Rafidain Journal of Science

https://rsci.mosuljournals.com

Vol. 31, No. 2, pp.19- 38, 2022

دراسة قابلية المواد المتراكبة ذات الاساس أيبوكسي المدعمة بمساحيق عناصر ومركبات مختلفة على الاستخدام كمواد ذات أثر بيئي إيجابي

ضاري قيس حيدر **احمد نوري محمود**

قسم علوم البيئة/ كلية علوم البيئة وتقاناتها/ جامعة الموصل

p-ISSN: 1608-9391
e -ISSN: 2664-2786

Article information
Received: 26/7/2021
Accepted: 2/9/2021

DOI: 10.33899/rjs.2022.174276

corresponding author:
ضاري قيس حيدر
thary.iraqy1@gmail.com
احمد نوري محمود
ahmednooi@uomosul.edu.iq

الملخص

تم في هذا البحث تصنيع مجموعة من المواد المتراكبة بوليمرية المادة الاساس (PMCs) ذات الاساس أي بوكسي، المادة الاساس هي (Master Brace ADH 1406 Part A) والتي تمثل مادة (Resin) و(Master Brace ADH 1406 Part B) تكون مادة (Hardener)، بنسبة الخلط القياسية للمادة [3 R: 1 H]، دعمت هذه المادة الاساس بمساحيق مواد مختلفة (Al2O3, Black Carbon, Active Carbon) kaolin, Car Exhausts Type I,II and III). النماذج المصنعة خضعت لفحوصات الصلادة، مقاومة الصدمة. بينت النتائج ان هناك تحسناً في الصلادة السطحية مقاومة الصدمة للمادة الاساس بعد تدعيمها بمساحيق المواد المختلفة كما بينت النتائج ان هناك نسبة حرجة لكمية مادة التدعيم والتي تظهر أفضل حالة تحسن في الخواص الميكانيكية وهي تعتمد على طبيعة المادة الاساس. بينت النتائج ايضا ان نماذج المواد الاساس المدعمة بمساحيق المواد المختلفة اظهرت قدرتها على امتزاز تسعة عناصر او مركبات من النظام الافتراضي التي اخضعت له لمدة (30 Day)، وان اكثر المواد الاساس التي اظهرت محتوى عناصر ممتازة هي المادة الاساس المدعمة بمسحوق (Black Carbon) واقلها هي المادة الاساس المدعمة بمسحوق (Al2O3) وان المواد الاساس المدعمة بمسحوق (Active Carbon) تكون اقل كفاءة في امتزاز العناصر والمركبات من (Black Carbon)، فضلا عن ان المواد الاساس المدعمة بمساحيق المواد المستخدمة في عوادم السيارات وبأنواعها الثلاثة تكون ذات قدرة محدودة في امتزاز العناصر والمركبات.

الكلمات الدالة: الخواص الميكانيكية، PMCs، الصلادة السطحية، مقاومة الصدمة، الامتزاز، الاشعة السينية.

This is an open access article under the CC BY 4.0 license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

المقدمة

لعل أحد اهم الاسباب التي جعلت من المواد البوليمرية مواد تحظى باهتمام كبير من قبل الباحثين هو امكانية تحسين خصائصها بشكل عام وخواصها الفيزيائية بشكل خاص عن طريق تقنيات او اليات يمكن اعتبارها من ضمن الاليات والتقنيات قليلة او متوسطة التنفيذ حيث اظهرت بعض المواد البوليمرية قدرة على تطوير خاصية معينة باستخدام الية بسيطة والتحسين في الخاصية قد يصل الى عدة اضعاف قيمة هذه الخاصية قبل علميات المعاملة والتطوير (Anderson *et al.*, 1980). وبمقارنة المواد البوليمرية مع المواد الاخرى عند استخدام نفس التقنية او الالية ونفس الخاصية وجد ان مدى التحسن الحاصل في خواص المواد البوليمريه يصل الى عدة اضعاف التحسن الذي يمكن ان يحصل في المواد الاخرى (Adegbola *et al.*, 2021). هذه الصفة المميزة في المواد البوليمرية بالمقارنة مع المواد الاخرى جاءت نتيجة لمجموعة من الاسباب والتي اثرت بشكل مباشر او غير مباشر على قدرة هذه المواد على اظهار التحسن في الصفات ومن اهم الاسباب هي:

1 – طبيعة تركيب المواد البوليمرية حيث ان معظم المواد البوليمرية تكون ذات تركيبة عضوية، وكما هو معلوم من وجهة نظر الكيمياء العضوية فان هذه المواد تكون ذات حساسية عالية لبعض المؤثرات الفيزيائية الخارجية مثل (الحرارة، الضوء المرئي، الموجات الدقيقة mw، الضغط .....الخ) وعلى الرغم ان تأثر هذه المواد من الممكن ان يكون باتجاهين متعاكسين (تأثير ايجابي او تأثير سلبي) الا ان هذه الحالة اعطت حيزاً لابأس فيه للباحثين لتوظيف هذه التأثيرات بالاتجاه الايجابي مما ادى الى حصول تحسن في خواص كثير من المواد البوليمرية باستعمال موثر فيزيائي خارجي يمكن اعتبار ضمن المؤثرات الضعيفة او متوسطة المدى (الهزازي، 2017).

2– التركيبة الهندسية الداخلية للمواد البوليميرية إذ أن المواد البوليمرية تعد مواد ذات هندسة فراغية تحتوي على مساحات كبيرة يمكن من خلالها اجراء تغييرات او تعديلات عليها حيث ان أحد اهم الاسباب التي تعيق عملية احداث تغيير في التركيبة الهندسية الفراغية للمادة هو قلة المساحات البينية في التركيبة الفراغية، حيث كلما كانت المادة ذات مساحات بينية كبيرة كلما أصبح بالإمكان احداث تغيير كبير في التركيبة الهندسية الفراغية.

ان احداث تغيير كبير في التركيبة الهندسية الفراغية للمادة يعني احداث تغيير في خواصها العامة (متولي والهادي، 2010).

3 – طبيعة التأصر الكيميائي الذي يربط بين ذرات وجزيئات المواد البوليمرية حيث ان في الغالب يكون طاقات التأصر في المواد البوليمرية هي طاقات ضمن المدى المتوسط او المنخفض بالمقارنة مع الماد الاخرى هذا الكلام يعني ان عملية كسر آصرة في المواد البوليمرية قد لا يكون من العمليات الصعبة فضلا عن ذلك فان المواد البوليمرية تمتاز بخاصية اعادة التأصر حيث ان عملية كسر الاصرة في المواد البوليمرية يعقبها في الغالب تكون آصرة اخرى في مكان اخر ضمن الحيز لهذه المواد. اعادة التأصر قد يكون على شكل تكون آصرة جديدة في موقع فعال يكون خالياً من التأصر او يكون آصرة مزدوجة في موقع فعال يكون متآصر بشكل منفرد وان عملية عادة التأصر هي الاخرى تعني تغيير في الخواص للمادة. (Koltzenburg *et al.*, 2017)

4– معظم المواد البوليمرية تمتاز بان لها صفات تقع ضمن الدرجات المتدنية في سلم تطور الخواص فعلى سبيل المثال فان المواد البوليمرية تمتاز بضعف خواصها الحرارية كما انها تمتاز بخواص ميكانيكية يمكن ان تصل الى مستوى المواد رديئة الخواص الميكانيكية فضلا عن عدم استقرار خواصها الكهربائية والمغناطيسية كما هو معروف فان عملية تحسين خاصية مادة تقع ضمن درجات الديا من سلم تطور الخواص يمكن ان يكون أسهل من محاولة تحسين خاصية لمادة يكون قد ارتقت الى درجات العليا من سلم تطور الخواص (Mikell and Groover, 2010).

5– على الرغم من صفة الخمول لهذه المواد والتي تعني انها مواد ذات استجابة قليلة لمؤثرات المحيط عندما توضع في الظروف الطبيعية الا ان هذه المواد تمتاز ايضا بضعف قدرتها على المحافظة على خواصها لفترات زمنية طويلة حتى لو لم توضع تحت تأثير خارجي هذه الخاصية تعني ان المادة هي في الاصل اما ان تكون غير مستقرة او ليست بمادة عالية الاستقراريه بالقدر

الكافي على المحافظة على كيانها و خواصها لفترة طويلة من الزمن، حيث ان مقياس الاستقرار من عدم الاستقرار للمواد هي قدرة المادة على المحافظة على كيانها وخواصها لفتره زمنية طويلة وتحت تأثير عوامل أخرى.

