوع خرابی می کند.

پر واضح است که اگر روسازی در معرض بارگذاری قرار نگیرد، دچار خرابی نمی شود و با همین تعبیر شاید بتوان اثر بار گذاری را مهمترین پارامتر تاثیر گذار بر ایجاد انواع خرابی ها از جمله شیار شدگی دانست. مجموعه ای از مفاهیم چگالی ترافیک، نوع وسیله نقلیه، سرعت وسیله نقلیه و ... را می توان در مفهوم کلی بارگذاری بررسی کرد. به دلیل همین گستردگی، کمتر مطالعه و تحقیق مدونی که تمام جوانب و زوایای

این پارامتر را در ارتباط با پدیده شیار شدگی بررسی کرده باشد، انجام گرفته است و به دلیل تاثیر آن بر پدیده شیار شدگی نمی توان از اهمیت مطالعاتی با این رویکرد چشم پوشی کرد.

۱-۳-اهداف پژوهش

همانطور که قبلاً هم گفتیم مطالعات اندکی در زمینه تاثیر پالس بارگذاری بر شیار شدگی با در نظر گرفتن تمام جوانب بارگذاری (زمان بارگذاری، زمان استراحت، شکل پالس بارگذاری) بر مبنای نتایج آزمایش خزش دینامیک انجام شده است.

در این پژوهش به مقایسه ای میان تاثیر پارامترهای مرتبط با بارگذاری (زمان بارگذاری، زمان استراحت ، شکل پالس بارگذاری) بر عملکرد شیار شدگی مخلوطهای آسفالتی پرداختیم. ضمناً اثرات تغییرات دما و تاثیر افزودنیهای پلیمری (SBS) بر پاسخ روسازی در بررسی دیگری مورد توجه قرار گرفته است و تلاش شده تا در خلال این پژوهش به مطالب زیر پرداخته شود.

۱- اثر فرکانس بارگذاری بر پدیده شیار شدگی

۲- اثر زمان استراحت بر پدیده شیار شدگی

۳- اثر شکل بارگذاری بر پدیده شیار شدگی

۴- اثر افزودنیهای پلیمری (SBS) بر میزان اثرگذاری تغییرات مولفه های مختلف پالس بارگذاری در

پدیده شیار شدگی

۵- اثر دما بر میزان اثرگذاری تغییرات مولفه های مختلف پالس بارگذاری در پدیده شیار شدگی

۱-۴- روش تحقیق

روش انجام این تحقیق شامل مراحل کلی ذیل می باشد:

۱- مطالعه تحقیقات گذشته و بررسی پیشینه تحقیق

۲- تدوین برنامه آزمایشگاهی، تهیه مصالح، ساخت نمونه ها و انجام آزمایشات خزش دینامیکی به منظور تعیین رفتار خزشی نمونه های مخلوط آسفالتی

۳- استخراج پارامترهای خزشی نمونه ها و مقایسه نتایج به دست آمده از انجام آزمایشات در شرایط مختلف و تعیین تاثیر هر کدام از پارامترها بر پدیده شیارشدگی.

شایان ذکر است که فرض عمده و اصلی در این تحقیق این است که کمیت‌های عددی مانند عدد روانی و شاخص عدد روانی می توانند به خوبی رفتار مقاومتی مخلوط‌های آسفالتی را در برابر پدیده شیارشدگی نمایندگی کنند.

این تحقیق با مشکلات و محدودیتهایی نیز همراه بوده است که از مهمترین آنها می توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱- تهیه مصالح و افزودنیهای سازگار با آنها

۲- عدم وجود امکانات آزمایشگاهی مورد نظر در دانشگاه

۳- انجام آزمایشات با در نظر گرفتن محدودیتهای زمانی و اقتصادی در آزمایشگاه فنی مکانیک خاک

۱-۵- ساختار پایان نامه

این تحقیق شامل ۵ فصل به شرح ذیل است :

