

## دراسة تأثير إضافة قشور بذر دوار الشمس على بعض خواص البولي إيثيلين مرتفع الكثافة

د.م. منتجب الخضري \*

(تاريخ الإيداع 2021/ 8 /4 . قُبِلَ للنشر في 2021/11 /23 )

### □ ملخص □

تم في هذا البحث دراسة تأثير إضافة مضاف طبيعي الى البولي إيثيلين عالي الكثافة ومعرفة تأثير هذا المضاف على خواص البوليمر والحصول على مادة مركبة جديدة لها خواص جيدة حيث تم دراسة (مقاومة الانضغاط ومقاومة الشد واختبار زمن الاحتراق إضافة الى اختبار امتصاص الماء) تم إضافة قشور بذر دوار الشمس الى البولي إيثيلين بنسب (5-10-15-20-25)% وقد تبين انه مع ازدياد نسبة المادة المضافة ترتفع قيمة مقاومة الانضغاط وترتفع قيمة مقاومة الشد اما بالنسبة لاختبار امتصاص الماء فقد تبين لدينا عند نسبة قشور بذر 25% كانت نسبة الامتصاص 0.14% اما بالنسبة لزمن الاحتراق فقد تحقق أفضل زمن عند نسبة مضاف مقدارها 10% من قشور البذر

**الكلمات المفتاحية:** بولي إيثيلين مرتفع الكثافة، مقاومة الشد، قشور بذر دوار الشمس، زمن الاحتراق، خواص فيزيائية ومكانكية

\*دكتوراه في الهندسة الكيميائية (هندسة البوليمرات) - جامعة البعث (كلية الهندسة الكيميائية والبترولية) - سوريا .

## Studying the Effect of Sunflower Seed Peel on Some Properties of HDPE

Dr. Montajb Al-khodary \*

(Received 4 / 8/ 2021 . Accepted 23 / 11 / 2021)

### □ ABSTRACT □

In this research, the effect of adding a natural additive to high-density polyethylene and knowing the effect of this additive on the properties of the polymer was studied and a new composite material that has good properties was studied. Sunflower to polyethylene in proportions (5-10-15-20-25)%, and it was found that with the increase in the percentage of the additive, the value of the compressive strength rises and the value of the tensile strength rises. As for the water absorption test, we have found that at the percentage of seed husks 25% was Absorption 0.14% As for the burning time, the best time was achieved at an added percentage of 10% of the seed husks

**Key Words:** HDPE, tensile strength, sunflower seed shells, burning time, physical and mechanical properties

## 1-المقدمة:

تعرف المواد المركبة بأنها المواد التي تتكون من دمج نوعين أو أكثر من المواد الأساسية (معادن، بوليمرات، سيراميك) لإعطاء خواص مطلوبة في المادة، علماً أنه لا يوجد تفاعل كيميائي 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 و طور الأساس [1]

### 1-1-1 اللدائن المقواة بألياف طبيعية

استُخدمت - في بداية تطور مجال اللدائن المقواة بالألياف الطبيعية - نشارة الخشب أو الألياف الخشبية الناتجة عن المنتجات الخشبية المستعملة مثل الأثاث القديم أو صناديق التعبئة الخشبية أو بقايا الأخشاب المستخدمة في الإنشاءات، وذلك كحشوة للبولي بروبيلين (PP) أو بولي فينيل كلوريد (PVC). تدعى هذه المواد المركبة بالخشب البلاستيكي، وتكون نسبة الخشب فيها بين ثلاثين وسبعين بالمئة. يمكن أن يستخدم الخشب البلاستيكي في إطارات الأبواب والنوافذ وهياكل السيارات وقطع الأثاث. بسبب وجود التقنية والآلات لمزج وتشكيل وتصنيع هذه المواد فإن المواد المركبة ذات اللدائن الحرارية التلدن - كالخشب البلاستيكي - هي مواد سهلة التصنيع. [2]

