

## دراسة تأثير الأشعة فوق البنفسجية على الخصائص الميكانيكية لنماذج من السيور المطاطية المفلكنة

الدكتورة ميساء شاش\*

(تاريخ الإيداع 24 / 9 / 2014. قُبل للنشر في 14 / 1 / 2015)

### □ ملخص □

يتضمن البحث دراسة تجريبية لمعرفة تأثير الأشعة فوق البنفسجية (أشعة UV) على السلوك الميكانيكي للسيور المطاطية المفلكنة المستخدمة في عمليات النقل المختلفة، وبشكل خاص السيور المستخدمة في معمل اسمنت طرطوس، من خلال تحضير عينات مختلفة من هذه السيور وتعرضها لأشعة UV لفترات زمنية مختلفة، ومن ثم اختبارها على الشد وعلى الاهتراء. وقد تمت مقارنة النتائج مع عينات مماثلة للعينات المختبرة لم تتعرض لأشعة UV، كما تمت المقارنة مع عينات تم تسخينها بالفرن، وذلك من أجل الوصول إلى الشروط المثالية لاستخدام هذه السيور الذي يضمن فترة استخدام أطول وبشروط آمنة. وأظهرت الدراسة أن للأشعة فوق البنفسجية أثر على زيادة معدل الاهتراء، وكذلك على زيادة قوة الشد الطولية للسيور المدروسة. حيث أن زيادة قوة الشد الطولية تزيد من معدل الاهتراء لهذه السيور.

**الكلمات المفتاحية:** السيور المطاطية المفلكنة، الاهتراء، أشعة (UV)، قوة الشد.

\* مدرسة - قسم المعدات والآليات - كلية الهندسة التقنية - جامعة تشرين - طرطوس - سورية

## Study the effect of ultraviolet radiation on the mechanical properties of vulcanizing rubber belts models

Dr. Mayssa chache \*

(Received 24 / 9 / 2014. Accepted 14 / 1 / 2015)

### □ ABSTRACT □

This study includes an experimental work to determine the effect of ultraviolet radiation (uv-rays) on the mechanical behavior of the conveyor rubber vulcanizing, which used in various transport operations, and in the cement plant Tartus. In this work, it has been prepared different samples of belts, and they were exposed to uv radiation at different times, then they were tested to know its wear and tensile strength.

The results were compared with samples similar to the samples tested, which was not exposed to the rays of UV, and with other samples exposed to temperatures, and that in order to reach the ideal conditions for the use of these belts, which ensures longer period of use and safe conditions. This study showed that uv-rays increase the average of wear and the tensile strength of belts.

**Key words:** rubber belts, wear, radiation (UV), tensile strength.

---

\*Assistant Professor, equipments and Machinery Department, Faculty of Technology Engineering, Tishreen university, Tartous.

**مقدمة:**

تعد سيور النقل المطاطية من أرخص طرق النقل المتوسط والطويل، كما أنها صديقة للبيئة، إذا ما قورنت بوسائل نقل المواد التقليدية، كالسيارات والشاحنات، وما تتطلبه من استخدام يد عاملة إضافية، واستخدام الوقود لتسيير الآليات، وما ينتج عنه من تلوث بيئي، لذلك تعتبر السيور من أكثر الوسائل اقتصادية، بالإضافة إلى تمتعها بمرونة كبيرة أثناء عملية النقل، أيًا كانت طبيعة المنطقة من حيث المرتفعات والمنخفضات، ومن ميزاتنا أيضاً أنها تصلح لنقل كميات صغيرة وكبيرة من المواد [1].

تتألف السيور المدروسة من المطاط وألياف البولي استر والبولي أميد المتوضعة بشكل طبقات فوق بعضها البعض، حيث يتم تصنيعها بوضع المواد الخام (مطاط) حسب خلطة كل سير، وكذلك تحسب المواد الكيميائية وتوزن بعناية مع إضافة الزيوت والكربون الأسود تلقائياً داخل آلة التشغيل لتشكيل الخليط الأساسي. بعد ذلك تسخن العجينة وتخلط جيداً، وبعد انقضاء الوقت المحدد يتم وضع الخليط في المطحنة ويعجن مرة أخرى حتى يصبح ناعماً وطرياً ومرناً، وبعد الاكتمال تعلق العجينة كستائر حتى تبرد وذلك لمنع العجينة (الكاوتشوك) من الالتصاق [2].

كل مجموعة كاوتشوك يتم تحديدها ويتم إرسال عينة منها للاختبار، حيث يتم اختبار كل دفعة والتأكد من أنها تحقق المعايير عالية الجودة، ثم يتم الإفراج عن مجموعة الكاوتشوك المختبرة. بعد ذلك ينقل السير إلى مرحلة الإعداد الزمني، في هذه المرحلة تبدأ السيور في اتخاذ الشكل الصلب حيث يتم مزج الحشوة مع المواد الخام غير المطبوخة. وبعدها يوضع الكاوتشوك في المطحنة الدوارة مثل شريط الفيليم، ويتم مزج الحشوة بالكاوتشوك من خلال المقرصنة (آلة تشكيل المطاط) حيث يتم ضغط الكاوتشوك بين طبقات الحشوة.

