دراسة تأثير العوامل الجوية على بعض خواص المادة المركبة من البولي ايثيلين منخفض الكثافة و الصوف الطبيعي

د.منتجب الخضري*

(الإيداع: 12 تموز 2020 ، القبول: 1 تشرين الثاني 2020)

الملخص:

تم في هذا البحث استخدام الصوف الطبيعي كمادة طبيعية مضافة للبولي ايثيلين بهدف دراسة تأثير إضافته على بعض خواص المادة المركبة الناتجة وتم الاستفادة من الأبحاث السابقة من خلال عمليات معالجة الصوف قبل إضافتها وتم الى أنه عند النسبة الوزنية بمقدار 10 % من الصوف نحقق أعلى نسبة من امتصاص الماء و زمن الاحتراق لكن مقاومة الانضغاط تزداد بازدياد نسبة المادة المضافة ثم تم دراسة تاثير العوامل الجوية على المادة الناتجة حيث وضعت في الجو الخارجي لمدة 4 أشهر وأعيد إجراء الاختبارات عليها وتم ملاحظة الفرق الحاصل قبل وبعد التعرض للعوامل الجوية .

الكلمات المفتاحية: بولي ايثيلين منخفض الكثافة، صوف، مواد مركبة

* جامعة البعث (كلية الهندسة الكيميائية والبترولية)– سوريا.

Studying the Effect of Weather Conditions on some Properties of LDPE and Natural Wool Composite Material

Montajb al-khodary*

(Received: 12 July 2020 , Accepted: 1 November 2020)

Abstract:

In this research, natural wool was used as a natural additive to polyethylene in order to study the effect of its addition on some properties of the resulting composite material. Previous research was used through the processes of treating wool before adding, and it was concluded that at the weight percentage of 10% wool the higher rate of water absorption and the higher combustion time had been achieved, but compressive strength increases with the increase in the percentage of the additive. Then the effect of weather factors on the resulting material was studied, where it was placed in the out door atmosphere for a period of 4 months ; the tests were repeated and the difference was observed before and after exposure to weather factors

Keywords: LDPE, Natural Wool, Composite Materials

* Al-Baath University (Faculty of Chemical and Petroleum Engineering)- Syrian Arab Republic.

1–مقدمة:

تعرف المواد المركبة بأنها المواد التي تتكون من دمج نوعين أو أكثر من المواد الأساسية (معادن ، بولميرات ،سيراميك) لإعطاء خواص مطلوبة في المادة، علماً أنه لا يوجد تفاعل كيماوي بين مكونات هذا الخليط وكل مادة تحتفظ بخواصها الأساسية التي كانت تملكها منفردة، مثال ذلك البوليمرات المقواة التي تتكون من خليط من البوليمرات ومواد أخرى. حيث أن مبدأ التقوية يتمثل بالحصول على مادة مركبة ذات خواص لا تتوفر في المادة الأساس بتقويتها إما بأسلوب التقوية بالألياف أو الجسيمات وفي كلا العمليتين فإن خواص المادة المركبة تعتمد على عدة عوامل أهمها :

– الخواص النوعية لطور الأساس (Matrix)

– الطور الذي يقوم بالتقوية (Reinforcing Phase)

– الربط بين الطور الذي يقوم بالتقوية وطور الأساس

1–2–الصوف الطبيعي:

هو الغطاء الطبيعي للأغنام، و يتكون من ألياف تنمو على جلودها وتحمي جسم الحيوان من المؤثرات الخارجية، وتحافظ على درجة حرارته. تُصنع من الصوف أنسجة قوية تُستخدم في صناعة الملابس والسجاد وغير ذلك. والمنسوجات الصوفية سهلة التنظيف، كما أنها تقاوم الانكماش وتحافظ على رونقها وجمالها، كما يمتص الصوف الرطوبة، و يعتبر عازلاً لكل من البرودة والحرارة. تجعل هذه الخصائص الصوف مفضلاً في صناعة المعاطف والسترات والقُفَّازات، وغيرها من الملابس . الألياف الصوفية أسطوانية الشكل تقريباً وتساعد الطبقات السطحية على الحصول على الياف ملساء وتلاحمها بتأثير الحرارة وتسمى هذه الخاصية للأنسجة الصوفية بالتلبيد. [1]

1–3–تركيب الصوف

تتركب شعيرة الصوف من ثلاث طبقات:

- الطبقة الخارجية: وهي عبارة عن مادة قرنية مكونة من خلايا مفلطحة على شكل قشور أو حراشف شفافة متراصة بعضها فوق بعض ويمكن تشبيهها تماماً بقشور السمك أو الأقحاف الخارجية لجذع النخيل وعادة ما تتجه هذه الحراشف نحو طرف الشعر، وهذه الطبقة هي التي تعطي الشعيرة قساوتها ومقاومتها للعوامل الخارجية.
- طبقة ليفية خلوية: وهي تتكون من خلايا مستطيلة يبلغ طولها حوالي 100 ميكرون ويبلغ عرضها من 3 – 4 ميكرون، أما شكل المقطع العرضي لهذه الخلايا فعادة ما يكون متعدد الأضلاع غير منتظم
- طبقة نخاعية: وهي تتكون من خلايا مستديرة أو غير تامة الاستدارة، وتختلف القناة في قطرها بالنسبة لنوع الصوف، وقد تختفي هذه الطبقة أو يصعب رؤيتها في الأصواف الرفيعة.[1]

1–4–الخواص الحرارية للصوف

لعل أهم ما يميز الصوف عن الخامات الأخرى قدرته الفائقة على العزل الحراري أي قدرته على حفظ درجة حرارة جسم الإنسان، كما أنه يقلل من تأثير التيارات الهوائية الباردة الملاصقة للجسم ويقلل من اكتساب الجسم للحرارة إذا كانت درجة حرارة الجو المحيط أكثر من درجة حرارة جسم الإنسان وتفسير ذلك أن الصوف إسفنجي في تكوينه ولذلك يحتوي على عدد كبير من الجيوب الهوائية الصغيرة التي تعزل الجسم عن الجو الخارجي فإذا قلت كمية الهواء عن الحد الذي تصل فيه درجات العزل أقصاها يبدأ الصوف في فقد قدرته على العزل.[2]

1–5–الخواص الكيميائية للصوف[3]

لمعرفة الخواص الكيميائية للصوف أهمية عظمى في الصناعة وفي استعمال الأقمشة الصوفية والعناية بها، حيث يتأثر الصوف بالقلويات والمواد المؤكسدة وكذلك بالحرارة

تأثير القلويات:

يتأثر الصوف تأثراً واضحاً بالقلويات أكثر من تأثره بالأحماض بعكس القطن والألياف السيللوزية التي تعتبر أكثر حساسية للأحماض عن القلويات، ولا يتأثر الصوف بالقلويات المخففة مثل كربونات الصوديوم والنشادر، ويتحلل الصوف باستخدام القلويات المركزة مثل الصودا الكاوية.

تأثير الأحماض:

لا تؤثر الأحماض المعدنية المخففة على الصوف، لذلك يستفاد من هذه الخاصية في عملية التفحيم (الكربنة) للتخلص من النباتات والأعشاب العالقة بالصوف، وتختلف سرعة تأثير الأحماض المركزة فيه، ويقل كثيراً تأثير الأحماض العضوية عن الأحماض المعدنية في الصوف.

تأثير الحرارة:

الصوف يحترق ببطء ويعطي رائحة كريهة لدى احتراقه كرائحة القرون المحترقة، ويمكن تمييز ألياف الصوف أو الخيوط المصنوعة منه لدى حرقها بتشكل كرة متفحمة صغيرة في نهاية الجزء المحروق بخلاف ما يحدث عند حرق الألياف النباتية كالقطن[4] .

1-6 أهمية البولي ايثيلين منخفض الكثافة:

يستخدم ايثيلين كثيراً في حياتنا وخاصة في عملية البناء أو في تشكيل صناديق لنقل المواد ويتميز بخفة وزنه وسهولة استخدامه وانخفاض سعره

2-هدف البحث:

– تحسين الخواص الفيزيائية للبولي ايثيلين بهدف رفع كفاءته وتوسيع استخداماته

– استخدام مواد طبيعية كمضافات للبولي ايثيلين بهدف الحصول على مادة مركبة ودراسة بعض خواصها

– دراسة تأثير العوامل الجوية على خواص المادة المركبة الناتجة

3-مواد و طرائق البحث:

– حبيبات البولي ايثيلين منخفض الكثافة

– الصوف الطبيعي

3-1مادة التّدعيم:

صوف طبيعي سوري

يتركب الصوف من الكربون بنسبة 50% والأكسجين 25% والآزوت 15% والهيدروجين6%و الكبريت 3.5% والرماد 0.5 % [1]

3-2-معالجة الصوف:

تم غسل الصوف بالماء المقطر باعتماد طريقة المزج و الترشيح للتخلص من الأملاح و الشوائب العالقة، بعد ذلك جففت المادة بدرجة حرارة 100C° مدة 24hr باستعمال مجفف نوع (F.G. BODE&CO– Laboratory– Equipment– Hamburg–90) .

