Preparation and Characterization Some of the Mechanical Properties of Polymer Nano Composite Material Used in Structural Applications

Dr. Sihama Issa Salih
Materials Engineering Department ,University of Technology/Baghdad.
Email:sihama_salih@yahoo.com
Dr. Wleed Bdaiwi Salih
College of Education for pur Sciences ,University of Al –Anbar/Iraq.
Email:wdbedeawy@yahoo.com
Salam Obaid Abdulghani
College of Education for pur Sciences ,University of Al-Anbar/Iraq

Received on:18/4/2016 & Accepted on:18/8/2016

ABSTRACT

Many polymeric materials are weak of direction in the mechanical properties, and which is one of the most important specifications required for structural applications. Therefore in this work, it was prepared two groups of composites nanomaterials, both of which contain the same matrix material, but they differ in terms of reinforcement materials. One of these groups consists of a poly ((methyl methacrylate (PMMA)) resin as a matrix material, which reinforced with magnesia (MgO) nano powder, with the average particles diameter (52.54) nm, which was prepared according to the ratios (PMMA: X% MgO) where (X = 0 , 0.5, 1 and 1.5) of the volume fraction ratio of nanoparticles in composites of material prepared, while the second group reinforced with alumina (AL2O3) nano powder, with a mean particles diameter (53.60) nm, according to the ratio (PMMA: X% AL2O3) where (X = 0, 0.5, 1 and 1.5) of the volume fraction of nanoparticles in composites of the prepared materials. And through this work, effect of the addition nanoparticles powders, on the some mechanical properties of the prepared samples, has been studied. The results showed that the mechanical properties of (Tensile strength, modulus of elasticity, compressive strength and hardness) increase with the increase of the volume fraction ratio of the alumina and magnesia nanoparticle content in composites material. As well as the results showed, that the nanocomposite samples (PMMA: X% Al2O3) have mechanical properties higher than their counterparts of nanocomposites samples, which are reinforced with magnesia nanoparticle at the same ratio.

تحضير وتوصيف بعض الخواص الميكانيكية لمادة متراكبة بوليمرية نانوية تستخدم في التطبيقات الهيكلية

الخلاصة

العديد من المواد البوليمرية تكون ضعيفة اتجاه الخواص الميكانيكية والتي تعد من اهم المواصفات التي تتطلبها التطبيقات الهيكلية. وعليه في هذا العمل تم إعداد مجموعتين من المواد المتراكبة النانوية، كلاهما تحتوي على نفس مادة الاساس، ولكنهما يختلفان من حيث مواد التعزيز. احدى هذه المجموعات تتكون من راتنج البولي (ميثيل ميثا كريليت (PMMA)) كمادة الاساس والتي عززت بمسحوق المغنيسيا (MgO) النانوي وذات متوسط قطر جزيئي (٥٢.٥٤) نانومتر وقد حضرت العينات ووفقا لنسبة (PMMA: X% MgO) حيث ان (X= 0, 0.5, 1 and 1.5) من الكسر الحجمي للدقائق النانوية في المواد المتراكبة المحضرة ، في حين عززت المجموعة الثانية بمسحوق الألومينا (AL2O3) النانوي وذات متوسط قطر جزيئي (٥٣.٦٠) نانومتر ووفقا للنسب

https://doi.org/10.30684/etj.34.13A.18
2412-0758/University of Technology-Iraq, Baghdad, Iraq
This is an open access article under the CC BY 4.0 license http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

(PMMA: X%AL2O3)حيث ان (X= 0, 0.5, 1 and 1.5) من الكسر الحجمي للدقائق النانوية في المواد المتراكبة المحضرة. من خلال هذا العمل تمت دراسة، تأثير إضافة المساحيق الناتوية ، على بعض الخواص الميكانيكية للعينات المتراكبة المحضرة،. وبينت النتائج أن الخواص الميكانيكية المتمثلة (مقاومة الشد، معامل مرونة الشد، ومقاومة الانضغاط، والصلادة) تزداد مع زيادة نسبة الكسر الحجمي لمحتوى الدقائق النانوية لكل من الألومينا ومسحوق المغنيسيا في المواد المتراكبة المحضرة. كما أظهرت النتائج أن العينات المتراكبة :PMMA) (X% Al2O3 تمتلك خصائص ميكانيكية أعلى من نظرائهم من العينات المتراكبة المدعمة بدقائق من مسحوق المغنيسيا النانوي عند نفس النسب.

الكلمات المفتاحية: راتنج البولي مثيل ميثا أكرليت ، المتراكبة النانوية ، أوكسيد المغنيسيوم ، أوكسيد الألمنيوم . الخواص الميكانيكية

المقدمة

نتيجة التطور الصناعي الذي يشهده العالم في كافة المجالات ، فقد سعى الباحثون الى إيجاد مواد تواكب مستلزمات هذا التطور ذات مواصفات هندسية وتركيبية عالية لا تتوفر في اي من التقليدية ، لغرض إستخدامها في التطبيقات الصناعية المتعددة مثل صناعة هياكل الطائرات ، والسفن ، والسيارات والمعدات الطبية والمعدات وغير ذلك من التطبيقات الاخرى. ، ومن خلال دراسة خواص المواد الهندسية (المعادن، السيراميك ،البوليمرات) المتمثلة بالصلادة والمتانة وتحمل القوى والتوصيلية الحرارية والكهربائية ومقاومة التأكل واللدونة لاحظ الباحثون وجود تباين في خواص تلك المواد [1]. حيث تتصف البوليمرات (polymers) بخفة الوزن ومقاومتها للتأكل والشفافية وقابليتها بتصنيع الاشكال المعقدة وعدم تحملها درجات الحرارة العالية والقوى العالية [2]. وعليه فقد برزت الحاجة إلى استخدام مواد متراكبة ذات خواص ميكانيكية عالية وتحملها درجات الحرارة العالية وذلك عن طريق دمج مواد تقوية في مادة الأساس، تصنع مواد التقوية من مواد سيراميكية اومعدنية او بوليمرية على هيئة دقائق مايكروية او نانوية او الياف وتمتلك صلادة ومتانة عالية مقارنة بمادة الاساس [3] .

ففي مجال الخلائط البوليمرية فقد تم تحضير مزيج بوليمري من مادة البولي بروبيلين (PP) والبولى مثيل ميثا أكرليت (PMMA) مع حشو الكاولين بكسر وزني (٥ ، ١٠ ، ١٥%) أجريت العديد من الإختبارات الميكانيكية والفيزيائية قبل وبعد الإضافة . وتشير النتائج إلى تحسين معظم الخواص الميكانيكية مثل (قوة الشد ، الصلابة والمرونة) [٤] .

