

## Study the Physical Properties of Polymer Blends Reinforced by Metal Laminates and Micro Cotton Powder

**Alaa Mohammed Hamzah**

Applied Science Department, University of Technology/Baghdad.

Email: alaa\_kaftan@yahoo.com

**Dr. Balkees M. D. Al-Dabbagh**

Applied Science Department, University of Technology/Baghdad.

Received on: 2/5/2012& Accepted on: 6/12/2012

### ABSTRACT

This research includes the preparation of polymers mixtures consists of resins (Unsaturated Polyester with Polyurethane) (UP+PU), where the optimal mixing ratio has been selected on the basis of the best impact strength. It is found that the mixing ratio with percentage (60% Polyester+40% Polyurethane), where it has been used to prepare the samples. The mechanical tests have been performed on the prepared samples; in addition the effect of increasing the temperature ( $22\pm 2$  °C (R.T.),  $35\pm 4$ °C,  $50\pm 4$  °C) has been studied on the samples. A four samples were prepared from the polymers mixtures using the above mentioned mixing ratio by using the method of hand casting technique; these samples are: polymers mixture consisting of (UP+PU), added to it the micro cotton powder with weight ratio (2%) once and for copper by weight ratio (39%) with volumetric fraction of copper (5%) again, as well as composite material was prepared from the same polymers mixture adding to it micro cotton powder filling and chips together in the same weight ratios mentioned earlier. Some mechanical tests were conducted include: (Flexural strength and Tensile strength). A sample of the four polymers mixtures have been examined using the Scanning Electron Microscopy (SEM), and study the effect of adding reinforcement materials, and also study the topography of the surface of each sample and the knowledge the fine structure for each mixture. Results showed that the reinforced blends with micro cotton powder and copper (UP+PU+MC+Cu) possess better mechanical properties of Flexural strength and Tensile strength, also it has all tests are affected by temperatures.

**Keywords:** Reinforced polymer blends, Metal laminates, MicroCotton.

### دراسة الخصائص الفيزيائية لخلائط بوليمرية مدعمة بصفائح معدنية ومسحوق القطن المايكروي

#### الخلاصة

تضمن هذا البحث تحضير خلطات بوليمرية مكونة من راتنجات (البولي أستر غير المشبع مع البولي يوريثان) (UP+PU)، حيث تم اختيار أفضل نسبة خلط (Optimal Mixing Ratio) على أساس أفضل متانة صدمة، وقد وجد أن نسبة الخلط المكونة من (60% بولي أستر + 40%

(UP) بولي يوريثان (PU) هي النسبة الافضل، حيث استخدمت في تحضير نماذج الدراسة. ومن ثم أجريت بعض الأختبارات الميكانيكية على النماذج المحضرة ، فضلاً عن دراسة تأثير زيادة درجة الحرارة ( $22 \pm 2$  °C,  $50 \pm 4$  °C,  $35 \pm 4$  °C) على النماذج. حيث تم تحضير أربعة نماذج من الخليط البوليمري بالنسبة المذكورة أعلاه، وبطريقة القولية اليدوية، والنماذج هي: خليط بوليمري مكون من راتنجي البولي أستر و راتنج البولي يوريثان، ثم مضافا اليه مسحوق المايكروقطن بنسبة وزنية (٢%) مرة ورفائق النحاس بنسبة وزنية (٣٩%) (لكثافة النحاس العالية  $8.9 \text{g/cm}^3$ ) وبكسر حجمي مقداره (٥%) للنحاس مرة أخرى، كذلك تم تحضير مادة متراكبة مكونة من نفس الخليط البوليمري مضافا اليه حشوة مسحوق المايكروقطن والرفائق معا وبنفس النسب السابقة. تم إجراء بعض الأختبارات الميكانيكية المتضمنة (متانة الانحناء ومتانة الشد). تم فحص نماذج من الخلطات البوليمرية الاربع بالمجهر الالكتروني الماسح (SEM) ودراسة تأثير إضافة مواد التدعيم علاوة على دراسة طوبوغرافية سطح كل نموذج ومعرفة التركيب الدقيق لمكونات كل خليط. أظهرت النتائج ان الخلائط المدعمة بمسحوق المايكروقطن والنحاس (UP+PU+MC+Cu) تمتلك افضل خصائص ميكانيكية لمتانة الانحناء ومتانة الشد وفضلاً عن ذلك فان جميع الأختبارات تأثرت باختلاف درجات الحرارة .

### المقدمة

نتيجة للتقدم العلمي الحاصل ظهرت الحاجة الى مواد بوليمرية بمواصفات معينة لايمكن الحصول عليها من بوليمر من نوع واحد، لذا كانت هناك محاولات في مزج نوعين أو أكثر من البوليمرات والحصول على مزيج بوليمري بالمواصفات الصناعية المرغوب بها لتكوين مزيج فيزيائي يمتلك ناتجه خواص مشتركة بين المواد الاساسية وهذا يعتمد على نوعية البوليمرات وطريقة الخلط. لذا تعتبر الخلطات البوليمرية تحديا جديدا في مجال البوليمرات الصناعية حيث أن أغلب العاملين في هذا المجال كان ولايزال هدفهم الحصول على بوليمرات جديدة بمواصفات تحدم الهدف الذي من اجله يجري الخلط، مثل إضافة المطاط الى الراتنجات لتحقيق أفضل (متانة صدمة) أي الحصول على أفضل متانة (Toughness) كما تضاف البوليمرات الرغوية (Foams) لتقليل الوزن وبالتالي الحصول على مواد ذات خصائص جيدة ومرغوبة صناعيا، وبذلك نتمكن من رفد الصناعة بمواد جديدة وذات مواصفات عالية الدقة .

### الجزء العملي Experimental Part

#### المواد المستعملة Used Materials

#### ١- الراتنجات Resins

نوعين مختلفين من الراتنجات المستخدمة في هذه الدراسة وهي:

#### (a) راتنج البولي أستر غير المشبع Unsaturated Polyester Resin (UP)

راتنج البولي أستر غير المشبع المستعمل بالدراسة الحالية يكون على هيئة سائل شفاف متصلد حرارياً، الاختصار الشائع له (UP)، وهذا الراتنج قابل للمعالجة الى الحالة الصلبة بعد ان يضاف اليه مُصلده من نوع بيروكسيد اثيل مثيل كيتون وبنسبة (٢%) ليتحول الى مادة صلبة بدرجة حرارة الغرفة. البولي أستر غير المشبع ذو وزن جزيئي واطى يحتوي على أصرة كربون مزدوجة والتي تستعمل لتكوين الارتباطات التشابكية لتخلق بوليمرات إضافية. هناك نوعان من البولي أستر، الاولى هي البولي أستر المشبعة وهي المحضرة من مونومرات متعددة المجاميع الفعالة (أستر متشابكة مشبعة)، والثانية هي البولي أستر غير المشبعة وهي التي تجري لها عملية التشابك (Cross Linking) بتفاعل بلمرة أضافي، وهي راتنجات متصلدة حرارياً (Thermoset) تتميز بأن لها لون شفاف، أبعاد ثابتة عند التصلب، خواصها جيدة وسهولة التعامل معها [١].