ثم أجريت عملية الطحن باستعمال تقنية الطحن بالكرات مدة 7hr ثم جففت بدرجة حرارة 100C° مدة 2hr ، أجريت عملية النخل وذلك لإجراء تصنيف المقاس الحبيبي لها وقد استعملت مناخل ألمانية نوع((Micro– Prazisossieb) حيث اعتمد المقاس الحبيبي D> 100µm و D<150µm [5]

3-3 تحضير الخليط و إضافة المواد:

تم استخدام بولي ايثيلين له الخواص الفيزيائية المبينة في الجدول 1 وفي بحثنا هذا قمنا بإضافة الصوف بنسب (5،10،15،20،25)% إلى المرحلة الأولى من عملية الصهر التي تتم في(وعاء معدني موضوع ضمن حمام زيت ساخن) ، بعد ذلك تمت عملية القولبة التي تستغرق حوالي 15 دقيقة، (حيث توضع المادة ضمن قالب مغلق ضغطbar 5)، بعد ذلك تم وضع المنتج ضمن الجوية الطبيعي لمدة 24 ساعة ثم خضع لعملية التقطيع.

الجدول رقم (1): الخواص الفيزيائية للبولي ايثيلين منخفض الكثافة المستخدم

مقاومة الاحتراق Sec	نسبة امتصاص الماء %	مقاومة الانضغاط kN/m^2
56	1.1	385

3-4-اختبار الامتصاص المائي :

لقد تم تنفيذ اختبار الامتصاص المائي وفقاً للاختبار القياسي ASTM C272-12 . و قد كانت عينات الاختبار المُستخدمة ذات ابعاد (75*75*13 mm)، تم تحديد وزن العينات باستخدام ميزان حسّاس بدقة 0.001 غرام. و قد أُجريت التجربة بغمس العينات في وعاء يحتوي على ماء بعمق (150mm) لمدة (hour24) . تم حساب الامتصاص المائي للمادة المركبة حسب كُتلة الماء المُمتصة من قبل المادة المركبة على وزنها الجاف الأولي وتم اختبار ثلاث عينات من كل نسبة صوف وتم حساب قيمها المتوسطة [6]

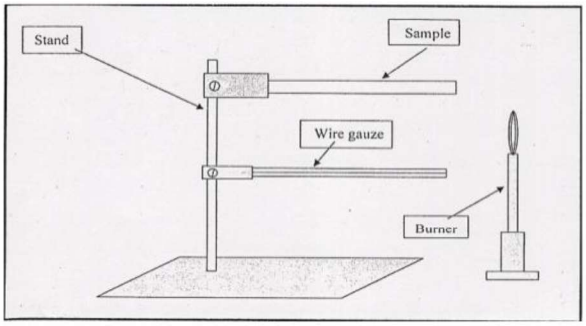
3-5-مقاومة الانضغاط :

يقدم هذا الاختبار معلومات تتعلق بسلوك مواد البولي ايثيلين تحت تأثير الأحمال الضاغطة. نُفِّذت تجربة مقاومة الانضغاط بحسب طريقة الاختبار التقليدية حسب معيار ASTM C578 باستخدام آلة اختبار مقاومة الانضغاط، وتكون العينات ذات قطر(25cm) وسماكة (3cm) وتكون بشكل موشور رباعي. [7]

الشكل رقم(1): جهاز قياس مقاومة الانضغاط

3-6-اختبارات الاحتراق [8]

تم تقطيع النماذج حسب الأبعاد المطلوبة للطريقة القياسية (125mm×13mm) وتم قياس الزمن الوسطي للاحتراق (Average Time of Burning –ATB) و ذلك حسب الطريقة القياسية (ASTM D635–03) حيث تم حساب الزمن اللازم لاحتراق النموذج إلى مسافة (75mm) من النهاية الحرة له، كذلك تم إعادة القياس ثلاث مرات لثلاثة نماذج ، وتم ايجاد متوسط القيم, ويبين الشكل التالي مخطط عمل الجهاز