يمكن أن يتم تكرار الطبقات عدة مرات حتى الحصول على المنتج النهائي المطلوب، حيث يتم وضع الحشوة بين طبقة أو اثنتان وبمجرد تحقيق السماكة المطلوبة يتم وضع السير في المكبس الرئيس تحت درجة حرارة  $150\text{ C}^\circ$  و ضغط قدره 30 bar . يكون قد عولج كل جزء من السير في هذه المرحلة. في النهاية يدخل السير الى قسم مراقبة الجودة حيث يتم معاينة كل متر بشكل نهائي قبل أن يخرج إلى المستهلك.

غالباً ما يؤخذ بعد هذه المرحلة عينة أخرى، لإجراء مزيد من التجارب لضمان الجودة العالية، حيث تقطع السيور بواسطة ماكينة خاصة إلى مقاسات وأطوال مختلفة حسب الطلب، حيث أنها تقطع السير وتقوم بعزل الحواف في عملية واحدة [2].

الغاية الأساسية للمطاط الذي يشكّل غطاء السيور هي حماية الهيكل من المواد التي تنقلها والعتلات التي تتداخل معها. حيث إن السيور الناقلة تتعرض للتآكل الناتج عن:

- احتكاك المواد المنقولة مع المطاط وهذا ما يشار إليه بمقاومة الاحتكاك والاهتراء حيث يميل الغطاء الناقل إلى التآكل بنعومة وبشكل متساوي.

- كثافة المواد المنقولة وسرعة النقل، حيث يزداد معدل التآكل في حال كانت المواد ثقيلة وسرعة النقل كبيرة.

- التقطع والانهيان عن طريق حصر مواد أو أسطح مادة من المواد عند نقلها مثل تقطع السير الناقل وزوال الطبقة المطاطية في أماكن الاختناق.

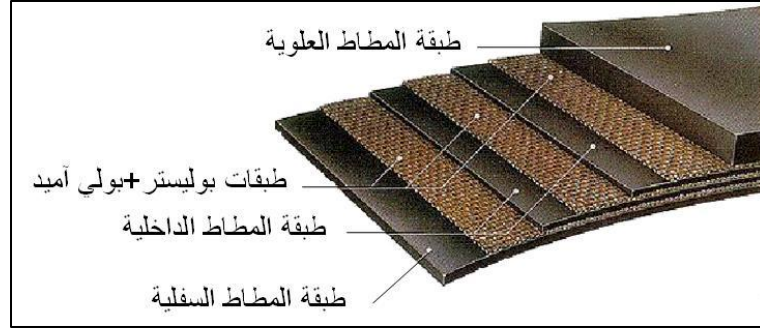
سندرس في هذا البحث أثر الأشعة فوق البنفسجية على تغير الخواص الميكانيكية للسيور العاملة، وخصوصاً على الطبقة المطاطية بشكل خاص، حيث سنبين سبب آخر للتآكل والاهتراء في السيور العاملة، وهو التآكل الناتج عن تشقق الطبقة المطاطية بفعل تعرضها للأشعة فوق البنفسجية.

## أهمية البحث وأهدافه

انطلاقاً من أهمية السيور الناقلة في عمليات نقل المواد، وانطلاقاً من المشاكل التي تتعرض لها هذه السيور من عمليات تمزق واهتراء، مما يؤدي إلى توقيف العمل أحياناً، خصوصاً أن قسماً كبيراً من هذه السيور غير مغطى ويتعرض لأشعة الشمس والظروف البيئية المختلفة، لذلك فإن الهدف من هذا البحث دراسة تأثير الأشعة فوق البنفسجية على الخصائص الميكانيكية لهذه السيور.

### • خصائص ومواصفات السيور المطاطية:

تتألف السيور المطاطية المستخدمة في هذا البحث من المطاط المفلكن [3] كطبقات علوية وسفلية تختلف سماكاتها حسب مجال الاستخدام، ويوجد المطاط أيضاً كطبقات داخلية فاصلة بين الحشوة التي تتوضع كطبقات، ويختلف عدد هذه الطبقات حسب الاستخدام. أما الحشوة فتتألف من البوليستر والبولي أميد كما هو مبين في الشكل (1).



الشكل (1): تركيبة السير المطاطي

يتوضع البوليستر في الاتجاه الطولي والذي يؤمن الخصائص التالية للسير:

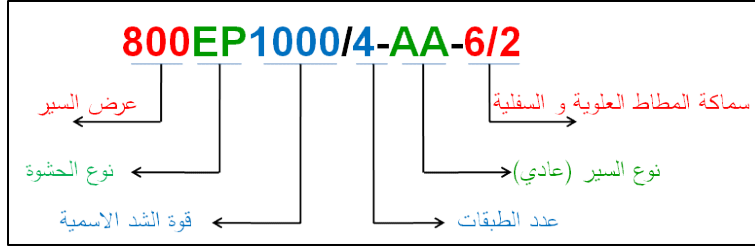
- 1- قوة شد عالية ومقدار استطالة منخفض.
- 2- قوة جيدة للمواد الكيميائية.
- 3- خصائص حرارية عالية.
- 4- قدرة عالية لامتصاص الطاقة.
- 5- وزن خفيف.

في حين يتوضع البولي أميد في الاتجاه العرضي، حيث يؤمن الخصائص التالية:

- 1- قوة شد عالية ودرجة استطالة عالية.
- 2- قابلية جيدة لتحمل الضغط.
- 3- قدرة عالية لامتصاص الطاقة.

تتضمن الرموز الفنية للسيور المطاطية المفلكنة تحديداً لعرض السير ونوع الحشوة، كذلك تتضمن قوة الشد المسموح بها للسير، وعدد الطبقات المكونة للسير، بالإضافة لسماكة الطبقات العلوية والسفلية للمطاط المستخدم [4] كما هو مبين في الشكل (2).