**(b) راتنج البولي يوريثان Polyurethane Resin(PU)**

البولي يوريثان هو أي بوليمر يتكون من سلسلة من الوحدات العضوية المربوطة بجذر يوريثان. الاختصار الشائع له (PU). يُستخدم كعازل لإعطاء متانة وحماية للأجسام التي يغطيها من الحرارة أو البرودة أو من التآكل جراء الاستخدام. ومن أنواعه مرن ومنخفض الكثافة الرغوية يستخدم في التنجيد والفرش، كذلك منخفض الكثافة الرغوية يستخدم للعزل الحراري، ويستخدم في ارضيات مواقف السيارات حيث يعطي حماية من تسرب المياه ولديه مقاومة عالية للتآكل ومن الصعب ان يزول عن الأرضية بسهولة حيث يدوم طلاء ارضية موقف السيارات حوالي ٨ إلى ١٠ سنوات إذا تمت صيانتته بشكل دوري ويضاف اليه حبيبات الكوارتز (رمل) ليعطي سطح خشن ويزيد في خاصية منع الانزلاق وهو بشكل عام يقوم بحماية الأسطح البيتونية ويغلق مسام الكونكريت، يستخدم أيضاً في صناعة عجلات لوح التزلج وفي مراتب النوم وبدرجات متنوعة من الكثافة [٢].

**٢- معدن (رقائق) النحاس الاحمر Red Copper Metal (Laminates)**

رقائق النحاس المستخدم في هذه الدراسة هي ذات سُمك (٠,٠٢ mm)، كان له دورا مهما في تدعيم الخليط البوليمري حيث يعمل على تقوية الخلطات البوليمرية ويكسبها متانة وقوة علاوة على اكسابها متانة شد أعلى. والنحاس مادة لينة قابلة للطرق تتفاعل كيميائيا أو فيزيائيا مع المصدر الخارجي (الجو) مكونة الصدأ بالاضافة إلى مميزاته انه بطيء التفاعل مع الاحماض المخففة. يدخل النحاس في تركيب العديد من السبائك، الرمز الكيميائي (Cu)، رقمه الذري هو (٢٩)، ووزنه الذري (٦٣,٥)، الكثافة النوعية (٨٩)، درجة الغليان (2567 °C)، درجة الانصهار (1083.4 °C)، يعتبر موصل جيد للكهرباء والحرارة ويعتبر أشد المعادن توصيلاً للكهرباء بعد الفضة [٣].

**٣- المايكرو، النانو قطن Micro, Nano Cotton**

يعد المايكرو أو الميكرو (Micro)، النانو (Nano) من التكنولوجيا الحديثة والتي مازالت تحتاج إلى الكثير من الدراسات والأبحاث. ويمكن أن نطلق على عصرنا عصر المايكرو أو النانو. وسوف يكون لهذه التكنولوجيا تأثير كبير في كثير من مجالات الحياة مثل الطب والطاقة والزراعة والنقل والطيران وأبحاث الفضاء والدفاع. مصطلح نانو يعني جزء واحد من مليار جزء من أي شئ وبلغه الأرقام (١٠<sup>-٩</sup>) من شئ ما. وكلمة نانومتر (nm) تعني جزء من مليار جزء من المتر وهي وحدة من وحدات القياس، أما مصطلح مايكرومتر (وحدة قياس) يعني جزء واحد من مليون من أي شئ وبلغه الأرقام (10<sup>-6</sup>) من شئ ما. ويسمى المايكرومتر (μm) أحيانا (ميكرون). فان تقنية المايكرو أو الميكرو، النانو هي تقنيات لها القدرة على التحكم المباشر في المواد والأجهزة التي لها أبعاد أقل من ١٠٠ (μm)، وللنانو أبعاد أقل من ١٠٠ (nm). يعتقد العلماء أن هذه التقنيات ستحل مجموعة من التحديات التي تواجه البشرية كالأزمات وتوفير المياه النظيفة للجميع فضلا عن رحلات فضائية رخيصة لا تؤثر فيها الإشعاعات الكونية [٤]. في هذا البحث استخدمنا مسحوق المايكرو قطن (10μm) (Micro Cotton Powder) هو مسحوق أبيض اللون وبشكل باودر.

## تقنية تحضير واختيار الخلطة البوليمرية polymer Blend

في الدراسة الحالية حضرت الخلطات باتباع تقنية القولبة اليدوية (Hand Lay-Up Molding)، حيث تم عمل أربع خلطات بوليمرية وبالنسب الموضحة بالجدول (١) و تركت الخلطات مدة (٢٤) ساعة في درجة حرارة الغرفة للتصلب وبعدها وضعت في الفرن و بدرجة حرارة (٤٠-٣٥ °C) من اجل أتمام عملية المعالجة (Post Curing)، وبعدها تقطع العينات وبأبعاد (5\*10\*55) mm (وعلى وفق مواصفة (ASTM) واجري لها إختبار الصدمة وذلك لمعرفة اي من هذه الخلطات تمتلك متانة صدمة أعلى، واستنتجنا أنه نسبة الخلط رقم (٣\*) وهي (UP60% + PU40%)\* (تمثل إشارة للعينة الافضل تحت الاختبار) هي تمتلك أعلى مقاومة صدمة، وبذلك تكون هذه الخلطة هي المستخدمة في عينات هذا البحث. والشكل (١) يوضح الخلطات البوليمرية المقولبة لاختيار أفضل نسبة خلط (Optimum Mixing Ratios OMR).

### نسب الاضافة Addition Ratios

تم تحضير جميع المركبات البوليمرية وحسب المعادلات التالية:

$$\Phi = V_f \frac{1}{1 + \left( \frac{(1 - \psi)}{\psi} \right) * \left( \frac{\rho_f}{\rho_m} \right)} \dots (1)$$

$$\psi = (w_f / w_c) \cdot 100\% \dots (2)$$

$$w_c = w_f + w_m \dots (3)$$

حيث ان

$\psi$ : الكسر الوزني لمادة التدعيم (للحشو) في المادة المترابكة .

$w_f, w_m, w_c$ : الوزن (g) للمادة المترابكة والمادة الاساس ومادة التدعيم على التوالي.

$\rho_f, \rho_m$ : كثافة المادة الاساس ومادة التدعيم على التوالي ( $\text{g/cm}^3$ ).

$V_f$ : الكسر الحجمي للحشو (%) وهي تساوي ( $\Phi$ ).

وعند أحتواء المادة المترابكة على أكثر من نوع من التدعيم والمادة الاساس, يمكن بسهولة ان تمتد المعادلات المذكورة أعلاه لتتضمن الاطوار الاضافية [5].

جدول (1) يوضح نسب الخلطات البوليمرية لاختيار أفضل نسبة خلط والتي استخدمت في عمل عينات هذه الدراسة.

رقم الخلطة	النسبة المئوية للخلط
١	UP80%+PU20%
٢	UP70%+PU30%
*٣	*UP60%+PU40%
٤	UP50%+PU50%

### تقنية تحضير النماذج Samples Preparation Technique

بعد الحصول على الخلط الأفضل (\*٣) جدول (١)، وباستعمال طريقة القولية اليدوية المذكورة اعلاه في تحضير العينات ندرج أدناه الخلطات البوليمرية (المصبوبات) التي سنحصل منها على النماذج المستخدمة في الاختبارات الميكانيكية لهذه الدراسة المتضمنة اختبار متانة الانحناء، ومتانة الشد وكما موضح بالشكل (٢).

• المصبوبة الأولى:

يتكون الخليط البوليمري الاول من البولي يوريثان (PU) والبوليستر غير المشبع (UP)، اذ يتم اولا خلط البولي يوريثان ومصلده ونسبة (١:١) ويخلط جيداً الى ان نحصل على خليط متجانس، ثم يخلط البولي استر بوصفه مادة اساس وهو بشكل سائل شفاف يتحول الى الحالة الصلبة بعد اضافة المصلد (مركب بيروكسيد مثيل اثيل كيتون) اليه ونسبة (٢% g) ويخلط جيداً بوساطة قضيب زجاجي للحصول على خليط متجانس وبعدها يضاف خليط البولي يوريثان الى خليط البوليستر ويتم خلطهما جيداً، يصب الخليط بالقالب المهياً مسبقاً.