وفي استقصاء عن مقاومة الإنحناء لراتنج البـولي مثيل ميثا أكرليت المبلمر بالمعالجة الحرارية والمدعم بثلاث انواع من الياف الزجاج أو الأراميد او الياف الناليون وأظهرت النتائج ان مقاومة الإنحناء لعينات راتنج البـولي مثيل ميثا أكرليت التي عززت بالياف الزجاجية أعلى مقاومة الإنحناء تليها الأراميد والياف الناليون [5]. كما شملت الدراسات تأثير التقوية بدقائق أوكسيد المغنيسيوم MgO على الصفات الحرارية والميكانيكية لراتنج الابيوكسي وبحجم حبيبي (٥) مايكرو متر وبنسب وزنيـة (١٠ ، ٢٠ ، ٣٠) % وكانت النتيجة تحسين في الخواص مقاومة الإنضغاط ومقاومة الشد ومقاومة الصدمة [6].وفي دراسة اخرى لخليط بوليمري من البولي أستايرن مـع بولي مثيـل مـيثا أكرليـت (PS / PMMA) ، أظهـرت نتائج الإختبارات الميكانيكية ان مـزج البولي أستايرن مـع بولي مثيـل مـيثا أكرليـت إنها ملائمة لكثير من التطبيقات فقد ادى الى تحسن مقاومة الإنضغاط ومقاومة الإنحناء [7]. ومن خلال تحسن قوة الترابط بين البـولي مثيل ميثا أكرليت (PMMA) وهيدروكسي أباتيت (H.A) استخـدم عامـل التوافق هيـدروكسـي تريبـتامين (ZcN) والمعالجة السطحية للهيـدروكسـي أباتيت (H.A) بتراكيز مختلفة مـن هيدروكسي تريبتامين (ZcN) للمركبـات (PMMA / HA) ودراسة الخواص الميكانيكية للبولي مثيل ميثا أكرليت (PMMA) وقد لوحظ أن أعلى قيمة لقوة الإنحناء عند تراكيز PMMA – 5% [8] [(ZcN 2% –H.A. ومن خلال دراسة تاثيـر إضافة جسيمات زدياد معامل الإنحناء عـند إضافـة جسيمات هيدروكسـي اباتيـت (HA) لكـن لـوحظ إنخفـاض معامـل الشد مقارنة بالنماذج غيـر المدعمة بجسيمات هيدروكسي أباتيت(HA) [9].

ومن الدراسات نظرية وتحليلية استخدمت طريقة العناصر المحددة للتاكد من النتائج العملية لتأثير الكسور الحجمية للياف والدقائق(دقائق هيدروكسي اباتيت النانوية ودقائق الزركونيا المايكروية (ZrO2)) على (توزيع التشوه الكلي، الانفعال المرن المكافيء والاجهاد المكافيء) لراتنج البـولي مثيل ميثا أكرليت وقد أظهرت النتائج التحليلية لطريقة العناصر المحددة تطابق مع بعض النتائج العملية [10]. ودراسة أخرى حول خصائص الإنحناء ومقاومة الصدمة لراتنج البـولي مثيل ميثا أكرليت PMMA المعززة بدقائق هيدروكسي اباتيت النانوية و دقائق زركونيا الميكروية. كبدائل لقاعدة أسنان كاملة. أظهرت نتائج الدراسة أن قيم معظم الخصائص تزيد مع زيادة

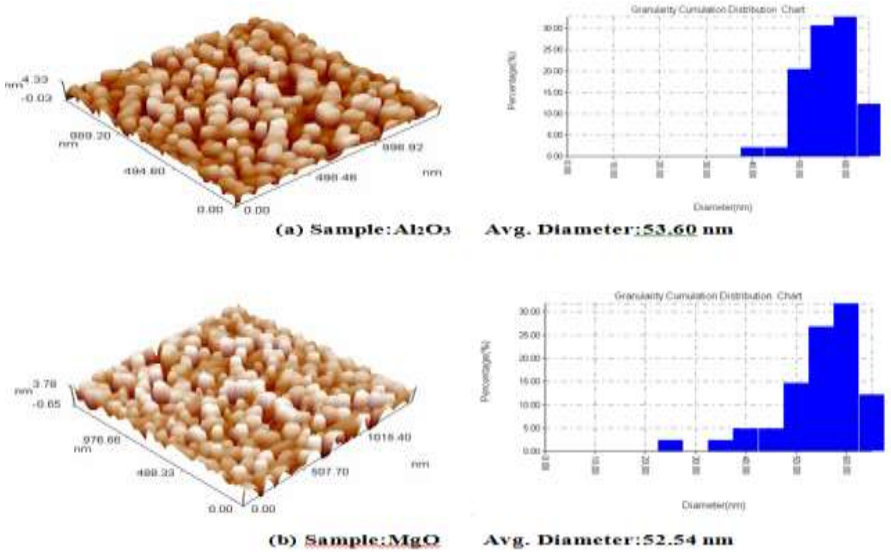
نسبة الكسر الحجمي لدقائق الهيدروكسي اباتيت ودقائق الزركونيا في المواد المتراكبة البوليمرية، في حين تنخفض مقاومة الصدمة مع زيادة نسبة الكسر الحجمي لدقائق المضافة [11].

يهدف البحث الحالي الى محاولة لبناء هياكل ذات كثافة واطئة ومتانة جيدة وذات كلف قليلة تستخدم لأهداف التطبيقات الهيكلية في مجال العلوم وهندسة المواد وعليه في العمل الحالي تم تحضير مجموعتين من المواد المتراكبة النانوية كدالة لمحتوى دقائق كل من أوكسيد الألمنيوم النانوي ودقائق أوكسيد المغنيسيوم النانوي في مادة البولي مثيل ميثا أكرليت كمادة اساس ودراسة بعض الخواص الميكانيكية لها.

المواد و العمل التجريبي Materials and Experimental Work

المواد المستخدمة materials Used

المواد المستخدمة في تحضير عينات البحث تتكون من مادة اساس بوليمرية (البولي مثيل ميثا أكرليت) (PMMA) المصنعة من قبل شركة (Vertex Dental) وهي احد انواع البوليمرات المطاوعة حرارياً. ومواد التقوية وهي مساحيق سيراميكية نانوية متمثلة بأوكسيد الألمنيوم (Al_2O_3) المنتج من قبل شركة (RIEDEL DE HAEN AG) استخدم مجهر القوة الذرية (AFM) لمعرفة حجم وتوزيع الدقائق النانوية والشكل (١(a)) يوضح حجم وتوزيع الدقائق والذي يبين ان متوسط قطرها كان (**53.60 nm**). والمادة الثانية هي أوكسيد المغنيسيوم (MgO) النانوية ذات منشأ أمريكي (type-Gamma) ذي نقاوة عالية (٩٩.٩٩%). والشكل (١ (b)) يوضح توزيع وحجم الدقائق المغنيسيا النانوية ان متوسط قطر هذه الدقائق (**52.54**) نانومتر .