### 1-1-2 المواد المركبة الحيوية

برزت أهمية المواد المركبة الحيوية من الحاجة إلى مواد قابلة للتحويل بعد انتهاء عمرها الافتراضي لتكون صديقة للبيئة. تتألف هذه المواد من ألياف طبيعية (Natural Fibres) مغمورة في مواد مبلعمة حيوية (Biopolymers)، ومن الطبيعي أن يتم اختيار ألياف التقوية من مواد ذات أصل نباتي، أي متجدد (Renewable). تتوفر الألياف السلولوزية في معظم بلدان العالم وهي رخيصة الكلفة نسبياً، إضافة إلى كونها لا تחדش أدوات الإنتاج وقابلة للاحتراق بعد انتهاء عمرها المصممة له وخفيفة الوزن وعازلة للحرارة والصوت.

[3]

### 3.1.1 المواد المركبة القابلة لإعادة الاستخدام

فإن الاتجاه الآخر في المحافظة على البيئة والمحافظة على المصادر الطبيعية لا يقل أهمية. هذا

الاتجاه هو استخدام مواد قابلة لإعادة الاستخدام وتستخدم في صناعة الأدوات المنزلية [4]

[1] half, k 2009- Principles of non-metallic materials engineering. dajlah Publishing, vol1, No 12

[2] JNETRAVALI, AN and CHABBA, S2003\_ Composites Get Greener. Materials Today, 6(4), 22-29

[3] NICKEL, J and RIEDEL, U 2003\_ Activities in Biocomposites, Materials Today, 6(4), p 44-48

[4] WANG, B 2004\_ Pre-Treatment of Flax Fibers for Use in Rotationally Molded Biocomposites. A Thesis Submitted to College of Graduate Studies and Research, the University of Saskatchewan, China

**1-1 دراسات سابقة:**

قام الباحث مؤيد خلف عام (2011) بدراسة خصائص الميكانيكية للبولي إيثيلين عالي الكثافة من خلال تدعيمه بمواد عضوية وقد وجد إنه عند إضافة نسبة وزنية من المادة العضوية مقدارها 25% تتطور الخصائص الميكانيكية (معامل يونغ، الشد ، الصلابة ) للبولي إيثيلين عالي الكثافة بشكل ملحوظ [5]

درست الباحثة لينا فضل عام(2017) من جامعة بابل تأثير إضافة أكسيد الكروم على خصائص البولي إيثيلين عالي الكثافة عند نسبي إضافة وزنية (0.1،0.05)% تحت تأثير الأشعة فوق البنفسجية أن التأثير الملحوظ في مقاومة الشد بدا بالظهور بعد مضي 25 ساعة من تعرض المادة المركبة من بولي إيثيلين عالي الكثافة مدعم بنسبة 0.05% من أكسيد الكروم بينما لم يظهر تأثير الأشعة على مقاومة الشد على المادة المركبة ( بولي إيثيلين عالي الكثافة مدعم بنسبة 0.1% من أكسيد الكروم ) [6]

الباحثة زينب شنان (2012) وجدت استخدام أصباغ الكربون الأسود وثاني أكسيد التيتانيوم بشكل مناسب تعطي نسب التركيز تحسناً موثوقاً في الخواص الميكانيكية. النسب الوزنية تتراوح بمقدار ( جزء من أسود الكربون وثاني أكسيد التيتانيوم من 0.0 إلى 15%) بالوزن مع بولي إيثيلين عالي الكثافة حيث اعطى مركب (الكربون الأسود وثاني أكسيد التيتانيوم / البولي إيثيلين عالي الكثافة) لها خصائص حرارية أفضل من البولي إيثيلين عالي الكثافة [7]

درست (Souza,P) من البرازيل اثار استخدام بقايا الياق النسيج على الخواص الميكانيكية للبولي إيثيلين عالي الكثافة عند نسب وزنية 10-15 % وقد تم معالجة هذه الاليف بحمض الكبريت الذي درس تأثيره على الاليف بتقنية حيود الأشعة السينية ثم تم اختبار بعض الخواص الميكانيكية للمادة المركبة من ( البولي إيثيلين عالي الكثافة /اليف نسيج) وقد أظهرت النتائج تحسن ملحوظ في قيمة مقاومة الشد مع ازدياد نسبة الاليف النسيجية المضافة [8]