• المصبوبة المترابكة الثانية:

يتكون الخليط البوليمري الثاني من البولي يوريثان (PU) والبولي استر غير المشبع (UP) مضافا اليها مسحوق المايكرو قطن. (قطر ١٠ μm) (ونسبة وزنية ٢%) ويتم خلطهما جيداً، وبعد ذلك يصب الخليط بالقالب المهياً مسبقاً.

• المصبوبة المترابكة الثالثة:

يتكون الخليط البوليمري الثالث من البولي يوريثان (PU) والبولي استر غير المشبع (UP) مضافا اليها رقائق النحاس بوصفها كمادة تدعيم، حيث يصب جزء من هذا الخليط المتجانس بالقالب مع تدعيمه برقائق النحاس (بنسبة وزنية ٣٩%) وهكذا بالتناوب الى ان يصبح لدينا قالب صب مدعم بالنحاس.

• المصبوبة المترابكة الرابعة:

يتكون الخليط البوليمري الرابع من مزيج (بولي يوريثان (PU) والبولي استر غير المشبع (UP))، وبنفس مكونات الخلطة المترابكة الاولى وبنفس النسب)، ويضاف الى المزيج بعد ان يصبح متجانس مسحوق المايكرو قطن (٢% كنسبة وزنية) ويتم خلطهما جيداً ومن ثم يصب جزء من هذا الخليط بالقالب المهياً مسبقاً مع تدعيمه برقائق النحاس (٣٩% كنسبة وزنية) كمادة تقوية وهكذا بالتناوب الى ان يصبح لدينا قالب صب مدعم بمادة المايكرو قطن والنحاس. بعد الانتهاء من عملية الصب لخلطات الانفة الذكر وتركها لتجف، يتم تقطيع هذه المصبوبات الى نماذج حسب الابعاد القياسية للمواصفة (ASTM)، الشكل (٢) يبين صورة فوتوغرافية لمصبوبات (خلطات) هذه الدراسة.

### الاختبارات المستخدمة The Test Equipments

#### إختبار متانة الانحناء وإجهاد القص Flexural Strength and Shear Stress Test

نستعمل في هذا الاختبار جهاز المكبس الهيدروليكي من نوع (Ley Bold Harris NO.36110) وذلك لتحديد أقصى إجهاد ثني تتحمله المادة الواقعة تحت تأثير إجهادات مسلطة بصورة عمودية على امتداد المستوي الأفقي لها. وللحصول على قيمة معامل يونك (Young modulus) يجب معرفة العلاقة بين كتلة الحمل المسلط (ΔM) والانحناء الحاصل بالعينة نتيجة الحمل المسلط (ΔS) حيث ان:

(mm/Kg) (ΔS/ΔM)، تمثل الميل (slope) فيمكن حساب معامل يونك من المعادلة التالية:

$$E = (\Delta M / \Delta S) * gL^3 / 48I \dots (4) \text{ (MPa)}$$

حيث ان:

g: التعجيل الارضي (٩,٨١ m/sec<sup>2</sup>).

L: طول العينة (mm).

I: عزم النحناء الهندسي (mm<sup>4</sup>). ولحسابه من المعادلة التالية:

$$I=bd^3/12 \quad \dots (5)$$

حيث ان:

b: عرض العينة (mm).

d: سمك العينة (mm).

ولحساب متانة الانحناء (F.S) ( $N/mm^2$ ) الاتية:

$$F.S=3PL/2bd^2 \quad \dots (6)$$

حيث ان:

P: أقصى حمل تتحمله العينة (N).

L: البعد بين نقطتي الاسناد (mm).

b: عرض العينة (mm).

d: سمك العينة (mm).

بما إنه هناك قوى قص (Shear Forces) بالإضافة الى قوى الشد (Tensile Forces) وقوى الانضغاط (Compression Forces)، بذلك فانه يمكن حساب قيمة إجهاد القص (Shear Stress) من العلاقة الاتية:

$$\tau_{max}=3P/4bd \quad \dots (7)$$

حيث ان:

$\tau_{max}$ : أقصى إجهاد قص يحدث في المستوى المتعادل عند مركز العينة ( $N/mm^2$ ).

P: أقصى حمل تتحمله العينة (N).

b: عرض العينة (mm).

d: سمك العينة (mm).

### إختبار الشد Tensile Test

عند تسليط قوة أو (حمل) على مادة، فانها تنتج إجهادا في المادة. والجهد المؤثر على المادة هو القوة المبذولة لوحدة المساحة.

$$\sigma =F/A \quad \dots (8)$$

حيث أن:

$\sigma$ : الاجهاد ( $N/mm^2$ ).

F: القوة (N).

A: مساحة المقطع العرضي ( $mm^2$ ).

عندما تكون الاجهادات شديدة (Tensile) حيث ان "F" قوة الشد التي تزيد طول العينة وتقلل من مقطعها العرضي. فاذا كانت مساحة المقطع "A" ويسمى التغير في الابعاد الناتج عن الإجهاد بالانفعال (Strain). والانفعال في الشد وهو نسبة التغير في الطول الى الطول الأصلي كما موضح بالمعادلة التالية:

$$\epsilon = \Delta \ell / L \quad \dots (9)$$

حيث ان:

$\epsilon$ : إنفعال الشد.

L: الطول الاصلي (mm).

$\Delta \ell$ : الزيادة في الطول (mm).

وعند تحميل أي مادة مرنة تدريجياً أثناء الشد، يتناسب والإنفعال المرن الناتج تناسباً طردياً مع الإجهاد المسبب له. وتعرف هذه العلاقة بقانون هوك (Hooke's Law). ويكون الرسم البياني للإجهاد - إنفعال عبارة عن خط مستقيم يمر بنقطة الصفر، ويميل هذا الخط المستقيم (الإجهاد / الإنفعال) ثابتاً لمعدن معين، ويعرف هذا الثابت بمعامل يونك (Young's modulus) أو بمعامل المرونة (Modulus of elasticity) ويقاس (MPa) ويرمز له بالرمز "E" لذلك فإن:

$$E = \sigma / \epsilon \quad \dots (10)$$

في هذا الاختبار استخدمنا جهاز من نوع (JIANQIAO TESTING EQUIPMENT) إذ يتم تثبيت العينة في الموضع المخصص لها ويتم تشغيل الجهاز فتبدأ المقابض بشد العينة من الأعلى والأسفل وبقيمة تحسب من خلال شاشة الجهاز لحظة كسر (فشل) العينة.