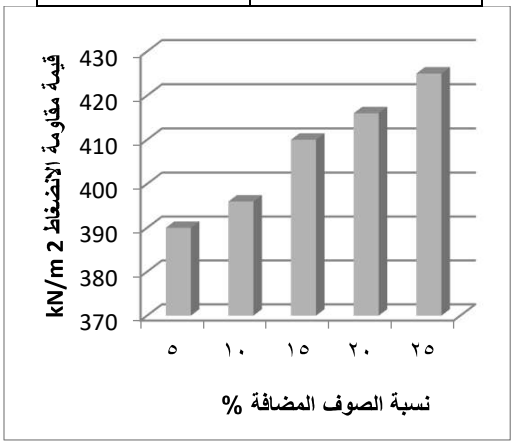
الشكل رقم(2): مخطط عمل اختبار زمن الاحتراق

4–النتائج:

4–1–مقاومة الانضغاط:

الجدول رقم (2): قيمة مقاومة الانضغاط تبعا لنسبة الصوف المضاف

نسبة الصوف المضافة %	قيمة مقاومة الانضغاط kN/m^2
5	390
10	396
15	410
20	416
25	425



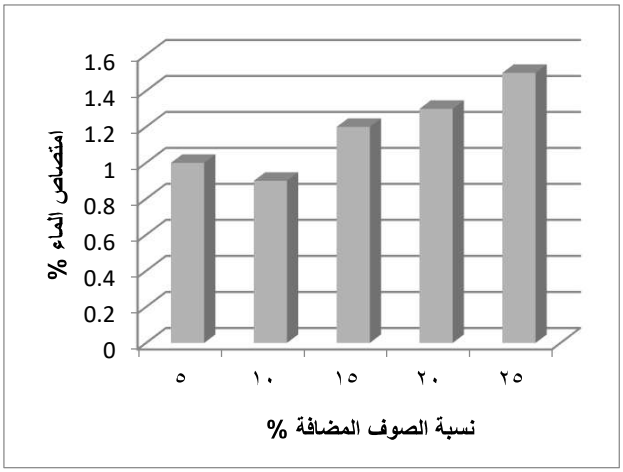
الشكل رقم (3): قيمة مقاومة الانضغاط تبعا لنسبة الصوف المضاف

تزداد قيمة مقاومة الانضغاط مع زيادة نسبة الصوف المضاف ويباغ قيمة kN/m^2 425 عند نسبة وزنية من الصوف مقدارها 25%

4-2-الامتصاص المائي:

الجدول رقم(3): قيمة امتصاص الماء تبعا لنسبة الصوف المضاف

نسبة الصوف المضافة %	امتصاص الماء %
5	1
10	0.9
15	1.2
20	1.3
25	1.5



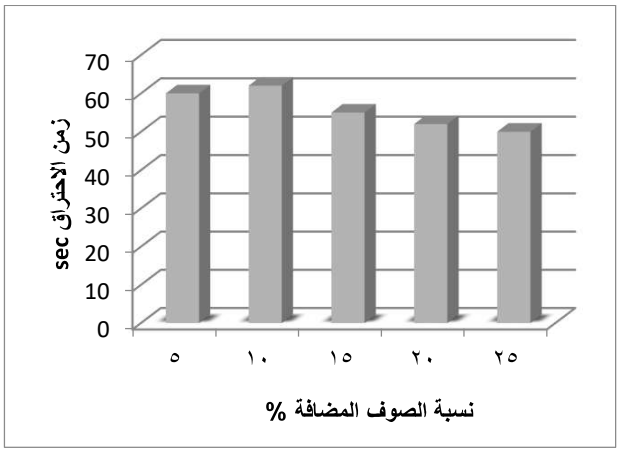
الشكل رقم (4): قيمة امتصاص الماء تبعاً لنسبة الصوف المضاف

يعتبر امتصاص الماء اختباراً هاماً ونلاحظ أنه عند نسبة منخفضة من الصوف المضاف ينخفض الامتصاص ثم يبدا بالارتفاع بدءا من نسبة صوف مضافة 10% وبلغ اعلى نسبة امتصاص عند نسبة 25%