وكما هو معروف ان كلما كانت المادة مستقرة كانت عملية احداث تغيير في خواصها أصعب والعكس صحيح (Tong *et al*., 2002).

كل هذه الاسباب مع وجود اسباب اخرى اجتمعت سويا لتودي الى نتيجة ان المواد البوليمرية من أكثر المواد قدرة على ان تطور خواصها ولعدة اضعاف باستعمال اليات وتقنيات يمكن ان تدرج من ضمن تصنيف الاليات والتقنيات البسيطة والمتاحة وبالعودة الى الاليات المعتمدة في تغيير خواص المواد البوليمرية فان النظرة الشمولية لهذه الاليات تعطينا صورة الى ان هذه الاليات تكون مقسومة الى قسمين رئيسيين:

الاول- هو الاليات التي يتم من خلالها تغيير تركيب المواد البوليمرية عن طريق تغيير مكوناتها وهذه الالية يمكن ان تطبق بعدة طرق منها:

1 – طريقة البوليمرات المشتركة co-polymer

2– طريقة البوليمرات الهجينة hypred polymer method

3– طريقة المواد المتراكبة composited materials

تعد الالية الاخيرة من أكثر الاليات نجاحا في احداث تغيير في خواص المواد بشكل عام وخواص المواد البوليمرية بشكل خاص حيث باستخدام المواد البوليمرية التي تكون هنا في طور المادة الاساس مع استعمال اليات الاضافة والتدعيم بأشكالها وهيئاتها يمكن الحصول على خواص متطورة كما يمكن الحصول على خواص جديدة في هذا النظام من المواد وهنا ايضا لا يمكن اعتبار المواد البوليمرية في هذا النظام مواد جديدة ولكنها مادة بوليمرية بنظام جديد وبهيئة مختلفة وبخواص جديدة او منظورة (السامرائي، 2010).

اما القسم الثاني من الاليات المستخدمة يمكن اختصارها بان هذه الالية تغير من تركيبة بعض اجزاء البوليمر عن طريق موثر خارجي في الغالب موثر فيزيائي يقوم بأحداث تغيير في طبيعة اواصر السلاسل البوليمرية او تغير في الهندسية الفراغية للمادة البوليمرية هذا التغيير يودي حتما الى تغيير او استحداث او فقدان في بعض الخواص للمادة البوليمرية (تكروري، 2016).

ومن مما تجد الاشارة اليه هنا ان الالية الأخيرة تحصل في كثير من الاحيان عن طريق التجربة والخطأ ذلك كون ان تطبيق هذه الالية يتطلب معرفة دقيقة بتركيبه المادة البوليمرية ومناطقها الفعالة والنقاط التي يمكن احداث تغيير فيها وان هذه المعلومات تطلب استخدام تقنيات مختلفة ومتقدمة مثل المجاهر الالكترونية الماسحة والنافذة ومجاهر القوى الذرية فضلا عن توفر جانب حسابي نظري للاحتمالات الواردة الحصول في حال استخدام موثر بمواصفات معينة (Chanda, 2013).

بعد كل ما تقدم نجد ان للمواد البوليمرية صفات يمكن ان تجعل منها مواد ذات قدرة على تغيير خواصها وتطويرها بحيث ان هذا التغيير والتطوير يمكن ان يعطي صورة ان هذه المواد قد تكون مادة جديدة من حيث الخواص لكنها هي نفسها من حيث التركيب والمكونات ولذلك نجد ان من المنطقي القول الان ان هذه المواد قد اصبحت بحالة يمكن ان ترشح للعمل ضمن مهمة لم تكن قد رشحت لها من قبل، حيث ان من الممكن ان تكون هذه المواد قادرة الان على العمل ضمن ظروف حرارية عالية مع اجهادات ميكانيكية اكبر وبمجالات كهربائية ومغناطيسية اشد وبدقة خواص بصرية اعلى.

كما ان هذه المواد الان يمكن ان تكون قادرة على العمل في الاوساط القاسية والبيئات المختلفة كما انها من الممكن ان تقوم بواجبات بيئية مختلفة.

الجانب العملي

تصنيع النماذج

ا- المواد المستخدمة:

المادة الاساس: المادة الاساس المستخدمة لتصنيع النماذج في هذا البحث هي مادة الأيبوكسي المصنعة من قبل شركة (BASF) والتي تتضمن مادة (Master Brace ADH 1406 Part A) والتي تمثل مادة (Resin) بينما تكون مادة (Master Brace ADH 1406 Part B) تكون مادة (Hardener)، ولقد تم اعتماد نسبة الخلط القياسية للمادة [3 R : 1 H].

مساحيق التدعيم: تم استعمال مساحيق المواد المبينة ادناه كمالئات في النماذج المواد المتركبة ذات الاساس أيبوكسي المصنعة، هذه المواد هي: Al2O3, Black Carbon, Active Carbon, kaolin, Car Exhausts Type I, II and III.

حيث تم اعتماد ثلاث نسب أساسية للإضافة الى كل نموذج مصنع، هم (gm (1.0 and 1.5 and 2.0)) من كل نوعية مادة مالئة. الاحجام الحبيبية لهذه المساحيق كانت بحدود { μ m (10± 100)}، ماعدا مساحيق الكاربون كانت احجامها الحبيبية بحدود { μ m (10± 30)}، ولقد تم اعتماد هذه الاحجام الحبيبة بناء" على معلومات الشركات المجهزة لهذه المساحيق.

ب- تصنيع قوالب الصب: صنعت قوالب الصب من ألواح الألمنيوم وبسمك (1mm)، حيث تم اعتماد ابعاد النماذج المصنعة بالقياسات mm (10 x 10 x 120)، ومن اجل الحصول على نموذج يكون بهذه الابعاد بعد عملية الصب واجراء المعاملات السطحية فان ابعاد القالب تتطلب زيادة مقدارها (% 5) لكل بعد كحد اقصى.

ج- المعاملات السطحية: جميع الفحوصات التي أجريت على نماذج المصنعة تعتمد على انتظام أبعاد النموذج كما تعتمد على انتظام السطح للنموذج. ولذلك وبعد إكمال عملية تصلب النموذج يعامل النموذج بأوراق تنعيم من نوع كاربيدات السيلكون وبالأحجام الحبيبة { # (400,1000,2000) } على التوالي، حيث تكون المعاملة بورق التنعيم الأكثر خشونة أولا ومن ثم الأقل فالأقل. يتم ضبط أبعاد النموذج بواسطة الفرنية. بينما تم ضبط انتظام السطح بواسطة المجهر الضوئي من خلال عملية المسح المجهري الضوئي والذي تعتمد فيه وضوحيه الصورة على بعد السطح الخاضع الفحص عن العدسة الشيئية للمجهر، وبواسطة هذه الاساسية في علم البصريات تم اختبار انتظام سطوح النموذج اثناء عملية المعاملة السطحية.

د- الفحوصات الميكانيكية: وتتضمن

1- **فحص الصلادة السطحية:** تم تحديد الصلادة السطحية للنماذج المصنعة باستخدام جهاز قياس الصلادة بواسطة الوخز، والجهاز المستخدم من نوع (N.S.S.) ياباني المنشأ. حيث يقوم هذا الجهاز بقياس الصلادة السطحية عن طريق أحداث وخز على سطح النموذج، من خلال هذه الصدمة يمكن للجهاز تحديد قيمة الصلادة السطحية مباشرة وإظهار مقدار هذه القيمة على المقياس الموجود أعلى الجهاز إذ أن هذا المقياس يحتوي على مؤشر يحدد قيمة الصلادة مباشرة.

