

## دراسة بعض الخواص التركيبية والميكانيكية والحرارية لبعض حشوات الأسنان الأجنبية المستخدمة في العراق

عبد الكريم دهش علي<sup>1</sup>، رجاء سهيل نجم<sup>2</sup>، حليلة سعد مصطفى<sup>1</sup>

<sup>1</sup>قسم الفيزياء، كلية التربية، جامعة تكريت، تكريت، العراق

<sup>2</sup>كلية طب الأسنان، جامعة تكريت، تكريت، العراق

### الملخص

تم في هذا البحث تحضير خمس عينات لسبائك الأملمغ المستخدمة لإعادة ترميم الأسنان وتم ذلك باستخدام جهاز الملغمة لخلط السبائك مع الزئبق. تضمنت السبائك أربع ملاغم عالية النحاس وهي (SDI, Septalloy NG 50, YDA alloy, T.G alloy) ونسبة النحاس فيها % (28, 22.7, 25, 24) على التوالي وهي حشوات جاهزة أما السبيكة الخامسة (Septalloy NG 70) فهي لأملغم واطئ النحاس ونسبة النحاس فيها % 12.7. تم اختبار حيود الأشعة السينية لدراسة الخواص التركيبية لهذه العينات وتبين لسبائك الأربع عالية النحاس علو في الشدة لقيم الحيود للطورين  $\epsilon - \text{Cu}_3\text{Sn}$ ،  $\eta - \text{Cu}_6\text{Sn}_5$  مع اختفاء الطور  $\gamma_2 - \text{Sn}_7\text{Hg}$  الذي تتناقص شدة هذا الطور مع زيادة النحاس بينما في السبيكة واطئة النحاس تبين زيادة في القيم التي تمثل الطورين  $\epsilon - \text{Cu}_3\text{Sn}$ ،  $\eta - \text{Cu}_6\text{Sn}_5$  مع تزايد نسبة النحاس في الأملمغ إذ تكون العلاقة طردية بين زيادة النحاس وزيادة قيم هذين الطورين، وتكون العلاقة عكسية بين زيادة نسبة النحاس في الملاغم والطور  $\gamma_2$  حيث يتفاعل الطور مع يوتكتيك فضة - نحاس مكونا طور  $\eta - \text{Cu}_6\text{Sn}_5$ ،  $\gamma_1 - \text{Ag}_2\text{Hg}_3$ . كذلك تم دراسة الخواص الميكانيكية والحرارية لكل عينة من العينات الخمس لسبائك الأملمغ مثل مقاومة الانضغاط، الصلادة والتوصيلية الحرارية.

### المقدمة

الأملمغ (Amalgam) هو عبارة عن سبيكة تتكون من اتحاد الزئبق مع فلز واحد أو أكثر. أما أملمغ الأسنان (Dental Amalgam) فهو يتكون من اتحاد الزئبق مع سبيكة الفضة - قصدير - نحاس - وهو مادة صلبة في درجة حرارة الغرفة أو درجة حرارة الفم ودرجة حرارة انصهاره بين درجة انصهار الزئبق  $-39^\circ\text{C}$  ودرجة حرارة انصهار المعادن التي يتحد معها. أصبح استخدام ملاغم الأسنان بشكل واسع في جميع أنحاء العالم، وذلك لسهولة معاملتها من قبل الأطباء، علاوة على امتلاكها لخواص فيزيائية متميزة، وانخفاض خطورتها على الصحة العامة. وفي العراق ازداد استعمال أنواع هذه الملاغم المتعددة المنشأ، وهي ظاهرة صحية لكن بالمقابل ازدادت شكاوى الأطباء المعالجين والمرضى المستخدمين لبعض هذه الملاغم، من ضعف متانتها، وعدم صمودها بعد الاستخدام لفترات طويلة (حيث إن عمرها الافتراضي يصل إلى 15 سنة) [1].

اجريت العديد من الدراسات باستعمال تقنيات الانحراف (metallographic) والأشعة السينية (x-ray) لتمييز الأطوار الموجودة في أملمغ الأسنان. تبين بأن أملمغ الأسنان له ثلاث أطوار، فالجزء الرئيسي لسبيكة  $\text{Ag}_3\text{Sn}$ ،  $\text{Cu}$ ،  $\text{Ag}_2\text{Hg}_3$  الذي يحال في أغلب الأحيان إلى طور  $\gamma$  بعد الدمج، أما المتبقي من الجزئه الأصلية  $\text{Ag}_2\text{Hg}_3$  يحال إلى طور  $\gamma_1$  و  $\text{Sn}-\text{Hg}$  إلى طور  $\gamma_2$  [2]. وفي دراستنا هذه سوف نعمل على إجراء فحوصات الأشعة السينية، مقاومة الانضغاط، الصلادة والتوصيلية الحرارية لبعض الحشوات الأجنبية المتداول استعمالها في العراق.

### الجانب النظري

ان التركيب الكيميائي لسبيكة الاملمغ الطبي يجب ان تتألف أساسيا من الفضة (Ag)، القصدير (Sn) والنحاس (Cu) وبكميات متفاوتة وربما تتضمن السبيكة الزنك (Zn)، الذهب (Au)، البلاتيوم (Pd)، انديوم (In)، سليلونيوم (Se) والزنك (Hg) بكميات اقل [2,3,4].