يبين الجدول (1) أهم أنواع السيور المطاطية المستخدمة في عمليات الإنتاج في شركة اسمنت طرطوس ومواصفاتها الفيزيائية والميكانيكية والحرارية.



الشكل(2): الرموز الفنية للسير المطاطي

الجدول / 1 / أنواع السيور المطاطية المدروسة ومواصفاتها الفيزيائية والميكانيكية والحرارية[4]

اسم المادة	سير مطاطي	سير مطاطي	سير مطاطي
الرمز الفني	1200EP1250/5-AA-6/2	800EP1000/4-AA-6/2	650EP500/3-AA-4/2
عرض السير mm	1200	800	650
نوع الحشوة	EP	EP	EP
قوة الشد الطولية N/mm	1250	1000	500
عدد الطبقات	5	4	3
سماعة الطبقة العلوية mm	6	6	4
سماعة الطبقة السفلية mm	2	2	2
سماعة السيور الكلية mm	≈15	≈15	≈11
مجال تحمل الحرارة C°	0÷40	0÷60	≈50
مكان استخدامه	يستخدم لنقل الكلس	يستخدم لنقل الكلس	يستخدم لنقل أكياس الاسمنت

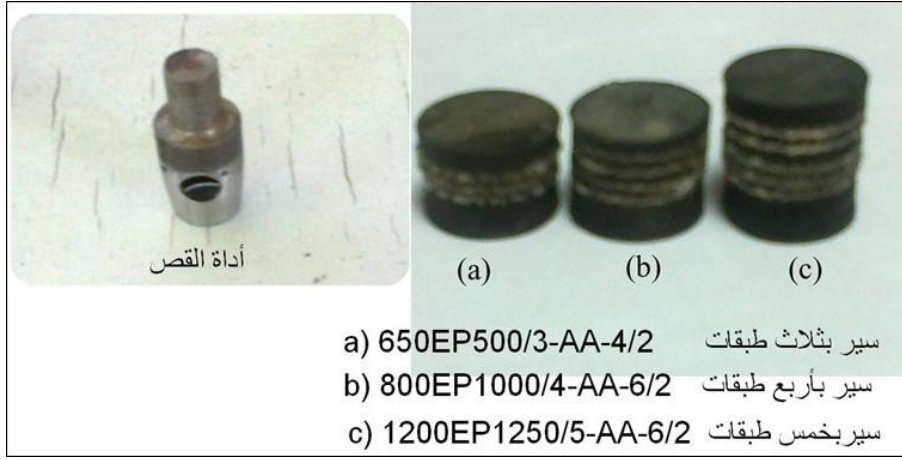
### طرائق البحث و موادہ:

أجري البحث على ثلاث عينات من السيور المطاطية الموصفة في الجدول(1). حيث تم تعريضها للأشعة فوق البنفسجية لفترات زمنية مختلفة، ومن ثم اختبارها على الشد والاهتراء، حيث استخدمت الأجهزة التالية:

- جهاز التشعيع بالأشعة فوق البنفسجية
- جهاز اختبار الاهتراء في مخبر اللدائن في كلية الهندسة التقنية.
- جهاز اختبار الشد باستخدام آلة الشد العمومية MOD:ELTB-200/W في مخبر مقاومة المواد في كلية الهندسة التقنية.

تم تحضير عينات اختبار الاهتراء من سيور جديدة غير مستعملة، ومن أجل الحصول على هذه العينات تم تصنيع أداة خاصة ذات حواف حادة من أجل قص العينات من السيور مباشرة وبشكل يدوي. بحيث تكون عينة

الاختبار ذات شكل أسطواني بقطر 16 mm وارتفاعها هو سماكة السير التي تختلف بحسب عدد طبقات الحشوة كما هو مبين في الشكل (2).



الشكل (3): أداة قص العينات، وشكل العينات المدروسة

بينت الدراسات [5] أن أعلى قيم لقوة الشد يتم الحصول عليها من قطع اختبار مستطيلة الشكل. لكنه لم يتم اعتماد هذا الشكل لأنه يؤدي إلى انكسارات متكررة عند حواف قطعة الاختبار أو في المقابض. كما أظهرت هذه الدراسات أنه يمكن الحصول على أعلى قيم لقوة الشد من أجل قطعة اختبار ذات نصف قطر انحناء أكبر ما يمكن. انطلاقاً من هذه الدراسات تم تحضير عينات اختبار الشد بشكل مطابق للمواصفة القياسية [5] كما هو موضح بالشكل (4) والذي يؤمن الحصول على أعلى قيم لقوة الشد للعينات المختبرة. حيث تم قص عينات بشكل متتالي من

سيور جديدة وهي من الأنواع التالية:

650EP500/3-AA-4/2

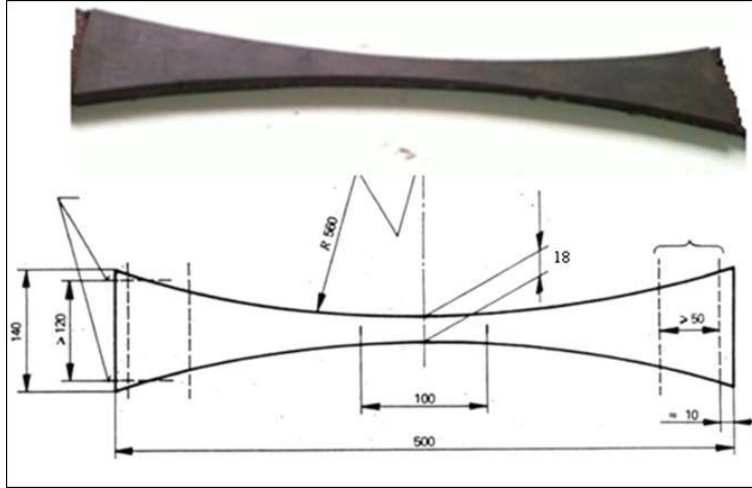
800EP1000/4-AA-6/2

1200EP1250/4-AA-6/2

وتم اختبارها وفق الخطوات التالية:

(1) اختبار العينات بدرجة حرارة الغرفة.

