


کد فرم : FR 12603/00 تاریخ : شماره : صفحه : ۱ از ۷	<b>گزارش آزمایشهای عملکردی مخلوط آسفالتی</b>	 <b>آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک</b>
شماره کار : ۹۱۲/۷۱۴	پروژه : آزمایشهای عملکردی مخلوطهای آسفالتی با قیر خالص و قیر حاوی افزودنی متقاضی : شرکت تدبیر تجارت آرمان پویا	

## مقدمه


گزارش حاضر بر اساس درخواست شماره ۴۳۷-۹۷-ت مورخ ۱۳۹۷/۰۶/۰۳ شرکت تدبیر تجارت آرمان پویا در خصوص انجام آزمایشهای عملکردی مخلوطهای آسفالتی ساخته شده با قیر خالص و قیر حاوی ۴٪ افزودنی vestowax sh 105 (طبق اظهارنظر متقاضی) تهیه گردیده است.

## ۱- آزمایش مدول برجهندگی

مدول برجهندگی نمونههای آسفالتی در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد بر اساس روش استاندارد ASTM D4123 تعیین شد. مطابق استاندارد، در این آزمایش از شکل بارگذاری نیمه سینوسی با فرکانس یک هرتز، سیکل بارگذاری یک ثانیه، مدت زمان اعمال بار ۰/۱ ثانیه، مدت زمان استراحت ۰/۹ ثانیه و ضریب پواسون ۰/۳۵ استفاده گردید. نتایج آزمایش مدول برجهندگی نمونههای آسفالتی آزمایش شده در جدول ۱ ارائه شده است.

## ۲- آزمایش خزش دینامیکی

آزمایش خزش دینامیکی نمونههای آسفالتی در دمای ۵۵ درجه سانتیگراد با تنش ۲۰۰ کیلوپاسکال بر اساس روش استاندارد BS EN12697-25 انجام پذیرفت. نمونههای مورد استفاده در آزمایش خزش دینامیکی به روش تراکم چرخشی مطابق استاندارد ASTM D6925 با قطر و ارتفاع، به ترتیب، ۱۵ و ۶ سانتی متر و فضای خالی ۶ درصد ساخته و متراکم شدند. در این آزمایش و در هر سیکل بارگذاری، مدت اعمال بار و مدت زمان استراحت برابر یک ثانیه می باشد. همچنین قبل از اعمال سیکلهای آزمایش، تنش پیش بارگذاری به میزان ۱۰ کیلوپاسکال به مدت ۱۰ دقیقه اعمال شد. نمونههای مورد آزمایش تا رسیدن به مرحله گسیختگی معادل ۷ درصد کرنش تحت بارگذاری قرار گرفتند که نتایج آزمایش در پایان بارگذاری برای نمونههای آزمایش شده در جدول ۲ ارائه شده است.

کد فرم : FR 12603/00 تاریخ : شماره : صفحه : ۲ از ۷	<b>گزارش آزمایشهای عملکردی مخلوط آسفالتی</b>	 <b>آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک</b>
شماره کار : ۹۱۲/۷۱۴	پروژه : آزمایشهای عملکردی مخلوطهای آسفالتی با قیر خالص و قیر حاوی افزودنی متقاضی : شرکت تدبیر تجارت آرمان پویا	

### ۳- آزمایش خستگی بارگذاری کشش غیرمستقیم

آزمایش خستگی کشش غیرمستقیم نمونههای آسفالتی در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد و با تنش بارگذاری ۵۰۰ کیلوپاسکال انجام گردید که نتایج در جدول ۳ ارائه شده است. در این آزمایش از مدت زمان سیکل بارگذاری نیم ثانیه، مدت زمان اعمال بار ۰/۱ ثانیه و مدت زمان استراحت در هر سیکل بارگذاری ۰/۴ ثانیه استفاده گردید. در این آزمایش، خستگی به صورت گسیختگی نمونه و تغییرشکل قطری ۷ میلیمتر تعریف شده است.