2- **فحص مقاومة الصدمة:** تم تحديد قدرة النماذج المصنعة على مقاومة الصدمة باستخدام (Charpt Impact Test)، والتي تعتمد في اساس نظريتها على قياس مقدار الطاقة العظمى التي يمكن تزويدها للنموذج قبل احداث كسر او تهشم في هيئة بدن النموذج وبشكل دفعة من الطاقة خلال فترة زمنية قصيرة جدا، وذلك عن طريق استخدام جهاز الصدمة من نوع (Izod Charpy Tension Impact Test Instrument)، والمصنع من قبل شركة (Testing Machines , Inc , Amityville New York).

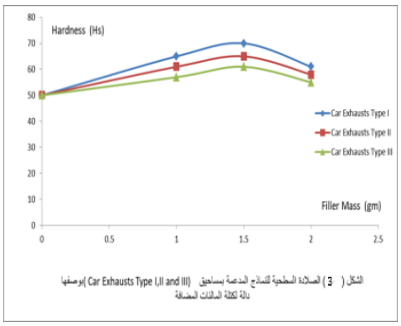
هـ- فحوصات الاشعة السينية: النماذج المصنعة وغير الخاضعة للفحوصات الميكانيكية تم وضعها في نظام مغلق يضم مسحوق مادة تحتوي على نسبة عالية من مركبات الكبريت والمعروف بالتسمية الشائعة (مادة الكيل)، حيث يمكن اعتبار هذا النظام عبارة

عن نظام بيئي افتراضي يتوفر فيه مصدر لمركبات الكبريت والتي تعد السبب الرئيس في نشوء الروائح الكريهة في البيئة الطبيعية المنزلية، هذه المادة تم وضع (200 gm) منها في عبوة بلاستيكية بحجم (500 ml)، بعدها توضع النماذج في هذه العبوة وتغلق بشكل محكم، تترك هذه النماذج لمدة (30) يوما. بعدها تخرج هذه النماذج وتنظف باستعمال فرشاة ناعمة جدا. تقص النماذج من الطرف الابعد لمسحوق مادة الكيل وبأبعاد ($1\ Cm^3$). يوضع هذا الجزء المقطوع من النموذج داخل كيس بلاستيكي محكم الغلق. ترسل بعدها الى مركز للفحص باستخدام الاشعة السينية لمعرفة المركبات والعناصر الموجود في هذا النموذج.

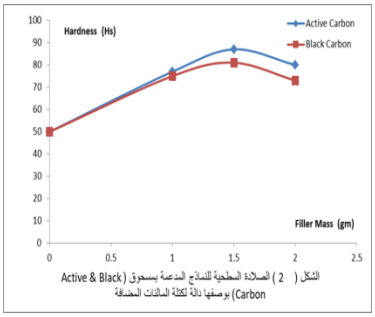
النتائج والمناقشة

1- فحوصات الصلادة السطحية:

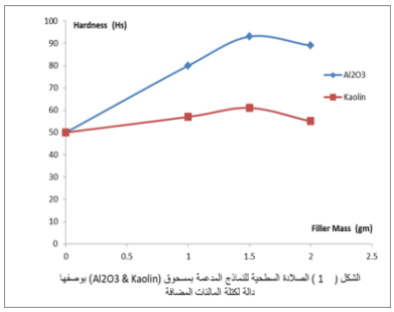
الشكال (1)، (2)، (3) يمثل مقدار التغير الحاصل في قيمة الصلادة السطحية لنماذج المواد الاساس المدعمة بمساحيق المواد (Al2O3 and Kaolin)، (Active and Black Carbon)، (Car Exhausts Type I,II and III) على التوالي.



الشكل (3) الصلادة السطحية للنماذج المدعمة بمساحيق (Car Exhausts Type I,II and III) بوصفها دالة لكتلة المالئات المضافة



الشكل (2) الصلادة السطحية للنماذج المدعمة بمسحوق (Active & Black Carbon) بوصفها دالة لكتلة المالئات المضافة



الشكل (1) الصلادة السطحية للنماذج المدعمة بمسحوق (Al2O3 & Kaolin) بوصفها دالة لكتلة المالئات المضافة

حيث يلاحظ من الشكل (4-1) ان قيمة الصلادة السطحية لنماذج المادة الاساس غير المدعمة تكون اقل من قيمية الصلادة السطحية لنماذج المادة الاساس المدعمة بالمساحيق السيراميكية (Al2O3 and Kaolin)، هذه النتيجة تكررت ايضا في نماذج المواد الاساس المدعمة بمساحيق (Active and Black Carbon) والمواد الاساس المدعمة بمساحيق المواد (Car Exhausts Type I,II and III)، الشكل (4-2)، (4-3)، وان الفرق بين المجاميع المختلفة يكون في مقدار قيمة التحسن الحاصل في مقدار الصلادة السطحية بعد تدعيم المواد الأساس، هذا الفرق مبني على اساس الاختلاف الحاصل في التركيبة الهندسية الفراغية للمواد المختلفة والمستعملة بشكل مساحيق لتدعيم المواد الأساس، حيث ان لكل مادة ترتيب هندسي فراغي يختلف عن المواد الاخر، هذا الاختلاف حتما سوف يؤدي الى احداث فرق في قدرة هذه المساحيق على تطوير خاصية الصلادة السطحية للنماذج المختلفة، لذلك فان كل مادة اساس دعمت بمسحوق معين من المواد المختارة اظهرت استجابة تحسن تختلف عن المادة الاساس المدعمة بمسحوق اخر (Hany and Fahad, 2019). وبالعودة الى الشكل (4-1) نلاحظ ايضا ان مقدار التحسن الحاصل في قيمة الصلادة السطحية للمادة الاساس المدعمة بمسحوق (Al2O3) تكون أكبر من قيمة لتحسن الحاصل في قيمة الصلادة السطحية الحاصلة في المادة الاساس المدعمة بمسحوق مادة (Kaolin)، ومن اجل فهم هذه النتيجة علينا العودة الى التعريف الاساسي للصلادة السطحية للمادة، حيث تعرف الصلادة السطحية للمواد على انها قدرة المادة لمقاومة الخدش او الوخز على سطح المادة. أي ان كلما كان سطح المادة ذا مقاومة اعلى لمحدث الاثر كانت المادة ذات صلادة سطحية اعلى. هذه الحالة يمكن ان تتأثر بشكل كبير بعاملين رئيسيين، الاول هو قدرة المادة الاساس ومادة التدعيم على مقاومة حادث الاثر بينما الثاني هو الاحتواء الامثل لمسحوق التدعيم داخل المادة الأساس، لذلك نجد ان المواد الاساس المدعمة بمسحوق (Al2O3) اظهرت صلادة سطحية اكبر من المواد المدعمة بمسحوق (Kaolin) وذلك وعلى الرغم من ان المسحوقين يصنفان ضمن المواد السيراميكية الا ان مادة (Al2O3) تكون ذات ترتيب هندسي فراغي يكون اكثر رصا" واعلى انتظاما" من الناحية

الهندسة الجزيئة، ما ينعكس ايجابا" على قدرة هذا المركب على مقاومة محدثات الاثر بشكل اكبر من قدرة مادة (Kaolin) التي تمتاز بجزيئة ذات حجم هندسي كبير وتركيب هرمي متقابل الرأس يجعل من هذه المادة ضعيفة القدرة على مقاومة محدثات الاثر، وبالنتيجة صلادة سطيحة قليلة للمادة الاساس المدعمة بمادة (Kaolin) بالمقارنة مع المادة الاساس المدعمة بمسحوق (Al2O3)، (Abdual *et al*., 2019). الحالة الاخرى التي يمكن ملاحظتها في الشكل (4-1) هو ان هناك نسبة معينة من مادة التدعيم تؤدي الى تحسن افضل في الصلادة السطيحة للمادة الاساس المدعمة بمساحيق المواد السيراميكية (Al2O3 and Kaolin)، هذه النسبة كانت عن اضافة (1.5 gm) من كلتا مسحوقي المادتين، هذه النتيجة يمكن ان تفهم على اساس التركيبة الهندسية للسلاسل البوليمرية للمادة الأساس، حيث ان هذه التركيبة تكون قادرة على اظهار افضل حالة احتواء لمساحيق التدعيم عندما تكون بنسبة معينة حرجة، حيث اقل من هذه النسبة لا تكون السلاسل البوليمرية قد وصلت الى مرحلة الملء المثالي للبنية الفراغية، بينما اكثر من هذه النسبة سوف يكون هناك فائض لمسحوق التدعيم يؤدي الى احداث خلل في تماسك المادة الاساس وتلاصق مادة التدعيم (اذ صح التعبير)، لذلك نجد ان نسبة (1.5 gm) من مساحيق المواد السيراميكية المستخدمة في هذا البحث تعد افضل من النسبتين (1 and 2 gm) لتجعل المادة قادرة على مقاومة محدث الاثر على سطحها، وبالنتيجة صلادة سطحية اعلى للمادة الاساس المدعمة بمساحيق التدعيم بهذه النسبة . (*Toh, et al.,* 2018).