**1-3 البولي إيثيلين:**

البولي إيثيلين العالي الكثافة (HDPE) هو نوع من البلاستيك العالي الكثافة. ويعتبر البولي إيثيلين العالي الكثافة أكثر صلابة من أنواع البولي إيثيلين الأخرى، وهو أثقل وأكثر قساوة بالمقارنة مع البولي إيثيلين المنخفض الكثافة يتم صناعته بتقنية الصب أو بطريقة البثق. وهو قابل للمعالجة في الآلات المكنية، وتوصيله باستخدام طرق اللحام الخاصة. ومن الصعب للغاية ان يتم توصيله باستخدام المواد اللاصقة. ويمتاز بمظهر طبيعي وبلون كمد شبيهه بشمع العسل. ولا ضرر من ملامسته للمواد الغذائية [9].

**ويمكن ترتيب مميزات وخصائص مادة البولي إيثيلين كما يلي:**

✓ إنها مقاومة للتقادم وقد تم حساب عمرها بخمسين (50) سنة على الأقل ولكن مع ذلك فإن أداؤها الحقيقي هو أكثر من ذلك بكثير مادة البولي إيثيلين تمتاز بمرونة جيدة تمنحها السهولة والمتانة تحت أسوأ شروط العمل.

[5] Khalf.M2011- Mechanical properties of filled high density polyethylene, Journal of Saudi Chemical

[6] Lina ,F 2017- Mechanical Properties of High Density olyethylene/Chromium Trioxide under Ultraviolet Rays, International Journal of Applied Engineering Research

[7] Zanaib, S 2012- Mechanical properties of high density polyethylene reinforced with carbon black and titanium oxide, Diyala Journal of EngineeringScience

[8] SouzaN,P2011- Mechanical properties of HDPE/textile fibers composites, Procedia Engineering,VOL 10, P 2040-2045

[9]Necmi ,2006D- High density polyethylene (HDPE) Experiments and modeling. Department of Mechanical Engineering, Yildiz Technical University, Turkey

- ✓ خفيفة وسهلة التوصيل بالمقارنة مع الفولاذ والخشب والألمنيوم. وتمنح سهولة بتشكيل كافة أنواع الهياكل.
- ✓ تمتاز بمقاومة عالية للصدمات، وتقاوم الكسر حتى في درجات الحرارة المنخفضة.

ولا تحتوي على مواد سامة وهي قابلة للتنظيف بسهولة. [10]

#### 1-4 قشور بذور زهرة دوار الشمس:

تعتبر قشور بذور زهرة دوار الشمس مضافات محلية رخيصة والتي تقع ضمن صف الحشوات العضوية الطبيعية وقد تم استخدامها سابقا كمواد مألوفة من قبل الباحث حميد عبد الرزاق (جامعة البصرة-2010) على البولي إيثيلين منخفض الكثافة لدراسة مقاومة اللهب واعطت نتائج جيدة [11]

#### 2- أهمية البحث وأهدافه:

تحسين الخواص الفيزيائية للبولي إيثيلين بهدف رفع كفاءته وتوسيع استخداماته استخدام مواد طبيعية كمضافات للبولي إيثيلين بهدف الحصول على مادة مركبة ودراسة بعض خواصها

#### 3- طرق ومواد البحث:

– حبيبات البولي إيثيلين عالي الكثافة /قشور البذر الطبيعي  
1-3 المادة الاساس:

– تم استخدام الياف البولي ايثيلين العالي الكثافة الجاهزة بكثافة مقدارها (0.97 gm/cm<sup>3</sup>) وبقطر (30 μm) ومعامل مرونة مقداره ( 170 GPa )

#### 2-3 مادة التدعيم:

قشوربذر دوار الشمس تتكون من (30-40%) بروتين (50-45) مواد كربوهيدراتية و(6%) زيت

[12].