3-4 مقاومة الاحتراق:

الجدول رقم (4): قيمة زمن الاحتراق تبعا لنسبة الصوف المضاف

نسبة الصوف المضافة %	زمن الاحتراق sec
5	60
10	62
15	55
20	52
25	50



الشكل رقم(5) :قيمة زمن الاحتراق تبعاً لنسبة الصوف المضاف

بينت النتائج أن زيادة النسبة من الصوف المضاف للبولي ايثيلين تضفي نقصاناً في زمن الاحتراق عند النسب الوزنية (< 10%) و ولكن الامر مختلف عند نسبة الوزنية 10-5% حيث يزداد زمن الاحتراق

4- 4تاثير العوامل الجوية:

عند تعرض البوليمرات للعوامل الجوية مثل الرطوبة الأوزون، و الضوء، و تغيرات درجات الحرارة و الأشعة فوق البنفسجية (UV)، فإن بعض خواصها سوف يتدهور مثل حدوث تغيير في اللون الذي يصبح داكنا أو حدوث تقشر، و تحوله إلى حالة تقصف (brittle)، وإن البوليمرات بصورة عامة تكون عرضة للظروف الجوية المختلفة نظراً لاستخدامها و بشكل واسع في التطبيقات الخارجية

تم تعريض العينات لعوامل جو لفترة(4 أشهر) ثم بعدها تم إجراء التجارب مرة أخرى وتم أخذ متوسط درجة الحرارة و كانت على الشكل الآتي:

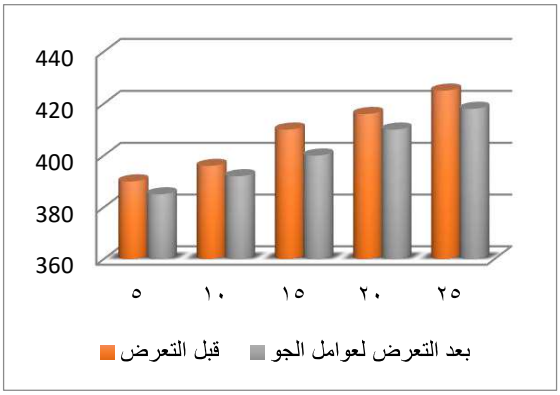
الجدول رقم (5): يبين متوسط درجة الحرارة في الشهور التي تمت الدراسة فيها C°

شباط	آذار	نيسان	أيار
16	20	23	26

4-4-1مقاومة الانضغاط للمادة المركبة:

الجدول رقم (6): قيمة مقاومة الانضغاط تبعاً لنسبة الصوف المضاف بعد التعرض للعوامل الجوية

نسبة الصوف%	قبل التعرض	بعد التعرض
5	**390**	**385**
10	**396**	**392**
15	**410**	**400**
20	**416**	**410**
25	**425**	**418**



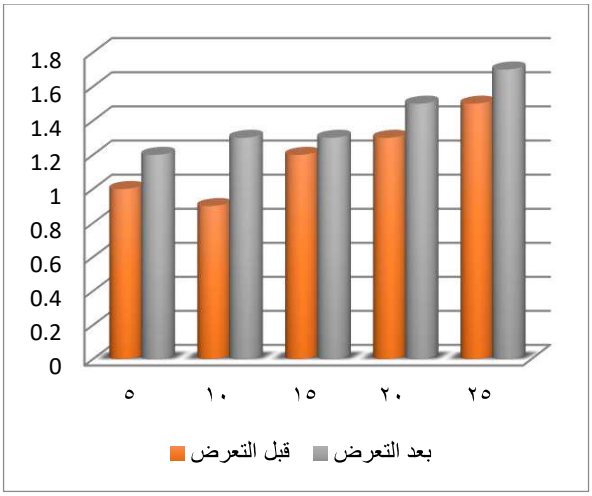
الشكل رقم(6): قيمة مقاومة الانضغاط تبعاً لنسبة الصوف المضاف بعد التعرض للعوامل الجوية

لوحظ أن قيمة مقاومة الانضغاط لم تتغير كثيراً بعد تعرض العينة للعوامل الجوية لمدة أربع أشهر، و أنه مع ارتفاع نسبة الصوف يكون التغير يبقى قيمة مقاومة الانضغاط مرتفعة حيث ان التغير الحاصل عند نسبة 25% من الصوف المضاف هي $7\ kN/m^2$