### النتائج والمناقشة للعملي Experimental results and discussion

بالنسبة لاختبار متانة الانحناء تتميز المواد المترابكة عن غيرها باحتوائها على ثلاث مناطق هي المنطقة الأساس ومنطقة التدعيم والمنطقة البيئية، وتتغير الخواص الميكانيكية للمترابكات تبعاً لتأثير كل منطقة، وهذا ما بينه الباحثين [6] (Yiband and etal)، حيث تعد هذه المناطق هي المسؤولة عن انتقال الإجهاد ومواد التدعيم في المترابكات البوليمرية عادة لا تتحمل معظم تأثير الإجهادات الخارجية وذلك لكون المادة البوليمرية (المادة الأساس) تقوم بنقل الإجهادات إلى مواد التدعيم عبر السطوح البيئية. نلاحظ من خلال الجداول (٤،٣،٢) إن متانة الانحناء تزداد مع إضافة مادة المايكرو قطن، وإن زيادة النسب الوزنية لمادة التدعيم ولجميع المجموعات يصاحب نقصان في قيم الانحناء، في حين امتلكت العينة المترابكة الرابعة ذات التركيب البوليمري المكون من بولي أستتر، بولي يوريثان، مادة المايكرو قطن ورقائق النحاس أعلى متانة انحناء ودرجات حرارية مختلفة (4±50 °C، 2±22 °C، 4±35 °C)، (لأن الاختبار أستمّر لفترة زمنية أطول)، حيث نلاحظ من خلال الجداول (٤،٣،٢) والأشكال (٤) و (٥) و (٦) إن الانحراف يتناسب طردياً مع الحمل المسلط عليه، فعند زوال الحمل تسترجع المادة حالتها الأولى. نستنتج من ذلك أن المادة تخضع لقانون هوك (Hooke's Law) وإن النسبة بين (Mass / Deflection) مقدار ثابت يمثل الميل (Slope). كذلك أمتلكت النماذج البوليمرية المترابكة المكونة من (UP+PU+MicroCotton+Cu) أعلى القيم لمعامل المرونة (يونك) (E) وأعلى قيم لإجهاد القص ( $\tau_{max}$ ) ومتانة الانحناء (F.S) ولمختلف درجات الحرارة كما موضحة بالجدول (٤،٣،٢). من ناحية أخرى فإن أدنى قيم لمعامل المرونة (يونك) وإجهاد القص و متانة الانحناء فكانت تتشاهد في النماذج التي تنتمي للمزيج المكون من (UP+PU)، كما هو واضح في الأشكال (٧) و (٨) و (٩).

أما بالنسبة لاختبار متانة الشد الجدول (٥) يوضح التغير بقيم متانة الشد للنماذج البوليمرية المترابكة والشكل (١٠) يوضح ذلك، حيث لوحظ أن أعلى متانة شد كانت لنماذج الخليط البوليمري المترابك المكون من (UP+PU+MicroCotton+Cu) حيث بلغت قيمتها (١٦،٣١ N/mm<sup>2</sup>) من ناحية أخرى أقل متانة شد كانت للنموذج المترابك المكون من (UP+PU+MicroCotton) وبلغت (٣،٣ N/mm<sup>2</sup>)، إن التدعيم برفائيق النحاس له أثر على زيادة متانة الشد وذلك لتحمل مواد التدعيم الجزء الأكبر من الإجهاد الخارجي المسلط على المادة المترابكة، كذلك لمسحوق المايكرو قطن أثر واضح في نقصان متانة الشد (تكون النماذج شبه أسفنجية).

### نتائج الفحص بالمجهر الإلكتروني الماسح Results of "SEM" Test

قد تم فحص عينات من نماذج هذا البحث بجهاز المجهر الإلكتروني الماسح (SEM) نوع (FEI- Quanta 200 (Scanning Electron Microscope)، شكل رقم (1) ومن خلال شاشات (LCD) التابعة للجهاز لوحظ تأثير التدعيم على طبيعة نمو الفجوات والشقوق خلال المادة،

ولمعرفة طوبوغرافية السطح للنماذج لاحظنا طبيعة تركيب كل أنموذج من نماذج الخلطات البوليمرية المترابطة المدعمة وغير المدعمة ومكوناتها (قوة تواجد العناصر المكونة لتلك الخلطات) كما موضح بالاشكال (١١) و(١٢) و(١٣) و(١٤) و(١٥). تم طلاء النماذج بطبقة من الذهب (Au) وذلك لايجاد سطح باعث للالكترونات خلال الفحص، وكانت عملية الطلاء المستخدمة هي (عملية التريذ) أو (بخار الذهب) , باستخدام جهاز خاص للطلاء الكهربائي، كذلك تم فحص مسحوق القطن المستخدم كمادة مضافة الى بعض خلطات البحث لمعرفة مدى تأثيره على المادة الاساس، وبعد ان كان متضح لدينا وحسب أغلفة التعبئة للشركة المصنعة (C.F.F. Cellulose-Füllstoff- Fabrik GmbH & Co KG) على ان المادة هي نانو قطن ولكن بعد فحص المادة وبدقة متناهية بواسطة الـ (SEM) وجد أن المادة هي مايكرو قطن ( $10 \mu\text{m}$ ) وليس نانو قطن .



الشكل (1) يوضح صورة فوتوغرافية لمنظومة الحاسبة الالكترونية المستعملة مع جهاز (SEM) الاستنتاجات .Conclusions

- (١) تبعا لاختبار متانة الانحناء كانت أعلى قيمة لمعامل يونك (بدون غمر) تم الحصول عليها من نماذج الخليط المنتمي الى (UP+PU+MicroCotton+Cu) كذلك يمتلك أعلى متانة انحناء وإجهاد قص، لكن نماذج الخليط (UP+PU+Cu) تظهر أدنى متانة إنحناء وإجهاد قص.
- (٢) لوحظ ان لاختبار الشد قيمة عليا تنتمي للخليط المترابك (UP+PU+MicroCotton+Cu) في حين أقل قيم كانت للخليط البوليمري المترابك الذي ينتمي الى (UP+PU+MicroCotton).
- (٣) بشكل عام تظهر المركبات البوليمرية المحتوية على (MicroCotton) و (Cu) معظم الخصائص الجيدة في اختبار متانة الانحناء ومتانة الشد.
- (٤) أن إضافة مادة مايكرو (كوحدة قياس) الى مادة ما، تعمل على أن تكون المادة أكثر تراص و فجوات قليلة بين جزيئات المادة مما يجعل المادة أكثر قوة ومتانة وعمر أطول و كذلك تعمل على زيادة الكفاءة والانتاجية وقوة التحمل للمركبات المصنعة من تلك المادة مما يؤدي الى تحسين الخواص العامة للمواد المختلفة التي تستخدم في الصناعة وبالتالي جودة المنتج و خفض تكاليف الصيانة و متانة وخفة بالوزن و وبذلك نخلق منتجات صديقة للبيئة.

## REFERENCES



- [1].Strong, A. B., "Plastic Materials and Processing," 2<sup>nd</sup> Ed., Brigham Young University, (2000).
- [2].Baymond, B. S., Kauffman, G. B., and Chem, J., "Polyurethanes A Class of Modern Versatile Materials Raymond B," Ed. 69, 909, (1992).
- [3].Trigg, G. L., and Immergut, E. H., (1 November 1992)."Encyclopedia of Applied Physics," 4: Combustion to Diamagnetism. VCH Publishers. pp. 267–272, ISBN 9783527281268, Retrieved (2011).
- [4].Rao, C. N. R., and Cheetham, A. K., "Science and Technology of Nanomaterials: Current Status and Future Prospects," Journal of Materials Chemistry, Issue 12, (2001).
- [5].Al-Dabbagh, B. M., Hamid, A. M., and Abd Al Noor, S. S., "Studying of The Impact Strength of Rubber- Toughened Thermosets," Research, Eng. & Tech. Journal, Vol. 27, No. 1, (2009).
- [6].Yiband, H. W. Cand, and Jib, S. F., "Journal of Adhesion," Vol. 8, No. 2, (1976).

الجدول (2) يستعرض قيم متانة الانحناء ومعامل يونك وإجهاد القص لنماذج المتراكبات البوليمرية عند درجة حرارة الغرفة ( $22\pm 2$  °C) عند نقطة الفشل باختبار الانحناء.