### الخواص الميكانيكية (Mechanical Properties)

#### (Compressive Strength)

في اغلب مواد تعويض الاسنان تعتبر مقاومة الانضغاط من المقاييس المهمة والمطلوبة لأن اغلب عمليات المضغ ذات طبيعة انضغاطية وهو مقياس لبيان هشاشة المادة (Brittleness). وحسب منظمة المقاييس العالمية بالموصفة (ISO: 9917) يكون الشكل المراد فحصه اسطوانيا و تكون ابعاده بحيث تعادل الارتفاع ضعف القطر للحصول على نتائج مقبولة وتحسب القيمة القصوى لمقاومة الانضغاط من مساحة المقطع العرضي للعينة والقوى المسلطة عليها وفقا للمعادلة التالية [5]:

$$\text{Ultimate Compressive Strength} = \frac{\text{Max of Force (MN)}}{\text{Cross-Sectional Area (m}^2\text{)}} \quad (1)$$

#### الصلادة الدقيقة (Micro Hardness)

ان خاصية الصلادة الهندسية صفة ميكانيكية مهمة وذات مفاهيم مختلفة، وقد تعددت طرائق التعبير عنها، إذ يمكن التعبير عنها على إنها مقاومة المادة للغرز أو التلم (Resistance of Indentation) ويمكن أن يستخدم تعبير الصلادة لبيان مدى صمود أو تحمل المواد للحك (Abrasion)، والإتلاف والتآكل بالاحتكاك (Attrition)، وتحسب الصلادة من خلال المعادلة [6]:

تم سحن السبائك المحضرة مع الزئبق عالي النقاوة وينسب مختلفة حسب حاجة السبيكة إلى ذلك. في هذا الجهاز تتم عملية السحن باستخدام زمن سحن (Trituration Time) قدره (9-10) ثانية ومعدل اهتزاز (3600) هز في الدقيقة .

حضرت مجموعة عينات لغرض فحص مقاومة الانضغاط والصلادة الدقيقة والتوصيلية الحرارية حيث تكبس يدويا بقوة ضغط تعادل (2-2.5 MN/m<sup>2</sup>) بواسطة مكثف (condenser) مصنوع من مادة الفولاذ المقاوم للصدأ (stainless steel) ثم تترك في القالب لتتصلب ويتم اخراجها بعد مرور (24) ساعة لإجراء الفحوصات المطلوبة عليها.



الشكل (1) جهاز الملغمة المستخدم في تحضير العينات.

### ثالثا - تحليلات حيود الأشعة السينية (X-ray Diffraction Analysis of X)

تم فحص النماذج بواسطة جهاز الأشعة السينية في مركز بحوث المواد المتقدمة - وزارة العلوم والتكنولوجيا العراقية - بغداد حيث سحقت الملاغم لجزيئات صغيرة الحجم واستخدمت تقنية حيود الأشعة السينية وذلك لتحديد الأطوار وتوزيعها في الملاغم المحضرة في الدراسة حيث استخدم في هذه الدراسة جهاز حيود الأشعة السينية نوع (PHILIPS 1965160) ويتحقق شرط براك (Braggs condition) يحدث الحيود في المواد البلورية والذي يتم باستخدام طول موجي أصغر أو مساوي لضعف المسافة بين المستويات البلورية في شبكة المادة ، حسب المعادلة التالية [8]:-

$$2d \sin \theta = n\lambda \quad \text{..... (5)}$$

حيث (d) المسافة بين المستويات البلورية في شبكة المادة، (θ) زاوية القياس (deg)،

(n) عدد صحيح يساوي (1)، (λ) الطول الموجي المستخدم في الفحص.

### النتائج و المناقشة

#### حيود الاشعة السينية

يمتلك النظام (Ag – Sn – Cu) عددا كبيرا من الأطوار والمركبات البينية . تتداخل هذه المركبات بنسب مختلفة اعتمادا على التركيب الكيميائي والمعالجات الحرارية المعتمدة في التحضير ، وبهذا الصدد

$$HV = 1.854 F/d^2 \text{..... (2)}$$

حيث (F) الحمل المسلط و (D) معدل قطري الأثر الذي يُقاس باستخدام مجهر بصري عاكس.

### التوصيلية الحرارية (Thermal Conductivity)

تعد دراسة الخواص الحرارية للمواد البوليميرية من الدراسات المهمة للتعرف على مدى ملائمة هذه المواد للتطبيقات العملية عند استخدامها في مجال العوازل الحرارية. ان الهدف من اجراء هذا الاختبار هو دراسة التوصيلية الحرارية لحشوات الاسنان، وتأثير درجات الحرارة عليها. ولحساب معامل التوصيل الحراري لجميع النماذج استعمل جهاز قرص لي (Lee's Disk) المصنع من قبل شركة (Griffin & George) البريطانية. إذ يتكون هذا الجهاز من اربع اقراص معدنية (B, A) يوضع بينهما العينة (S) والقرص (H) المسخن ويليه القرص (C) علما ان فرق الجهد المسلط على طرفي المسخن (6V) وان التيار المار خلاله (0.25 Amp) وتطبق المعادلة (4) لاستخراج قيمة (e) وبعدها تعوض هذه القيمة في المعادل رقم (3) للحصول على قيمة التوصيلية الحرارية (K) باستخدام المعادلتين التاليتين [7]:

$$K \left( \frac{T_B - T_A}{d_s} \right) = e \left[ T_A + \frac{2}{r} \left( d_A + \frac{1}{4} d_s \right) T_A + \frac{1}{2r} d_s T_B \right] \quad \text{... (3)}$$

$$H = IV = \pi^2 e (T_A + T_B) + 2\pi e \left[ d_A T_A + \frac{1}{2} d_s (T_A + T_B) + d_B T_B + d_C T_C \right] \quad \text{(4)}$$

حيث: TA, TB, TC : درجات الحرارة للأقراص الثلاثة A, B, C .

dA , dB , dC : سمك الاقراص الثلاثة A, B, C .

H : الطاقة الحرارية المارة عر ملف التسخين لوحدة الزمن.

e : كمية الحرارة المفقودة في ثانية واحدة للسنتيمتر المكعب.

r : نصف قطر القرص.

dS : سمك النموذج.

### المواد وطريقة العمل

#### أولا - النماذج المستخدمة (Samples Used)

(SDI) استرالية المنشأ، (Septalloy NG 50) و (Septalloy) (NG 70) فرنسية المنشأ، (YDA alloy) اسبانية المنشأ و اخيرا (T.G alloy) برازيلية المنشأ. والجدول (1) يوضح النماذج المستخدمة في دراستنا والعناصر المكونة لها .