الشكل (4-2) يبين مقدار التغير في قيمة الصلادة السطحية للمادة الاساس المدعمة بمسحوق (Active and Black Carbon) بوصفها دالة لكتلة المالئات المستخدمة في التدعيم. حيث يلاحظ تكرر نتائج الحالة السابقة، تحسن في الصلادة السطحية للمادة الاساس المدعمة فضلا عن وجود نسبة حرجة تؤدي الى أفضل حالة تحسن في قيمة الصلادة السطحية للمادة الاساس، وان هذه النتائج يمكن ان تفسر ايضا استنادا الى نفس الاسباب الموضحة في الحالة السابقة. الملاحظة الجديدة في هذا الشكل هو الفرق الحاصل في تحسن قيمة الصلادة السطحية في حالة استعمال (Active Carbon) عن قيمة التحسن الحاصل في حالة استعمال (Black Carbon). ولعل هنا الحالة الاكثر قبولا لتفسير هذه النتيجة هي الحالة التي تعتمد على مبدأ ان المعاملة الحرارية لكثير من المواد، ومنها عنصر الكاربون، قد تؤدي في كثير من الاحيان الى انتقال المادة من طور الى طور اخر، هذا الانتقال في الأطوار قد يكون انتقالاً ايجابياً لتعزيز صفة معينة وهو في نفس الوقت انتقال سلبي لصفات أخرى (Alby, et al., 2018). لذلك نجد ان الكاربون المنشط (Active Carbon) هو في حقيقة الامر يكون في طور مختلف عن طور (Black Carbon) هذا الطور قد يكون قد اعطى للكاربون صفة المقاومة لمحث الاثر، وبالتالي زيادة في الصلادة السطحية للمادة الاساس المدعمة بمسحوق (Active Carbon) عن المادة الاساس المدعمة بمسحوق (Black Carbon).

الشكل (4-3) يوضح تغير قيمة الصلادة السطحية للمواد المدعمة بمساحيق المواد المأخوذة من ثلاثة انواع من عوادم السيارات، النوع الاول (Type I) هي المواد المأخوذة من عوادم السيارات اميركية المنشأ، اما الـ (Type II) فتكون المواد المأخوذة من عوادم السيارات يابانية المنشأ. بينما (Type III) فهي المواد المأخوذة من عوادم السيارات كورية المنشأ، ومما تجدر الاشارة اليه هنا ان عوادم السيارات تتكون بشكل عام من البلاتينيوم إلى جانب الروثينيوم، الروديوم، الأسميوم، الإيريديوم. ويدخل نحو (% 85) من البلاديوم في صناعة عوادم السيارات حيث يساعد في تحويل الملوثات السامة إلى غاز ثاني أكسيد الكربون الأقل ضررا وبخار ماء وذلك عن طريق امتزاز وامتصاص و اشتراب (امتزال وامتصاص في وقت واحد) المواد الضارة المنبعثة من محركات الاحتراق الداخلي والتعامل معها فيزيائيا وكيميائيا لغرض تحويلها الى غازات ومواد يمكن التعامل معها بيئيا وتقليل اثارها الخطيرة . (Ragaert& Van Geem, 2017)، حيث يلاحظ من الشكل (4-3) تكرر نفس نتائج الحالتين السابقتين من حيث تحسن خاصية الصلادة السطحية للمادة الاساس بعد تدعيمها بمساحيق الانواع الثلاثة وان هذا التحسن يكون في افضل حالته عند قيمة نسبة حرجة (1.5 gm) والتي تكون افضل من النسبتين الأخيرتين (1 and 2 gm) وان مقدار التحسن الذي يظهر التدعيم بمسحوق العوادم من نوع (Type I) يكون افضل من قيمة التحسن الحاصل عن التدعيم بمسحوق من نوع (Type II) والذي بدوره يكون افضل من التحسن الحاصل بقيمة الصلادة السطحية في حالة التدعيم بمسحوق من نوع (Type III).

جميع هذه الملاحظات يمكن ان تفسر استنادا الى نفس الاسس التي تم تفسير الحالتين السابقتين مع الاخذ بنظر الاعتبار ان الأطوار هنا تكون اكثر تعقيدا من حالة الكاربون، حيث ان هذه المواد، المواد المستخدمة في عوادم السيارات، تكون قادرة على الانتقال في اكثر من طور فضلا عن احتمالية تكون حالة الاطوار الوسطية، وهي الأطوار المؤقتة التي تمر فيها المادة ولا تكون طوراً نهائياً ثابتاً كما ان الانتقال بين الاطوار في هذه المواد من الممكن ان يكون عملية عكسية، حيث يمكن لهذه المواد ان تنتقل الى اطوار معينة تحت تأثير عامل معين وعند زوال هذا العامل قد تعود المادة الى الطور الابتدائي (Lopez-Urionabarrenechea *et al.*, 2012). جميع هذه الاحتمالات قائمة في مثل هذه الحالات وان تحديد فيما اذ حصل مثل هكذا احتمال من عدم حصول لا يمكن البت به الابعد اجراء فحوصات متقدمة، ومن هذه الفحوصات هي تحليل اطياف الانبعاث لهذه المواد، واستعمال المجاهر القوة الذرية فضلا عن المجهر الالكتروني الماسح والمجهر الالكتروني النفقي. وان جميع هذه الفحوصات تكون غير متوفرة في الوقت الحاضر في العراق وان عملية اجراء هذه الفحوصات خارج العراق عملية مكلفة جدا، لذلك فلقد تم الاعتماد على التخمين والمقارنة وهي على الرغم من عدم دقة في مثل هذه الطريقة الا انها تقترب من الوصول الى الحد الادنى من القبول في مثل هكذا حالات.

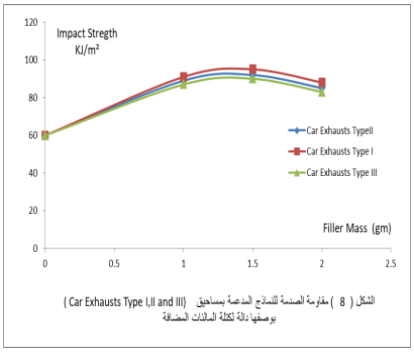
الاشكال (4) و (5) تمثل الفحص المجهري لمنطقة من سطح المواد الاساس المدعمة بمسحوق مادة (Kaolin) ومسحوق مادة (Al_2O_3) عند نسبة اضافة لكمية المادة التدعيم مقدارها (1.5 gm) على التوالي، حيث يلاحظ من الصورتين المجهريتين ان سطح المادة الاساس المدعمة بمسحوق مادة (Kaolin) يكون غير متماسك ويحتوي على مواقع خلل واضحة فضلا عن ظهور حالة التوزيع غير المنتظم لمادة التدعيم. بينما نلاحظ من الشكل (5) والذي يمثل صورة الفحص المجهري للمادة الاساس المدعمة بمسحوق (Al_2O_3) ان السطح يكون ذا درجة انتظام عالية وخالياً من العيوب فضلا عن التوزيع المتجانس للمادة التدعيم.

