

## بررسی تأثیر میان‌لایه جاذب تنش (SAMI) بر مکانیزم شکست

### و خزش روکش‌های آسفالتی

#### مقاله پژوهشی

سید محمد امین‌زاده تبریزی، دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه حمل و نقل و راه و ترابری، واحد علوم و تحقیقات،

دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

علیرضا سرکار\*، استادیار، گروه حمل و نقل و راه و ترابری، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

\*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: sarkar@srbiau.ac.ir

دریافت: ۹۹/۰۵/۲۷ - پذیرش: ۹۹/۱۰/۰۵

صفحه ۱۸۰-۱۶۵

#### چکیده

روسازی‌های دارای خرابی معمولاً با اجرای یک لایه روکش جدید بهسازی می‌شوند. تجربه نشان داده است که ترک‌های موجود در روسازی قدیمی تمایل دارند به لایه جدید انعکاس یابند. از جمله روش‌های مقابله با ترک‌های انعکاسی استفاده از میان‌لایه جاذب تنش می‌باشد. هدف اصلی این پژوهش ارزیابی عملکرد میان‌لایه‌های جاذب تنش ساخته شده با آسفالت متخلخل و آسفالت ماستیک درشت‌دانه در سطح بالای تنش، بر روی روسازی آسفالتی قدیمی، پیش از اجرای روکش آسفالتی جدید می‌باشد. به این منظور ابتدا نمونه‌های آزمایشگاهی دو و سه لایه که به ترتیب فاقد و دارای میان‌لایه جاذب تنش بودند، ساخته شد و سپس جهت بررسی تأثیر میان‌لایه جاذب تنش تحت آزمایش خزش دینامیکی و یک نوع آزمایش شکست با هندسه جدید قرار گرفت. این آزمایش شکست قابلیت شبیه سازی رشد ترک انعکاسی در ترکیب مودهای I و III مکانیزم شکست را دارد. نتایج آزمایش‌ها نشان داد استفاده از این نوع آسفالت بعنوان میان‌لایه‌های جاذب تنش منجر به کاهش عمر خستگی و افزایش تغییر شکل می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: میان‌لایه جاذب تنش، ترک انعکاسی، مکانیزم شکست، خزش

#### ۱- مقدمه

انعکاسی است (Von Quintus, Mallela, Weiss, & Shen, 2009). در پژوهشی سرعت رشد ترک‌های انعکاسی تقریباً برابر ۲/۵ سانتی متر در سال گزارش شد (Dhakal, Elseifi, & Zhang, 2016). همچنین زمانی که ترک‌های انعکاسی به سطح روکش می‌رسند مسیری جهت نفوذ آب و دیگر مواد مضر به لایه‌های زیرین روسازی ایجاد می‌گردد که بی‌توجهی به این مورد می‌تواند موجب کاهش مدت زمان بهره برداری گردد (Penman & Hook, 2008). با توجه به رشد ترک‌های انعکاسی در روکش، استفاده از روش‌های مختلف از جمله استفاده از انواع میان‌لایه‌ها که آغاز وقوع ترک را به تأخیر می‌اندازد و سرعت رشد آن را کاهش می‌دهد، همواره مورد توجه بوده

اجرای یک لایه روکش آسفالتی، راهکاری متداول جهت تعمیر خرابی‌ها و همچنین جلوگیری از وقوع آن‌ها در روسازی‌های انعطاف‌پذیر و مرکب می‌باشد (Cleveland, Button, & Lytton, 2003). ترک‌های موجود در روسازی قدیمی پس از گذشت یک دوره زمانی به لایه روکش انتقال می‌یابد و به سطح آن می‌رسند. این پدیده به عنوان ترک‌های انعکاسی شناخته می‌شود (Nithin, Rajagopal, & Veeraragavan, 2015). برخی از محققین به ایجاد ترک در همان موقعیت و جهت ترک‌های موجود در روسازی قدیمی، ترک انعکاسی گفته‌اند (Shalaby & Fréchet, 2000). تأثیرات بارگذاری ترافیک و تغییرات روزانه یا فصلی دما دو علت عمده ترک

این تغییر شکل منجر به استهلاک انرژی ترک می‌گردد. کی، ژانگی و یافی (Zhang, Zhang, & Luo, 2018) با استفاده از آزمایش بارگذاری چرخ مطالعاتی را پیرامون میان‌لایه‌های جاذب تنش حاوی پودرلاستیک انجام دادند. نتایج حاصل شده نشان داد استفاده از میان‌لایه جاذب تنش اصلاح شده با پودرلاستیک می‌تواند تا ۳۰ درصد منجر به افزایش عمر خستگی گردد. اوگانداپ، تام و کولپ (Ogundipe, Thom, & Collop, 2013) میان‌لایه‌های جاذب تنش را به وسیله آزمایش بارگذاری چرخ مورد بررسی قرار دادند. در این پژوهش گزارش شد که پتانسیل مقاومت در برابر رشد ترک‌های انعکاسی، توسط میان‌لایه‌های جاذب تنش به عواملی همچون میزان بارگذاری، دما، سفتی، ضخامت روکش و ضخامت میان‌لایه جاذب تنش وابسته است. نتایج نشان داد که میان‌لایه جاذب تنش می‌تواند در شرایط بهینه منجر به تاخیر قابل توجهی در ایجاد ترک‌های انعکاسی گردد. همچنین در برخی از شرایط مانند سطح بارگذاری بالا یا استفاده از میان‌لایه ماسه آسفالت با سفتی بسیار پایین، استفاده از میان‌لایه در ضخامت‌های بالا، میان‌لایه جاذب تنش نه تنها منجر به افزایش عمر خستگی در روسازی نشد بلکه منجر به تسریع رشد ترک‌های انعکاسی و همچنین افزایش تغییر شکل‌ها گردید. در مجموع نظر جامعی میان محققان در مورد مفید بودن نقش میان‌لایه‌ها با در نظر گرفتن عوامل مختلف به هنگام استفاده در روسازی وجود ندارد. عده‌ای از محققان بر این باورند که استفاده از میان‌لایه‌ها در روسازی موثر است (Blankenship, Iker, & Drbohlav, 2004; Palacios, 2008; Shafabakhsh & Ahmadi, 2019). در حالی که عده‌ای بر ناکارآمد بودن میان‌لایه‌ها تأکید دارند (Allison, 1989; Engle, 2001; Storsteen & Rumpca, 2000). این در حالی است که عده دیگری از محققان در این زمینه نظر قطعی ندارند (Ogundipe, 2012).

در پژوهش حاضر با استفاده از آزمون‌های آزمایشگاهی تلاش گردیده تا تأثیرات استفاده از میان‌لایه جاذب تنش در زمان بازسازی روسازی‌های مستهلک شده به وسیله یک لایه روکش جدید بررسی شود. در این راستا جهت بررسی رفتار خستگی، از نوعی آزمایش شکست با هندسه جدید که قابلیت شبیه‌سازی رشد ترک در ترکیب مودهای I و III را دارد، و جهت بررسی تغییر شکل‌ها از آزمایش خزش دینامیکی استفاده شد. همچنین تأثیرات ضخامت میان‌لایه، ضخامت رویه و عملکرد دو نوع میان‌لایه جاذب تنش