جدول (1) النماذج المستخدمة ونسب عناصرها

| Fillings        | Ag % | Sn % | Cu % | R.alloy /mercury |
|-----------------|------|------|------|------------------|
| SDI             | 40   | 31.3 | 28.7 | 1/0.90           |
| Septalloy NG 50 | 46.0 | 31.3 | 22.7 | 1/1.2            |
| Septalloy NG 70 | 68.8 | 18.5 | 12.7 |                  |
| YDA alloy       | 45   | 30   | 25   | 1/1              |
| T.G alloy       | 45   | 31   | 24   | 1/1              |

#### ثانيا - تحضير عينات أملغم الأسنان (Samples Preparation of Dental amalgams)

الشكل ادناه يوضح جهاز الملغمة (Amalgamator) نوع (SYG) الأمريكي المنشأ والتي تم بواسطته تحضير عينات أملغم الأسنان. إذ

$\eta$ -Sn<sub>5</sub>Cu<sub>6</sub> [1]. ولغرض الوقوف على الدقة في العمل وصحة النتائج فقد تم مقارنة النتائج مع دراسات قريبة ومماثلة في هذا المجال للباحثين (Dunja K.Mehdi, 2002, [10] والباحث رياض إبراهيم عطية, 2005, [11] أو (عنيد ماهر لفته, 2012, [6], وكانت النتائج متقاربة جدا لاسيما التي كانت نسب عناصرها متقاربة.

#### مقاومة الانضغاط

تم تحضير خمس عينات من Hملغم الاسنان وبقياس 1X10 cm (، وقد قيست مقاومة الانضغاط في مختبر بحوث المواد المتقدمة - وزارة العلوم والتكنولوجيا العراقية - بغداد بعد اسبوع من التصلب وباستخدام جهاز قياس مقاومة الانضغاط نوع (Instron - 1195) ويتطبيق سرعة رأسية (Head Speed) مقدارها (0.5 mm/min) وحفظت النماذج عند درجة حرارة ثابتة بمقدار 37°C وبعد اجراء القياسات على النماذج تم استخراج قيمة مقاومة الانضغاط. ويوضح الجدول (2) نتائج فحص مقاومة الانضغاط.

جدول (2) نتائج فحص مقاومة الانضغاط

| Sample          | Diameter (mm) | Max Force (N) | (Comp. Strength Mpa) |
|-----------------|---------------|---------------|----------------------|
| SDI             | 6.38          | 1768          | 55.3                 |
| Septalloy NG 50 | 6.26          | 730           | 23.71                |
| Septalloy NG 70 | 6.26          | 1622          | 52.7                 |
| YDA alloy       | 6.37          | 1353          | 42.46                |
| T.G alloy       | 6.32          | 2218          | 70.7                 |

تبين النتائج المثبتة بالجدول وجود علاقة طردية بين عنصري Cu (Ag) مع زيادة مقدار مقاومة الانضغاط، حيث نلاحظ ان العينات التي حصل فيها زيادة في نسب عنصري (Cu, Ag) تميزت بزيادة مقاومتها للانضغاط. والأشكال (7, 8, 9, 10, 11) تبين منحنى الإجهاد للعينات التي حصلنا عليها من حساب مقدار القوة المسلطة على مقدار الاستطالة بوحدات N/mm<sup>2</sup>.

وأظهرت ان العينة (T.G alloy). كانت أكثر استقرارا اثناء خضوعها للفحص امام القوة المطبقة عليها. اي قلة الصعود والنزول في القمم وهذا يعني انها أكثر استقرارا وصمودا امام القوة المطبقة ويأتي هذا الاستقرار من قلة الاطوار الضعيفة مثل  $\gamma_2$  - Sn<sub>7</sub> Hg وبالتالي يؤدي الى الترابط الجيد بين الحدود الحبيبية وقلة المسامات داخل الملمع. بعد ذلك جاءت العينة (Septalloy NG 50) وتميزت بوجود تعدد في القمم حتى تصل المادة الى اعلى طاقة تحمل لها قبل ان تبدأ بالانهيار ثم تأتي العينات (SDI) و (YDA alloy) و (Sept alloy NG 70) بالمرتبة الاخيرة وهي تمتلك أكثر القمم صعودا ونزولا حتى تصل الى اعلى نقطة تحمل لها قبل ان تنهار ويأتي السبب في ذلك لربما لاحتواء هذه العينات للطور الضعيف  $\gamma_2$  - Sn<sub>7</sub> Hg وبالتدرج ولو بقلّة مقارنة مع العينة (T.G alloy) وبدوره يؤدي هذا الى قلة التنسيق في الشكل الحبيبي وظهور المسامات داخل الملمع [6].

فان تقنية حيود الأشعة السينية هي الأداة الرئيسية المعتمدة في تحديد كمية الأطوار وتوزيعاتها وبالتالي كفاءة التحضير ونجاحه لهذه الملامع.

وبعد إجراء الفحص تم الحصول على الأشكال (2, 3, 4, 5, 6) التي من خلالها تم تحديد أطوار السبائك من حساب قيم المسافات البينية للمستويات الذرية (d-spacing) لمسحوق السبائك باستخدام قانون براك (Braggs Low) حسب المعادلة رقم (5).

وقد تمت مطابقتها مع القيم القياسية للأطوار  $\gamma$  - Ag<sub>2</sub> Hg<sub>3</sub>,  $\gamma$  - Cu<sub>6</sub> Sn<sub>5</sub>,  $\beta$  - Ag<sub>4</sub> Sn,  $\epsilon$  - Cu<sub>3</sub>Sn,  $\eta$  - Sn<sub>7</sub> Hg (ASTM) لهذه الأطوار [9]. وقد قيست الملامع جميعها عند زوايا الحيود ( $2\theta = 20^\circ - 60^\circ$ ). وقد تم إجراء الفحص بعد مرور شهر من إجراء عملية الملمعة، إذ تعد هذه المدة هي الفترة اللازمة للحصول على نقاء طوري أعلى نتيجة لاكتمال عملية التفاعل.