جدول ۱- نتایج آزمایش مدول برجهندگی نمونههای آسفالتی

مدول برجهندگی (مگا پاسکال)		مشخصه مخلوط آسفالتی
۴۱۸۰	۴۲۴۵	مخلوط آسفالتی شاهد با قیر خالص
	۴۱۱۵	
۵۷۹۸	۵۹۴۷	مخلوط آسفالتی با قیر حاوی ۰/۴٪ افزودنی
	۵۶۴۹	


جدول ۲- نتایج آزمایش خزش دینامیکی نمونههای آسفالتی

تعداد سیکل پایان آزمایش		مشخصه مخلوط آسفالتی
۲۲۱۵	کرنش ۰/۷٪	مخلوط آسفالتی شاهد با قیر خالص
۳۰۰۰۰*	کرنش ۱/۷۴٪	مخلوط آسفالتی با قیر حاوی ۰/۴٪ افزودنی

\* با توجه به طولانی شدن زمان بارگذاری و عدم گسیختگی نمونه، آزمایش پس از تعداد ۳۰۰۰۰ سیکل بارگذاری متوقف شد و کرنش معادل ثبت گردید.

جدول ۳- نتایج آزمایش خستگی بارگذاری کشش غیرمستقیم نمونههای آسفالتی

تعداد سیکل گسیختگی	مشخصه مخلوط آسفالتی
۴۶۶۰	مخلوط آسفالتی شاهد با قیر خالص
۱۷۶۰۰	مخلوط آسفالتی با قیر حاوی ۰/۴٪ افزودنی

کد فرم : FR 12603/00 تاریخ : شماره : صفحه : ۳ از ۷	<b>گزارش آزمایشهای عملکردی مخلوط آسفالتی</b>	 <b>آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک</b>
شماره کار : ۹۱۲/۷۱۴	پروژه : آزمایشهای عملکردی مخلوطهای آسفالتی با قیر خالص و قیر حاوی افزودنی متقاضی : شرکت تدبیر تجارت آرمان پویا	

#### ۴- آزمایش شیارافتادگی

آزمایش شیارافتادگی نمونههای آسفالتی توسط دستگاه شیارافتادگی ویلتراک هامبورگ بر اساس روش استاندارد AASHTO T324 بر روی نمونههای استوانه‌ای انجام پذیرفت.


در این دستگاه، چرخ بارگذاری با بار ثابت بر روی سطح نمونه بصورت رفت و برگشتی حرکت می‌کند و نمونه در شرایط خشک یا غرقاب مورد آزمایش قرار می‌گیرد. نمونه مورد استفاده در این دستگاه به شکل دو نمونه استوانه‌ای با قطر و ارتفاع، به ترتیب، ۱۵ و ۶ سانتی‌متر و یا دال مکعبی به ابعاد ۳۰×۳۰×۵ سانتی‌متر می‌باشد. چرخ بارگذاری دستگاه نیز به قطر ۲۰ سانتی‌متر و پهنای ۵ سانتی‌متر است.