الشكل 4: الفحص المجهري لمقطع من سطح المادة الاساس المدعمة بمسحوق مادة (Kaolin) وبنسبة (1.5 gm) (X400)

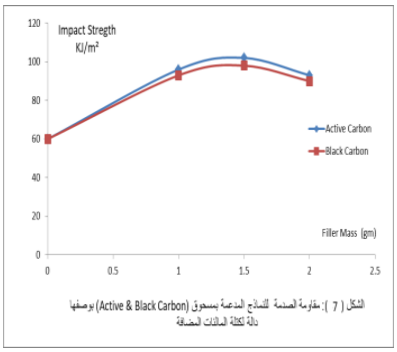
الشكل 5: الفحص المجهري لمقطع من سطح المادة الاساس المدعمة بمسحوق مادة (Al_2O_3) وبنسبة (1.5 gm) (X400)

2- فحوصات مقاومة الصدمة

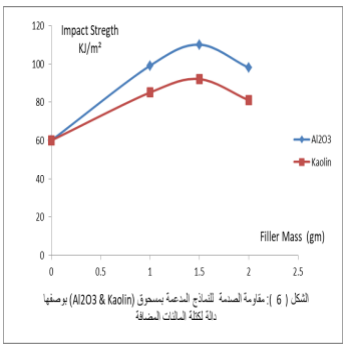
الاشكال (6)، (7)، (8) تمثل مقدار التغير الحاصل في قيم مقاومة الصدمة للمواد الاساس المدعمة بمساحيق المواد السيراميكية (Al2O3 and Kaolin) والمواد المدعمة بمسحوق المواد (Active and Black Carbon) والمواد الاساس المدعمة بمساحيق المواد (Car Exhausts Type I,II and III) على التوالي.



الشكل (8) مقاومة الصدمة للنماذج المدعمة بمساحيق (Car Exhausts Type I,II and III) بوصفها دالة لكتلة المالئات المضافة



الشكل (7): مقاومة الصدمة للنماذج المدعمة بمسحوق (Active & Black Carbon) بوصفها دالة لكتلة المالئات المضافة



الشكل (6): مقاومة الصدمة للنماذج المدعمة بمسحوق (Al2O3 & Kaolin) بوصفها دالة لكتلة المالئات المضافة

حيث يلاحظ من الاشكال السابقة ان هناك تحسناً في مقدار قدرة المادة الاساس على مقاومة الصدمة بعد تدعيمها بمساحيق المواد المختلفة، الا ان مقدار التحسن يتفاوت بين مجموعة ومجموعة اخرى، كما انه يتفاوت بين عناصر المجموعة الواحدة. حيث لوحظ ان اعلى قيمة تحسن في مقدار مقاومة المادة الاساس يحصل عند تدعيمها بمسحوق مادة (Al2O3)، بينما نجد ان اقل تحسن في قدرة المادة الاساس يكون عند المادة الاساس المدعمة بمادة (Kaolin) على الرغم من ان المسحوقين هما مسحوقين لمادتين سيراميكيتين ومصنفين ضمن نفس المجموعة. كما يلاحظ من الأشكال السابقة ان مقدار التحسن في مجموعة المواد الاساس المدعمة بمساحيق (Active and Black Carbon) والمواد الاساس المدعمة بمساحيق المواد (Car Exhausts Type I,II and III) يكون متقارباً جداً.

ولغرض فهم هذه التغير في سلوكية المواد الاساس المدعمة بمساحيق المواد المختلفة علينا ان نفهم المعنى الحقيقي لقدرة المادة على مقاومة الصدمات، هذه الخاصية في المواد باختصار تتمثل بقدرة المادة على امتصاص كمية الطاقة المجهزة لها بفعل مؤثر خارجي، هذا الامتصاص للطاقة يجب ان يحقق شرطين رئيسين ليجعل من المادة ذات مقاومة عالية للصدمة، الاول هو قدرة المادة على استيعاب الطاقة المجهزة لها بشكل سريع، بينما يكون الشرط الثاني هو قابلية المادة على توزيع هذه الطاقة داخل المادة ومنع تمركزها في نقاط محدد (Yang *et al*., 2021). وبالتدقيق بالشرطين نجد ان الشرط الاول هو في الحقيقة من صفات المواد، حيث تختلف المواد في قدرتها على استيعاب الطاقة وتخزينها، فبعض المواد تكون ذات سعة طاقة كبيرة بينما تكون المواد الاخرى محدودة الاستيعاب للطاقة، لذلك نجد ان هناك فروقات في قدرة المادة على مقاومة الصدمة. ان النقطة الاساسية في زيادة قدرة المادة على استيعاب الطاقة من عدمها هو وجود مناطق تخزين للطاقة داخل المادة، هذه المناطق تعتمد على تركيب المادة وهندستها الفراغية (Howley, 2001). وفي الغالب تكون هذه الصفة في المواد صفة اساسية ثابتة غير قابلة للتغير، حيث ان السعة الطاقية (أذ صحت التسمية) تكون خاصية ثابتة في المادة لا تتغير الا في شروط قاسية او حالات خاصة جدا، لذلك نجد ان مقدار التحسن في قدرة المادة الاساس على مقاومة الصدمة يكون أكبر عندما تدعم بمسحوق مادة (Al_2O_3) من حالة المادة الاساس المدعمة بمسحوق مادة (Kaolin)، كون ان المادتين على الرغم من انهما مادتين سيراميكيتين الا ان التركيبة الهندسية الفراغية للمادتين مختلفة جدا.

الشرط الثاني في زيادة قدرة المادة على مقاومة الصدمات يمكن ان يتحقق عن طريق تعزيز خاصية الاستمرارية داخل المواد، حيث يمكن تعريف خاصية الاستمرارية في المواد على انها وجود نسق مادي وهندسي داخل بنية المواد بحيث ان هذا النسق يخضع لحالة الثبات وعدم التغير داخل المادة وكلما كان هذا الثبات أكبر على طول ابعاد المادة كلما كانت المادة ذات

خاصية استمرارية أكبر (Yang *et al*., 2005). وان تحقيق خاصية الاستمرارية في المواد المتراكبة بوليمرية المادة الاساس (PMC_s) يعتمد وبشكل كبير على مدى تجانس صفات المادة الاساس مع مواد التدعيم، وكما هو معروف فان معظم المواد البوليمرية اظهرت تجانس أكبر مع المواد التي تكون ذات ترتيب هندسي عالي الرص والانتظام من الناحية الهندسة الجزيئة (Ameer and Saber, 2017). لذلك نجد ان مادة (Al2O3) من المحتمل ان يكون أكثر تجانساً مع المادة الاساس من مادة (Kaolin)، وذلك بسبب التراص والانتظام الاعلى لمادة (Al2O3) عن مادة (Kaolin).

من جهة اخرى يمكن فهم مقاومة الصدمة للمواد على انه قدرة المادة على مقاومة التصدع والكسر تحت تأثير القوى المسلطة عليها، وان هذه المقاومة تكون في الغالب قليلة عندما تكون المادة ذات صلابه هشة (Brittle) وذلك لعدم قدرة هذه المادة على احتواء الطاقة الناتجة عن المؤثر الخارجي وتوزيع الاجهاد الخارجية المسلطة عليها وعدم تمركزها عند نقاط محددة، بينما نجد ان كلما ازدادت خاصية اللدانة في المادة (Ductile) فان مقاومة الصدمة تزداد وذلك لتعزز خاصية قدرة المادة على نقل الطاقة الخارجية المسلطة عليها عند نقطه محددة وتوزيعها الى باقي اجزاء الجسم (Noda *et al*., 2019). وكما هو معروف فان مادة (Kaolin) هي من المواد الهشة والتي تفتقر لقدرها على احتواء الطاقة وتوزيعها داخل المادة ما يجعل قدرتها على مقاومة الصدمة اقل من قدرة مادة (Al2O3).

وبالعودة الى الاشكال (6)، (7)، (8) مرة اخرى، نلاحظ ان مقدار الفرق في تحسن مقاومة الصدمة للمادة الاساس المدعمة بمجموعة الكاربون (Active and Black) ومجموعة المواد المأخوذة من عوادم السيارات من الانواع (Car Exhausts Type I, II and III) يكون قليلاً نسبيا بين عناصر المجموعة الواحدة، بينما يكون كبيراً وملحوظاً بين عناصر مجموعة المواد السيراميكية (Al2O3 and Kaolin) . ومن اجل الوقوف على حقيقة هذه النتيجة يجب العودة الى خاصية اللدونة والهشاشة في المواد. حيث ان هذه الصفة من الصفات القابلة للتغير في المادة، حيث بإخضاع هذه المواد الى بعض المعاملات الحرارية والميكانيكية يمكن تحويل بعض المواد من مادة هشة الى مادة لدنة (والعكس صحيح). الا ان هذا الانتقال قد لا يحصل بخطوة واحدة ولكن على شكل خطوات. حيث ان هناك بعض المواد تنتقل من الحالة اللدنة الى الحالة الهشة عن طريق مراحل، أي ان المادة تكون لدنة ثم تنفصل الى مادة شبة لدنة (او شبه هشة) ومن ثما تنتقل الى الهشاشة أي (He,et al,2018).