شكل (١):اختبار AFM للمساحيق النانوية حيث ان (a): Al_2O_3 و(b): MgO

تحضير العينات

لتحضير عينات المواد المتراكبة النانوية تم اولا وزن المواد استنادا الى نسب الكسور الحجمية المختارة للدقائق التقوية النانوية (٠، ٠.٥ ، ١ و ١.٥%) في مادة الاساس(PMMA) البولي مثيل ميثا أكرليت، تتكون مادة الاساس من جزئين احدهما مسحوق ناعم يمثل مادة PMMA المتبلمر جزئيا، وسائل شفاف يمثل مادة مثيل ميثا أكرليتMMA غير المتبلمر والذي يضاف إلى البولي مثيل ميثا أكرليت (PMMA) بنسبة (٣:١) حسب تعليمات الشركة. تمزج مادة التقوية مع مادة PMMA عند درجة حرارة المختبر، وتستمر عملية المزج إلى إن يتجانس الخليط ، على إن يمتلك الخليط الزوجة الكافية لتسهيل عملية انسياب المزيج و توزيع الدقائق النانوية داخل مادة الاساس بشكل متجانس مع مراعات عدم حصول تكتل لدقائق النانوية قبل وبعد تصلب المادة المحضرة . يصب المزيج المتجانس في قالب مصنع من مادة معدنية محضر مسبقا ذات ابعاد (٢٥×٢٥ ×٠.٥) cm^3. تترك العينة داخل القالب لمدة ٤٨ ساعة لإتمام عملية التصلب، بعد ذالك تستخرج العينات من القالب ثم توضع في فرن كهربائي عند درجة حرارة (55 ^oC) استنادا الى تعليمات الشركة المصنعة لمادة البولي مثيل ميثا أكرليت وتعد

هذه المعالجة ضرورية لإتمام عملية البلمرة وتخلص من المونيمرات monomer المتبقية ولإزالة لإجهادات المتولدة من عملية التصنيع.

الاختبارات الميكانيكية

لغرض أجراء اختبار الشد قطعت العينات بأبعاد قياسية حسب المواصفات العالمية وفقاً للمواصفات الأمريكية [١٢] تم إجراء فحص الشد للعينات بإستخدام جهاز الشد نوع (LARYEE Yaur Tasting Solutione) بتسليط قوة شد وبمعدل إنفعال(٥) ملي متر /دقيقة عند درجة حرارة الغرفة. تم استخدام ثلاثة نماذج لمعظم الاختبارات والنتائج النهائية تمثل متوسط ثلاث عينات تم اختباره

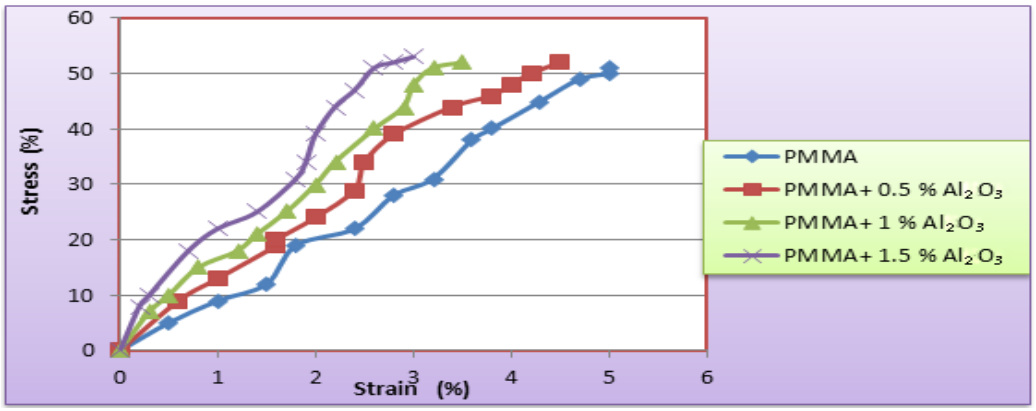
عينات إختبار الإنضغاط قطعت بأبعاد وفقاً للمواصفات الأمريكية (ASTM D695) [١٣] . ويتم ذلك بتسليط حمل إنضغاط وبمعدل إنفعال مقداره (٥ ملم /دقيقة) وعند درجة حرارة المختبر . استخدمت صلادة (Shore D) لأختبار صلادة العينات وعند درجة حرارة المختبر حضرت العينات حسب مواصفات الجهاز الخاضع للمواصفات العالمية (ASTM D2240) [١٤] . تم اختبار كل عينة خمس مرات في مواقع مختلفة منها في نفس الوقت، والنتائج النهائية تمثل متوسط قيم الصلاده لخمسة مواقع تم اختباره