#### 3-3 معالجة المادة المضافة:

تم غسل قشور البذر بالماء المقطر باعتماد طريقة المزج والترشيح للتخلص من الأملاح والشوائب 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. [13]

[10]Necmi ,2006D- High density polyethylene (HDPE) Experiments and modeling. Department of Mechanical Engineering, Yildiz Technical University, Turkey

[11 ] Hamady,h 2010-The effect of various contents ratios of sun flowers on poly ethelen flame. Messan journal. Bagdad, vole 9

[12] Hamady,h 2010-The effect of various contents ratios of sun flowers on poly ethelen flame. Messan journal. Bagdad, vole 9

[13] Melhm, M 2017. Improving some types of Syrian clay by adding kaolin for industrial uses. Civil engineering ,Damascus university

### 3-4 تحضير الخليط وإضافة المواد:

تم استخدام بولي إيثيلين وقمنا بإضافة قشور البذر بنسب (5،10،15،20،25) % إلى المرحلة الأولى من عملية الصهر التي تتم باستخدام وسيط حراري (وعاء معدني موضوع ضمن حمام زيت ساخن)، بعد ذلك تمت عملية القولبة التي تستغرق حوالي 15 دقيقة، (حيث توضع المادة ضمن قالب مغلق ضغط (5bar)، بعد ذلك تم وضع المنتج ضمن الجو الطبيعي لمدة 24 ساعة ثم خضع لعملية التقطيع والشكل التالي يبين عينات من المادة المركبة.



الشكل 1 عينات من المادة المركبة

### 3-5-اختبار الامتصاص المائي:

لقد تم تنفيذ اختبار الامتصاص المائي وفقاً للاختبار القياسي ASTM C272-12. وقد كانت عينات الاختبار المستخدمة ذات ابعاد (75\*75\*13 mm)، تم تحديد وزن العينات باستخدام ميزان حساس بدقة 0.001 غرام. وقد أُجريت التجربة بغمس العينات في وعاء يحتوي على ماء بعمق (150mm) لمدة (24hour). تم حساب الامتصاص المائي للمادة المركبة حسب كتلة الماء الممتصة من قبل المادة المركبة على وزنها الجاف الأولي وتم اختبار ثلاث عينات من كل نسبة قشور وتم حساب قيمها المتوسطة [14]

### 3-6-اختبار مقاومة الانضغاط:

يقدم هذا الاختبار معلومات تتعلق بسلوك مواد البولي إيثيلين 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 موشر رباعي. [15]

[14] Hidaka, K2011\_ Effect of Key Process Variables on Microstructure of Injection Molded Microcellular Polystyrene Foams. Materials System Research Laboratory, Matto,Ishikawa, Japan

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

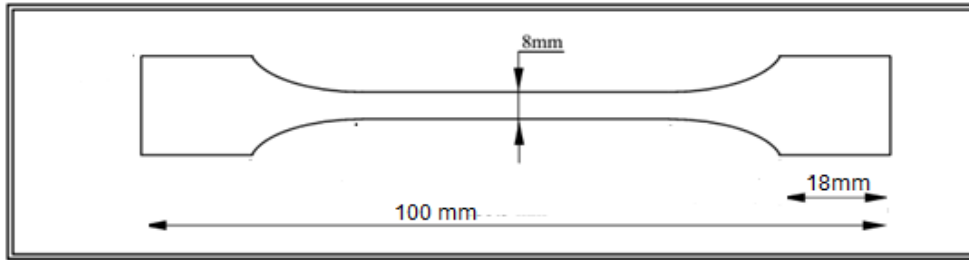


شكل (2) جهاز قياس مقاومة الانضغاط

### 3-7- اختبار مقاومة الشد:

تعتبر مقاومة الشد مقياساً لقابلية المادة على مقاومة القوى الساكنة التي تحاول سحب المادة وكسرها . تتكون المواد المركبة الليفية من ألياف قوية هشة مغمورة في المادة الأساس .تبدأ المادة المركبة بالاستطالة بشكل خطي في البداية استجابة للجهد المسلط ومع استمرار التحميل يحصل انحراف نتيجة لوصول المادة الأساس إلى نقطة الخضوع في حين تستمر الألياف بالاستطالة والمقاومة حتى تنهار مقاومته .وعندما تتهشم المادة الأساس تفشل المادة المركبة كلياً.