(2) اختبار العينات تحت تأثير الأشعة فوق البنفسجية لفترات زمنية مختلفة.



الشكل (4): شكل عينات الشد

#### • اختبار الاهتراء

يتم الاختبار عن طريق تثبيت العينة في حامل قطعة الاختبار بننوء  $2 \pm 0.2$  mm من الفتحة. نعيد حامل قطعة الاختبار بحيث يلامس ورق الصنفرة الملصق على الاسطوانة، و يبدأ الاختبار حيث يتحرك حامل العينة حركة شوطية على ورق الصنفرة بحيث يقطع مسافة قدرها 40 m، وهي المسافة المعيارية لاختبار المطاط وفق المعايير القياسية [6].

يتم حساب معدل الاهتراء كتابع لدرجة كشط ورق الصنفرة و التي تؤخذ 200 mg لمسافة احتكاك قدرها 40 m ثم نقوم بحساب الحجم المفقود  $v$  وفق العلاقة :

$$v = \frac{\Delta m \times S}{\alpha \times \rho}$$

$v$ : الحجم المفقود  $\text{mm}^3$

$\Delta m = m_1 - m_2$  (mg) : وزن المادة المزالة

$m_1$  (mg) : وزن العينة قبل التجربة.

$m_2$  (mg) : وزن العينة بعد التجربة.

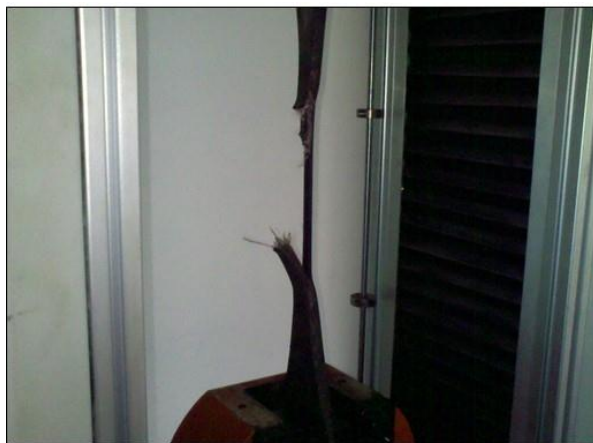
$S = 200$  mg ثابت درجة التآكل المحسوبة وفق مسافة احتكاك قدرها 40 m .

$\alpha$ : متوسط درجة الكشط لورق الصنفرة المستخدم و أخذت 180 mg .

$\rho$  : كثافة المطاط، وبعد قياس كثافة المطاط المستخدم، أخذت  $\rho = 1.2 \text{ mg/mm}^3$ .

#### • اختبار الشد

يتم في البداية قياس عرض العينة عند أصغر مقطع ثم تُثبت العينة بين فكي آلة الاختبار. حيث تكون المسافة بين المقابض  $200 \pm 10$  mm كما هو موضح في الشكل (5-a) وبعدها تطبق قوة بشكل مستمر بسرعة 1000 mm/min حتى انقطاع العينة [7].



الشكل (5-b): آلية انقطاع السير



الشكل (5-a): تثبيت عينة الاختبار بين المقابض

أما بالنسبة لقراءة النتائج، نأخذ قيمة القوة عند أول ظهور للتمزق في المطاط والتي تمثل قوة الشد الاسمية، ثم نقرأ قيمة القوة التي انهار عندها السير ونسجل قوة الكسر [8]، كما هو موضح في الشكل (5-b).  
تحتسب قوة الشد للسير بالنسبة لعرض السير وفق العلاقة:

$$\sigma = \frac{F_{\max}}{B} \quad N/mm$$

حيث:

$F_{\max}$  : تمثل القوة التي انهار عندها السير و هي مقدرة ب N

$B$  : عرض المقطع الأصغري للسير مقدراً ب mm.