است. ژئوسنتتیک‌ها، ژئوکامپوزیت‌ها، شبکه تقویتی توری فلزی و مخلوط آسفالتی داغ اصلاح شده از جمله موادی هستند که به عنوان میان‌لایه جهت کاهش ترک انعکاسی استفاده شده است (Al-Qadi, Buttlar, Baek, & Kim, 2009). نورامبونا و گزالس (Norambuena-Contreras & Gonzalez-Torre, 2015) تأثیر انواع مختلف ژئوسنتتیک‌ها در به تاخیر انداختن ترک‌های انعکاسی در روکش‌های آسفالتی را تحقیق کردند. نتایج به دست آمده از این تحقیق نشان داد که رفتار کششی مناسب ژئوسنتتیک نمی‌تواند عملکرد تاخیر در انتشار ترک انعکاسی را تضمین کند. ناتاراج و واندرمیر (Nataraj & Van der Meer, 2000) استفاده از لایه مستهلک کننده ترک، در روسازی‌های فرودگاه را برای بهسازی روسازی‌های موجود و ساخت روسازی‌های جدید مطالعه کردند. آن‌ها نتیجه گرفتند که لایه مستهلک کننده ترک تحت بار سنگین هواپیما به خوبی عمل می‌کند و می‌تواند به عنوان بخش مهم یک لایه سازه‌ای در کل روسازی باشد. بوسال و مندل (Bhosale & Mandal, 2008) مطالعاتی را با استفاده از تجهیزات آزمایشگاهی خستگی بر روی بتن آسفالتی با دانه‌بندی باز به عنوان یک لایه مستهلک کننده ترک و همچنین ماکادام قیری متراکم انجام دادند. آن‌ها تأثیرات بار ترافیکی و تغییرات دما را به طور هم‌زمان ارزیابی کردند. و به این نتیجه رسیدند که لایه ماکادام قیری متراکم نسبت به لایه کاهنده ترک نرخ خرابی سریع‌تری را نشان می‌دهد. بیک (Baek, 2010) میان‌لایه جاذب تنش را لایه‌ای متشکل از قیر و سنگدانه دانست که اجرای آن بین رویه قدیمی و روکش آسفالت به دلیل دارا بودن عملکرد و هزینه مناسب به عنوان روشی کارآمد در کاهش ترک‌های انعکاسی مورد توجه واقع شده است. در تحقیقات بارکسدل و دیباندت (Barksdale, 1991; De Bondt, 2000) بیان شد، میان‌لایه جاذب تنش که می‌تواند با مصالح مختلفی ساخته شود، به صورت یک لایه با سفتی کم عمل کرده و با اجازه دادن حرکت نسبی لبه‌های ترک و توزیع تنش در یک سطح وسیع‌تر، موجب کاهش تمرکز تنش در لایه روکش در مجاورت ترک‌های لایه زیرین می‌شود. همچنین در پژوهش لیتون (Lytton, 1989) خرابی در روسازی‌های دارای میان‌لایه به این گونه تشریح شد که ترک شروع به توسعه و گسترش می‌نماید ولی در میان راه به لایه جاذب تنش می‌رسد که با توجه به سفتی کم آن، این لایه تغییر شکل زیادی از خود نشان می‌دهد و

مختلف که با آسفالت متخلخل و آسفالت ماستیک درشت‌دانه، ساخته شده بودند، در هر دو آزمایش شکست و خزش دینامیکی مورد بررسی قرار گرفت.

## ۲-۲- قیر

قیرهای مورد استفاده در این پژوهش از نوع قیرهای خالص با درجه نفوذ ۵۰-۴۰ و ۷۰-۶۰ می‌باشد. آزمایش‌های رایج بر روی نمونه قیرهای خالص مورد استفاده انجام پذیرفت که نتایج آن‌ها در جدول ۳ برای قیر با درجه نفوذ ۵۰-۴۰ و جدول ۴ برای قیر با درجه نفوذ ۷۰-۶۰ ارائه گردیده است. با توجه به کندروانی قیرها در سه دمای متفاوت ۱۲۰، ۱۳۵ و ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد و منحنی تغییرات کندروانی قیر بر حسب دما، محدوده دمای تراکم برای قیر با درجه نفوذ ۵۰-۴۰ و ۷۰-۶۰ به ترتیب در محدوده ۱۵۰-۱۴۶ و ۱۴۲-۱۳۸ درجه سانتی‌گراد و دمای اختلاط مخلوط آسفالتی به ترتیب ۱۶۲-۱۵۶ و ۱۵۴-۱۴۸ درجه سانتی‌گراد مشخص گردید.

## ۲- مواد و مشخصات

### ۲-۱- سنگدانه

کلیه مشخصات فنی مصالح سنگی مورد استفاده در این پژوهش در جدول ۱ ارائه شده است. همچنین مشخصات مربوط به وزن مخصوص و درصد جذب آب مصالح سنگی در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۱. نتایج آزمایش‌های مرغوبیت مصالح سنگی

نتیجه آزمایش	استاندارد	مشخصه یا آزمایش	
مصالح سنگی درشت دانه			
۲۳ درصد	(AASHTO-T96)	افت وزنی در مقابل سایش به روش لوس‌آنجلس	
۰/۱ درصد	(AASHTO-T104)	افت وزنی در مقابل سولفات سدیم	
۰/۳ درصد	(ASTM-D4791)	سنگدانه های پهن و دراز	
۱۰۰ درصد	(ASTM-D5821)	در یک جبهه	شکستگی مصالح سنگی روی الک شماره ۴
۱۰۰ درصد		در دو جبهه	
مصالح سنگی ریزدانه			
۱ درصد	(AASHTO-T104)	افت وزنی در مقابل سولفات سدیم	
۴۳ درصد	(ASTM-C1252)	گوشه داری مصالح سنگی ریزدانه	
۸۴ درصد	(AASHTO-T176)	ارزش ماسه‌ای مصالح بین سرد	

جدول ۲. وزن مخصوص و درصد جذب آب مصالح سنگی

درصد جذب آب	وزن مخصوص		مشخصه
	حقیقی	ظاهری	
۰/۹	۲/۶۲۷	۲/۶۸۷	مصالح سنگی مانده روی الک شماره ۸
۱/۸	۲/۶۰۱	۲/۷۲۸	مصالح سنگی رد شده از الک شماره ۸ و مانده روی الک شماره ۲۰۰
-	۲/۷۵۴		مصالح سنگی رد شده از الک شماره ۲۰۰
۲/۶۲۵			وزن مخصوص حقیقی مخلوط مصالح سنگی

جدول ۳. نتایج آزمایش‌های رایج برای قیر با درجه نفوذ ۵۰-۴۰

حدود مشخصات قیر ۴۰-۵۰	نتیجه آزمایش		روش استاندارد	آزمایش
	حداقل	حداکثر		
		۱/۰۲۴	ASTM D70	وزن مخصوص قیر در $25^{\circ}\text{C}$
۵۰	۴۰	۴۳	ASTM D5	درجه نفوذ قیر (۰/۱ میلی‌متر) در $25^{\circ}\text{C}$ ، ۱۰۰ گرم، ۵ ثانیه
		۳۱۸	ASTM D92	نقطه اشتعال قیر، ظرف روباز کلیولند (درجه سانتیگراد)
		۱۰۰ <	ASTM D113	کشش پذیری قیر (سانتیمتر) در $25^{\circ}\text{C}$ ، ۵ سانتیمتر بر دقیقه
۶۰	۵۲	۵۷/۴	ASTM D36	نقطه نرمی قیر (درجه سانتیگراد) در آب مقطر
		۹۹/۴۱	ASTM D2042	حلالیت قیر (درصد) در تری کلرواتیلن
		۱۰۲۴	ASTM D2170	کندروانی کینماتیک (سانتی استوکس) در $120^{\circ}\text{C}$
		۴۸۹	ASTM D2170	کندروانی کینماتیک (سانتی استوکس) در $135^{\circ}\text{C}$
		۱۷۳	ASTM D2170	کندروانی کینماتیک (سانتی استوکس) در $160^{\circ}\text{C}$
۰/۸		۰/۳	ASTM D1754	فرآیند اون لایه نازک قیر، تغییر جرم اولیه (درصد) در $163^{\circ}\text{C}$ ، ۵ ساعت