Ductile ⟶ semi-Ductile or semi–Brittle ⟶ Brittle

كما ان هناك مواد تكون عند مستويات مختلفة من اللدونة او الهشاشة، حيث من الممكن ان تكون عند مستوى عالي الهشاشة او مستوى متوسط الهشاشة او مستوى ضعيف الهشاشة وان هذا الكلام يعني قبول السلم العكسي في التصنيف أي ان عالي الهشاشة يعني ضعيف اللدونة وضعيف الهشاشة يعني عالي اللدونة ومتوسط الهشاشة يعني متوسط اللدونة.

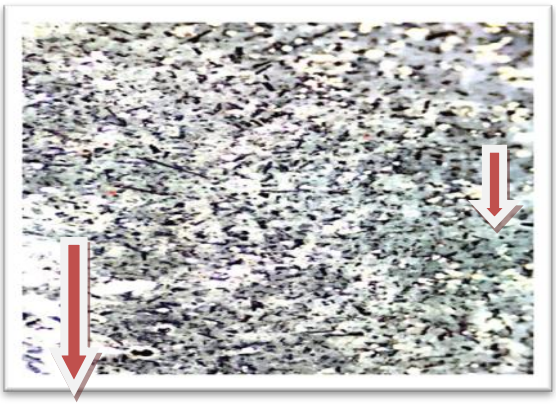
Light Brittle (Deep or Heavy Ductile) ------- Med Brittle (Med Ductile) -------- Deep or Heavy Brittle (Light Ductile)

لذلك نجد ان من المقبول تفسير حالة مجموعة النماذج للمادة الاساس المدعمة بمساحيق المواد السيراميكية (Al2O3 and Kaolin) قد حصل فيها انتقال من مستوى اللدونة الى مستوى الهشاشة وربما حصل بين المستويات العالية، لذلك نلاحظ الفرق الواضح في قدرة المادة على مقاومة الصدمة بين المواد الاساس المدعمة بمسحوق (Al2O3) عن المادة الاساس المدعمة بمسحوق مادة (Kaolin). بينما نلاحظ ان في حالة مجموعة المادة الاساس المدعمة بمساحيق الكاربون (Active and Black Carbon) قد يكون الانتقال قد حصل بين مستوى عالٍ واخر منخفض (Heavy to Light) في اللدونة او مستوى لدونة الى مستوى شبه لدونة (Ductile to semi Ductile). بينما في حالة المواد المدعمة بمساحيق العوادم

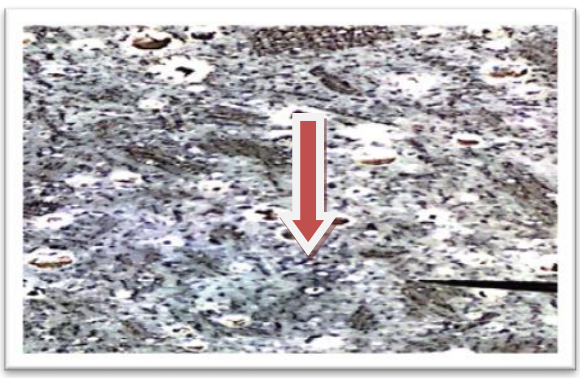
(Car Exhausts Type I, II and III) من الممكن ان يكون الانتقال قد حصل بين المستويات الثانوية لنفس الخاصية وان هذه المستويات تكون متقاربة فيما بينها (Piorkowska & Galeski,1992).

الملاحظة الاخيرة التي يمكن تميزها من الاشكال (6)، (7)، (8) هي ان هناك نسبة حرجة لكمية مساحيق التدعيم تؤدي الى أفضل حالة مقاومة صدمة للمادة الاساس والمدعمة بالمجاميع الثلاثة، هذه النسبة هي (1.5 gm). لغرض فهم هذه النتيجة من وجهة نظرة مقاومة الصدمة يمكن الاعتماد على بعض حقائق المواد البوليمريه والتي يعد اهمها تراص السلاسل البوليمريه وتوحيدية اتجاهها. حيث ان كلما كانت السلاسل البوليمريه اكثر تراصاً كلما زادت خاصيه الاستمرارية في هذه المواد والتي بدورها سوف تؤدي الى زيادة لدونه ومرونة المادة البوليمرية، وان هذه الزيادة سوف تؤثر على قدرة مقاومة المادة على احتواء الصدمة (Zenkiewicz and Dzwonkowski, 2007). هناك نسب محددة من مواد التدعيم تؤدي الى حصول أفضل حالة تراص في السلاسل البوليمرية في المواد المتراكبة بوليمرية المادة الاساس (PMCs)، هذه النسب تعتمد بالدرجة الاساس على طبيعة المادة البوليمرية وليس على طبيعة مساحيق التدعيم (Wunderlich, 2005). لذلك نلاحظ ان نسبة (1.5 gm) قادت وفي جميع المجاميع الثلاثة ولجميع مواد المجموعة الواحدة الى وصل المادة الاساس الى أفضل حالة مقاومة الصدمة حيث ان المادة الاساس في جميع المجاميع هي مادة واحدة.

الاشكال (9) و (10) تمثل صور للفحص المجهري لمواقع معينين من سطح المادة الاساس المدعمة بمسحوق المواد المستعملة في عوادم السيارات من نوع (Type I and II) حيث يلاحظ من الشكلين وجود نوع من التماثل بين السطحين من ناحية توزيع مادة التدعيم والعيوب وانتظام البنية، والذي سوف ينعكس على تقارب قدرتي المادة الاساس المدعمة بهذه المساحيق على امتصاص وتوزيع طاقة الصدمة وبالتالي زيادة في قدرتها على مقاومة الصدمات.



الشكل 9: الفحص مجهري المجهري لموقع من سطح المادة الاساس المدعمة بمسحوق المادة المستخدمة في عوادم السيارات من (Type I) (x400)



الشكل 10: الفحص مجهري المجهري لموقع من سطح المادة الاساس المدعمة بمسحوق المادة المستخدمة في عوادم السيارات من (Type II) (x400)