النتائج والمناقشة

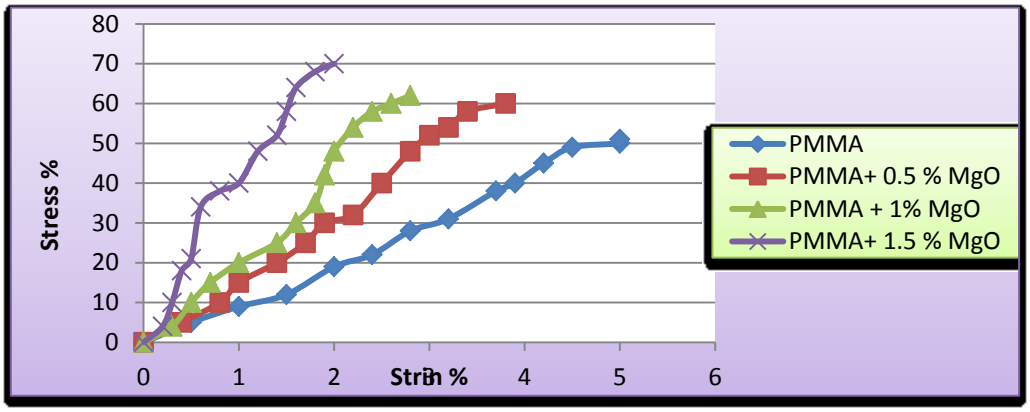
نتائج ومناقشة إختبار الشد

يعد إختبار الشد واحد من الإختبارات الميكانيكية المهمة والتي تعد مقياساً لقابلية المادة على مقاومة القوى التي تحاول سحب المادة وكسرها، من خلال إختبار مقاومة الشد لمادة البولي مثيل ميثا أكرليت (PMMA) المحضرة قبل وبعد إضافه مواد التقوية تم رسم منحنيات (الإجهاد- الإنفعال) لجميع العينات المحضرة . والأشكال (٢) و (٣) توضح سلوك منحنيات (الإجهاد- الإنفعال) الخاصة بالعينات البولي مثيل ميثا أكرليت المقوى بأوكسيد الألمنيوم النانوي وأوكسيد المغنيسيوم على التوالي. إن سلوك هذه المنحنيات يعتمد على طبيعة كل من مادة الأساس ومواد التقوية علاوةً على قوة التلاصق بين المادة الأساس ومواد التقوية [11]. بينت منحنيات (الإجهاد – الإنفعال) هذه لوحظة ان اضافة دقائق الالومنا النانوية أودقائق المغنيسا النانوية غيرت من سلوك منحني الإجهاد من سلوك (متين و صلد) (Hard and tough) قبل آضافة الدقائق النانوية إلى مادة البولي مثيل ميثا أكربلك ثم تغير السلوك إلى سلوك (قوي وصلد) (Strong and hard) بعد آضافة دقائق الالومينا أوالمغنيسيا النانوية بنسة كسر حجمي ٣% اليها.

وهذا يعود إلى طبيعة كل من هذه الدقائق الصلدة مقارنة بمادة البولي مثيل ميثا أكربلك. كما يلاحظ إن هذه الامنحنيات تتكون من منطقة تشوه مرن المتمثلة بالعلاقة الخطية بين الإجهاد والإنفعال ومن هذه المنطقة تم حساب معامل المرونة ، تعاني المادة البوليمرية ضمن حدود هذه المنطقة تشوهاً مرناً ناتجاً عن شد وإستطالة للسلاسل البوليمرية دون حصول تكسر في الأواصر، ينحرف بعدها هذا المنحنى عن السلوك الخطي نتيجةً تولد شقوق مجهريه وتصدعات داخل المادة البوليمرية، تنمو هذه الشقوق وتتجمع مع زيادة الإجهاد مكونة شقوق أكبر حجماً وتستمر بالنمو مع الإجهاد المسلط حتى يحصل الكسر في العينة. وفي حالات أخرى يبدأ الكسر عند السطوح الخارجية في مواقع التشوهات أوالعيوب كالخدوش أوالثلمات أوالشقوق الداخلية والتي تعمل كمناطق لتركيز الإجهادات والتي تؤدي إلى إرتفاع قيمة الإجهاد إلى حدود تتجاوز فيها قوة التآصر الداخلية وبالتالي يحدث الكسر [15].

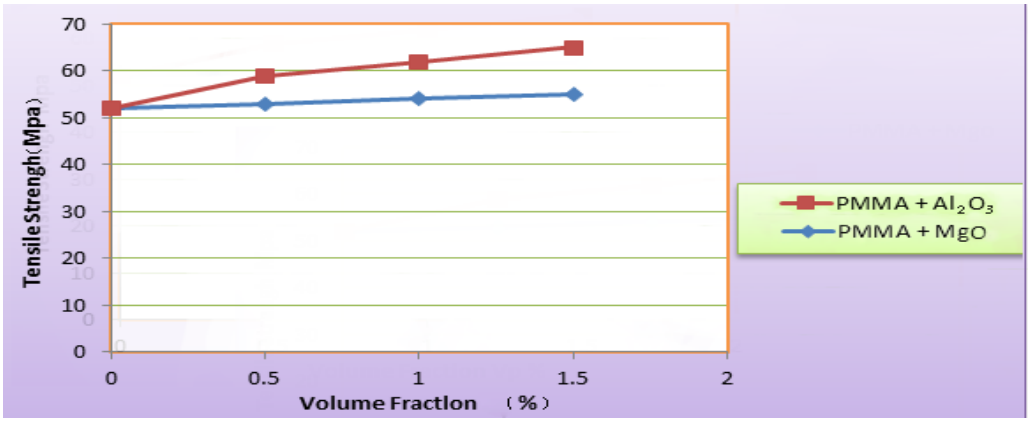


الشكل (٢) منحني (الإجهاد- الإنفعال) لعينات البولي مثيل ميثا أكرليك المدعمة بدقائق الألومينا النانوية بنسب حجمية مختلفة.

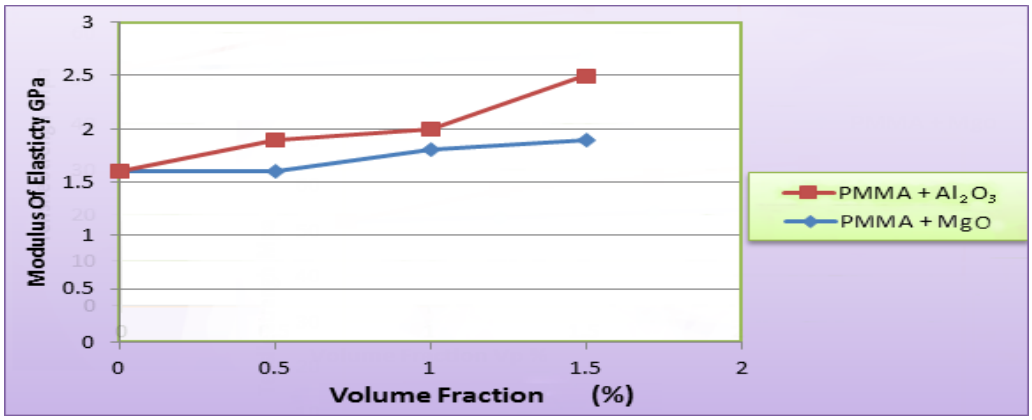


الشكل(٣) منحني (الإجهاد- الإنفعال) لعينات البولي مثيل ميثا أكرليك المدعمة بدقائق المغنيسيا النانوية كدالة للكسرالحجمي للدقائق المغنيسا النانوية.