جدول ۴. نتایج آزمایش‌های رایج برای قیر با درجه نفوذ ۶۰-۷۰

حدود مشخصات قیر ۶۰-۷۰	نتیجه آزمایش		روش استاندارد	آزمایش
	حداقل	حداکثر		
		۱/۰۱۶	ASTM D70	وزن مخصوص قیر در $25^{\circ}\text{C}$
۷۰	۶۰	۶۵	ASTM D5	درجه نفوذ قیر (۰/۱ میلی‌متر) در $25^{\circ}\text{C}$ ، ۱۰۰ گرم، ۵ ثانیه
		۳۰۶	ASTM D92	نقطه اشتعال قیر، ظرف روباز کلیولند (درجه سانتیگراد)
		۱۰۰ <	ASTM D113	کشش پذیری قیر (سانتیمتر) در $25^{\circ}\text{C}$ ، ۵ سانتی متر بر دقیقه
۵۶	۴۹	۵۰/۸	ASTM D36	نقطه نرمی قیر (درجه سانتیگراد) در آب مقطر
		۹۹/۸	ASTM D2042	حلالیت قیر (درصد) در تری کلرواتیلن
		۸۳۲	ASTM D2170	کندروانی کینماتیک (سانتی استوکس) در $120^{\circ}\text{C}$
		۳۵۴	ASTM D2170	کندروانی کینماتیک (سانتی استوکس) در $135^{\circ}\text{C}$
		۱۱۸	ASTM D2170	کندروانی کینماتیک (سانتی استوکس) در $160^{\circ}\text{C}$
۰/۸		۰/۰	ASTM D1754	فرآیند اون لایه نازک قیر، تغییر جرم اولیه (درصد) در $163^{\circ}\text{C}$ ، ۵ ساعت

### ۲-۳- نتوپرن

جمله نوع A و D است که در هندسه سوزن نفوذ کننده و مقدار بار اعمالی تفاوت دارند یکی از استانداردهای آزمایش اندازه‌گیری سختی شور ASTM D2240 است. جهت تبدیل سختی شور به مدول یانگ می‌توان از روابط ارائه شده در این خصوص استفاده کرد، رابطه ۱ نشان دهنده یکی از این روابط می‌باشد (Gent, 1958). لازم به ذکر است در پژوهش‌های پیشین نیز از مواد لاستیکی مشابه با مدول تقریباً برابر به عنوان اساس لاستیکی استفاده گردیده است (Khodaii, Fallah, & Nejad, 2009; Prieto, )

نتوپرن یک پلیمر مصنوعی شبه‌لاستیک است که در این پژوهش برای ایجاد شرایطی مشابه با بستر روسازی و به عنوان اساس لاستیکی استفاده شده است. ضخامت هر لایه نتوپرن استفاده شده در پژوهش جاری برابر ۶ میلی‌متر است. سختی شور نتوپرن مورد استفاده، در آزمایش استاندارد نفوذ سوزن نوع A برابر ۷۰ تعیین گردید. لازم به ذکر است برای تعیین سختی بعضی از مصالح شامل پلیمرهای لاستیکی از آزمایش استاندارد نفوذ سوزن استفاده می‌شود. آزمایش نفوذ سوزن به منظور تعیین سختی شور دارای انواع مختلفی از

(Thom, 1999 Gallego, & Perez, 2007; Sanders, Brown, &

$$E = \frac{0.0981(56 + 7.62336(S))}{0.137505(254 - 2.54(S))} \quad (1)$$

E: مدول یانگ، MPa

S: سختی شور

با توجه به رابطه ۱ مدول نئوپرن مورد استفاده در این پژوهش برابر ۵/۵ MPa تخمین زده شد.

## ۲-۴- الیاف

درصد قیر با درجه نفوذ ۷۰-۶۰ و همچنین ۰/۳ درصد وزنی کل مخلوط، الیاف سلولزی ساخته شد. مخلوط آسفالتی در لایه زیرین (شبیه‌ساز روسازی مستهلک شده قدیمی): مشخصات این مخلوط آسفالتی همانند مخلوط آسفالتی در لایه فوقانی می‌باشد با این تفاوت که این مخلوط آسفالتی طبق استاندارد AASHTO R30 تحت پیر شدگی بلندمدت قرار گرفته است.

به منظور جلوگیری از پدیده جدا شدن و یا ریزش قیر در آسفالت متخلخل و آسفالت ماستیک درشت‌دانه از الیاف سلولوزی TOPCEL در این پژوهش استفاده گردید.

## ۳- ساخت نمونه

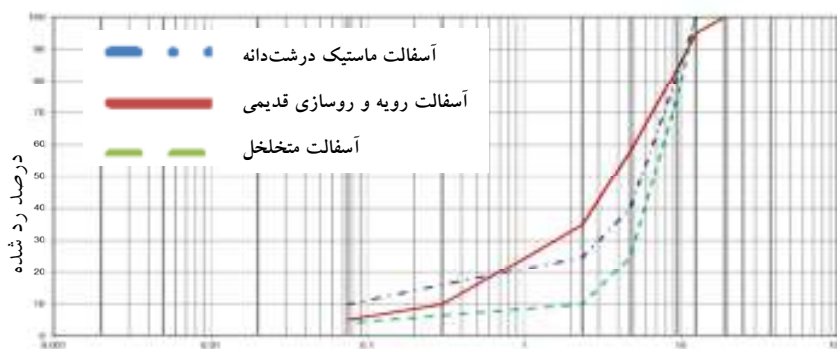
### ۳-۱- مخلوط‌های آسفالتی

جهت ساخت نمونه‌های آزمایشگاهی مورد نیاز در این پژوهش، در مجموع ۴ مخلوط آسفالتی تهیه گردید که مشخصات آن به شرح زیر است:

مخلوط آسفالتی در لایه فوقانی (شبیه ساز لایه روکش): این مخلوط آسفالتی با یک دانه‌بندی توپر و با ۴/۵ درصد قیر با درجه نفوذ ۵۰-۴۰ ساخته شد.

آسفالت متخلخل: از این مخلوط آسفالتی به عنوان یکی از دو نوع میان‌لایه جاذب تنش مورد استفاده در این پژوهش استفاده گردید. این مخلوط آسفالتی با ۶ درصد قیر با درجه نفوذ ۷۰-۶۰ و همچنین ۰/۳ درصد وزنی کل مخلوط، الیاف سلولزی جهت جلوگیری از پدیده ریزش قیر، ساخته شد.

آسفالت ماستیک درشت‌دانه: نوع دیگر میان‌لایه جاذب تنش استفاده شده در پژوهش جاری می‌باشد که با ۶/۲



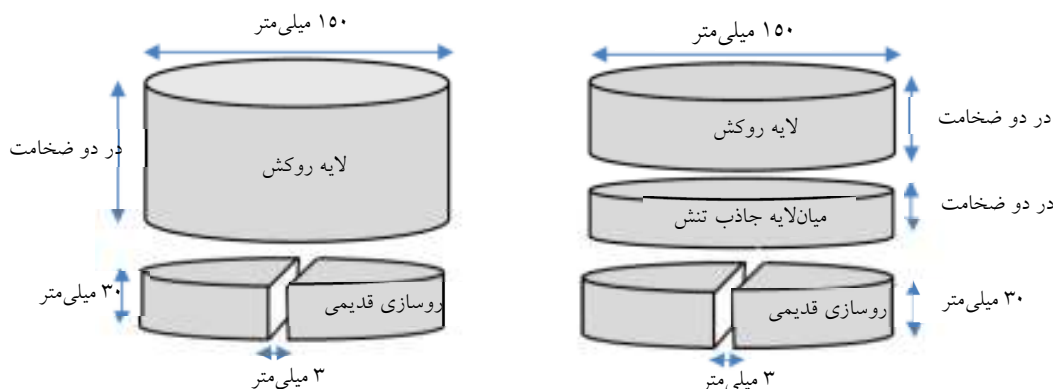
اندازه دانه‌ها (میلی متر)

شکل ۱. دانه‌بندی مخلوط‌های آسفالتی

### ۳-۳- ساخت نمونه‌های آزمایشگاهی

بالتر به درون ترک در هنگام ساخت، قبل از اجرای لایه(ها)ی بالایی، یک جداکننده که با استفاده از برش لیزری در ابعاد ترک بریده شده بود در محل ترک قرار داده شد (شکل ۳ الف). در ادامه با توجه به وجود یا عدم وجود میان‌لایه جاذب تنش و ضخامت آن‌ها، نمونه‌ها در دو یا سه مرحله با استفاده از دستگاه تراکم چرخشی ساخته و متراکم شدند. نمونه‌های دو لایه که فاقد میان‌لایه جاذب تنش بودند به عنوان نمونه شاهد در نظر گرفته شدند. شکل ۲ ترتیب قرارگیری لایه‌ها در نمونه‌های مورد آزمایش را نشان می‌دهد. پس از تکمیل ساخت و سرد شدن نمونه‌ها، جداکننده از محل ترک خارج گردید (شکل ۳ ب). در نهایت ناحیه مجاور ترک به وسیله یک لایه‌ی نازک رنگ سفید، رنگ‌آمیزی شد، تا امکان پایش رشد ترک در طول مدت آزمایش وجود داشته باشد.