يزداد عدد الأطوار بشكل واضح عند إجراء عملية الملمعة للسبائك، إذ تبين وجود ما لا يقل عن ست أطوار هي مركبات الزئبق متمثلة بالأطوار  $\gamma_1$  - Ag<sub>2</sub> Hg<sub>3</sub>,  $\gamma_2$  - Sn<sub>7</sub> Hg,  $\gamma_2$  - Ag<sub>3</sub> Hg<sub>2</sub>,  $\gamma_1$  علاوة على بعض الأطوار غير المتفاعلة لمكونات السبيكة الأساسية. بصورة عامة تظهر في الملامع المحضرة الأطوار الآتية:

$Y_1$  - Ag<sub>2</sub> Hg<sub>3</sub> ويظهر عند الزوايا  $2\theta \cong 33.4^\circ$ ,  $2\theta \cong 38^\circ$  و  $\eta$  - Cu<sub>6</sub> Sn<sub>5</sub> ويظهر عند الزوايا  $2\theta \cong 30.1^\circ$ ,  $2\theta \cong 42.5^\circ$  و  $\beta$  - Ag<sub>4</sub> Sn ويظهر عند الزوايا  $2\theta \cong 34.5^\circ$ ,  $2\theta \cong 39^\circ$  و  $\gamma_2$  - Ag<sub>3</sub> Hg<sub>2</sub> ويظهر عند الزوايا  $2\theta \cong 37.5^\circ$ ,  $2\theta \cong 39^\circ$  و  $\epsilon$  - Sn Cu<sub>3</sub> ويظهر عند الزوايا  $2\theta \cong 43^\circ$  والطور Sn<sub>7</sub>-Hg<sub>8</sub> ويظهر عند الزوايا  $2\theta \cong 32^\circ$ ,  $2\theta \cong 44.5^\circ$  وهذه الأطوار مستخرجة من جداول ASTM [8]. كذلك لوحظ سيطرة الطور  $\gamma_1$  - Ag<sub>2</sub>Hg<sub>3</sub> على جميع الأطوار وعند زاوية حيود  $2\theta \cong 38^\circ$  وهي القمة الأعلى لجميع الملامع.

من ناحية أخرى فإذا أعينا النظر في الأشكال وحاولنا مناقشة العلاقة بين نسب العناصر المكونة للملمع وربطها بالأطوار التي ظهرت فإننا نلاحظ الملمع Septalloy NG70 الذي يحتوي على النحاس بنسبة (12.7%) وهذا مثبت في الجدول (1) يُلاحظ ظهور القمم التي تمثل الطورين  $\eta$  - Cu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub>,  $\epsilon$  - Cu<sub>3</sub>Sn مع تزايد نسبة النحاس.

وكذلك نلاحظ وجود الطور  $\gamma_2$  - Sn<sub>7</sub> Hg الأضعف في جميع الأطوار إذ تتناقص شدة هذا الطور مع زيادة نسبة النحاس لكنه غير موجود في الملامع (SDI, Septalloy NG 50, YDA alloy, T.G alloy) التي تتراوح نسبة النحاس فيها (22.7 – 28.7 %) بينما هناك علو في الشدة لقيم حيود للطورين  $\eta$  - Cu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub>,  $\epsilon$  - Cu<sub>3</sub>Sn مما يدل على ان العلاقة بين زيادة نسبة النحاس في الملامع والطور ( $\gamma_2$ ) وهي علاقة عكسية، وهذا مطابق لكثير من الأدبيات التي تشير إلى ان طور ( $\gamma_2$ ) يختفي بعد (2-4) أسابيع، إذ يتفاعل هذا الطور مع يوتيكتيك فضة - نحاس مكونا طوري  $Y_1$  - Ag<sub>2</sub> Hg<sub>3</sub>,

## الصلادة الدقيقة

قيست الصلادة الدقيقة للعينات باعتماد طريقة فيكرز في مختبرات قسم الميكانيك – كلية الهندسة – جامعة تكريت ، إذ تم تحضير العينات في قالب وتركت هذه العينات حتى تتصلب ثم تم القياس بتسليط حمل مقداره 500 gm لمدة 30 sec بعدها اخذ معدل ثلاث قراءات لكل عينة واحتساب معدل تلك القراءات لتقليل الخطأ الناجم من القياس نتيجة لخلل في الكبس والتنعيم اثناء التحضير ، وتم حساب الصلادة الدقيقة من المعادلة (2)، وكما هي ماثبة في الجدول (3).

جدول (3) نتائج فحص الصلادة

| Sample          | Hv <sub>1</sub> | Hv <sub>2</sub> | Hv <sub>3</sub> | Av Hv |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|
| SDI             | 80              | 80.7            | 80.7            | 80.4  |
| Saptalloy NG 50 | 125.2           | 135.6           | 101.9           | 120.9 |
| Saptalloy NG 70 | 97              | 118             | 104             | 106.3 |
| YDA alloy       | 118.5           | 84.7            | 75.7            | 92.9  |
| T.G alloy       | 85.5            | 116             | 94.6            | 98.7  |

أن هناك تناسب طردي بين قيمة الصلادة ومحتوى الألمغ من عنصر (Ag) أي زيادة الصلادة بزيادته ، ثم تأتي بعد ذلك اهمية نسبة (Cu) في كفاءة هذه الصفة الميكانيكية المهمة بالنسبة لملاغم الاسنان . فقد تميزت العينة (Sept alloy NG 50) من خلال الفحص والتي تحتوي على نسبة عالية من (Ag) ونسبتها 46% فضلا عن نسبة (Cu) الموجودة في الملغم وهي نسبة جيدة قدرها 22.7% مما تقدم من نتائج فحص الصلادة الدقيقة تؤكد انها صفة سطحية فقد امتلكت هذه العينة اعلى قيمة للصلادة حيث انها لم تكن كذلك في فحص مقاومة الانضغاط، وهذه النتيجة تفسر اهمية هذا الفحص الى جانب فحص مقاومة الانضغاط بالنسبة للملاغم بالرغم من الزيادة النسبية في قيمة الصلادة وهذا يعزى الى زيادة النحاس الى جانب الفضة حيث يعمل هلى تحسين الخصائص الميكانيكية للملاغم هذا يتوافق مع بعض الدراسات في هذا المجال [12][13].