الشكلين (٤) و (٥) تبين تأثير أضافة الدقائق النانوية (الألومينا النانوية والمغنيسيا النانوية) على مقاومة الشد و معامل المرونة للمادة المتراكبة المدعمة بهذه الدقائق. حيث يلاحظ إن قيم مقاومة الشد ومعامل المرونة تزداد بزيادة الكسر الحجمي للدقائق وهذا يعود إلى مساهمة كلاً من دقائق الألومينا النانوية والمغنيسيا النانوية في تحمل القوى المسلطة على المتراكب وبما يناسب طبيعتها ونسبةً إلى كسرها الحجمي حيث إن زيادة الكسر الحجمي للدقائق يؤدي إلى تقليل المسافة بين دقائق التقوية داخل المادة المتراكبة وبالتالي تؤدي إلى تقليل الإنفعال [١٦] . كما إن مادتا التقوية لها مقاومة شد عالية بالمقارنة مع مادة الأساس البولي مثيل ميثا أكرليت(PMMA) ، علاوةً على ذلك إن أستخدام أوكسيد الألمنيوم والمغنيسيا كدقائق نانوية ساعد في تسهيل عملية تغلغل مادة الاساس السائلة بين دقائقة التقوية النانوية في مادة وهذا ما يزيد من قابلية الوسط لتبليل مواد التقوية بشكل متكامل ومن ثم زيادة مساحة التلامس البيني بين مواد التقوية ومادة الوسط وبالتالي زيادة قوة الترابط بين مكونات المادة المتراكبة وجعلها أكثر تماسكاً. فضلاً عن ذلك سهولة تغلغل هذه الدقائق المتناهية الصغر إلى داخل الفسح البينية الموجودة ضمن شبكة مادة التقوية دون إن تعمل على تكوين عيوب داخل المادة المتراكبة نفسها . فأن كل ذلك أدى إلى زيادة مقاومة الشد ومعاملات المرونة للمواد المتراكبة المحضرة وبمعدلات تتناسب مع طبيعة وشكل وحجم وتوزيع مواد التقوية. كما لوحظ إن قيم مقاومة الشد لعينات المقواة بدقائق الألومينا النانوية أعلى من قيم مقاومة الشد لعينات المقواة بدقائق أكسيد المغنيسيوم وهذا يعزى إلى الترابط القوي بين دقائق أوكسيد الألمنيوم ومادة الأساس حيث إن الترابط القوي سوف لايسمح بتكون العيوب الداخلية (الشقوق) بشكل سريع وكذلك إلى طبيعة أوكسيد الألمنيوم حيث يمتلك مرونة ومقاومة شد أعلى من أوكسيد المغنيسيوم [١٠].

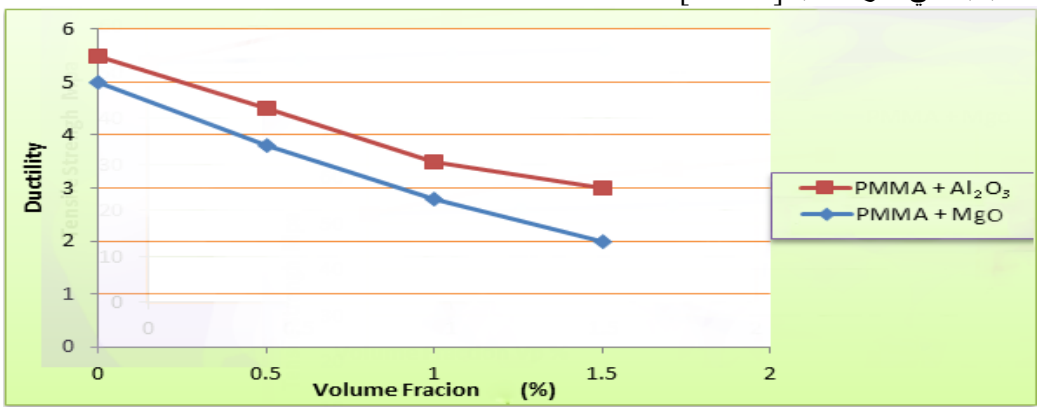


الشكل (٤) الإجهاد الشدي عند الكسر لمادة متراكبة ذات أساس بولي مثيل ميثا أكرليت كدالة للكسر الحجمي لدقائق الألومينا النانوية ودقائق المغنيسيا النانوية



الشكل(٥)معامل مرونة الشد لمادة متراكبة ذات أساس من البولي مثيل ميثا أكرليت كدالة للكسر الحجمي لكل من دقائق الألومينا النانوية ودقائق المغنيسيا النانوية

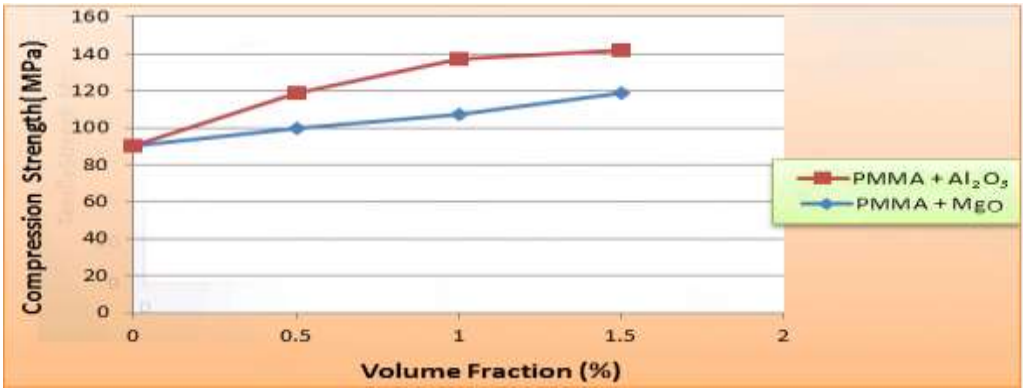
من الشكل(٦) الذي يمثل العلاقة بين الكسر الحجمي وقيم المطيلية للمادة المتراكبة المقواة بدقائق الألومينا والمغنيسيا على التوالي يلاحظ أنخفاض المطيلية مع زيادة الكسر الحجمي لكلا النوعين من الدقائق وهذا يعود إلى نفس الأسباب التي ذكرت سابقاً[16 -15].