نمونه‌های مورد آزمایش در دو و سه لایه که به ترتیب فاقد و دارای میان‌لایه جاذب تنش بودند، ساخته شدند. جهت آماده‌سازی نمونه‌های آزمایش، ابتدا برای پایین‌ترین لایه (روسازی قدیمی)، نمونه‌های استوانه‌ای آسفالتی با استفاده از دستگاه تراکم چرخشی بر اساس روش استاندارد ASTM D6925 متراکم و ساخته شد. نمونه‌های به دست آمده به منظور ایجاد درز جهت شبیه‌سازی ترک در روسازی قدیمی، به صورت قطری برش داده شدند. عرض ترک ایجاد شده در لایه زیرین با استفاده از آزمون‌های سعی و خطا و با در نظر گرفتن شرایط رشد ترک و زمان شکست نمونه‌ها، ۳ میلی‌متر در نظر گرفته شد و همانطور که ذکر شد این لایه به روش استاندارد AASHTO R30 تحت عمل پیرشدگی بلند مدت قرار گرفت. قابل ذکر است جهت تقارن و یکسان بودن شکل ترک در نمونه‌ها، و همچنین عدم نفوذ مصالح لایه



شکل ۲. نمونه دارای میان‌لایه جاذب تنش و یک نمونه شاهد



(ب)



(الف)

شکل ۳. الف) استفاده از جداکننده در محل ترک (ب) خارج کردن آن پس از تکمیل ساخت نمونه

جدول ۵. ترکیب نمونه‌ها به همراه نام اختصار

نام اختصار	ترکیب نمونه‌ها
O40	۴۰ میلی‌متر رویه (نمونه شاهد)
SMA20-O20	۲۰ میلی‌متر میان‌لایه جاذب تنش (آسفالت ماستیک درشت‌دانه) به همراه ۲۰ میلی‌متر رویه
OGFC20-O20	۲۰ میلی‌متر میان‌لایه جاذب تنش (آسفالت متخلخل) به همراه ۲۰ میلی‌متر رویه
O50	۵۰ میلی‌متر رویه (نمونه شاهد)
SMA20-O30	۲۰ میلی‌متر میان‌لایه جاذب تنش (آسفالت ماستیک درشت‌دانه) به همراه ۳۰ میلی‌متر رویه
OGFC20-O30	۲۰ میلی‌متر میان‌لایه جاذب تنش (آسفالت متخلخل) به همراه ۳۰ میلی‌متر رویه
SMA30-O20	۳۰ میلی‌متر میان‌لایه جاذب تنش (آسفالت ماستیک درشت‌دانه) به همراه ۲۰ میلی‌متر رویه
OGFC30-O20	۳۰ میلی‌متر میان‌لایه جاذب تنش (آسفالت متخلخل) به همراه ۲۰ میلی‌متر رویه

مکانیزم شکست در مودهای خالص II و III همچنین ترکیب مودهای I و III کمتر مورد توجه قرار گرفته است (Aliha, Bahmani, & Akhondi, 2016) در پژوهش حاضر از آزمایشی استفاده گردیده است که ترکیب مودهای I و III شکست را در رشد ترک انعکاسی مدل می‌نماید. به این منظور نمونه‌های مورد آزمایش طبق شرایط توضیح داده شده در قبل ساخته شد و بر روی یک فیکسچر که در فاصله ما بین آن ۳ لایه نئوپرن قرار داشت، گذاشته شد. تعداد لایه‌های نئوپرن با آزمایش‌های سعی و خطا به نحوی تعیین شده است که شرایط ترک خوردن نمونه‌ها در تعداد سیکل بارگذاری قابل اعمال، از لحاظ توان دستگاه آزمایش و زمان آزمایش، فراهم شود. شرایط بارگذاری در آزمایش به نحوی است که بار از بالای نمونه و به صورت نواری و با زاویه  $\alpha$  نسبت به ترک بر نمونه اعمال می‌گردد. با تعیین زاویه  $\alpha$ ، وضعیت مودهای شکست قابل کنترل می‌باشد. زمانی که زاویه  $\alpha$ ، صفر در نظر گرفته شود نمونه به علت تقارن و شرایط بارگذاری، تحت شکست در مود I خالص قرار خواهد گرفت. زمانی که زاویه  $\alpha$  بزرگتر از صفر می‌شود آنگاه شکست در ترکیب مودهای I و III صورت می‌پذیرد. در پژوهش جاری راستای نوار بارگذاری با زاویه ۲۰ درجه‌ای نسبت به راستای ترک تنظیم گردید که باعث می‌گردد، رشد ترک در ترکیب مودهای I و III صورت پذیرد. جهت تعیین مقدار نیروی اعمالی، به صورت آزمون خطا نیروهای ۱ تا ۶ کیلونیوتن بر نمونه اعمال شد. با توجه به زمان شکست نمونه‌ها، و هدف اصلی این پژوهش که بررسی عملکرد میان‌لایه جاذب تنش در سطح بالای تنش می‌باشد، نیروی اعمالی به نمونه‌ها ۶ کیلونیوتن انتخاب گردید. مشخصات آزمایش بررسی رشد ترک انعکاسی در جدول ۶ آمده است. شکل ۴ نشان دهنده نمای شماتیک از این آزمایش می‌باشد. شرط پایان آزمایش، رسیدن ترک به

ضخامت لایه زیرین به عنوان شبیه‌ساز روسازی قدیمی در تمام نمونه‌ها ثابت و برابر با ۳۰ میلی‌متر در نظر گرفته شد. با توجه به ضخامت‌های میان‌لایه‌های جاذب تنش و روکش و همچنین وجود دو نوع میان‌لایه جاذب تنش، نمونه‌ها در مجموع با هشت ترکیب مختلف ساخته شدند که شرح آن به همراه اختصاص نام اختصاری در جدول ۵ آمده است. از هر ترکیب و برای هر آزمایش عیناً دو نمونه ساخته شد و مورد آزمایش قرار گرفت، نتایج ارائه شده میانگین قرائت‌ها هستند. همچنین نمونه‌ها قبل از انجام آزمایش به مدت حداقل ۵ ساعت در مکانی مشخص و هم دما با آزمایش مورد نظر قرار گرفتند.

#### ۴- روش آزمایش

##### ۴-۱- آزمایش مدول برجهندگی

ابتدا از هر ۴ مخلوط آسفالتی به صورت جداگانه نمونه‌هایی با قطر و ارتفاع به ترتیب، ۱۰ و ۶ سانتی‌متر به روش تراکم چرخشی مطابق استاندارد ASTM D6925 ساخته و متراکم شدند. این آزمایش در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد و بر اساس روش استاندارد ASTM D4123 انجام شد. مطابق استاندارد، در این آزمایش از شکل بارگذاری نیمه‌سینوسی با فرکانس یک هرتز، سیکل بارگذاری یک ثانیه، مدت زمان اعمال بار ۰/۱ ثانیه، و مدت زمان استراحت ۰/۹ ثانیه و ضریب پواسون ۰/۳۵ استفاده گردید.