### النتائج والمناقشة:

#### 1- نتائج اختبار الاهتراء:

##### • تأثير الزمن على معدل الاهتراء:

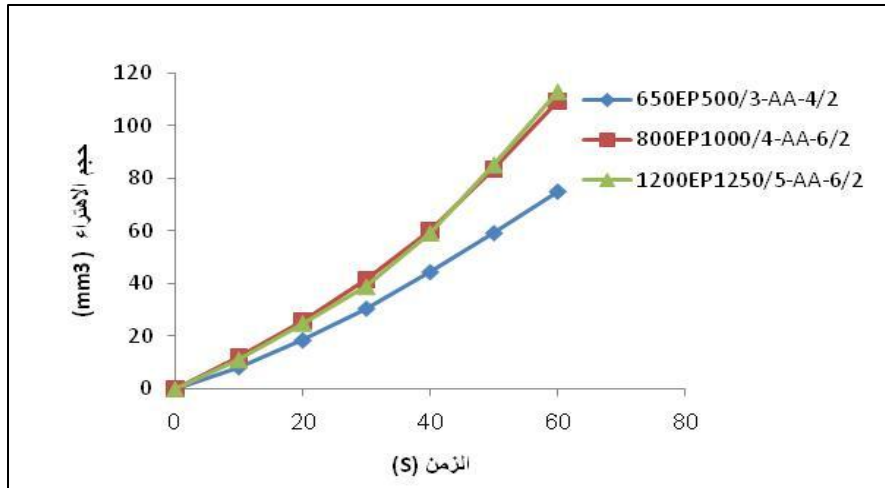
يتم اختبار الاهتراء المعياري وفق المواصفة القياسية العالمية [6] خلال دقيقة واحدة، ولدراسة معدل الاهتراء خلال الزمن المعياري، قمنا بمعايرة المؤقت الزمني للجهاز ليتوقف كل عشر ثواني من زمن التجربة، وقياس معدل الاهتراء ومن ثم متابعة التجربة لعشر ثواني وهكذا حصلنا على الشكل (6) الذي يوضح تزايد قيم الاهتراء مع الزمن، حيث يمثل المحور الأفقي الزمن والمحور الرأسي حجم الاهتراء، يتم تزايد الاهتراء مع الزمن وفق المعادلة التالية:

$$V = 0.011 t^2 + 1.03 t - 0.154$$

حيث t: الزمن بالثانية

V : حجم الاهتراء ب mm<sup>3</sup>





الشكل (6) تأثير الزمن على معدل الاهتراء

#### • تأثير أشعة UV على معدل الاهتراء:

من أجل دراسة تأثير أشعة UV على معدل الاهتراء للسيور المطاطية. قمنا بأخذ عدد من العينات لكل نوع من السيور، ووضعها في جهاز UV في كلية الهندسة التقنية، حيث تم تعريضها لهذه الأشعة وفق الجدول الزمني التالي:

- مدة 5 ساعات، وتم اختبارها.

- مدة 15 ساعة ومن ثم اختبارها.

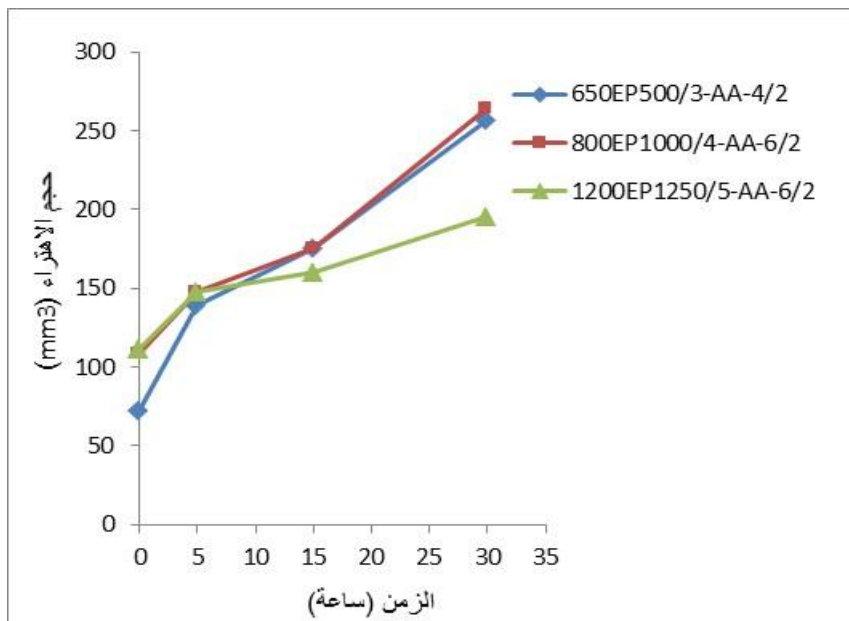
- مدة 30 ساعة ومن ثم اختبارها.

تم اختبار العينات السابقة وفق اختبار الاهتراء المعياري [6]، كما تم اختبار عينات من السيور المدروسة لم

تتعرض لأشعة UV.

سُجّلت النتائج على المخطط المبين في الشكل (7) الذي يوضح تأثير أشعة UV على معدل الاهتراء كتابع

للزمن، حيث أن كل قيمة على المخطط تمثل متوسط لثلاث قراءات.



الشكل(7): تأثير أشعة UV على معدل الاهتراء

نستنتج من دراسة هذا المخطط أن حجم الاهتراء للعينات التي لم تتعرض للأشعة فوق البنفسجية يتراوح بين  $75 \div 112 \text{ mm}^3$  حسب نوع السير (عند الزمن=0). بينما نلاحظ أن حجم الاهتراء للعينات التي تعرضت لأشعة UV لأنواع السيور المدروسة، تزايد بشكل كبير وبلغ  $195 \div 264 \text{ mm}^3$ . أي أن حجم الاهتراء ازداد بعد التعرض لأشعة UV لمدة 30 ساعة بمعدل وسطي قدره 2.5% للسيور المختبرة. يمكن تفسير ذلك، بأنه بازياد زمن التعرض لأشعة UV تتطاير المواد الملدنة الموجودة ضمن المطاط، مما يزيد صلابته، و بالتالي ازدياد حجم الاهتراء [11]، [9]، [10].