در فصل اول به بیان مشخصات کلی شیارشدگی در مخلوط‌های آسفالتی پرداخته شده، سپس اهمیت موضوع مورد بررسی قرار گرفته است، در ادامه از اهداف پژوهش صحبت شده است و در پایان ساختار روسازی مورد بررسی قرار گرفته است. در فصل دوم مروری بر مطالعات انجام شده در ارتباط با پدیده شیارشدگی آورده شده است و مکانیزم ایجاد، پارامترهای تاثیرگذار بر شیارشدگی، روشهای تحلیلی و آزمایشگاهی تعیین شیارشدگی، از دیگر مطالب مورد بررسی در این فصل می باشند. در فصل سوم انواع مصالح مورد استفاده، مشخصات، مقایسه با استانداردها، روش و نتایج طرح اختلاط، نمونه های ساخته شده و نحوه انجام آزمایشات شرح داده شده است در فصل چهارم نتایج آزمایشگاهی بررسی و با یکدیگر مقایسه شدند که شامل مقایسه

منحنیهای خزش برای نمونه های حاوی قیر خالص و اصلاح شده پلیمری در دماهای مختلف که تحت آزمایشهای با شکل و زمان بارگذاری و استراحت متفاوت قرار گرفتند می باشد. تعیین عدد روانی همه نمونه ها و مقایسه آنها نیز از مطالب مورد بحث و بررسی موجود در این فصل می باشد. در فصل پنجم نتایج حاصل از این پژوهش به صورت خلاصه بیان و پیشنهاداتی برای مطالعات آتی ارائه شده است.

فصل دوم

پیشینه تحقیق

۲-۱- مقدمه

راهها به عنوان شریانهای اصلی حیات و شکوفایی اقتصادی کشورها، سالیانه منابع مالی هنگفتی از بودجه بخش حمل و نقل را در قالب ساخت، نگهداری، مرمت و بهسازی به خود اختصاص می دهند. بخش عمده این راهها از نوع انعطاف پذیر آسفالتی می باشند که از رایج ترین انواع خرابیهای آن می توان به پدیده شیار شدگی^۱ اشاره کرد که تحت تاثیر عوامل متعددی مانند نوع مصالح مورد استفاده، مشخصات لایه های روسازی، طرح اختلاط آسفالت، چگالی بارگذاری، شرایط جوی، ترکیب بندی و وزن محورها، سرعت وسایل نقلیه و غیره بروز و ظهور پیدا می کند. تحقیق در باب بهسازی مصالح و طراحی روسازی در جهت فراهم نمودن شرایطی مساعد برای عمر بیشتر روسازیهها و صرفه جویی در هزینه های نگهداری امریست ضروری، خصوصاً که در سالهای اخیر با افزایش سطوح و شدت بارگذاریها در بخش حمل و نقل و تحمل دوره های متعدد گرم تر از سوی روسازی، این پدیده مخرب رواج و نمود بیشتری خواهد داشت.

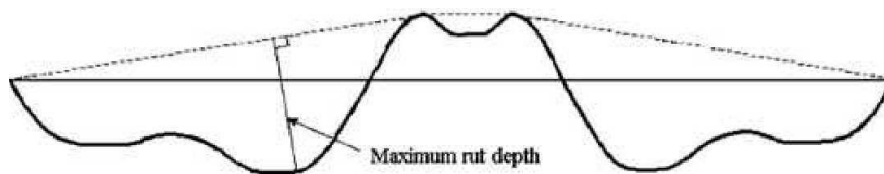
شیارشدگی به تغییر شکلهای دائمی اطلاق می شود که به صورت یک شیار فرو رفته در مسیر چرخ وسایل نقلیه به موازات محور طولی راه در اثر بارگذاری متوالی دیده می شود، که باعث عدم راحتی و آسایش در رانندگی، حرکات مخاطره آمیز و کاهش ایمنی مسیر، خطر لغزندگی، نفوذ آب در داخل ساختار روسازی به جای زهکشی، که خود باعث کاهش ظرفیت باربری لایه های زیرین می شود و سیکلی معیوب در راستای پیشرفت سطح و شدت شیار شدگی را موجب می شود، کاهش ضخامت لایه های فوقانی و ضعف در تخفیف سطوح تنش در راستای قابل تحمل کردن بار اعمال شده توسط لایه های تحتانی و گسیختگی لایه های فوقانی ساختار روسازی در اثر شیارشدگی لایه های زیرین می شود.