##### ۴-۲- آزمایش بررسی رشد ترک انعکاسی

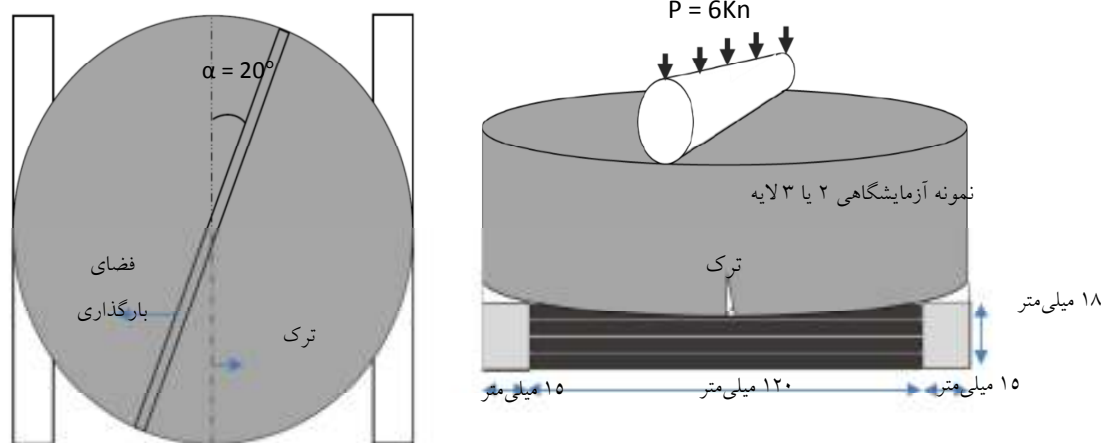
مرور تحقیقات گذشته نشان داد که اکثر پژوهشگران تحقیقات مرتبط با مکانیزم شکست آسفالت را در مودهای خالص I و یا ترکیب مودهای I و II انجام داده‌اند و بررسی

شد. در شکل ۵ نمایی از آزمایش قابل مشاهده می‌باشد. در شکل ۶ شرایط آزمایش با یک روسازی واقعی مقایسه گردیده است. همچنین در شکل ۷ روند گسترش ترک و رسیدن آن به سطح رویه را نشان داده شده است.

سطح رویه در نظر گرفته شد و تعداد سیکل‌های بارگذاری تا ترک‌خوردگی کامل لایه(ها)ی آسفالتی و رسیدن ترک به سطح رویه به عنوان نتایج آزمایش ثبت گردید. جهت پایش و برداشت نتایج آزمایش، از یک دوربین متصل به رایانه جهت عکس‌برداری از نمونه در فواصل زمانی منظم استفاده

جدول ۶. مشخصات آزمایش بررسی رشد ترک انعکاسی

میزان نیرو (KN)	فرکانس (Hz)	زمان بارگذاری (s)	زمان استراحت (s)	دما (°C)
۶	۲.۵	۰.۲	۰.۲	۲۰

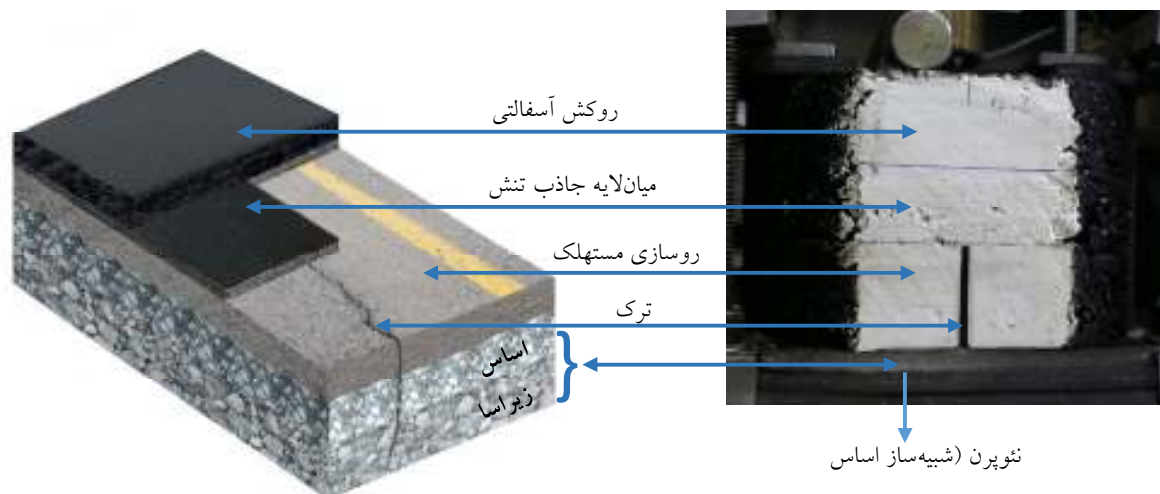


شکل ۴. نمایی شماتیک از آزمایش بررسی رشد ترک انعکاسی تحت شکست در ترکیب موده‌های I و III

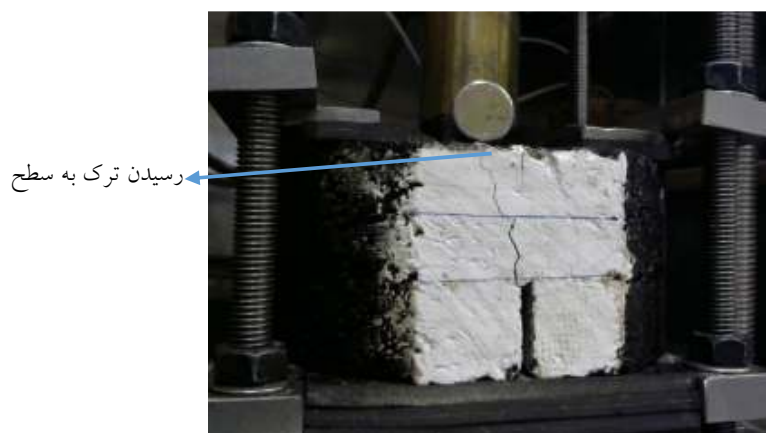


شکل ۵. نمایی از آزمایش بررسی رشد ترک انعکاسی





شکل ۶. مقایسه شرایط آزمایش با یک روسازی واقعی



شکل ۷. روند گسترش ترک و رسیدن آن به سطح رویه

### ۳-۴- آزمایش خزش دینامیکی

پایان آزمایش، رسیدن به مرحله گسیختگی معادل ۶ درصد کرنش لحاظ شد. شکل ۸ نمونه در حین آزمایش خزش دینامیکی را نشان می‌دهد. همچنین شکل ۹ نشان دهنده دو نمونه پس از آزمایش خزش دینامیکی است.

آزمایش خزش دینامیکی نمونه‌های آسفالتی بر اساس روش استاندارد BS EN12697-25 و مطابق مشخصات ذکر شده در جدول ۷ انجام پذیرفت. همچنین قبل از اعمال سیکل‌های آزمایش، تنش پیش بارگذاری به میزان ۱۰ کیلوپاسکال به مدت ۶۰۰ ثانیه بر نمونه اعمال شد. شرط

جدول ۷. مشخصات آزمایش خزش دینامیکی

سطح تنش (KPa)	فرکانس (Hz)	زمان بارگذاری (s)	زمان استراحت (s)	دما (□)
۳۰۰	۰/۵	۱	۱	۵۵



شکل ۸. نمایی از آزمایش خزش دینامیکی



شکل ۹. نمونه‌های آسفالتی پس از آزمایش خزش دینامیکی

## ۵- تجزیه و تحلیل داده‌ها

### ۵-۱- آزمایش مدول برجهندگی

گرفت. و نتیجه نهایی به صورت میانگین نتایج در جدول ۸ ارائه شده است.