تم اعتماد المواصفة (ASTM-D-638) في تصنيع نماذج اختبار مقاومة الشد حيث كانت السرعة الراسية 5 mm/min ويبين الشكل (2) الابعاد القياسية للعينة [16]



الشكل (3) ابعاد عينة اختبار الشد

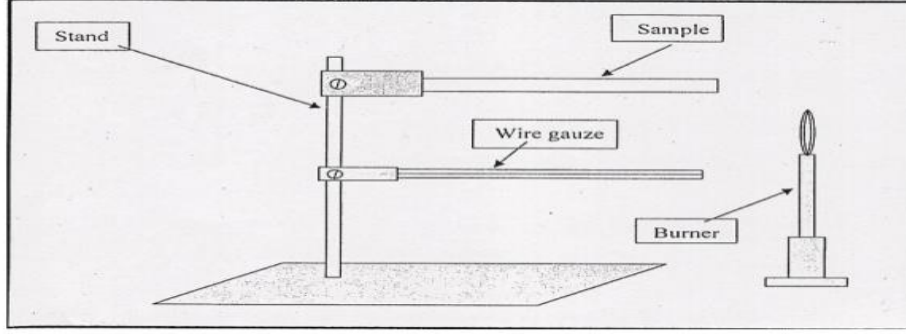
### 3-6- اختبارات الاحتراق:

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 وتقريبه الى اقرب قيمة صحيحة. [17]

[16] ASTM D638-14:2014, Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics, ASTM Inter, , PA, USA, 2014

[17] Bonny, R2000\_ Ethylene Polymers Copolymers and Derivatives, Reinhold, New York, USA, p150