شكل (٦) المطيلية لمادة متراكبة ذات أساس من البولي مثيل ميثا أكرليت كدالة للكسر الحجمي لكل من دقائق الألومينا النانوية ودقائق المغنيسيا النانوية

نتائج ومناقشة إختبار الإنضغاط

من خلال قراءة جهاز الإنضغاط والذي يمثل العلاقة بين (الإجهاد–الإنفعال) الإنضغاطي حسبت قيم إجهاد لإنضغاط عند الكسر ويظهر من الشكل (٧) تزداد قيم إجهاد الإنضغاط عند نقطة الكسر عند زيادة الكسر الحجمي لدقائق التقوية ولكلا مادتا التقوية (مسحوق أوكسيد الألمنيوم النانوي وأوكسيد المغنيسيوم النانوي). وذلك نظراً لما تتمتع به مادتا التقوية من مقاومة إنضغاط عالية مقارنة بمادة الإسا س البوليمرية فضلاً عن ذلك وكما ذكر سابقاً سهولة تغلغل الدقائق النانوية ومادة الإساس السائلة داخل الفسح البينية للسلاسل البوليمرية مما يؤدي إلى تقليل الفراغات الحرة داخل مادة الأساس وبالتالي زيادة مقاومة الإنضغاط. كما يلاحظ من خلال الشكل إن قيم مقاومة الإنضغاطية للمواد المتراكبة المقواة بمادة أوكسيد المغنيسيوم النانوي تقل عن قيم مقاومة الإنضغاطية للمواد المقواة بأوكسيد الألمنيوم النانوي وذلك نظراً لما تتمتع به دقائق أوكسيد الألمنيوم النانوي من إمتلاكها مقاومة إنضغاط عالية مقارنة بدقائق أوكسيد المغنيسيوم النانوي [16].

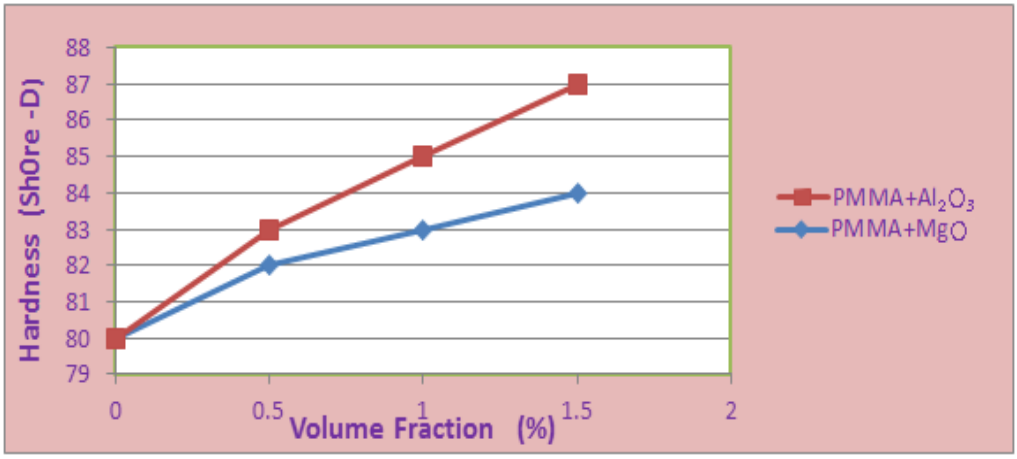


الشكل (٧) مقاومة الإنضغاط لمادة متراكبة ذات أساس من البولي مثيل ميثا أكرليت كدالة إلى الكسرالحجمي لدقائق الألومينا النانوية وأوكسيد المغنيسيوم النانوية

نتائج ومناقشة إختبار الصلادة

يلاحظ من خلال الشكل (٨) إن قيم الصلادة تزداد مع زيادة الكسر الحجمي للدقائق المضافة . ومن مفهوم الصلادة يمكن عدّها مقياساً للتشوه اللدن الذي يمكن أن تعاني فيه المادة تحت تأثير إجهاد خارجي وبذلك فإن إضافة الدقائق ترفع من صلادة المادة نتيجةً لزيادة مقاومتها للتشوه اللدن. وإن هذه الزيادة تعود إلى طبيعة دقائق التقوية الصلدة المستعملة وإلى عملية تغلغل مادة التقوية إلى داخل المادة الأساس وإلى مابين السلاسل البوليمرية مما تعمل الى مليء المسامات التي قد تتكون اثناء تجمد العينات المحضرة كل هذا ساهمة قوة الترابط ما بين مكونات المادة المتراكبة المحضرة [16] .

ويلاحظ إن قيم الصلادة لعينات أوكسيد الألمنيوم النانوي هي أعلى من قيم الصلادة لعينات أوكسيد المغنيسيوم النانوي وهذا يعود إلى اللزوجة الواطئة التي أكتسبتها المادة المحضرة عند زيادة الكسر الحجمي من مسحوق أوكسيد الالمنيوم النانوي إلى داخل المادة الأساس وهي في الحالة السائلة مما سبب سهولة تغلغل المادة الأساس إلى داخل الفسح البينية والمسامات البينية الموجودة داخل المادة المتراكبة مما أدى إلى التقليل من الفجوات في داخل المادة المحضرة وبالرغم من المحاولات التي أجريت للتخلص من الفجوات والفسح الهوائية فقد إحتفظت ببعض منها عند تصلب المادة المتراكبة .بالإضافة إلى إمتلاك دقائق الألومينا النانوية صلادة أعلى مقارنة مع دقائق المغنيسيا النانوية[16-17].



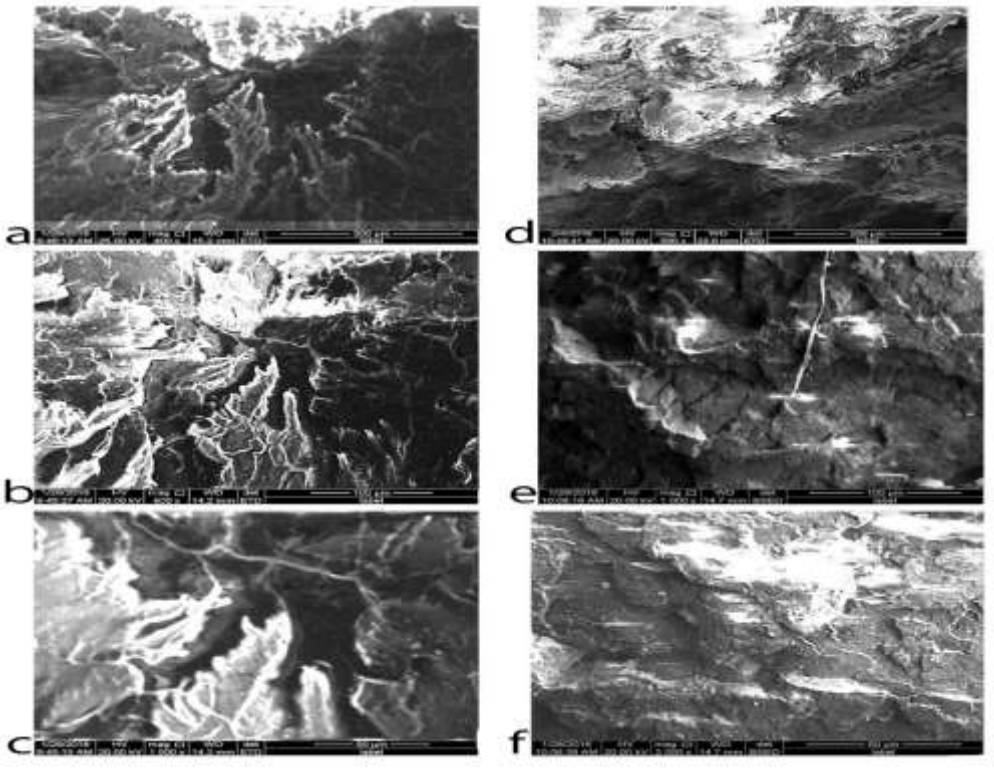
شكل (٨) الصلادة لمادة متراكبة ذات أساس من البولي مثيل ميثا أكرليت كدالة للكسر الحجمي لدقائق أوكسيد الألمنيوم وأوكسيد المغنيسيوم النانوية