¹-Rutting



شکل ۲-۱- شیار شدگی [۱]

در سالهای اخیر با جدی تر شدن مقوله اقتصاد در حمل و نقل، میانگین وزن وسایل نقلیه عبوری از راهها افزایش یافته و بیشتر آنها نزدیک به مرز محدوده بار محوری مجاز فعالیت می کنند و حال آنکه در کشورهای در حال توسعه، ابزاری برای کنترل این امر نیز وجود ندارد که این به معنای افزایش سطح تنشی است که لایه آسفالتی در معرض آن قرار می گیرد. معیار عملکردی برای شیار شدگی، برحسب حداکثر عمق شیار شدگی در مسیر چرخها تعریف می شود. زمانی که عمق شیارشدهگی در سطح راه از حد مشخصی تجاوز کند، مرمت و بهسازی آن مسیر ضرورت می یابد، البته پر واضح است که سطوح مداخله، بسته به نوع و اهمیت راه متفاوت است. معمولاً حداکثر عمق شیارشدهگی قابل قبول بین $7/5$ تا $12/5$ میلیمتر می باشد. [۲]



شکل ۲-۲ - حداکثر عمق شیار شدگی [۳]

یک روسازی آسفالتی یک سازه لایه ای است. مصالح یا کیفیت ساخت ضعیف، شرایط زهکشی ضعیف و یا ترکیبی از هر کدام از این فاکتورها ممکن است باعث بروز شیارشدهگی شده باشد. بنابراین زمانی که شیار شدگی

در روسازی مشاهده می شود، منشا آن ممکن است هر کدام از لایه ها باشد. تصمیم صحیح در خصوص بازسازی و مرمت، فقط بر مبنای دانش علت و منشا شیارگی و لایه دچار خرابی صورت می پذیرد. لایه های بالای لایه خراب شده نیاز به جایگزینی دارند و لایه خراب شده بایستی بازسازی گردد تا از به وجود آمدن مجدد آن در یک دوره زمانی کوتاه پس از نوسازی جلوگیری شود. بنابراین بزرگی میزان اهمیت درک صحیح از مکانیزم و منشا ایجاد شیارشدگی، در طراحی ساخت و بهسازی روسازیها، امریست بدیهی و غیرقابل انکار.

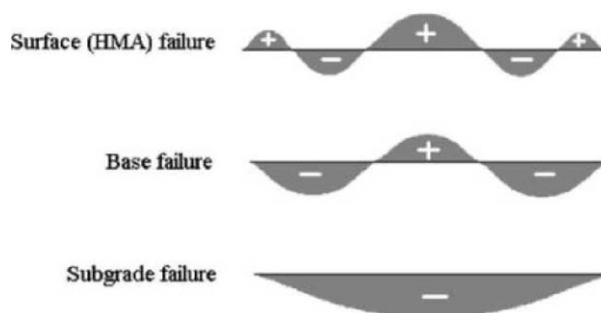
۲-۲- مکانیسم و منشا شیار شدگی

شیار شدگی عبارتست از تغییر شکلهای دائمی^۱ که به صورت شیار فرورفته در مسیر چرخ وسایل نقلیه به موازات محور طولی راه دیده می شود که اغلب توام با برجستگیهایی در لبه شیار همراه است تکرار بارگذاری ناشی از عبور وسایل نقلیه سنگین، کیفیت نامناسب مخلوط آسفالتی و نرسیدن به تراکم مورد نیاز منجر به ایجاد این نوع از خرابی می شود. چنین پدیده ای بیشتر در مناطق گرمسیری اتفاق می افتد. هنگامیکه یک بارگذاری به سطح روسازی اعمال می شود، لایه های آن به نسبت مدول و ضخامتشان تغییر شکل می دهند هنگامیکه بار برداشته می شود، همه تغییر شکل اعمال شده احیا نمی شود و مقداری از آن در هر لایه باقی می ماند. در اثر تجمیع این تغییر شکلهای پسماند، شیار شدگی به وقوع می پیوندد.