آزمایش مدول برجهندگی برای هر ۴ مخلوط آسفالتی مورد استفاده در این پژوهش به صورت جداگانه انجام گردید. هر نمونه در دو جهت مورد آزمایش قرار

جدول ۸ نتایج آزمایش مدول برجهندگی مخلوط‌های آسفالتی

مدول برجهندگی (مگاپاسگال)		مشخصه مخلوط آسفالتی
۶۰۸۱	۶۱۶۴	آسفالت رویه
	۵۹۹۷	
۲۶۱۱	۲۷۱۵	آسفالت ماستیک درشت‌دانه
	۲۵۰۶	
۱۹۹۶	۲۰۱۶	آسفالت متخلخل
	۱۹۷۵	
۷۵۸۱	۷۶۶۲	آسفالت شبیه‌ساز روسازی قدیمی
	۷۴۹۹	

## ۲-۵- آزمایش بررسی رشد ترک انعکاسی

که ضخامت مشابه داشتند، با تقسیم به نتایج نمونه‌های شاهد مربوط به خودشان نرمال شدند. نتایج نشان داد که عملکرد میان‌لایه جاذب تنش در ضخامت ۲۰ میلی‌متر نسبت به عملکرد آن در ضخامت ۳۰ میلی‌متر بهتر می‌باشد و این می‌تواند به دلیل افزایش ضخامت میان‌لایه با مدول برجهنگی پایین باشد که منجر به افزایش خمش و گسترش ترک می‌گردد (شکل ۱۱).

### ۲-۵-۲- تاثیر ضخامت لایه روکش در رشد ترک

#### انعکاسی

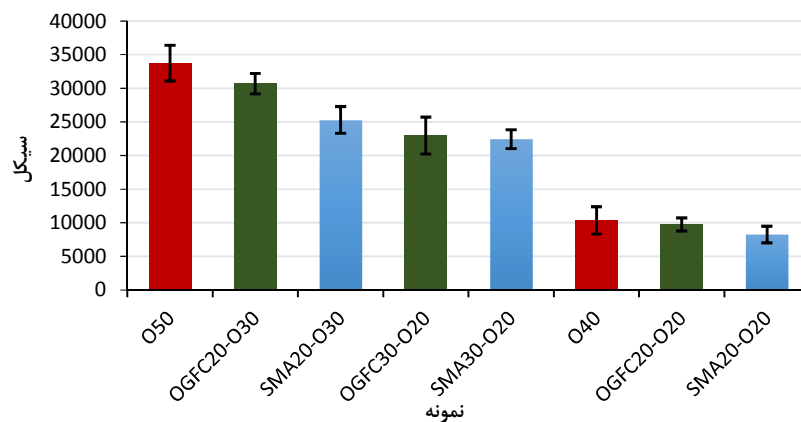
جهت بررسی تاثیر ضخامت روکش در عملکرد میان‌لایه جاذب تنش، نتایج دو ضخامت متفاوت روکش، که دارای میان‌لایه‌های جاذب تنش با ضخامت مشابه بودند، با تقسیم بر نتایج نمونه‌های شاهد مربوط به خودشان نرمال شدند. نتایج نشان داد که عملکرد میان‌لایه جاذب تنش در ضخامت روکش ۲۰ میلی‌متر نسبت به عملکرد آن با ضخامت روکش ۳۰ میلی‌متر بهتر می‌باشد (شکل ۱۲).

مقایسه نتایج بین نمونه‌های دارای میان‌لایه جاذب تنش و نمونه‌های شاهد نشان داد که وجود میان‌لایه جاذب تنش منجر به بهبود در عمر خستگی نمی‌شود. این می‌تواند به دلیل انتخاب سطح تنش بالا که منجر به شکست نمونه‌ها در زمان پایین می‌شود، باشد. لازم به ذکر است مرور پژوهش‌های گذشته نشان داد که عملکرد میان‌لایه‌های جاذب تنش در نیروهای پایین‌تر بسیار بهتر می‌باشد (Ogundipe et al., 2013) شکل ۱۰ تعداد سیکل‌های اعمالی جهت رسیدن ترک به سطح رویه در نمونه‌های مختلف را نشان می‌دهد. همچنین نتایج حاکی از آن بود که میان‌لایه جاذب تنش ساخته شده با آسفالت متخلخل نسبت به میان‌لایه جاذب تنش ساخته شده با آسفالت ماستیک درشت‌دانه دارای عملکرد بهتری در به تاخیر انداختن ترک انعکاسی می‌باشد.

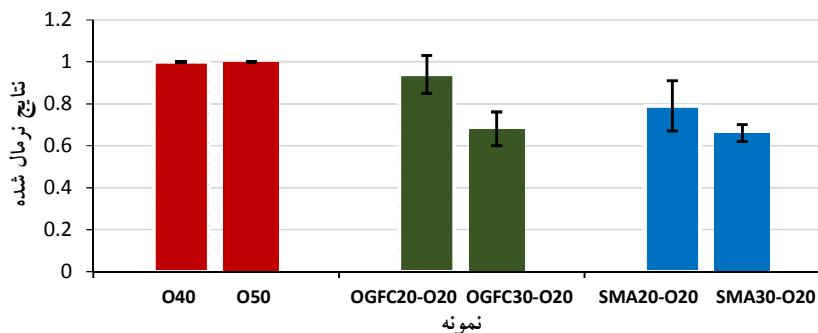
### ۲-۵-۱- تاثیر ضخامت میان‌لایه جاذب تنش در رشد ترک

#### انعکاسی

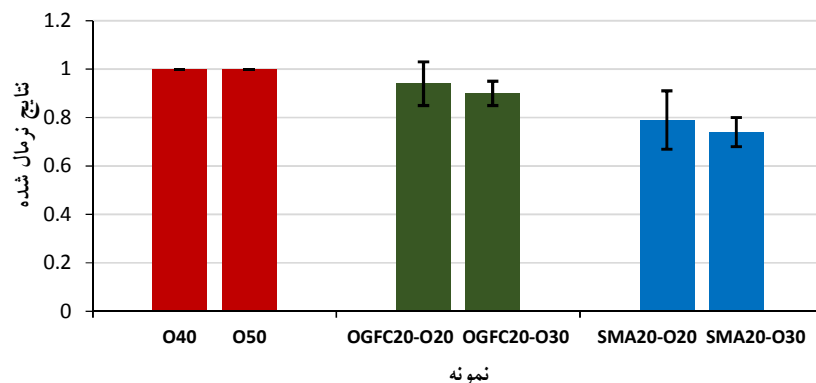
جهت بررسی تاثیر ضخامت میان‌لایه‌های جاذب تنش، نتایج دو ضخامت متفاوت میان‌لایه جاذب تنش، با رویه‌هایی



شکل ۱۰. تعداد سیکل‌های اعمال شده جهت رسیدن ترک به سطح رویه



شکل ۱۱. تاثیر ضخامت میان‌لایه جاذب تنش در عملکرد آن در آزمایش رشد ترک انعکاسی



شکل ۱۲. تاثیر ضخامت روکش در عملکرد میان‌لایه‌های جاذب تنش در آزمایش رشد ترک انعکاسی

### ۳-۵- آزمایش خزش دینامیکی

نیاز جهت رسیدن به مرحله گسیختگی در نمونه‌های دارای میان‌لایه جاذب تنش با ضخامت ۲۰ میلی‌متر نسبت به نمونه‌های دارای میان‌لایه جاذب تنش با ضخامت ۳۰ میلی‌متر کمی بیشتر است (شکل ۱۴).