ويبين الشكل التالي مخطط عمل الجهاز



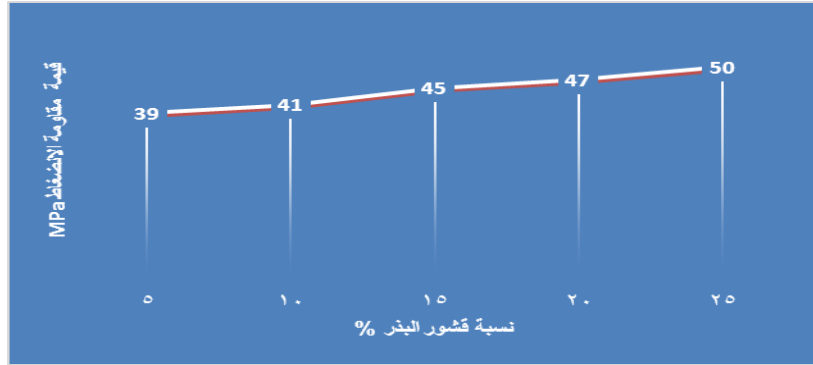
شكل (4) مخطط عمل اختبار زمن الاحتراق

#### 4- النتائج والمناقشة:

##### 4-1- مقاومة الانضغاط:

الجدول (1) قيمة مقاومة الانضغاط تبعا لنسبة قشور البذر المضاف

قيمة مقاومة الانضغاط MPa	نسبة قشور البذر المضافة %
39	5
41	10
45	15
47	20
50	25



شكل (5) قيمة مقاومة الانضغاط تبعا لنسبة قشور البذر المضاف

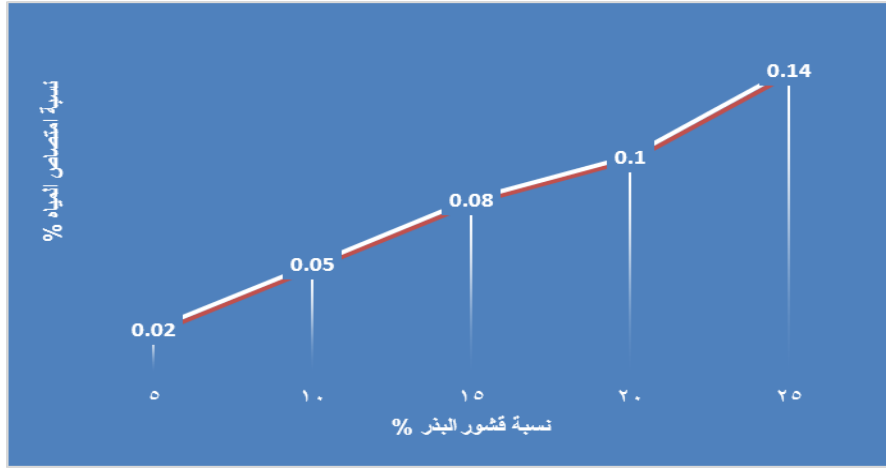
تزداد قيمة مقاومة الانضغاط كما يبين (الجدول 1) والشكل (4) مع زيادة نسبة قشور البذر المضاف وبياغ قيمة **50 MPa** عند نسبة وزنية من قشور البذر مقدارها 25% حيث إن قشور البذر المضاف يلعب دوراً في التقوية الفيزيائية للمادة المركبة حيث تتغلغل تلك الذرات داخل الفراغات البينية للمادة البوليميرية (هذه الفراغات تنشأ أثناء عملية التحضير) وهذا الأمر يؤدي إلى زيادة مساحة التماس بين مكونات المادة المركبة وزيادة الترابط وهذا التدعيم يعمل على إعاقة حركة الانخلاعات للمادة عندما تتعرض للضغط أي يؤدي لزيادة متانتها



#### 4-2- الامتصاص المائي:

جدول (2) قيمة امتصاص الماء تبعاً لنسبة قشور البذر المضاف

انحراف معياري	المتوسط الحسابي %	القيم الثلاث للنماذج المختارة %			امتصاص الماء %	نسبة قشور البذر المضافة
0.003	0.0203	0.016	0.022	0.023	0.02	5
0.006	0.051	0.055	0.058	0.045	0.05	10
0.01	0.079	0.066	0.088	0.083	0.08	15
.012	0.103	0.098	0.12	0.091	0.1	20
.002	0.138	0.136	0.136	0.142	0.14	25



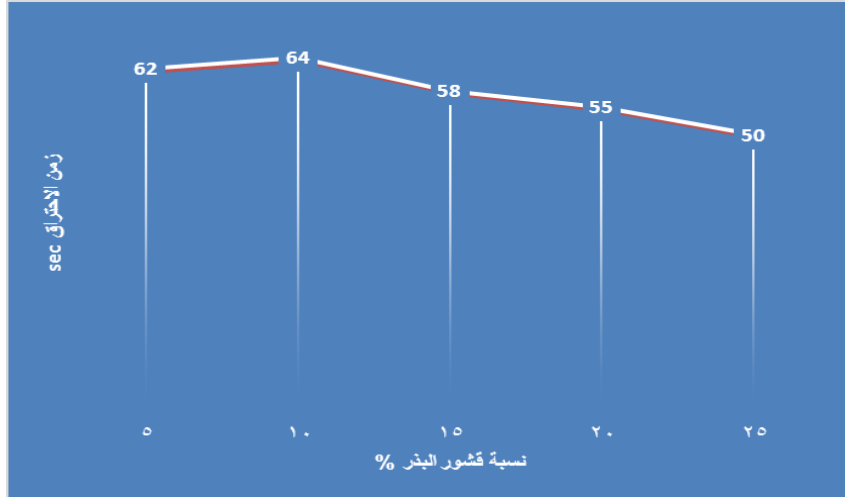
شكل (6) قيمة امتصاص الماء تبعاً لنسبة قشور البذر المضاف

يعتبر امتصاص الماء اختياريًا هاماً ونلاحظ من الجدول (2) والشكل (5) أنه بلغ أعلى نسبة امتصاص عند نسبة 25%، إن الإضافات تلعب دوراً هاماً في سد الفراغات في بنية المادة ولكن مع ازدياد النسبة تصبح نسبة الامتصاص في ازدياد لأن الإضافات تمتص الماء أيضاً فمع زيادة نسبتها تزداد الامتصاصية