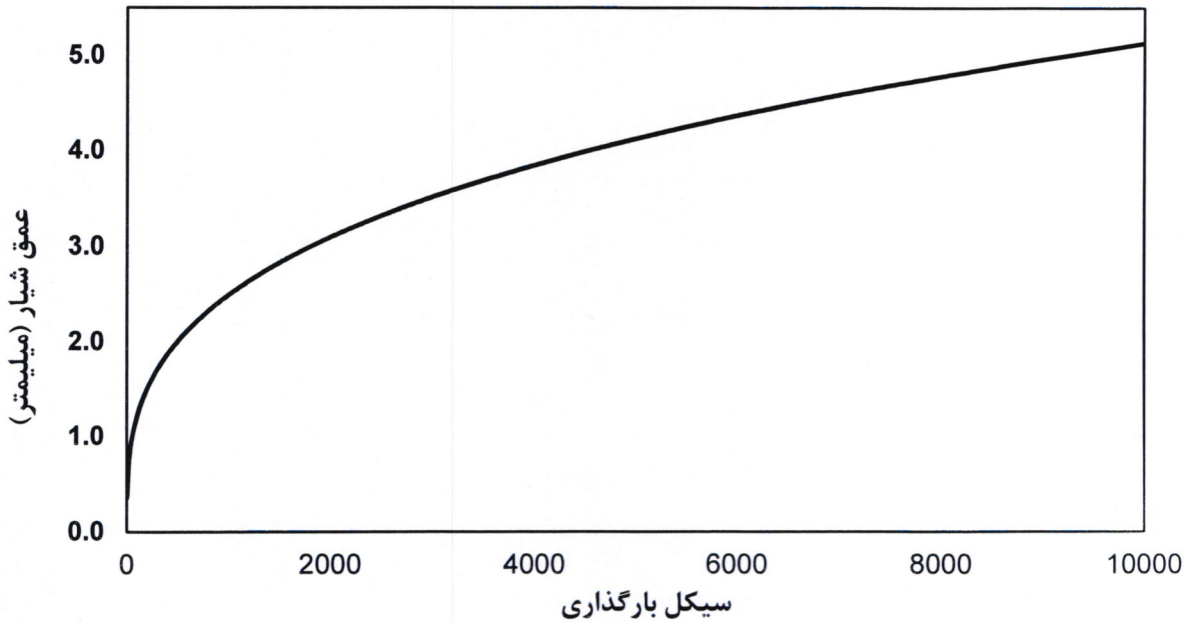
نمونه‌های استوانه‌ای مورد استفاده در آزمایش شیارافتادگی به روش تراکم چرخشی مطابق استاندارد ASTM D6925 با قطر و ارتفاع، به ترتیب، ۱۵ و ۶ سانتی‌متر و فضای خالی ۶ درصد ساخته و متراکم شدند.

برای انجام آزمایش، نمونه‌های آسفالتی در شرایط خشک، دمای ۵۵ درجه سانتیگراد، بار چرخ ۷۰۰ نیوتن و سرعت حرکت رفت و برگشتی ۵۰ عبور در دقیقه، تحت ۱۰۰۰۰ رفت و برگشت چرخ بارگذاری دستگاه شیارافتادگی قرار گرفت. عمق نهایی شیار نمونه‌های مورد آزمایش در جدول ۴ و منحنی عمق شیار در مقابل سیکل بارگذاری برای مخلوطهای آسفالتی در شکل‌های ۱ و ۲ ارائه شده است.

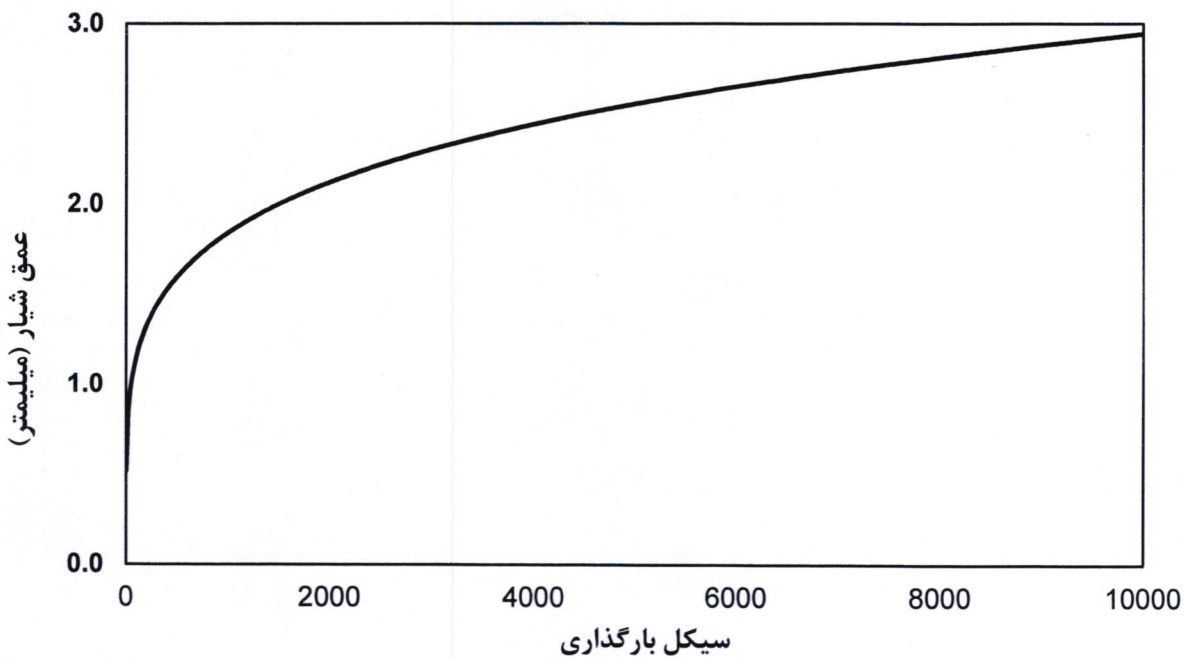
جدول ۴- عمق نهایی شیار نمونه‌ها پس از ۱۰۰۰۰ سیکل بارگذاری