## 2- نتائج اختبار الشد:

وضعنا العينات التي تم تحضيرها في جهاز أشعة UV وفق الآلية التي اعتمدت لعينات الاهتراء ووفق البرنامج الزمني نفسه، ومن ثم تم اختبارها على الشد. سجلت النتائج في الجدول (2). باعتبار أن السيور المدروسة هي عبارة عن طبقات من المطاط متوضعة بشكل متناوب مع طبقات من البوليستر والبولي أميد (طبقة مطاط - طبقة بوليستر+بولي أميد) مغطاة من الجهتين بطبقة من المطاط ذات سماكات مختلفة كما هو مذكور في الجدول / 1/. يمكننا الاستنتاج من هذه التركيبة بأن بنية السير هي عبارة عن بنية مركبة [12]، [13]، لذلك قمنا عند دراسة الخواص الميكانيكية للسيور بحساب قوى الشد وفق المقطع العرضي للسير وكذلك وفق المقطع الطولي، أظهرت نتائج اختبار العينات اختلاف في قيم قوى الشد حسب المقطع المدروس، وسُجلت النتائج في الجدول / 2/. نلاحظ من الجدول أن قيم قوة الشد في الاتجاه الطولي أكبر منها في الاتجاه العرضي للسير.

الجدول / 2/ قيم قوة الشد في الاتجاهين الطولي والعرضي

قوة الشد في الاتجاه العرضي N/mm			قوة الشد في الاتجاه الطولي $F_B$ (20mm) N/mm			زمن التعرض للأشعة فوق البنفسجية (ساعة)	نوع السير المستخدم
III	II	I	III	II	I		
463.6	384	218	1159	960	545	0	650EP500/3-AA-4/2(I) 800EP1000/4-AA-6/2(II) 1000EP1250/5-AA-6/2(III)
509	417	223	1272.7	1043	557.5	5	
536.4	449	300	1340.9	1122.7	750	15	
545,9	468.9	328.5	1364.7	1171.6	821.5	30	

ندرس من أجل تفسير هذه النتيجة خصائص السير وفق الاتجاه الطولي والاتجاه العرضي:

1- الشد وفق المحور الطولي للسير:

هذه الحالة موضحة في الشكل (8-a) حيث أن الإجهادات تعطى وفق قانون هوك:

$$\sigma_1 = E_1 \cdot \varepsilon_1$$

حيث:  $\sigma_1$  : قيمة الاجهاد في السير وفق الاتجاه الطولي

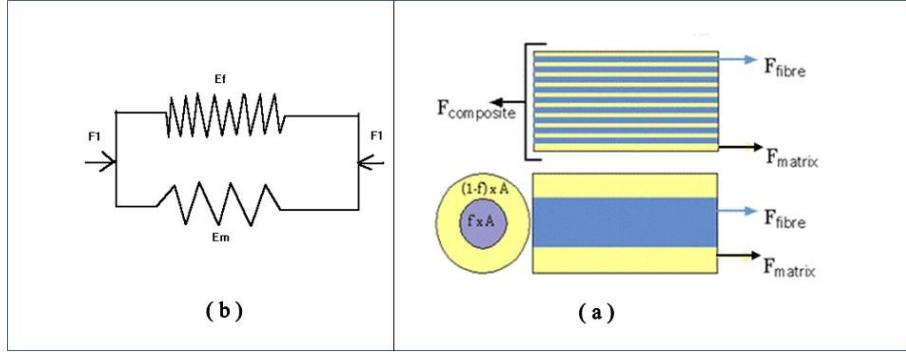
$\varepsilon_1$  : انفعال السير وفق المحور الطولي.

$E_1$  : معامل مرونة السير في الاتجاه الطولي.

تكون في هذه الحالة الانفعالات في الألياف والرابط متساوية ومساوية لقيمة الانفعالات الكلية أي:

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_f = \varepsilon_m$$

وكان الألياف والرابط متصلة فيما بينها على التفرع، كما هو مبين في الشكل (8-b).



الشكل(8): القوة المطبقة وفق المحور الطولي

بينما الإجهادات الكلية هي مجموع الإجهادات التي تتعرض لها الألياف و الرابطة  $\sigma_m$  مضروبة بحجم كل منها، و تعطى بالعلاقة:

$$\sigma = \sigma_f V_f + \sigma_m V_m = E_f \cdot \varepsilon_1 V_f + E_m \varepsilon_1 V_m$$

حيث أن:

$V_m$ : النسبة الحجمية للمادة الرابطة.

$V_f$ : النسبة الحجمية للألياف.

$E_m$ : معامل المرونة للمادة الرابطة.

$E_f$ : معامل المرونة للألياف.

وبالتالي معامل المرونة (معامل الصلابة)  $E_1$  لهذه الحالة تعطى بالعلاقة :

$$E_1 = \frac{\sigma_1}{\varepsilon_1} = E_f V_f + E_m V_m$$

تسمى هذه العلاقة بقاعدة المزج، حيث يعطي معامل الصلابة كتابح لحجم الطور المشكل للمادة المركبة من طورين.

2- الشد وفق المحور العرضي للسير :

تتعرض العينة المدروسة لقوى شد وفق المحور العرضي للألياف كما هو الشكل (9-a) تعطى الاجهادت بالعلاقة:

$$\sigma_2 = E_2 \cdot \varepsilon_2$$

حيث:  $\sigma_2$  : قيمة الاجهاد في السير وفق الاتجاه العرضي.

$\varepsilon_2$  : انفعال السير وفق المحور العرضي.