#### ۳-۵-۲- تاثیر ضخامت روکش در آزمایش خزش دینامیکی

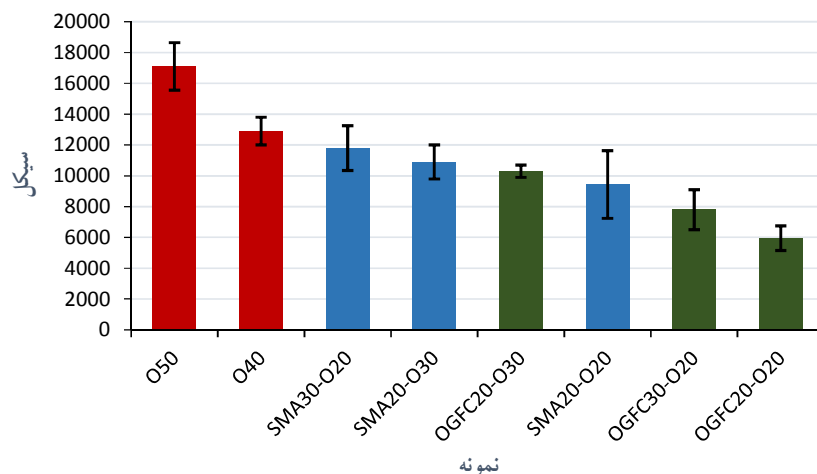
جهت بررسی تاثیر ضخامت روکش در آزمایش خزش، همانند قبل نتایج دو ضخامت متفاوت روکش، که دارای میان‌لایه‌های جاذب تنش با ضخامت مشابه بودند، با تقسیم بر نتایج نمونه‌های شاهد مربوط به خودشان نرمال شدند. نتایج نشان داد که تعداد سیکل مورد نیاز جهت رسیدن به مرحله گسیختگی در میان‌لایه جاذب تنش ساخته شده با آسفالت ماستیک درشت‌دانه در ضخامت روکش ۲۰ میلی‌متر نسبت به ضخامت روکش ۳۰ میلی‌متر بیشتر است. در حالی که تعداد سیکل مورد نیاز جهت رسیدن به مرحله گسیختگی در میان‌لایه جاذب تنش ساخته شده با آسفالت متخلخل با ضخامت روکش ۲۰ میلی‌متر نسبت به ضخامت روکش ۳۰ میلی‌متر کمتر است (شکل ۱۵).

مقایسه نتایج بین نمونه‌های دارای میان‌لایه جاذب تنش و نمونه‌های شاهد نشان داد که وجود میان‌لایه جاذب تنش منجر به افزایش تغییر شکل‌ها می‌گردد که این احتمالاً به دلیل وجود میان‌لایه با مدول برجهندگی پایین و یا چسبندگی ضعیف بین میان‌لایه جاذب تنش و رویه است. همچنین نتایج حاکی از آن بود که تغییر شکل‌ها در نمونه‌های دارای میان‌لایه جاذب تنش ساخته شده با آسفالت ماستیک درشت‌دانه کمتر از نمونه‌های دارای میان‌لایه جاذب تنش ساخته شده با آسفالت متخلخل می‌باشد. شکل ۱۳ تعداد سیکل‌های اعمالی در آزمایش خزش دینامیکی جهت رسیدن به مرحله گسیختگی معادل ۶ درصد کرنش می‌باشد.

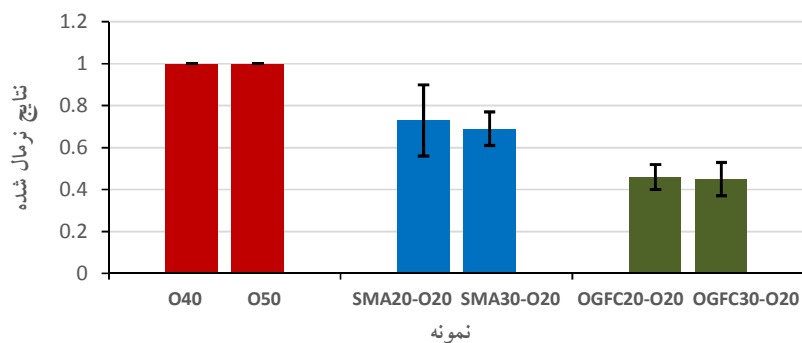
#### ۳-۵-۱- تاثیر ضخامت میان‌لایه جاذب تنش در آزمایش

##### خزش دینامیکی

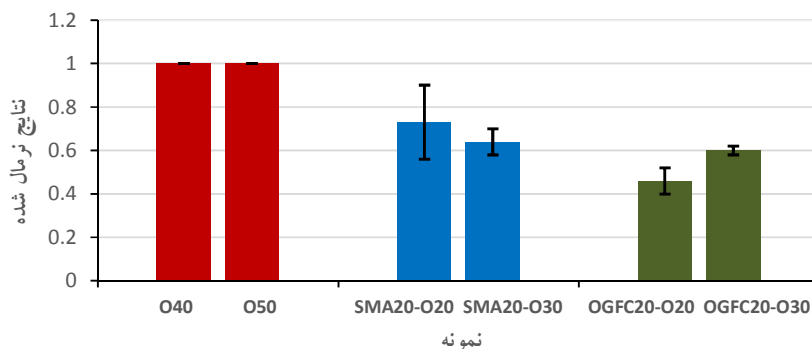
در این آزمایش نیز جهت بررسی تاثیر ضخامت میان‌لایه‌های جاذب تنش بر تغییر شکل، نتایج دو ضخامت متفاوت میان‌لایه جاذب تنش، با رویه‌هایی که ضخامت مشابه داشتند، با تقسیم بر نتایج نمونه‌های شاهد مربوط به خودشان نرمال شدند. نتایج نشان داد که تعداد سیکل مورد



شکل ۱۳. تعداد سیکل‌های اعمال شده جهت رسیدن به مرحله گسیختگی



شکل ۱۴. تاثیر ضخامت میان‌لایه جاذب تنش در عملکرد آن در آزمایش خزش



شکل ۱۵. تاثیر ضخامت روکش در عملکرد میان‌لایه‌های جاذب تنش در آزمایش خزش

## ۶- نتیجه‌گیری

میان‌لایه‌های جاذب تنش ساخته شده با آسفالت متخلخل عملکرد بهتری در به تاخیر انداختن ترک‌های انعکاسی نسبت به میان‌لایه‌ها جاذب تنش ساخته شده با آسفالت ماستیک درشت‌دانه داشتند.

مطابق با آزمایش‌های انجام گرفته در این پژوهش نتایج زیر حاصل گردید:  
- با توجه به آزمایش بررسی رشد ترک انعکاسی، با میزان بارگذاری ۶ کیلونیوتن، استفاده از میان‌لایه‌های جاذب تنش موجب کاهش عمر خستگی گردید.

در آزمایش خزش دینامیکی و با توجه به نتایج نرمال شده مشخص شد، میان‌لایه‌های جاذب تنش با ضخامت روکش مشابه، در ضخامت کمتر (۲۰ میلی‌متر) تغییر شکل‌های کمتری داشتند.

نتایج نرمال شده در آزمایش خزش دینامیکی نشان داد، میان‌لایه‌های جاذب تنش ساخته شده با آسفالت ماستیک درشت‌دانه در ضخامت مشابه و با ضخامت روکش کمتر (۲۰ میلی‌متر) عملکرد بهتری داشت.

نتایج نرمال شده در آزمایش خزش دینامیکی نشان داد، میان‌لایه‌های جاذب تنش ساخته شده با آسفالت متخلخل در ضخامت مشابه و با ضخامت روکش بیشتر (۳۰ میلی‌متر) عملکرد بهتری داشت.

#### ۷- مراجع

-Al-Qadi, I. L., Buttlar, W., Baek, J., & Kim, M., (2009), "Cost-effectiveness and performance of overlay systems in Illinois volume 1: effectiveness reflection cracking: Texas Transportation Institute, Texas A & M University System.

De Bondt, A. H., (2000), "Anti-reflective cracking design of (reinforced) asphaltic overlays.

-Dhakal, N., Elseifi, M. A., & Zhang, Z., (2016), "Mitigation strategies for reflection cracking in rehabilitated pavements—A synthesis. International Journal of Pavement Research and Technology, 9(3), pp.228-239 .