Samples	Flexural Strength F.S (N/mm <sup>2</sup> )	Young Modulus E (GPa)	Shear Stress $\tau_{max}$ (N/mm <sup>2</sup> )
UP+PU	٧٢,٤٢٦	٢,١٧٤	٤,٣٢٣
UP+PU+ MicroCotton	١٣٦,٥٩٨	٢,٦٦٧	٥,٧٣٤
UP+PU+Cu	١٢١,٧١٠	١,٢٩١	٥,١٢٨
UP+PU+ MicroCotton+Cu	٢٠٨,٠٧٦	١١,٧٣٢	٦,٧٧٠

الجدول (3) يستعرض قيم متانة الانحناء و معامل يونك وإجهاد القص لنماذج المتراكبات البوليمرية عند تسخينها لدرجة حرارة ( $35\pm 4$  °C) عند نقطة الفشل باختبار الانحناء.

Samples	Flexural Strength F.S (N/mm <sup>2</sup> )	Young Modulus E (GPa)	Shear Stress $\tau_{max}$ (N/mm <sup>2</sup> )
UP+PU	٧١,١٨١	١,٢٥١	٤,٨٣٠
UP+PU+ MicroCotton	١٣٠,٧٦٦	١,٧٥٠	٧,١١٦
UP+PU+Cu	٩٨,٧٧٢	١,٢٢٥	٦,٦٩٦
UP+PU+ MicroCotton+Cu	١٦٩,٧٥٨	٩,٩٢٢	٨,٠٧٩

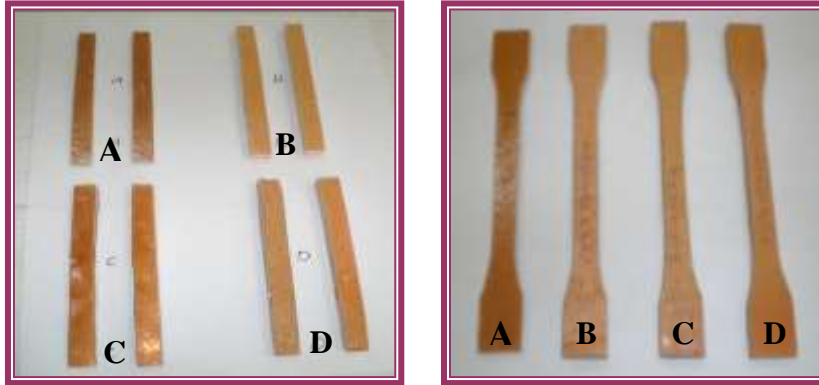
الجدول (4) يستعرض قيم متانة الانحناء ومعامل يونك وإجهاد القص لنماذج المتراكبات البوليمرية عند تسخينها لدرجة حرارة ( $50\pm 4$  °C) عند نقطة الفشل باختبار الانحناء.

Samples	Flexural Strength F.S (N/mm <sup>2</sup> )	Young Modulus E (GPa)	Shear Stress $\tau_{max}$ (N/mm <sup>2</sup> )
UP+PU	١٠٣,٨٤٦	١,٨٨٩	٦,٤٩٠

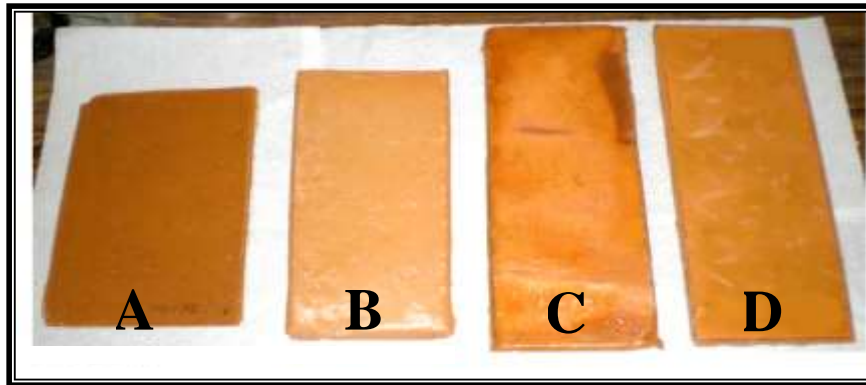
UP+PU+ MicroCotton	١٦٩,٥٩٤	٢,١٩٣	٩,٤٨٦
UP+PU+Cu	١٣٣,٩٢٨	٣,٠٢٢	٩,٦٨٠
UP+PU+ MicroCotton+Cu	٢٨٧,٥٥٥	١٤,٤٨٨	٩,٩٥١

جدول (5) يستعرض قيم إختبار متانة الشد لنماذج المتراكبات المستخدمة في الدراسة.

Samples	Tensile Strength (N/mm <sup>2</sup> )
UP+PU	١٠,٠٣
UP+PU+ MicroCotton	٣,٣
UP+PU+Cu	١٤,٨٥
UP+PU+ MicroCotton+Cu	١٦,٣١

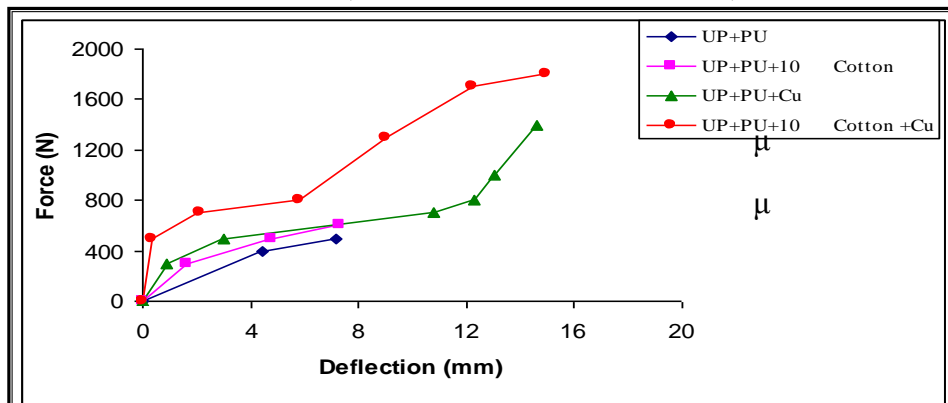


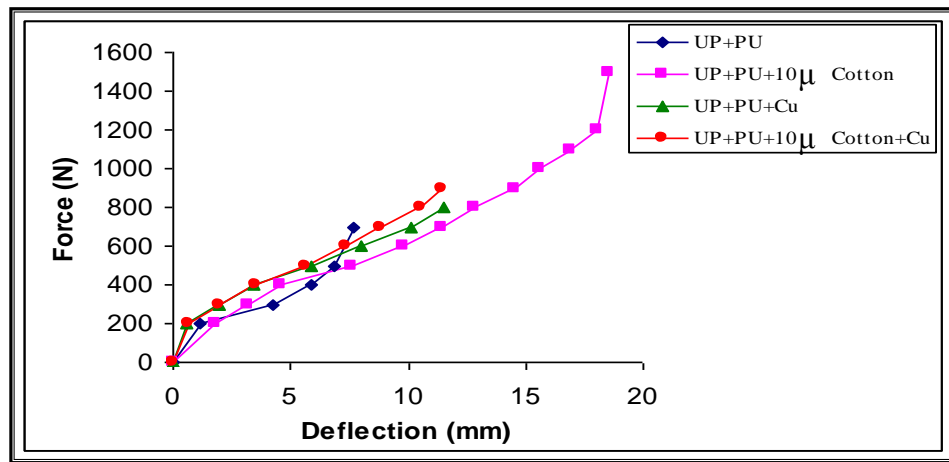
الشكل (٢) صور فوتوغرافية لنماذج الفحص ( متانة الشد، متانة الانحناء) حسب مواصفة (ASTM)