فقد تطابقت نتائج فحص الصلادة مع نتائج تحليل حيود الاشعة السينية بروز الطور  $\gamma_1$ -Ag<sub>2</sub>Hg<sub>3</sub> في جميع العينات وتفاوت قمم هذا الطور من عينة إلى أخرى، وهو الطور الاقوى والمرغوب فيه بالنسبة للملاغم، وغالبا ما يتشكل السطح الخارجي للألمغ منه يليه الطور الغني بالنحاس  $\epsilon$ -Cu<sub>3</sub>Sn الذي يزيد من متانة الألمغ مع مرور الوقت حتى اتمام التفاعل وتصلد الألمغ لأن انتهاء التفاعل قد يستغرق (2-4) اسابيع او قد يزيد [6].

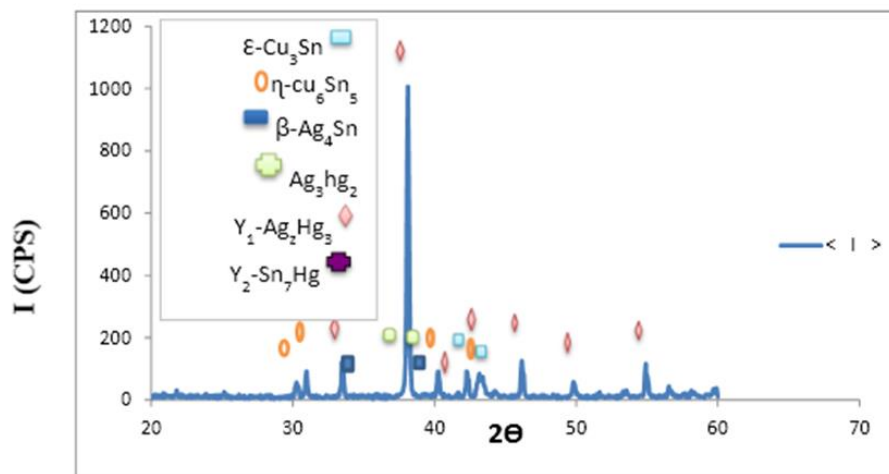
## التوصيلية الحرارية

تم اجراء الفحص بأخذ ثلاث درجات لكل عينة واحتساب التوصيلية الحرارية وفقا للمعادلتين (3,4) وهي ماثبة في الجدول (4) .

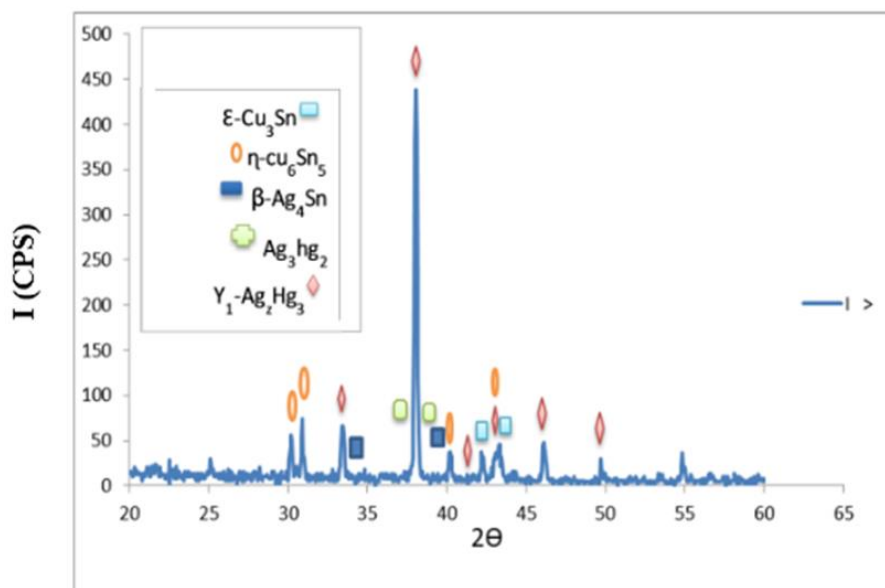
جدول (4) نتائج فحص التوصيلية الحرارية

| Samples         | T <sub>A</sub> | T <sub>B</sub> | T <sub>C</sub> | Thermal Conductivity K (w /m.k°) |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------------------------|
| YDA alloy       | 30.6           | 32             | 31             | 0.00054                          |
| SDI             | 30             | 34             | 33             | 0.000515                         |
| T.G alloy       | 29             | 32             | 33             | 0.000516                         |
| Septalloy NG 50 | 28             | 35             | 34             | 0.000485                         |
| Septalloy NG 70 | 34             | 41             | 41.8           | 0.000491                         |