إختبارات المورفولوجية

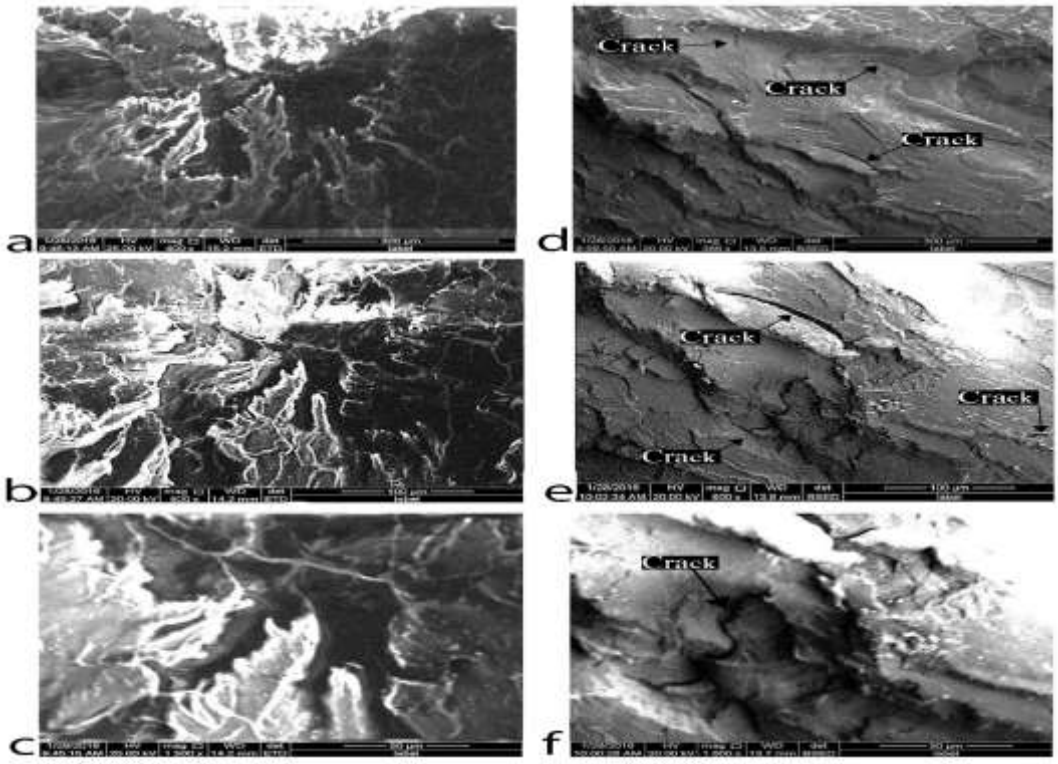
المجهر الالكتروني الماسح

لدراسة البنية التركيبية لسطح الكسر الناتج من اختبار عينات الشد لمادة PMMA النقية ومتراكباتها المعزز بدقائق الالومينا النانوية او دقائق المغنيسا النانوية كلا على انفراد وبنسبة كسر حجمي ١.٥% لكل منهما، إستخدم المجهر الألكتروني الماسح (SEM) وبتكبيرات مختلفة الموضحة من خلال الشكلين (٩ و ١٠) على التوالي ، ويظهر من خلال الشكلين إن كلا المواد المتراكبة لهما بنية تشكلية مستمرة ، وذات سطوح خشنة.

إن تأثير محتوى دقائق الألومينا والمغنيسيا النانوية لسطح الكسر لمادة البولي مثيل ميثا أكرليت مبينة في الشكلين (٩ و ١٠ d،e، f). حيث يبين التصوير المجهري (SEM) مدى الإختلاف في مرفولوجية سطح الكسر للمادة المتراكبة المعززة بدقائق الالومينا (الشكل 9 (f،e،d)) تظهر اقل خشونة مقارنة بمادة الاساس (شكل 9 (c،b،a)) مما يدل على الترابط الجيد بين مكونات المادة المتركبة (دقائق الالومينا وراتنج البولي مثيل ميثا أكرليت) وكذلك بالمقارنة مع مرفولوجية سطح الكسر للمادة المتراكبة المدعمة بدقائق المغنيسيا النانوية الشكل (10 (f،e،d)). حيث يلاحظ من جهه أخرى ومن خلال التكبيرات الصغيرة والكبيرة أن سطح الكسر للعينات المتراكبة المقواة بدقائق المغنيسيا النانوية تحتوي على جسيمات نانوية ومايكروية تتجمع في الفراغات ضمن البنية المجهرية غير المتواصلة (شكل10 (d وe و f))هذا مماثل لما وردة من خلال المراجع السابقة [18] ، كما يلاحظ هنالك تشققات وفجواة مسامية تنموا ضمن البنية المجهرية للمادة المتراكبة المقواة بدقائق المغنسيا النانوية بإتجاه معين مما يشير إلى إسلوب واحد لتبديد الطاقة والتي تؤدي إلى حصول الفشل في مناطق عالية الإنفعال [19]. كما يلاحظ تكون تصدعات ضمن سطح الكسر للمتراكبات المقواة بدقائق المغنيسيا مما يشير إلى حصول الكسر المطيلي لهذه العينات في حين تعمل دقائق الألومينا كمواد تقوية لمادة الأساس البولي مثيل ميثالا أكرليت (PMMA) مما تعيق من تكوين التصدعات أونمو التشققات داخل البنية المجهرية للمادة المتراكبة المحضرة.