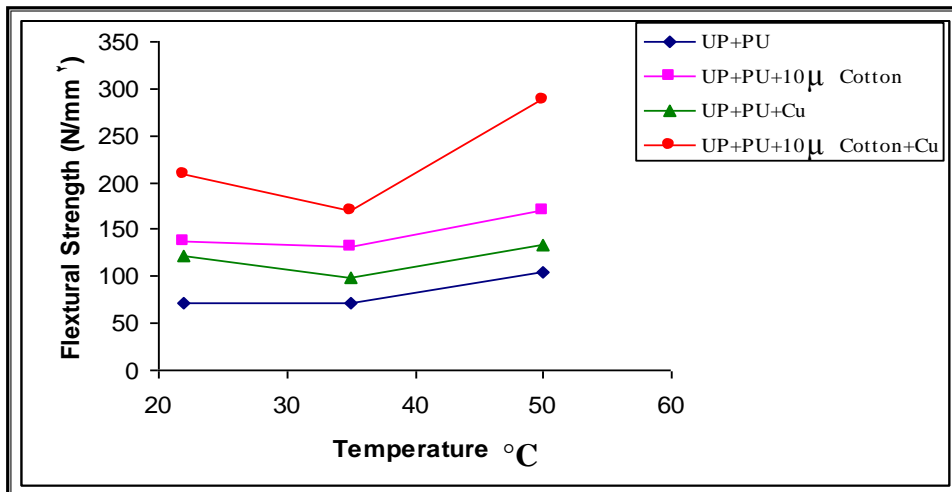
الشكل (٣) صورة فوتوغرافية للمصبوبات (خلطات) البوليمرية المقولبة في هذه الدراسة بعد اختيار الخلط الافضل.

- (A): قالب المصبوبة الأولى (UP + PU).  
 (B): قالب المصبوبة الثانية (UP + PU + Micro Cotton).  
 (C): قالب المصبوبة الثالثة (UP + PU + Cu).  
 (D): قالب المصبوبة الرابعة (UP + PU + Micro Cotton + Cu).

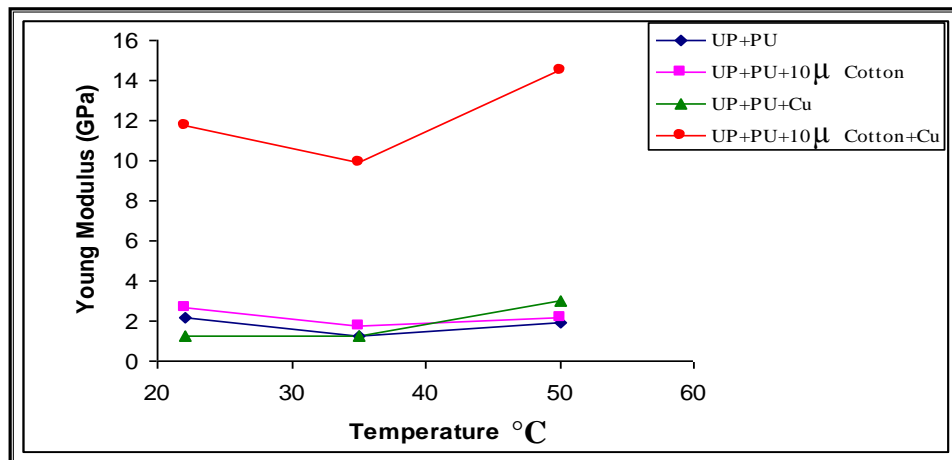




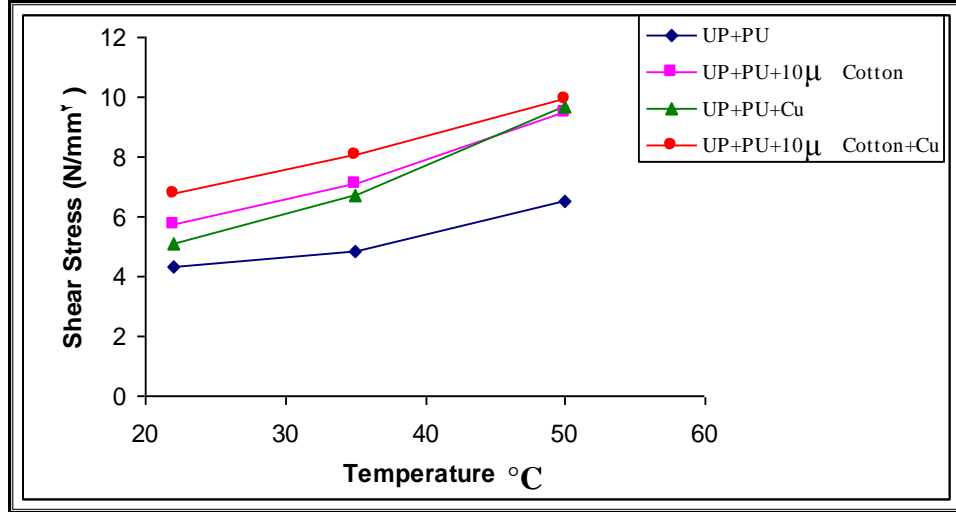
الشكل (6) يوضح العلاقة بين الحمل المسلط مع مقدار الانحراف الحاصل في إختبار متانة الانحناء للعينات المترابطة عند درجة حرارة (50±4 °C).



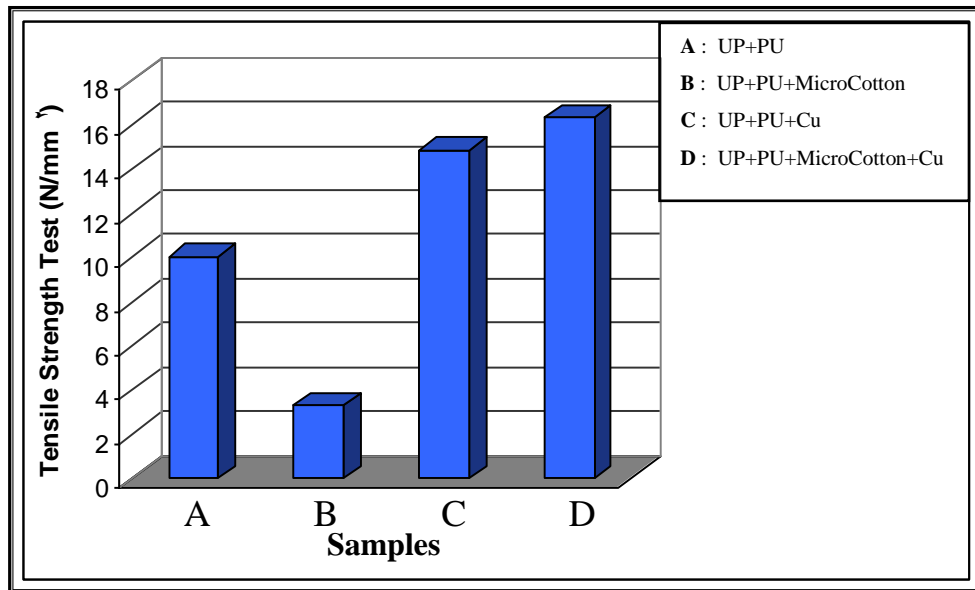
الشكل (7) يوضح التغير في متانة الانحناء (F.S) مع درجات حرارية مختلفة لعينات المترابطة بوليمرية.



الشكل (8) يوضح التغير في معامل يونك (E) للانحناء مع درجات حرارية مختلفة لعينات المترابطة البوليمرية.