-Engle, E., (2001), "Field Evaluation of Engineering Fabrics for Asphalt Concrete Resurfacing-Audubon County", Retrieved from Gent.

-A. N., (1958), "On the relation between indentation hardness and Young's modulus" Rubber Chemistry and Technology, 31(4), pp.896-906 .

-Khodaii, A., Fallah, S., & Nejad, F. M. (2009). Effects of geosynthetics on reduction of reflection cracking in asphalt overlays. Geotextiles and Geomembranes, 27(1), pp.1-8 .

Lytton, R. L. (1989). Use of geotextiles for reinforcement and strain relief in asphalt concrete. Geotextiles and Geomembranes, 8(3), pp.217-237 .

-Nataraj, a., & van der meer, a., (2000), "use of asphalt crack relief layer in airport pavements. paper presented at the reflective cracking in pavements-research in practice. proceedings of the 4th international rilem

با توجه به آزمایش بررسی رشد ترک انعکاسی مشخص شد، میان‌لایه‌های جاذب تنش در ضخامت کمتر (۲۰ میلی‌متر) عملکرد بهتری داشتند.

در آزمایش بررسی رشد ترک انعکاسی مشخص گردید که ضخامت روکش در عملکرد میان‌لایه‌های جاذب تنش موثر است و میان‌لایه‌های جاذب تنش با ضخامت مشابه با ضخامت روکش کمتر (۲۰ میلی‌متر) عملکرد بهتری داشتند.

با توجه به نتایج آزمایش خزش دینامیکی، مشخص شد استفاده از میان‌لایه‌های جاذب تنش موجب افزایش تغییر شکل‌ها می‌گردد و این احتمالاً به دلیل وجود میان‌لایه با مدول برجهندگی کمتر و یا چسبندگی ضعیف بین میان‌لایه جاذب تنش و رویه می‌باشد.

نتایج آزمایش خزش دینامیکی حاکی از آن بود که میان‌لایه‌های جاذب تنش ساخته شده با آسفالت ماستیک درشت‌دانه تغییر شکل‌های کمتری نسبت به میان‌لایه‌های جاذب تنش ساخته شده با آسفالت متخلخل دارند.

assessment of HMA overlay interlayer systems used to retard reflective cracking. Retrieved from Aliha, M., Bahmani, A., & Akhondi, S. (2016), "A novel test specimen for investigating the mixed mode I+ III fracture toughness of hot mix asphalt composites—Experimental and theoretical study. International Journal of Solids and Structures, 90, pp.167-177 .

-Allison, R. (1989). RUBBER ASPHALT BINDER" STRESS ABSORBING MEMBRANE INTERLAYER". FINAL EVALUATION REPORT. Retrieved from Baek, J., (2010), Modeling reflective cracking development in hot-mix asphalt overlays and quantification of control techniques. University of Illinois at Urbana-Champaign.

-Barksdale, R. D., (1991), "Fabrics in asphalt overlays and pavement maintenance".

-Bhosale, S., & Mandal, J., (2008), "Open graded asphalt concrete for mitigation of reflection cracking on asphalt concrete overlays".

-Blankenship, P., Iker, N., & Drbohlav, J., (2004), "Interlayer and design considerations to retard reflective cracking. Transportation Research Record, 1896(1), pp.177-186 .

-Cleveland, G. S., Button, J. W., & Lytton, R. L., (2003), "Geosynthetics in flexible and rigid pavement overlay systems to reduce

- reflection pavement cracking systems". Geosynthetics International, 14(5), pp.287-297 .
- Sanders, P., Brown, S., & Thom, N., (1999), "Reinforced asphalt for crack and rut control Paper presented at the Seventh Conference on Asphalt Pavements", Southern Africa.
- Shafabakhsh, G., & Ahmadi, S., (2019), "Reflective cracking reduction by a comparison between modifying asphalt overlay and sand asphalt interlayer: an experimental evaluation. International Journal of Pavement Engineering, pp.1-9 .
- Shalaby, A., & Fréchet, L., (2000), "Reflective cracking on C-SHRP long term pavement performance sites. Paper presented at the Reflective Cracking In Pavements-Research In Practice", Proceedings Of The 4th International Rilem Conference, pp.26-30. March 2000, Ottawa, Canada.
- Storsteen, M., & Rumpca, H., (2000), "Evaluation of geosynthetics in Asphalt overlays of jointed concrete pavements", Retrieved from Von Quintus, H., Mallela, J.,
- Weiss, W., & Shen, S., (2009), "Techniques for Mitigation of Reflective Cracks", Technical Guide AAPTP Project 05-04. Airfield Asphalt Pavement Technology Program, Auburn University, Alabama, USA .
- Zhang, K., Zhang, Z., & Luo, Y., (2018), Material Composition Design and Anticracking Performance Evaluation of Asphalt Rubber Stress-Absorbing Membrane Interlayer (AR-SAMI), Advances in Materials Science and Engineering.
- conference, 26-30 march 2000, ottawa, canada.
- Nithin, S., Rajagopal ,K., & Veeraragavan, A. (2015), "State-of-the art summary of geosynthetic interlayer systems for retarding the reflective cracking", Indian Geotechnical Journal, 45(4), pp.472-487 .
- Norambuena-Contreras, J., & Gonzalez-Torre, I., (2015), "Influence of geosynthetic type on retarding cracking in asphalt pavements", Construction and building Materials, 78, pp.421-429 .
- Ogundipe, O. M., (2012), "Mechanical behaviour of stress absorbing membrane interlayers. University of Nottingham.
- Ogundipe, O. M., Thom, N., & Collop, A . (2013), "Investigation of crack resistance potential of stress absorbing membrane interlayers (SAMIs) under traffic loading", Construction and building Materials, 38, pp.658-666 .
- Palacios, C., (2008), "Evaluation of fiber reinforced bituminous interlayers for pavement preservation", Paper presented at the RILEM International Conference on Cracking in Pavements (6th: 2008: Chicago, Ill.).
- Penman, J., & Hook, K., (2008), "The use of geogrids to retard reflective cracking on airport runways, taxiways and aprons", Paper presented at the RILEM International Conference on Cracking in Pavements (6th: 2008: Chicago, Ill.).
- Prieto, J., Gallego, J., & Perez, I., (2007), "Application of the wheel reflective cracking test for assessing geosynthetics in anti-

# **The Effect of Stress Absorbing Membrane Interlayer (SAMI) On Fracture and Creep Resistance of Asphalt Overlay**

*Seyed Mohammad Aminzade Tabrizi, M.Sc., Student, Department of Civil Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.*  
*Alireza Sarkar, Assistant Professor, Department of Transportation Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.*

*E-mail: sarkar@srbiau.ac.ir*

Received: September 2020-Accepted: January 2021

## **ABSTRACT**

Overlaying the old pavement with new surfacing material is one of the commonly used methods for rehabilitating deteriorated pavements. The existing cracks in the old pavement propagate through the newly laid overlay and reach the free surface in due course of time. This phenomenon is referred to as reflection cracking. In general, using of stress absorbing membrane interlayer (SAMI) is one of the methods to control reflective ceacking. The main aim of this study is the evaluation of performance of SAMI in high stress level. The SAMIs in this study made by porous asphalt and Stone Mastic Asphalt (SMA) and paved between the old asphalt pavement and new surfacing layer. To do so, first test specimens made up of 2 and 3 layers which respectively were without and with SAMI. Afterwards to investigate the performance of SAMIs, dynamic creep test and specific fracture test by new geometry carried out. The fracture test able to simulate/model reflective growth in mixed modes I/III of fracture mechanism. The findings of study indicated that using this type of SAMIs reduce the fatigue life and cannot able to retard reflective cracking. Also, using SAMIs result in deformation increase.

**Keywords:** SAMI, Reflective Cracking, Fracture Mechanism, Creep