بسیاری از تحقیقات اخیر نشان می دهند که بین پروفیل عرضی سطح روسازی و منبع شیارشدگی در لایه های روسازی ارتباط تنگاتنگی وجود دارد. فانگ^۲ و همکاران [۳] شیارشدگی روسازی آسفالتی را با استفاده از روش اجزا محدود تحلیل کردند. نتایج تحلیل نشان داد که خرابی های رخ داده در لایه های مختلف روسازی با سه پارامتر حداکثر عمق شیارشدگی، کل سطح تغییر شکل یافته و نسبت سطح بالا آمده به پائین رفته قابل تشخیص هستند.

^۱ - permanent deformation

^۲ -H.fang



شکل ۲-۳- پروفیل سطحی خرابی لایه های مختلف روسازی ارائه شده سیمپسون [۳]

۲-۲-۱- مکانیسم شیار شدگی

مکانیسم شیاردگی دو بخش عمده دارد:

الف) جابجایی غیر ارتجاعی قائم تک بعدی: تغییر شکل قائم غیر ارتجاعی می تواند به دلیل تراکم اضافی لایه بتن آسفالتی و سایر لایه های روسازی و یا به دلیل تحکیم مصالح دانه ای و خاک بستر باشد. تراکم، کاهش تدریجی و پیوسته در حفرات هوا به دلیل عبور مکرر ترافیک است که در لایه آسفالتی، پس از تراکم اولیه به وقوع می پیوندد.

متراکم سازی، نتیجه تغییر شکل غیر ارتجاعی قائم تحت بار است. لایه های آسفالتی، مستعد تراکم بیشتر هستند چونکه در معرض تنش فشاری بیشتر و هوای گرمتری قرار دارند. دمای بیشتر، قیر را نرمتر و آسفالت را مستعد تراکم بیشتر می کند. حالت دیگر غیرمعمول از همین مکانیسم، شیاردگی ناشی از تحکیم لایه های تحتانی است. تحکیم فرآیندی است که با سرعت کم پیش می رود و به مقدار ریزدانه و رطوبت موجود در خاک بستر بستگی دارد. [۴]

ب) تغییر شکل غیر ارتجاعی دو بعدی: تغییر شکل طولی یا جانبی مخلوط آسفالتی به دلیل شکست های برشی، موضوعی است که در نتیجه تنش زیاد در مخلوط، به دلیل فشار زیاد چرخ به وجود می آید. مخلوطهای

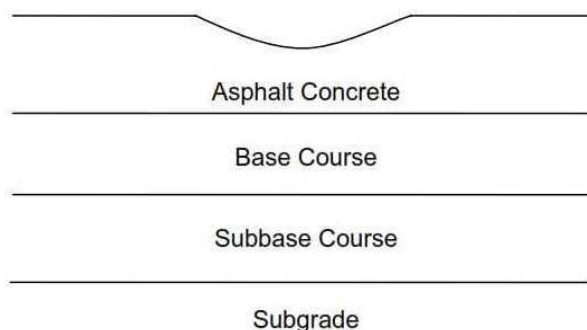
با مقاومت برشی کم این نوع شیارشدگی را نشان می دهند. یودر و ویتزاک^۱ تغییر شکل برشی را به عنوان جریان پلاستیک لایه های آسفالتی بدون تغییر حجم تعریف کردند. تغییر شکل برشی به وسیله مدول برشی (G)^۲ تحمل می گردد. مقدار G مانند مدول الاستیسیته برای مصالح همسان ویسکو الاستیک به نرخ بارگذاری و همچنین دما وابسته است. [۴]

۲-۲-۲- منشا شیارشدگی

شیار شدگی را بسته به منشا و منبع وقوع آن می توان به سه گروه دسته بندی کرد :

الف) شیار شدگی پوششی^۳: این نوع شیارشدگی به علت کنده شدن مداوم مصالح پوشیده از قیر سطح

روسازی به علت عبور بار ترافیکی و اثرات مخرب جوی رخ می دهد. [۵]



شکل ۲-۴- شیار شدگی پوششی [۵]

ب) شیار شدگی ساختاری^۴: این نوع شیار شدگی به علت تغییر شکل قائم ساختار روسازی در زیر بار

ترافیکی رخ می دهد. این تغییر شکل می تواند در یک یا چند لایه اتفاق بیفتد.

^۱ -Yoder & Witczak

^۲ - Shear modulus

^۳ -Wear rutting

^۴ -Structural rutting