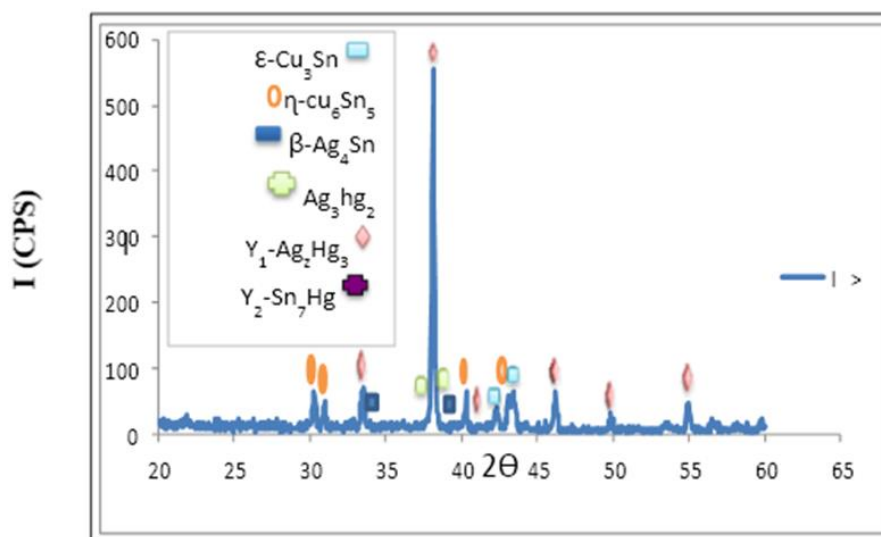
ان قيم التوصيلية الحرارية للعينات تتزايد من (Sept alloy NG 50) الى اعلى قيمة في ( YDA alloy ) فتأثير درجة الحرارة يؤدي الى زيادة قيمة التوصيلية الحرارية وهذا ناتج من ارتفاع درجة حرارة المحيط الذي بدوره يؤدي الى حركة الوحدات الابتدائية للسلاسل الجزيئية وارتداء الاواصر بينها لذا تمتص هذه الطاقة الحرارية من قبل جزيئات المادة، وبالتالي يؤدي الى زيادة سعة تذبذبها حول موضع الاتزان ويتصادمها مع ما يجاورها من الجزيئات تكتسب هذه الجزيئات طاقة تجعلها تتذبذب بسعة اكبر مما كانت عليه، ويتصادم هذه الجزيئات بدورها مع ما يجاورها من الجزيئات الاخرى تكتسبها طاقة وهكذا نرى ان الحرارة تنتقل عن طريق اهتزاز ( تذبذب ) الجزيئات دون انتقالها من موضع اهتزازها [7] .



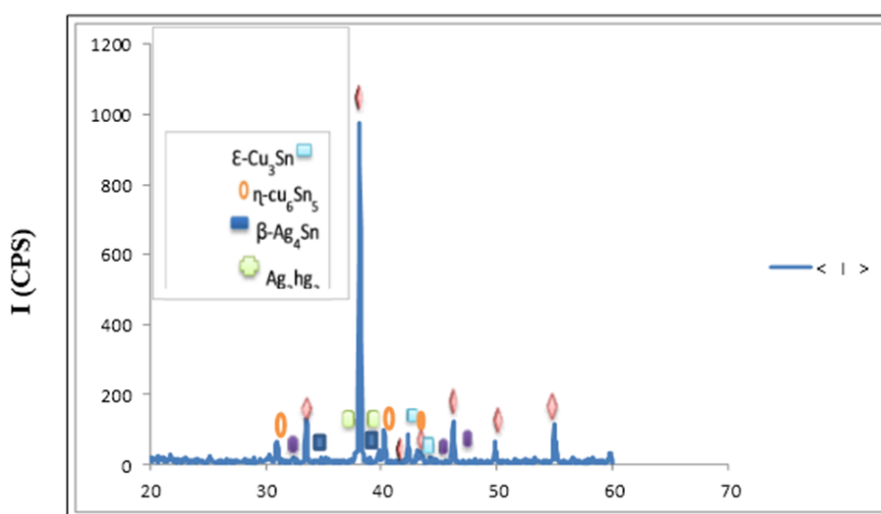
الشكل ( 2 ) نتائج تحليل حيود الأشعة السينية للملغم Septalloy NG 50



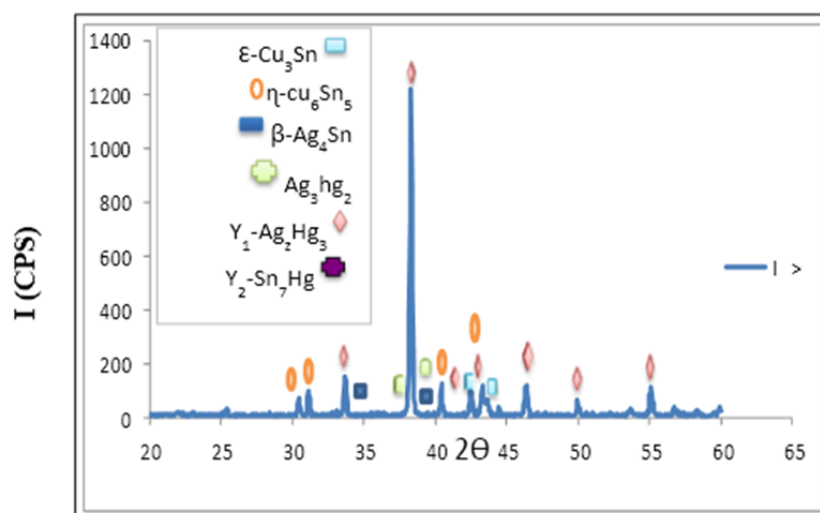
الشكل (3) نتائج تحليل حيود الأشعة السينية للملغم SDI



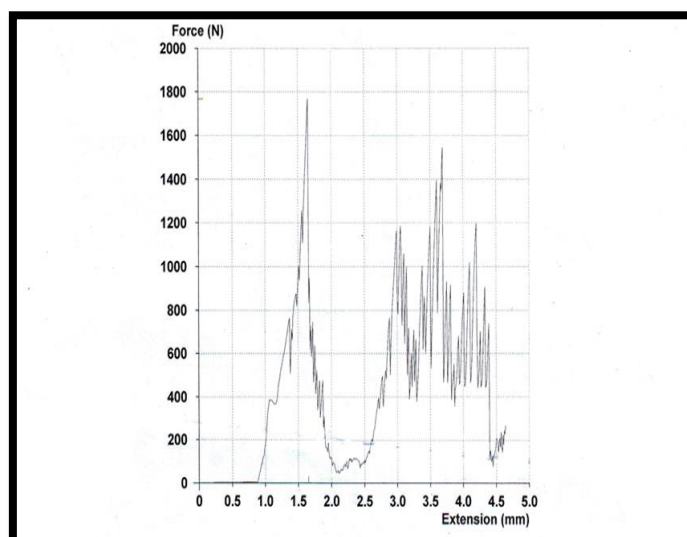
الشكل ( 4 ) نتائج تحليل حيود الأشعة السينية للملغم YDA alloy