عمق شیار (میلیمتر)	مشخصه مخلوط آسفالتی
۴/۷۵	مخلوط آسفالتی شاهد با قیر خالص
۲/۹۸	مخلوط آسفالتی با قیر حاوی ۴٪ افزودنی


کد فرم : FR 12603/00 تاریخ : شماره : صفحه : ۴ از ۷	<b>گزارش آزمایشهای عملکردی مخلوط آسفالتی</b>	 <b>آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک</b>
پروژه : آزمایشهای عملکردی مخلوطهای آسفالتی با قیر خالص و قیر حاوی افزودنی متقاضی : شرکت تدبیر تجارت آرمان پویا شماره کار : ۹۱۲/۷۱۴		



شکل ۱- منحنی عمق شیار در مقابل سیکل بارگذاری برای نمونه شاهد با قیر خالص



شکل ۲- منحنی عمق شیار در مقابل سیکل بارگذاری برای نمونه با قیر حاوی ۴٪ افزودنی

کد فرم : FR 12603/00 تاریخ : شماره : صفحه : ۷ از ۵ شماره کار : ۹۱۲/۷۱۴	<b>گزارش آزمایشهای عملکردی مخلوط آسفالتی</b>	 <b>آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک</b>
پروژه : آزمایشهای عملکردی مخلوطهای آسفالتی با قیر خالص و قیر حاوی افزودنی متقاضی : شرکت تدبیر تجارت آرمان پویا		

## ۵- آزمایشهای قیر

آزمایشهای قیر خالص و قیر حاوی ۴٪ افزودنی به شرح ذیل انجام پذیرفت که نتایج آنها در جدول ۵ ارائه شده است. همچنین نمودار ویسکوزیته-دما برای قیرهای مختلف در شکل ۳ ترسیم شده و محدوده دمای تراکم و اختلاط تعیین گردیده است.

- آزمایش ویسکوزیته چرخشی در دماهای ۱۲۰، ۱۳۵ و ۱۵۰ درجه سانتیگراد طبق استاندارد AASHTO T316

جدول ۵- نتایج آزمایشهای عملکردی قیر معمولی و حاوی افزودنی

مشخصه	دمای آزمایش (°C)	قیر خالص	قیر حاوی ۴٪ افزودنی
ویسکوزیته چرخشی (RV) (Pa.s)	۱۲۰	۰/۷۳۵	۰/۵۴۴
	۱۳۵	۰/۳۴۵	۰/۲۵۷
	۱۵۰	۰/۱۸۷	۰/۱۴۳
محدوده دمای اختلاط (°C)	-	۱۴۸-۱۵۴	۱۴۲-۱۴۷
محدوده دمای تراکم (°C)	-	۱۳۸-۱۴۳	۱۳۱-۱۳۶