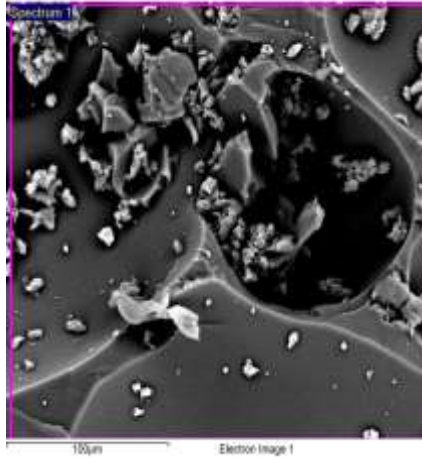


الشكل (9) يوضح التغير في إجهاد قص ( $\tau_{max}$ ) للانحناء ودرجات حرارية مختلفة لعينات المترابكات البوليمرية.



الشكل (10) يوضح تغير قيم متانة الشد لجميع نماذج الخلطات البوليمرية المترابكة في البحث.

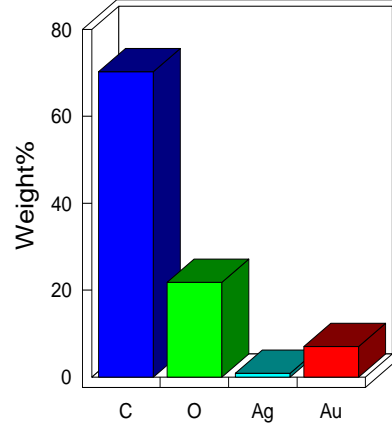
الاشكال الاتية تبين صور والمخططات لنتائج الفحص بالمجهر الالكتروني الماسح (SEM) لجميع الخلطات البوليمرية المترابكة في هذه الدراسة.



صورة الخليط (UP+PU) من خلال (SEM)

(b)

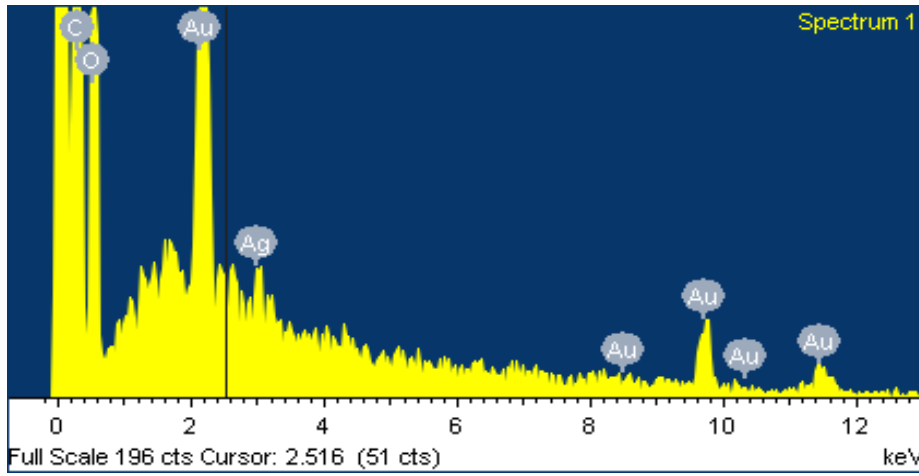
Quantitative results



مخطط يوضح نسب مكونات الخليط (UP+PU)  
علما أن الذهب (Au) جاء من خلال الطلاء به

(b)

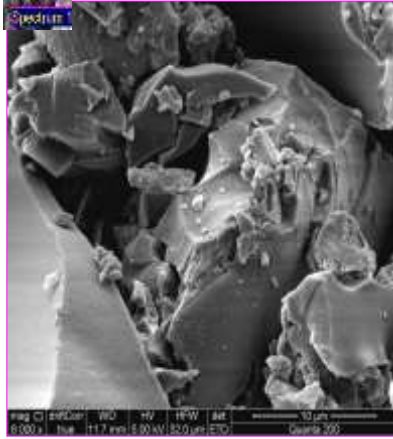
(a)



مخطط بياني يوضح مديات (Scales) قوة تواجد عناصر مكونات الخليط (UP+PU) من خلال الفحص في (SEM).

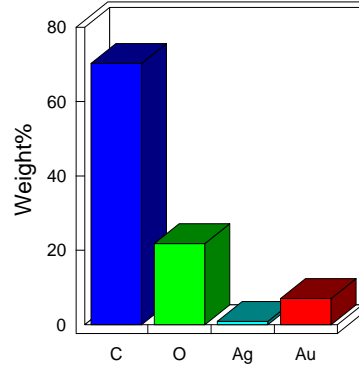
(c)

الشكل (١١) يوضح نتائج فحص الخليط المكون من (UP+PU) بوساطة الـ (SEM).



صورة الخليط (UP+PU+MicroCotton) من خلال (SEM)

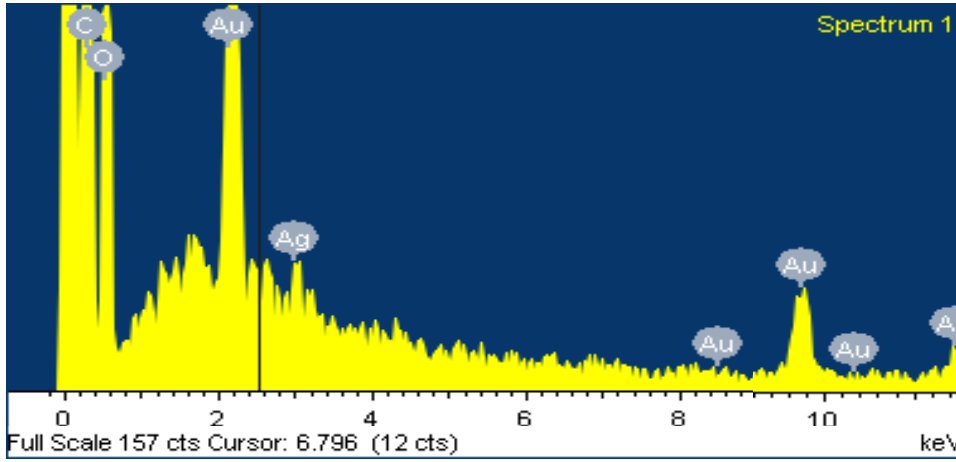
Quantitative results



مخطط يوضح نسب مكونات الخليط (UP+PU+MicroCotton) علما أن الذهب (Au) جاء من خلال الطلاء به

(b)

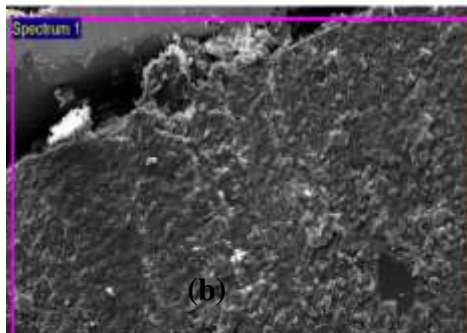
(a)



مخطط بياني يوضح مديات (Scales) قوة تواجد عناصر مكونات الخليط (UP+PU+MicroCotton) من خلال الفحص في (SEM).