$E_2$ : معامل مرونة السير في الاتجاه العرضي.

نلاحظ بأن الإجهادات المطبقة على العينة تساوي إلى قيمة الإجهادات المطبقة على الألياف وكذلك مساوية

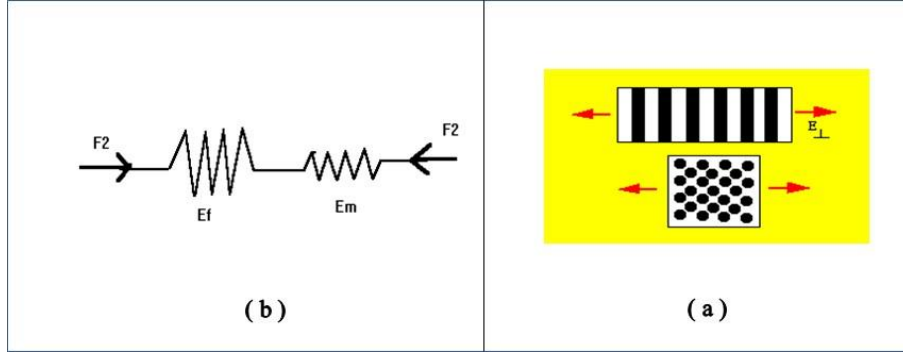
لقيمة الإجهادات المطبقة على الرابطة أي :

$$\sigma_2 = \sigma_f = \sigma_m$$

بينما التشوهات الناتجة تساوي مجموع التشوهات الناتجة في كل من الليف والرابطة مضروبة بحجم كل منها أي:

$$V \varepsilon_2 = \varepsilon_f V_f + \varepsilon_m V_m$$

وكأن الألياف والرابط موصولين على التسلسل، كما هو مبين في الشكل (b-9).



الشكل (9): القوة المطبقة وفق المحور العرضي للسور

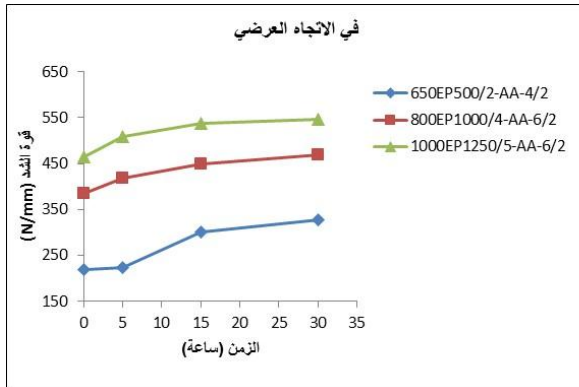
نحسب من هذه العلاقة معامل الجساءة ( $E_2$  الصلابة) :

$$\frac{1}{E_2} = \frac{V_f}{E_f} + \frac{V_m}{E_m}$$

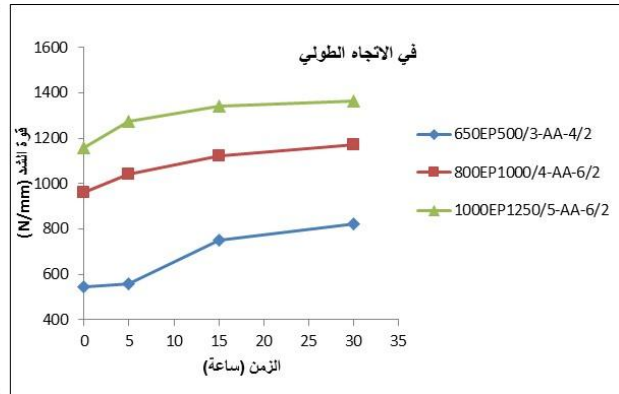
إذا وفق قاعدة المزج نحصل على قيمتين لمعامل المرونة بحيث تعد: قيمة معامل المرونة المحسوب وفق الحالة الأولى كحد أعلى للمادة المركبة (تحميل طولي). ومعامل المرونة المحسوب وفق الحالة الثانية كحد أدنى للمادة المركبة (تحميل عرضي). [13]

نستنتج من هذه الدراسة أن معامل المرونة الطولي أكبر قيمة من معامل المرونة العرضي، وبالتالي فإن قيم قوة الشد وفق الاتجاه الطولي المقابلة لمعامل مرونة أكبر تكون قيمتها أكبر من قيمها في الاتجاه العرضي.

من جهة ثانية درسنا العلاقة بين قيم قوة الشد وزمن التعرض لأشعة UV، فحصلنا على النتائج الموضحة في المخططين (10) و (11) وفق الاتجاه الطولي ووفق الاتجاه العرضي على الترتيب، حيث نلاحظ أن قيم قوة الشد للعينات التي لم تتعرض للأشعة فوق البنفسجية (الزمن = 0) تساوي تقريباً قيم قوة الشد الاسمية الموصفة في الجدول 1/، و مع التعرض للأشعة تزداد قيم قوة الشد لأنواع الثلاثة المدروسة بنسب مختلفة، و تزداد قيم قوة الشد مع ازدياد زمن التعرض لأشعة UV لتبلغ أعلى قيم عند التعرض لمدة 30 ساعة، حيث ازدادت بمعدل وسطي قدره 1.3%.