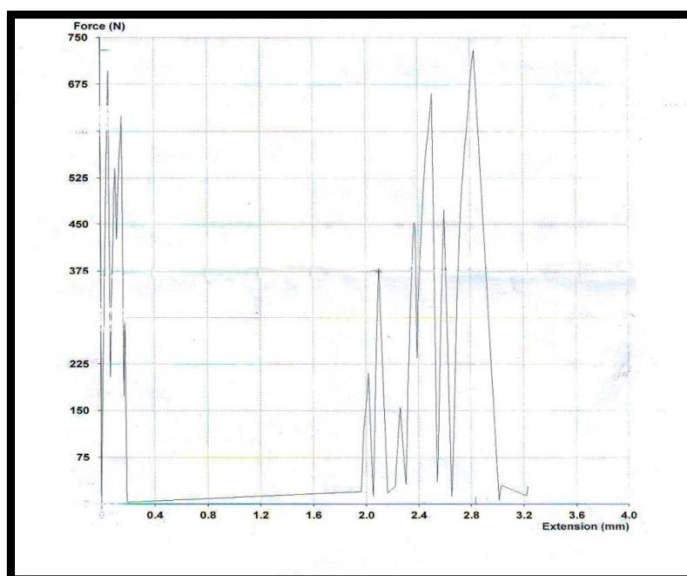
الشكل (5) نتائج تحليل حيود الأشعة السينية للملغم Septalloy NG70



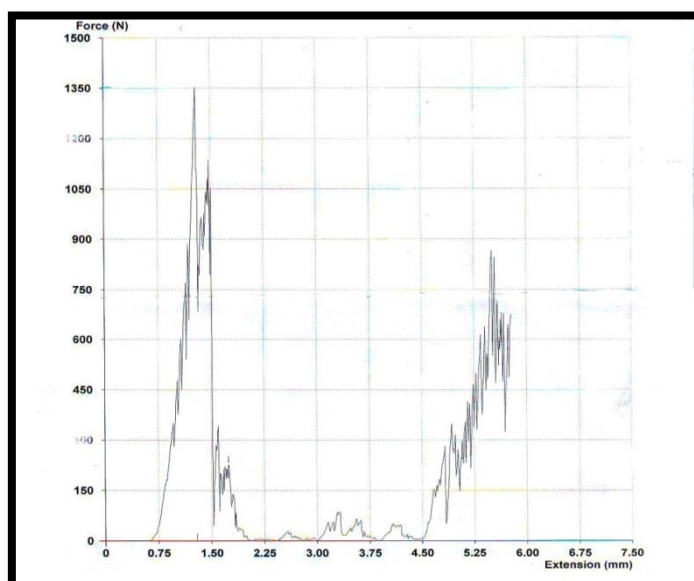
الشكل ( 6 ) نتائج تحليل حيود الأشعة السينية للملغم T.G alloy



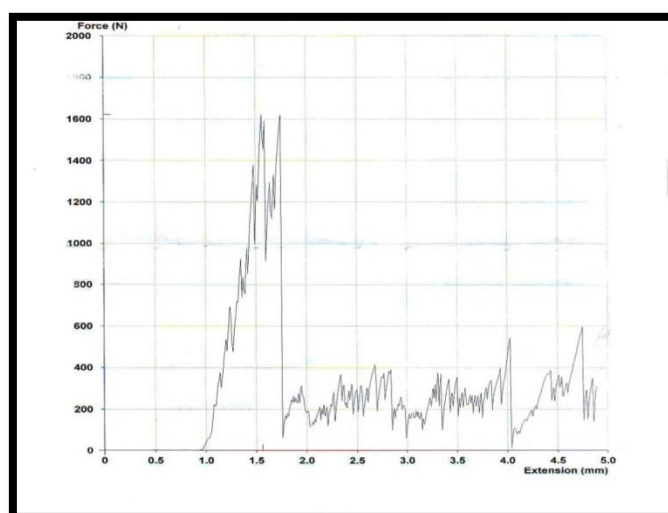
شكل ( 7 ) القوة مع الاستطالة للملغم SDI



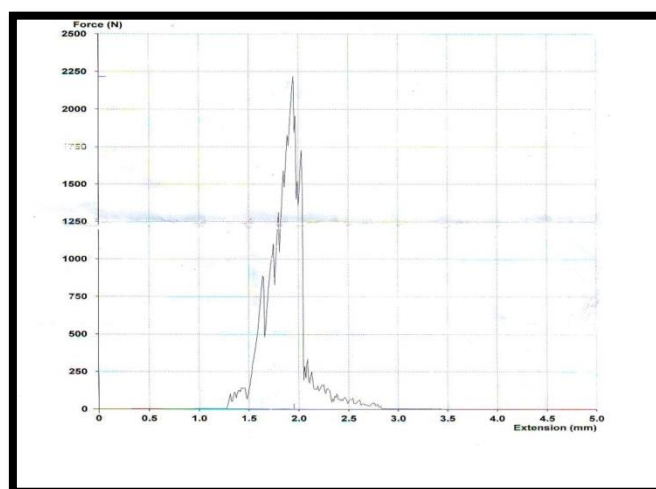
شكل ( 8 ) القوة مع الاستطالة للملغم Septalloy NG50