4-4-2-الامتصاص المائي:

الجدول رقم (7): قيمة امتصاص الماء تبعاً لنسبة الصوف المضاف بعد التعرض للعوامل الجوية

نسبة الصوف المضافة %	امتصاص الماء % قبل التعرض	امتصاص الماء % بعد التعرض
5	1	1.2
10	0.9	1.3
15	1.2	1.3
20	1.3	1.5
25	1.5	1.7



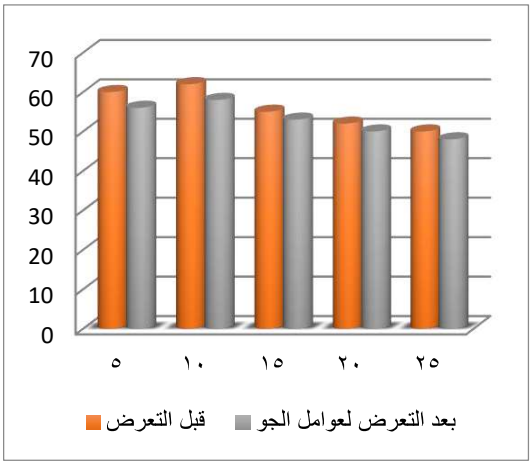
الشكل رقم(7): قيمة امتصاص الماء تبعاً لنسبة الصوف المضاف بعد التعرض للعوامل الجوية

يزدادا امتصاص الماء بعد تعرض العينة لفترة تشغيل 4 اشهر وان نسبة الازدياد قبل وبعد التعرض للعوامل الجوية هي 0.2% عند نسب وزنية من الصوف المضاف(5و 20و 25)% بينما تبلغ 0.4% عند نسبة10% من الصوف المضافة

4-4-3مقاومة الاحتراق:

الجدول رقم(8): زمن الاحتراق تبعاً لنسبة الصوف المضاف بعد التعرض للعوامل الجوية

نسبة الصوف المضافة %	زمن الاحتراق قبل التعرض sec	زمن الاحتراق بعد التعرض sec
5	60	56
10	62	58
15	55	53
20	52	50
25	50	48



الشكل رقم(8): قيمة زمن الاحتراق تبعاً لنسبة الصوف المضاف بعد التعرض للعوامل الجوية

يلاحظ وجود اختلاف في زمن الاحتراق للمادة المركبة قبل و بعد التعرض للعوامل الخارجية، و إن الاختلاف الأكبر هو عند نسبة 10% من الصوف

5- المناقشة:

5-2-مقاومة الانضغاط:

إن الصوف المضاف يلعب دوراً في التقوية الفيزيائية للمادة المركبة حيث تتغلل حبيباته تللك الذرات داخل الفراغات البينية للمادة البولميرية (هذه الفراغات تنشأ أثناء عملية التحضير) وهذا الأمر يؤدي إلى زيادة مساحة التماس بين مكونات المادة المركبة و زيادة الترابط وهذا التدعيم يعمل على إعاقة حركة الانخلاعات للمادة عندما تتعرض للضغط أي يؤدي لزيادة متانتها الميكانيكية وهناك أمر آخر وهو السلوك الفيزيائي للمواد المركبة حيث ينتج عن التأثير المتبادل بين المادة المضافة والمادة الأساس سواء عبر روابط الالتصاق الناتجة عن التجاذب الكهربائي أو الروابط الهيدروجينية وهذا الأمر ما زال قيد الدراسة والبحث للوصول الى تفسيرات مثلى لسلوك المواد المركبة

5-2-الامتصاص المائي:

أن المضافات تلعب دوراً هاماً في سد الفراغات في بنية المادة ولكن مع ازدياد النسبة تصبح نسبة الامتصاص في ازدياد لأن المضافات تمتص الماء أيضاً فمع زيادة نسبتها تزداد الامتصاصية ولكن بعد التعرض للعوامل الجوية تزداد نسبة الامتصاص وذللك بسبب ازدياد المسامات نتيجة التهتك الحاصل في بنيتها بسبب التعرض للحرارة وتقلباتها وتأثير الاشعة فوق البنفسجية

5-3 مقاومة الاحتراق:

نرى أن السلوك العام هو انخفاض زمن الاحتراق لبوليمير الايثيلين منخفض الكثافة مع تزايد النسبة المضافة الوزنية والتي تتراوح بين(5%)إلى (25%)و من الشكل (5) يلاحظ تناقص زمن الاحتراق بعد إضافة(15%) حيث ان النسبة المنخفضة للصوف تقلل عملية انتشار الحرارة داخل البوليميرات من خلال تقليل الحجم الكلي للبوليمير القابل للاحتراق وهي عملية تعرف بالعزل الحراري ما بين الأجزاء المحترقة و الأجزاء غير المحترقة، و عند انهيار هذا الحاجز فإن عملية الاحتراق تتسارع بشكل اكبر وأسرع ، وهذا ما نلاحظه مع زيادة النسبة الوزنية المضافة إلى(15%) فما فوق حيث التسارع في عملية انتشار الحرارة من المناطق المحترقة إلى غيرها من غير المحترقة وهي عملية تعرف بتكون الجذر الحر في الطور الغازي و التي تتولد عن عملية احتراق المواد الهيدروكربونية وهذه المكونات شديدة الفعالية في الطور الصلب (solid phase) أو المتكاثف (condensed phase) وحيث أنها تتطاير بفعل الحرارة وتتفاعل مع الأوكسجين وبعد التعرض للعوامل الجوية يتناقص زمن الاحتراق(اي زمن الاحتراق بعد التعرض يتناقص عن زمن الاحتراق قبل التعرض للعوامل الجوية بالنسبة لكل

نسبة وزنية من الصوف المضاف مع ملاحظة تزايد زمن الاحتراق عند نسبة 10% من الصوف المضاف بعد التعرض ولكن زمن الاحتراق عند هذه النسبة اقل بمقدار 4 ثواني منها قبل التعرض) حيث أن الفراغات والتهتك في البنية يعطي سرعة في انتشار اللهب

6-الاستنتاجات:

إن هذا البحث هو جزء من مشروع يهدف لتحسين الخصائص الوظيفية للبولي ايثيلين منخفض الكثافة وقد تم تجريب مواد طبيعية مثل الصوف ولاحظنا زيادة مقاومة الانضغاط ونقصان امتصاص الماء عند نسبة ثم زيادته عند نسب أخرى وزيادة زمن الاحتراق حتى نسبة 10% من الصوف المضاف ثم التناقص مع زيادة النسبة الوزنية للصوف المضاف مع زيادة نسبة الصوف المضاف وإن تأثير العوامل الجوية لم يكن كبيرا وبقيت الخصائص جيدة بعد فترة اختبار دامت 4 اشهر

7- التوصيات:

- ✓ استخدام مواد اخرى لمعرفة تأثيرها
- ✓ اجراء تجارب على خصائص اخرى
- ✓ تجريب الصوف مع انواع اخرى من البوليمرات
- ✓ استخدام نسب منخفضة من الصوف تقلل امتصاص الماء وتحسن مقاومة الاحتراق وتزيد من مقاومة الانضغاط

8-المراجع:

[1]Franz, J 2010-Wool - Structure, Mechanical Properties and Technical Products Based on Animal Fibres, University of Manchester,UK

[2] Allam O. G,2011- Improving Functional Characteristics of Wool and Some Synthetic Fibres , National Research Centre, Textile Research Division, Dokki, Cairo, Egypt,p112

[3] James H,1976- The Morphology and Chemical Structure of Wool, Chemistry Department ،Australian National University

[4] Ryszard K,2012, Handbook of Natural Fibres , Volume 1: Types, Properties and Factors Affecting Breeding and Cultivation

[5] Wang L,2018- Eco-Friendly and Highly Efficient Enzyme-Based Wool Shrinkproofing Finishing by Multiple Padding Techniques, School of Chemistry and Chemical Engineering, Wuhan Textile University, Wuhan, China

[6] Hidaka, K2011_ Effect of Key Process Variables on Microstructure of Injection Molded Microcellular Polystyrene Foams. Materials System Research Laboratory, Matto,Ishikawa, Japan,p330

[7] Jacobs, A 2013_ Engineering Material Technology. Prentice- Hall, Inc, Englewood Cliffs, New Jersey .USA

[8]Bonny , R2000_ Ethelen Polymers Copolymers and Derivatives , Reinhold, New York,USA,p150.