#### 4-3 مقاومة الاحتراق:

جدول (3) قيمة زمن الاحتراق تبعاً لنسبة قشور البذر المضاف

الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي %	القيم الثلاث للنماذج المختارة sec			زمن الاحتراق sec	نسبة قشور البذر المضافة %
0.07	62	62.07	61.09	61.9	62	5
0.029	64.03	64.03	64.01	64.01	64	10
0.0033	58.07	85.08	58.03	58.03	58	15
0.0017	55.04	55.04	55.03	55.02	55	20
0.043	50.02	50.02	50.04	50.04	50	25



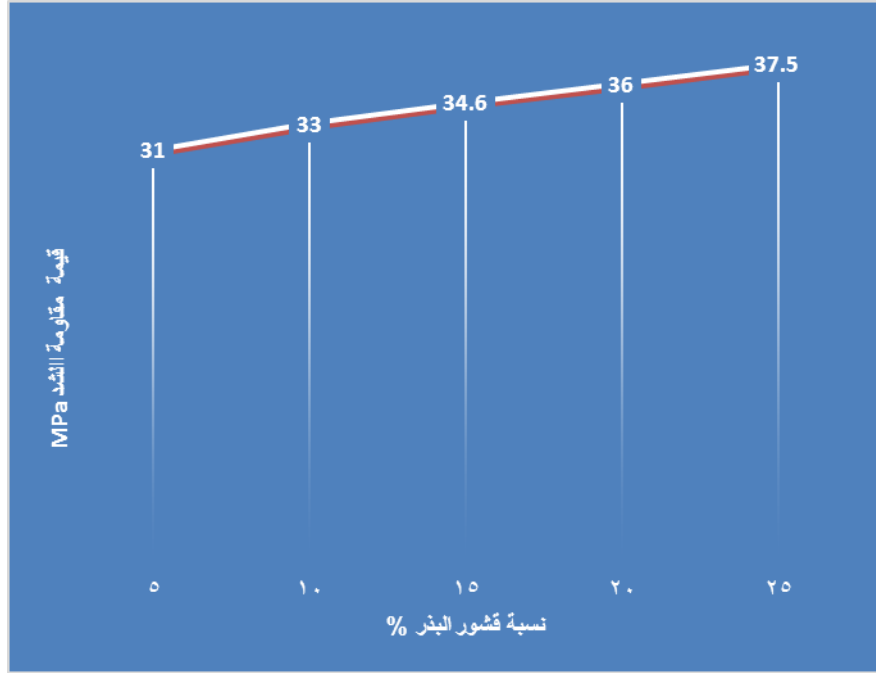
شكل (7) قيمة زمن الاحتراق تبعاً لنسبة قشور البذر المضاف

بينت النتائج من الجدول (3) والشكل (6) أن زيادة النسبة من قشور البذر المضاف للبولي إيثيلين تضيفي نقصاناً في زمن الاحتراق عند النسب الوزنية (< 10%) ولكن الامر مختلف عند نسبة الوزنية 10-5% حيث يزداد زمن الاحتراق و من الشكل (6) يلاحظ تناقص زمن الاحتراق بعد إضافة (15%) من قشور البذر في البداية يتشكل حاجز من المواد المضافة داخل البوليمر يساهم 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 عند نسبة الوزنية من قشور البذر (20,25%) 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 [18]

#### 4-4: مقاومة الشد

الجدول (4) قيمة مقاومة الشد تبعاً لنسبة قشور البذر المضاف

قيمة مقاومة الانضغاط MPa	نسبة قشور البذر المضافة %
31	5
33	10
34.6	15
36	20
37.5	25



شكل (8) قيمة مقاومة الشد تبعا لنسبة قشور البذر المضاف

تزداد قيمة مقاومة الشد كما نلاحظ من الجدول (4) والشكل (7) مع زيادة نسبة قشور البذر المضاف وبياغ قيمة **37.5 MPa** عند نسبة وزنية من قشور البذر مقدارها 25% حيث إن قشور البذر المضاف يلعب دوراً في التقوية للمادة المركبة من حيث زيادة مساحة التماس بين مكونات المادة المركبة وزيادة الترابط بروابط فيزيائية حيث يحدث تشابك بين المادة المضافة والمادة الاساس و تدخل الألياف ضمن مسامات المادة الأساسية لتشكل شبكة داعمة لها تؤدي الى زيادة متانتها و قيمة مقاومة الشد [19]