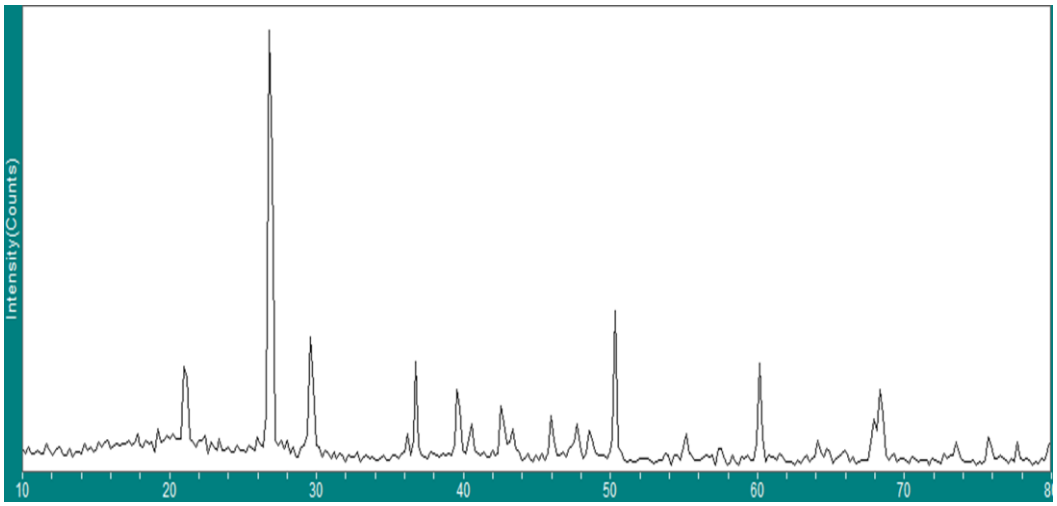
اختبارات الامتزاز

النماذج المصنعة وغير الخاضعة للفحوصات الميكانيكية تم وضعها في نظام مغلق يضم مسحوق مادة تحتوي على نسبة عالية من مركبات الكبريت والمعروف بالتسمية الشائعة (مادة الكيل)، حيث يمكن اعتبار هذا النظام عبارة عن نظام بيئي افتراضي يتوفر فيه مصدر لمركبات الكبريت والتي تعد السبب الرئيس في نشوء الروائح الكريهة في البيئة الطبيعية المنزلية، هذه المادة تم وضع (200 gm) منها في عبوة بلاستيكية بحجم (500 ml)، بعدها توضع النماذج في هذه العبوة وتغلق بشكل محكم، تتركت هذه النماذج لمدة (30) يوما. بعدها تم أخرج هذه النماذج وتنظيفها باستعمال فرشاة ناعمة جدا. قصت النماذج من الطرف الابعد لمسحوق مادة الكيل وبأبعاد ($1\ Cm^3$). ومن ثم وضع هذا الجزء المقطوع من النموذج داخل كيس بلاستيكي محكم الغلق. أرسلت بعدها الى مركز للفحص باستخدام الاشعة السينية لمعرفة المركبات والعناصر الموجود في هذا النموذج (معرفة تطور قدرة هذه النماذج على القيام بهمة امتزاز مركبات الكبريت او مركبات اخرى).

تم اعتماد الاسس التالي في اختيار النماذج الخاضعة لفحوصات الاشعة السينية بعد اخضاعها لظروف الامتزاز المذكور انفا"، هذه الاسس هي:

- تم استبعاد نماذج المادة الاساس المدعمة بمسحوق مادة (Kaolin)، كون ان هذا النموذج أظهر أضعف صفات ميكانيكية ما يجعل من المحتمل ان لا تكون لديه القدرة الكافية على ان يكون ضمن قائمة المواد البلاستيكية التي من الممكن ان تكون قادرة على اخذ صفة المواد المساعدة (الثانوية) في البناء.
- اعتمدت النسبة المثالية الحرجة لكمية المادة المضافة للمادة الاساس والتي اظهرت أفضل نسبة تحسن في الخواص الميكانيكية للمادة المتراكبة بوليمرية المادة الاساس (PMC_S)، هذه النسبة هي (1.5 gm).
- النموذج المرسل للفحص بالأشعة السينية تم التعامل معه بعناية شديد، بحث ان الجزء المقطوع من النموذج لا يتعرض الى أي نوع من انواع المؤثرات الميكانيكية اثناء عملية القطع.
- خلال الفترة الزمنية لوضع النموذج في البيئة الافتراضية، يراعى الحفاظ على درجات الحرارة ضمن مدى فرق لا يتجاوز العشرة درجات.
- نظام الاضاءة خلال الفترة الزمنية لوضع النموذج في البيئة الافتراضية، هي نظام اضاءة المختبر العادية، مع تجنب تعرض النموذج لضوء الشمس المباشر.
- ينقل النموذج المراد اجراء تحليلات الاشعة السينية علية تحت شرط الظلام.

الشكال (11)، (12)، (13)، (14)، (15)، (16) تمثل طيف الأشعة السينية للمواد الاساس المدعمة بمساحيق (Car Exhausts Type I)، (Car Exhausts Type II)، (Car Exhausts Type III)، (Active Carbon)، (Black Carbon) and (Al2O3) على التوالي .



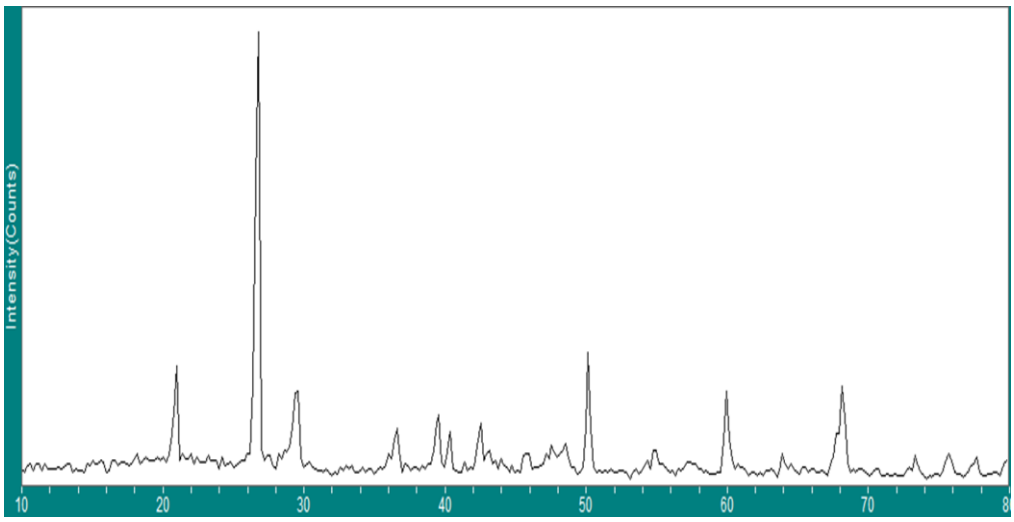
Peak Search Report (5 Peaks, Max P/N = 11.9)

[256ZK#1#20210531-110325_200.mdi] XRD SSC 20KV/20mA Slit:1deg and 1deg and 2mm
Monochromator: ON Ts-Td 200

الشكل 11: طيف الاشعة السينية للمادة الاساس المدعمة بمسحوق (Car Exhausts Type I) وبالنسبة (1.5 gm)

PEAK: 9-pts/ Parabolic Filter, Threshold=3.0, Cutoff=0.1%, BG=3/1.0, Peak-Top=Summit

2-Theta	*d(nm)*	*BG*	*Height*	*I%*	*Area*	*I%*	*FWHM*	*XS(nm)*
26.872	*0.3315*	*34*	*600*	*100*	*1078*	*100*	*0.305*	*28*
39.674	*0.22699*	*21*	*95*	*15.8*	*183*	*17*	*0.327*	*27*
42.704	*0.21156*	*25*	*67*	*11.2*	*151*	*14*	*0.383*	*23*
68.339	*0.13715*	*16*	*98*	*16.3*	*279*	*25.9*	*0.484*	*20*
75.887	*0.12527*	*12*	*34*	*5.7*	*66*	*6.1*	*0.33*	*32*



Peak Search Report (9 Peaks, Max P/N = 5.1)

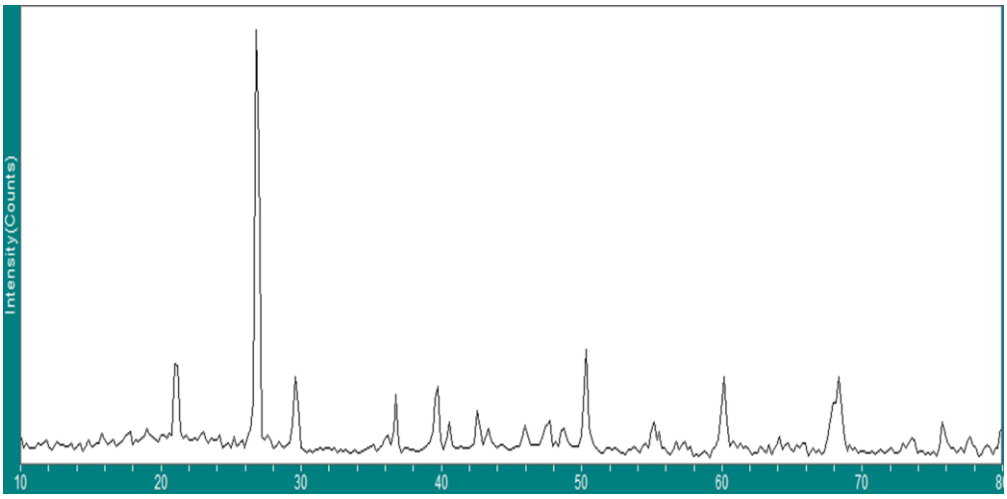
[256ZK#4#20210531-111659_200.mdi] XRD SSC 20KV/20mA Slit:1deg &1deg &.2mm
Monochromator: ON Ts-Td 200