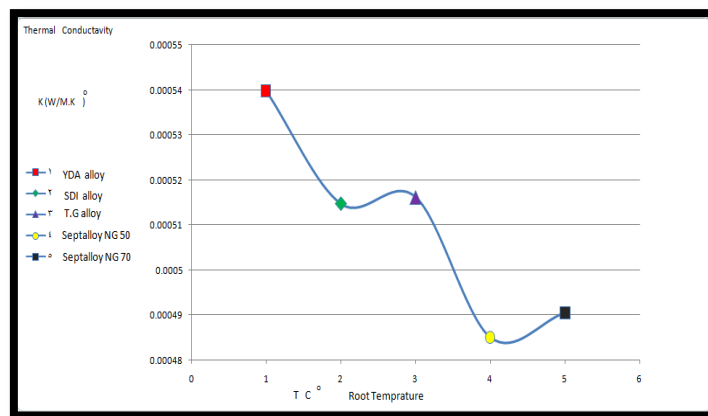
شكل ( 9 ) القوة مع الاستطالة للملغم YDA alloy



شكل ( 10 ) القوة مع الاستطالة للملغم Septalloy NG 70



شكل ( 11 ) القوة مع الاستطالة للملغم T.G alloy



الشكل (12) التوصيلية الحرارية للعينات

## المصادر

- [7] عواطف عذاب محمد " دراسة تأثير الحرارة والمحاليل الكيميائية على التوصيلية الحرارية (k) لراتنج البولي استر غير المشبع، " قسم الفيزياء، كلية العلوم، جامعة بغداد، المجلد 12 ( 1 ) اذار، (2009).
- [8] N. Beirut "Amalgam and Substitute Restorative Materials" Res. Dent. AD3 \ (1999).
- [9] M. L. Malhotra and K. Asgar "y –ray Diffraction Analysis of  $\gamma_2$ (Sn–Hg) phase in High copper Amalgam of varying Mercury content" J. Dent. Res. Vol. 60, No.2, (1981) .
- [10] D. K. Mehdi, "A comparison study of some properties of locally made amalgam alloy , " University of Baghdad. (2002).
- [11] رياض ابراهيم عطية , " تأثير زمن التلدين على مقاومة تآكل سبيكة فضة – قصدير , " رسالة ماجستير , كلية العلوم , الجامعة المستنصرية , بغداد , (2005).
- [12] E.S. Duke, M. A. Cochran and M. E. Clark, "Laboratory Profiles of 30 Height Cobber Amalgam Alloys", JADA, Vol.105, pp. 636-640, (1982).
- [13] A. Padsurokos and L.E. Moberg, "Corrosion Behavior and Micro Hardness of Three Amalgams", Scand. J. Dent. Res., Vol. 96, pp. 376-383, (1988).
- [1] R . G Craig " Restorative Dental Materials " & Mosby –Year Book Inc . st Louis , 10<sup>th</sup>ed . (1997).
- [2] F. Allan , K. Asgar , and F . A Peyton , " Microstructure of Dental Amalgam" , J . dent . Res . Vol .44 . No . 5 , (1965).
- [3] H. Kimpton , L. Lschultz, G. T. Charbeneau , and R .E . Doerr, "The amalgam restoration : alloy and mercury". operative dentistry , Lea and Febger , (1966).
- [4] D . Brown , , "The development of improved amalgam alloy" , . Br. Dent . J. , 456 – 463 , (1983).
- [5] I. Wang , D. Alpinof , L. Lopes and J. C. Poreira , "Mechanical Properties of Dental Restorative Materials: Relative Contripution of Laboratory Test " , J.Appl. oral. Sci. , Vol.11 , no.3 , pp. 162 – 167 , (2003).
- [6] عنيد ماهر لفته الفراجي، "دراسة الخواص الفيزيائية التركيبية والكمية والنوعية لبعض حشوات الأسنان الأجنبية المستخدمة في العراق، " رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة تكريت، صلاح الدين، . (2012)

## Study of the thermal, mechanical and costrictional properties to some Foreign dental amalgams using in Iraq

Abdul Kareem D.A.<sup>1</sup>, Rajaa S.N.<sup>2</sup>, HALEEMAH S.M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Physical Department , College of Education for Pure Sciences , Tikrit University , Tikrit , Iraq

<sup>2</sup> Dentist College , Tikrit University , Tikrit , Iraq.

### Abstract

In this paper, the preparation of five samples of amalgam alloy used for the restoration of teeth has been done using the amalgamation device for mixing alloys with mercury. The alloys included four high copper amalgams which are (SDI, Septalloy NG 50, YDA alloy, TG alloy) and the percentage of copper (28, 22.7 , 25, 24) % respectively, which are ready fillings. While the fifth alloy (Septalloy NG70) is for low copper amalgam with Copper ratio of 12.7%. The X-ray diffraction has been tested to study the structural properties of these samples and found for the four high-copper alloys increment in the intensity for the diffraction values of the two phases  $\epsilon$  -  $\text{Cu}_3\text{Sn}$ ,  $\eta$  -  $\text{Cu}_6\text{Sn}_5$  with the disappearance of the phase  $\gamma_2$  -  $\text{Sn}_7\text{Hg}$  which decreases the intensity of this phase with copper increment, while in the low- copper alloy it shows an increase in the peaks representing the phases  $\epsilon$  -  $\text{Cu}_3\text{Sn}$ ,  $\eta$  -  $\text{Cu}_6\text{Sn}_5$  with an increasing proportion of copper in the amalgam, as the relationship is positive between copper increment and the tops increment of these two phases, and the relationship is inverse between the copper ratio increment in amalgams and phase  $\gamma_2$  where phase reacts with Eutectic silver - copper component phases  $\gamma_1$  -  $\text{Ag}_2\text{Hg}_3$ ,  $\eta$  -  $\text{Cu}_6\text{Sn}_5$ . Also the mechanical and thermal properties has been studied for each one of five groups of amalgam alloy like compressive strength , micro hardness , thermal conductivity