## 5- الاستنتاجات والتوصيات:

إن هذا البحث هو جزء من مشروع يهدف لتحسين الخصائص الوظيفية للبولي إيثيلين مرتفع الكثافة وقد تم تجريب مواد طبيعية مثل قشور البذر ولاحظنا زيادة مقاومة الانضغاط وازدياد امتصاص الماء مع زيادة النسب المضافة من قشور البذر وزيادة زمن الاحتراق عند نسبة 10% من قشور البذر المضاف ثم التناقص مع زيادة النسبة الوزنية لقشور البذر المضاف

### التوصيات:

- ✓ اجراء تجارب على خصائص اخرى
- ✓ تجريب قشور البذر مع انواع اخرى من البوليمرات
- ✓ معرفة تأثير عوامل الجو على الخصائص المدروسة
- ✓ معرفة العمر التشغيلي للعينات

[19]Ezzahraa, F 2018\_ A review on fiber from the planet to their forcement of polymer composite. University of Adiayyad, Marrakech.

## المراجع:

- [1] half, k 2009- Principles of non-metallic materials engineering. dajlah Publishing, vol1, No 12
- [2] NETRAVALI, AN and CHABBA, S 2003\_ Composites Get Greener\_ Materials Today, 6(4), 22-29.
- [3] NICKEL, J and RIEDEL, U 2003\_ Activities in Biocomposites, Materials Today, 6(4), p 44-48
- [4] WANG, B 2004\_ Pre-Treatment of Flax Fibers for Use in Rotationally Molded Biocomposites. A Thesis Submitted to College of Graduate Studies and Research, the University of Saskatchewan, China
- [5] Khalf.M 2011- Mechanical properties of filled high density polyethylene, Journal of Saudi Chemical Society, Vol 19, p 88-91
- [6] Lina, F 2017- Mechanical Properties of High Density polyethylene/Chromium Trioxide under Ultraviolet Rays, International Journal of Applied Engineering Research, Volume 12, Number 10 (2017) pp. 2517-2526
- [7] Zineb, S 2012- Mechanical properties of high density polyethylene reinforced with carbon black and titanium oxide, Diyala Journal of Engineering Sciences, Vol. 05, No. 01, pp.147-159
- [8] Souzan, P 2011- Mechanical properties of HDPE/textile fibers composites, Procedia Engineering, VOL 10, P 2040-2045
- [9] Maples, D 2010- Introduction in industrial polyethylene: Properties catalysts, processes, Wiley Hoboken, USA
- [10] Necmi ,2006D- High density polyethylene (HDPE) Experiments and modeling. Department of Mechanical Engineering, Yildiz Technical University, Turkey
- [11] Hamady,h 2010-The effect of various contents ratios of sun flowers on poly ethelen flame. Messan journal. Bagdad, vole 9
- [12] Hamady,h 2010-The effect of various contents ratios of sun flowers on poly ethelen flame. Messan journal. Bagdad, vole 9
- [13] Melhm, M 2017. Improving some types of Syrian clay by adding kaolin for industrial uses. Civil engineering, Damascus university
- [14] Hidaka, K 2011\_ Effect of Key Process Variables on Microstructure of Injection Molded Microcellular Polystyrene Foams. Materials System Research Laboratory, Matto, Ishikawa, Japan, p330
- [15] Jacobs, A 2013\_ Engineering Material Technology. Prentice- Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey. USA
- [16] ASTM D638-14:2014, Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics, ASTM International, West Conshohocken, PA, USA, 2014.
- [17] Bonny, R 2000\_ Ethylene Polymers Copolymers and Derivatives, Reinhold, New York, USA, p150
- [18] Z. Wang, S. Jiang, H. Sun (2016), Expanded polystyrene foams containing ammonium polyphosphate and nano-zirconia with improved flame retardancy and mechanical properties, Iran. Polym. J. 26 (1) 71–79
- [19] Ezzahraa, F 2018\_ A review on fiber from the planet to their forcement of polymer composite. University of Adiyayad, Marrakech.