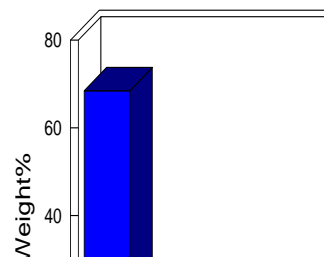
(c)

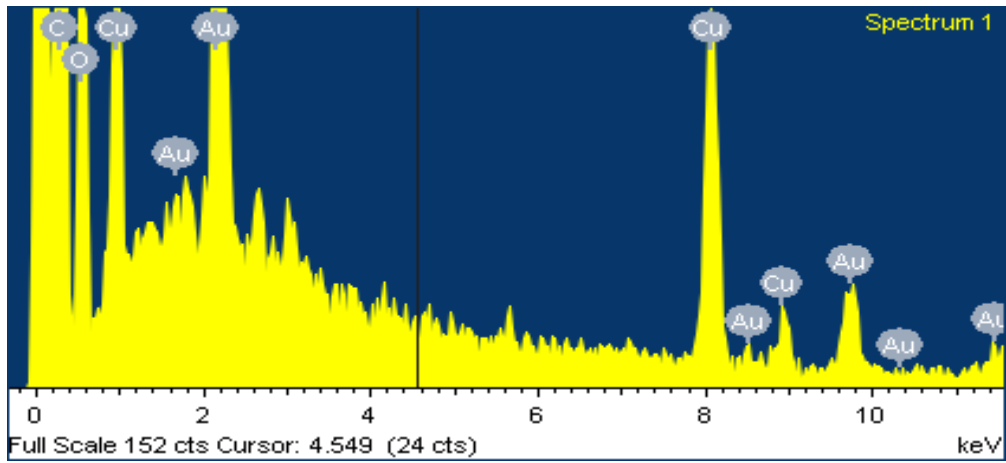
الشكل (١٢) يوضح نتائج فحص المتراكب المكون من (UP+PU+MicroCotton) بوساطة الـ (SEM).



(b)

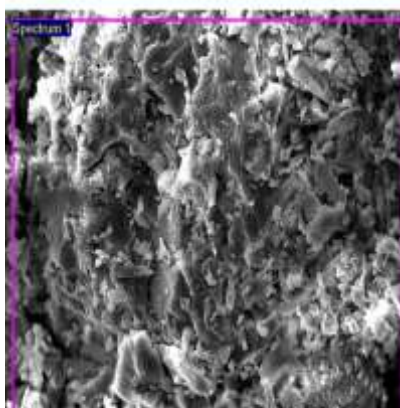
Quantitative results



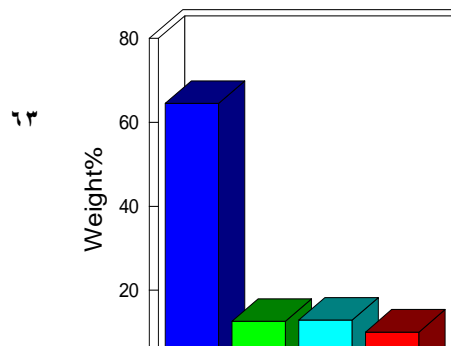


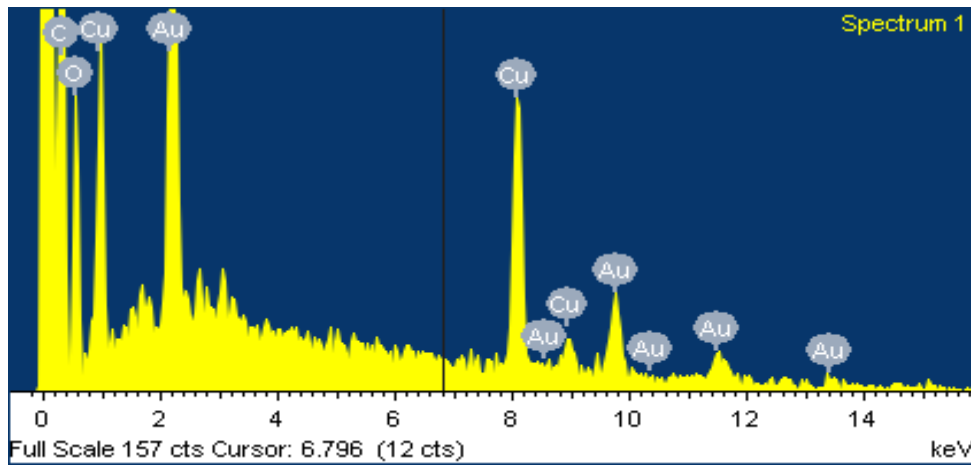
مخطط بياني يوضح مديات (Scales) قوة تواجد عناصر الخليط (UP+PU+Cu) من خلال الفحص في (SEM)

(c)  
الشكل (١٣ a,b,c) يوضح نتائج فحص المترابك المكون من (UP+PU+CU) بوساطة الـ (SEM).



Quantitative results

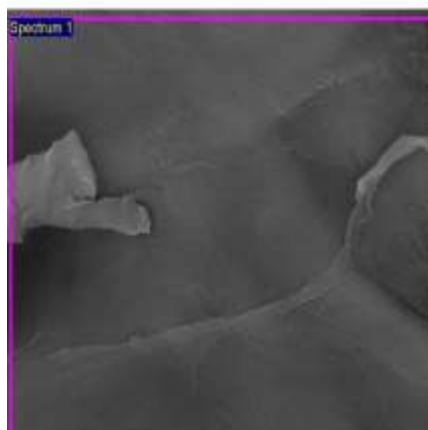




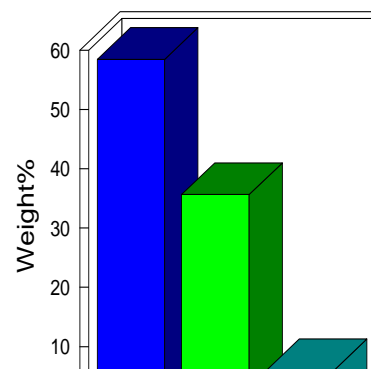
مخطط بياني يوضح مديات (Scales) قوة تواجد عناصر الخليط (UP+PU+MicroCotton +Cu) من خلال الفحص في (SEM)

(c)

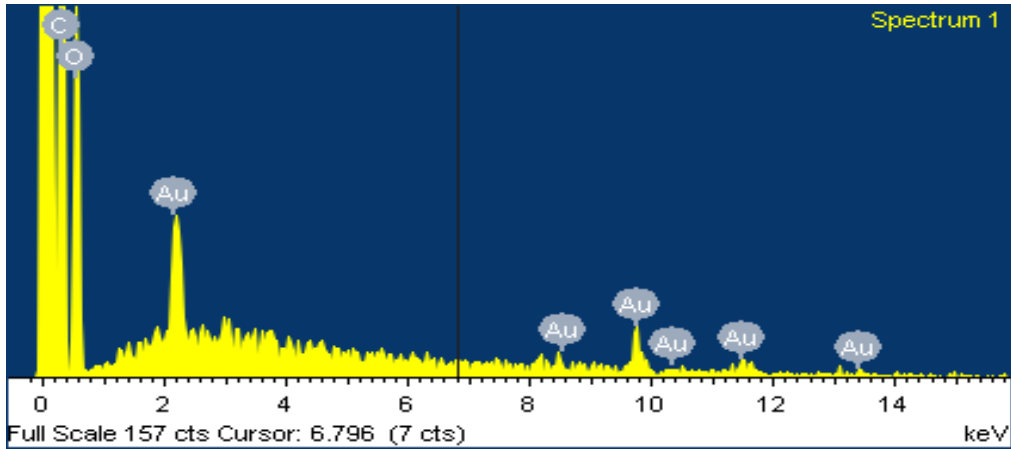
الشكل (١٤ a,b,c) يوضح نتائج فحص المتراب المكون (UP+PU+MicroCotton+Cu) بواسطة الـ (SEM).



Quantitative results







مخطط بياني يوضح مديات (Scales) قوة تواجد عناصر مادة الـ (MicroCotton) من خلال الفحص في (SEM)

(c)

الشكل (١٥) يوضح نتائج فحص مسحوق (MicroCotton) بواسطة الـ (SEM).