شكل (9) الصور الفوتغرافية للمجهر الإكتروني الماسح لسطح الكسر لمادة الأساس (PMMA) (c،b،a) والمادة المتراكبة ($PMMA:1.5\ \%Al_2O_3$) (f،e،d) (PMMA:1.5 %Al_2O_3) وعند تكبيرات مختلفة (a ،d (٥٠٠X)) ، (b ،e ((٨٠٠X)) ، (c ،f (١٥٠٠X))



شكل (10) للصور الفوتغرافية للمجهر الألكتروني الماسح لسط الكسر لمادة الأساس (PMMA) (a،b،c) والمادة المتراكبة (PMMA:1.5%MgO) وعند تكبيرات مختلفة (a،d (٤٠٠X)) (b،e (٨٠٠X)) و(c،f (١٦٠٠X))

الإستنتاجات

من خلال دراسة بعض الخواص الميكانيكية لمجموعتين من مادة البولي مثيل ميثا أكرليت المتراكبة والمدعمة بدقائق من أوكسيد الألمنيوم النانوي اودقائق من أوكسيد المغنيسيوم النانوي كلا على انفراد تم استنتاج مايلي:-

إن إضافة دقائق كل من أوكسيد الألمنيوم النانوي ودقائق أوكسيد المغنيسيوم النانوي إلى مادة البولي مثيل ميثا أكرليت ادى إلى تحسين بعض الخواص الميكانيكية والمتمثلة بخواص (الشد ، الإنضغاط ، و الصلادة) وان إضافة دقائق أوكسيد الألمنيوم النانوية اعطى خصائص اعلى من نتائج نظيراتها من العينات الاخرى المدعمة بأوكسيد المغنيسيوم النانوية. وان إعلى القيم للخواص الميكانيكية كانت من حصة المواد المتراكبة المقواة بقائق الألومينا ذات كسر حجمي بنسبة ١.٥%، وعليه ان فكرت اضافة مساحيق نانوية مثل دقائق الالومينا وبنسب محدوده إلى مادة البولي مثيل ميثا أكرليت فمن المتوقع أن تكون ناجحة من حيث التطبيقات الهيكلية.

REFERNCES

[1].Hull.O & T.W.Clyne, "An Introduction to Composites Materials", Cambridge University Press , (1996).

[2].W.D.Callister, "Materials science & Engineering An Introduction", Jown wiley& sons , Inc, (2003).

[3].Jane Maria Maulstick, "Comparison of Tensile Strength of Different Carbon Fabric Reinforced Epoxy Composites", Journal of Materials Research, Vol. 9, No. 1, December, (2006), P.P. (83-89).

[4].Mustafa S. N. "Study of Physical and Chemical Properties of polymer blend with Iraqi filler" Technology University, Msc thesis, 2006. .

[5].Dagar Sanjiv Rajender. et. al., "The Evaluation of Flexural Strength and Impact Strength of Heat-Poly methyl methacrylate Denture Base Resin Reinforced with Glass and Nylon Fibers:

An In vitro Study", Journal of Indian Prosthodontic Society, Vol. (8), No. (2), PP. (98-104), (June, 2008).
[6].Ali I.Al-Mosawi "EFFECT OF REINFORCING BY MgO PARTICLES ON THERMAL AND MECHANICAL CHARACTERISTICS OF EPOXY RESIN " The Iraqi Journal For Mechanical And Material Engineering, Vol. 11,No. 3, (2011) pp 560-570.
[7].Kaniappan, K., & Latha, S. (2011). Certain Investigations on the formulation and characterization of polystyrene/poly (methyl methacrylate) blends. Int. J. Chem. Tech. Res, 3(2), 708-717.
[8].Chow. W. S. (2012). "Improvement Microstructure and Properties of Poly (methyl methacrylate) / Hydroxyapatite Composites Treated With Zirconate Coupling Agent", Journal of Thermoplastics Composite Materials, Vol. (25), PP. (165-180).
[9].Chow.W .S. (2013) . "Flexural Properties of Hydroxyapatite Reinforced Poly (methyl methacrylate) Composites", Journal of Reinforced Plastics and Composites, Vol. (27), No. (9), PP. (945-952).
[10].Sihama Issa Salih, Jawad Kadhum Oleiwi, Qahtan Adnan Hamad "Investigation of Fatigue and Compression Strength for the PMMA Reinforced by Different System for Denture Applications" Eng. & Tech. Journal, Vol. 3٣, Part (A), NO.5, (2015) pp 1023 -1037
[11].Sihama Issa Salih , C Jawad Kadhum Oleiwi, Qahtan Adnan Hamad "comparative Study The Flexural Properties And Impact Strength For Pmma Reinforced By Particles And Fibers For Prosthetic Complete Denture Base", the Iraqi Journal for Mechanical and Material Engineering, Vol. (15), No. (4), (2015).
[12].Smith W. F. and Hashemi J.,"Foundations of Materials Science and Engineering ", Fourth Edition, Mc Graw-Hill, (2006).
[13].W.F. Smith and J.Hashimi , "Foundation of Materials Science and Engineering ", Fifth Edition ,Mc Graw –Hill , 2011
[14].Premamoy Ghosh,"Polymer Science and Technology Plastics, Rubbers, Blends and composites", second edition, Tata Mx Graw-hill (2002).
[15].X. D. Yu, M. Malinconico & E. Martuscelli, "Highly Filled Particulate Composites Enhancement of Performances by Using Compound Coupling Agents", Journal of Materials Science, Vol.25, (1990).
[16].Sihama E. salih, Akram R. Jabur, Teeb A. Mohammed, "Comparative Study of the Mechanical Properties of Two Groups Ternary Polymer Blends Composites" Eng. & Tech. Journal, Vol. 32, Part (A), NO.7, (2014) pp 1870 -1886
[17].Henning Kaiser ,Vistasp M. Karbhari "Quality and Monitoring of Structural Rehabilitation Measures", UCSD, Version 1.2, November, (2001).
[18].N. W. Elshereksi, S. H. Mohamed, A. Arifin and Z. A. Mohd Ishak "Effect of Filler Incorporation on the Fracture Toughness Properties of Denture Base Poly (Methyl Methacrylate)", Journal of Physical Science, Vol. (20), No. (2), PP. (1–12), (2009).
[19].Khalid Saeed and Nasib Khan, "Effect of Multiwalled Carbon Nanotubes on the Properties of PMMA/PEO Blends", Jour. Mex. Chem. Soc., Vol. (58), No. (1), PP. (59-64), (2014).