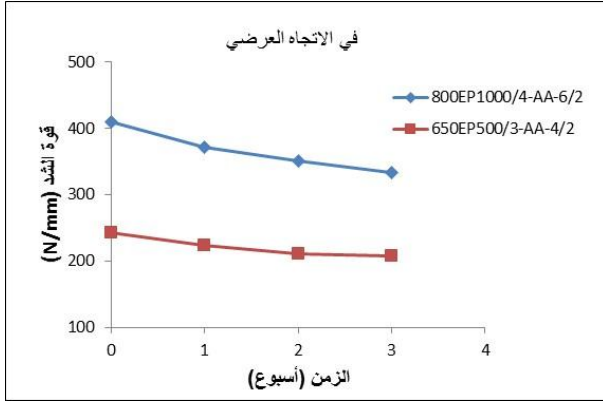
الشكل(11): قوة الشد في الاتجاه العرضي



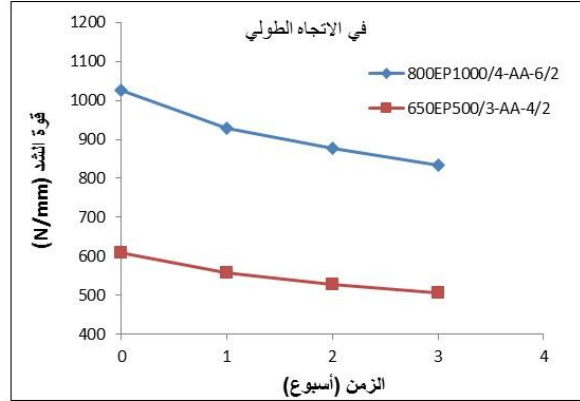
الشكل(10): قوة الشد في الاتجاه الطولي

ان زيادة قوة الشد من الناحية الميكانيكية يعني زيادة معامل المرونة وتناقص قيم الانفعال المرن للمادة وبالتالي زيادة صلابة المادة، وهذا يفسر تزايد معدل الاهتراء في العينات المدروسة [10].

تمت مقارنة هذه النتائج مع عينات من نوعين من السيور المدروسة، حيث سُخِّنت حتى الدرجة  $75^{\circ}\text{C}$  (درجة حرارة التقادم للمطاط) و البقاء عند هذه الدرجة فترات زمنية مختلفة فحصلنا على النتائج الموضحة في المخططين (12) و (13) وفق الاتجاه الطولي و الاتجاه العرضي على الترتيب. بدراسة هذين المخططين يبدو جلياً تناقص قيم قوى الشد مع ازدياد زمن البقاء عند هذه الدرجة.



الشكل(13): قوة الشد في الاتجاه العرضي



الشكل(12): قوة الشد في الاتجاه الطولي

نستنتج من خلال هذه المقارنة أن تأثير درجة الحرارة على قوة الشد للسيور المطاطية المفككة يناقض تأثير الأشعة فوق البنفسجية، حيث أنه بتناقص قيم قوة الشد تزداد متانة السير، وبالتالي تناقص معدل الاهتراء. على عكس تأثير الأشعة فوق البنفسجية التي تؤدي الى زيادة قوة الشد بازدياد زمن التعرض لها، وبالتالي زيادة صلابة السير وازدياد معدل الاهتراء.

### الاستنتاجات والتوصيات:

من خلال عرض نتائج الاختبارات على عينات مختلفة من السيور المطاطية يمكن التوصل إلى أهم الاستنتاجات:

- 1- إن دراسة السير يجب أن تتم باعتبار أن السير مادة مركبة غير متجانسة ومتباينة الخواص.
  - 2- يزداد معدل الاهتراء مع ازدياد زمن التعرض للأشعة فوق البنفسجية.
  - 3- تزداد قوة الشد الطولية مع ازدياد زمن التعرض للأشعة فوق البنفسجية.
  - 4- إن ازدياد قوة الشد الطولية يزيد من معدل الاهتراء لهذه السيور.
- نوصي بتغطية السيور المطاطية لأن ذلك يؤدي الى حمايتها من الأشعة فوق البنفسجية، وبالتالي المحافظة على خواصها الميكانيكية وإطالة عمر الاستخدام لهذه السيور.

**المراجع:**

- [1] SPIVANKOSKY .A., DYACHKOV .V. *Conveyors and Related Equipement*, Peace publisher Moscow, pp- 64-116 .
- [2] DUNLOP Company . *Conveyor book technique*.
- [3] *Trelleborg Conveyor belting and accessories (catalogue)*
- [4] وثائق AMK ذات الأرقام /304/أفران،/501-111/ مطاحن الاسمنت،/1004-1005-1006-1013/ تعبئة، /105/ مطاحن المواد الأولية.
- [5] ISO/R283-1983 *E International Standard ISO 283-1983(E)*
- [6] IS 1891 part 1 ,1994.
- [7] ISO/.283-1980 *E International Standard”Full thickness tensile strength and elongation of conveyor belts- specifications and method test”*.
- [8] ASTM D378-77. *Standard Method of Testing Rubber Belting , flat type*.
- [9] KADAKIA,M.C Goodyear EPD. *Resistance of Rubber Conveyor Belt*. Member, NIBA Education/Technical Committee, Beltline Reprint December, 2007
- [10] MUHR.A.H,& ROBERTS, A.D. *Rubber abrasion and wear*. Wear, Vol.158, 1992, pp. 213-228.
- [11] DICK,J.S. *Vulcanizate physical properties, performance characteristics and testing*. 2001
- [12] MOLIMARD. J. EMSE 2004. *Mécanique des Matériaux composites*
- [13] TAYLOR & FRANCIS GROUP, LLC. *Mechanics of composites materials*, 2006,second edithon.