الشكل 12: طيف الاشعة السينية للمادة الاساس المدعمة بمسحوق (Car Exhausts Type II)

وبالنسبة (1.5 gm)

PEAK: 9-pts/Parabolic Filter, Threshold=3.0, Cutoff=0.1%, BG=3/1.0, Peak-Top=Summit

2-Theta	*d(nm)*	*BG*	*Height*	*I%*	*Area*	*I%*	*FWHM*	*XS(nm)*
29.457	*0.30298*	*31*	*102*	*86.4*	*287*	*100*	*0.478*	*17*
36.548	*0.24566*	*26*	*53*	*44.9*	*122*	*42.5*	*0.391*	*22*
39.472	*0.22811*	*29*	*70*	*59.3*	*144*	*50.2*	*0.35*	*25*
42.57	*0.2122*	*27*	*59*	*50*	*129*	*44.9*	*0.372*	*23*
54.989	*0.16685*	*20*	*28*	*23.7*	*88*	*30.7*	*0.534*	*17*
60.034	*0.15398*	*16*	*118*	*100*	*225*	*78.4*	*0.324*	*29*
68.163	*0.13746*	*25*	*116*	*98.3*	*271*	*94.4*	*0.397*	*25*
73.38	*0.12892*	*13*	*28*	*23.7*	*53*	*18.5*	*0.322*	*32*
75.77	***0.12544***	***13***	***30***	***25.4***	***71***	***24.7***	***0.402***	***25***



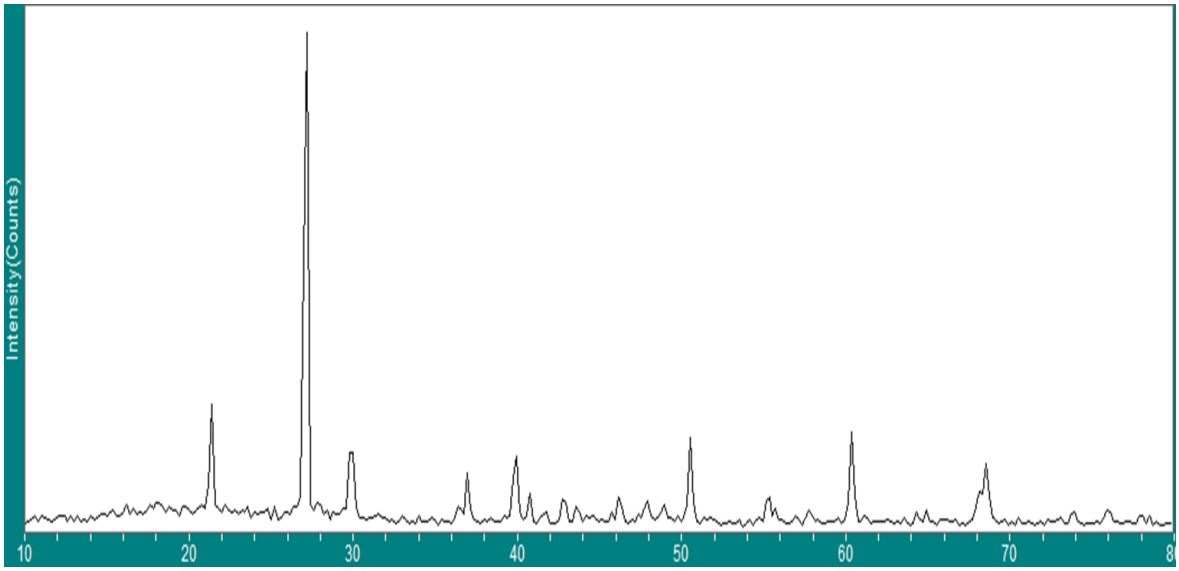
Peak Search Report (9 Peaks, Max P/N = 11.9)

[256ZK#7#20210531-112602_200.mdi] XRD SSC 20KV/20mA Slit:1deg and1deg and 2mm Monochromator: ON Ts-Td 200

الشكل 13: طيف الاشعة السينية للمادة الاساس المدعمة بمسحوق (Car Exhausts Type III) وبالنسبة (1.5 gm)

PEAK: 9-pts/Parabolic Filter, Threshold=3.0, Cutoff=0.1%, BG=3/1.0, Peak-Top=Summit

2-Theta	***d(nm)***	***BG***	***Height***	***I%***	***Area***	***I%***	***FWHM***	***XS(nm)***
21.088	*0.42093*	*35*	*107*	*17.9*	*229*	*21.4*	*0.364*	*23*
26.867	*0.33156*	*34*	*597*	*100*	*1069*	*100*	*0.304*	*28*
39.679	*0.22696*	*29*	*80*	*13.4*	*147*	*13.8*	*0.312*	*28*
42.651	*0.21181*	*25*	*50*	*8.4*	*93*	*8.7*	*0.316*	*28*
55.268	*0.16607*	*19*	*38*	*6.4*	*94*	*8.8*	*0.421*	*22*
60.156	*0.15369*	*21*	*102*	*17.1*	*207*	*19.4*	*0.345*	*27*
68.306	*0.13721*	*29*	*95*	*15.9*	*262*	*24.5*	*0.469*	*21*
73.608	*0.12858*	*16*	*19*	*3.2*	*55*	*5.1*	*0.492*	*20*
75.889	*0.12527*	*15*	*43*	*7.2*	*78*	*7.3*	*0.308*	*34*



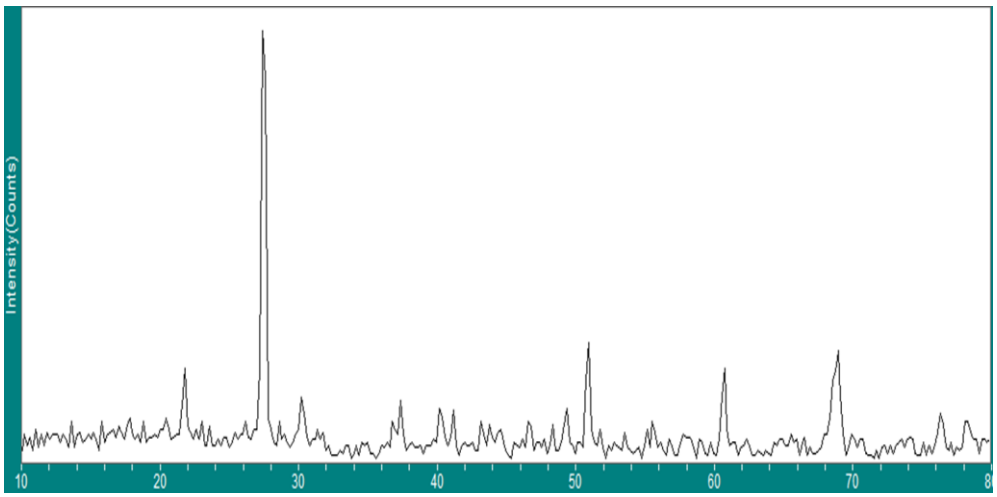
Peak Search Report (4 Peaks, Max P/N = 4.5)

[256ZK#3#20210531-111237_200.mdi] XRD SSC 20KV/20mA Slit:1deg and1deg and 2mm Monochromator: ON Ts-Td 200

الشكل 14: طيف الاشعة السينية للمادة الاساس المدعمة بمسحوق (Active Carbon) وبالنسبة (1.5 gm)

PEAK: 9-pts/Parabolic Filter, Threshold=3.0, Cutoff=0.1%, BG=3/1.0, Peak-Top=Summit

2-Theta	d(nm)	BG	Height	I%	Area	I%	FWHM	XS(nm)
29.882	*0.29876*	*24*	*100*	*100*	*203*	*99*	*0.345*	*24*
55.424	*0.16564*	*15*	*36*	*36*	*87*	*42.4*	*0.411*	*22*
68.517	*0.13683*	*18*	*86*	*86*	*205*	*100*	*0.405*	*24*
76.039	*0.12506*	*13*	*19*	*19*	*34*	*16.6*	*0.304*	*35*



Peak Search Report (5 Peaks, Max P/N = 5.9)

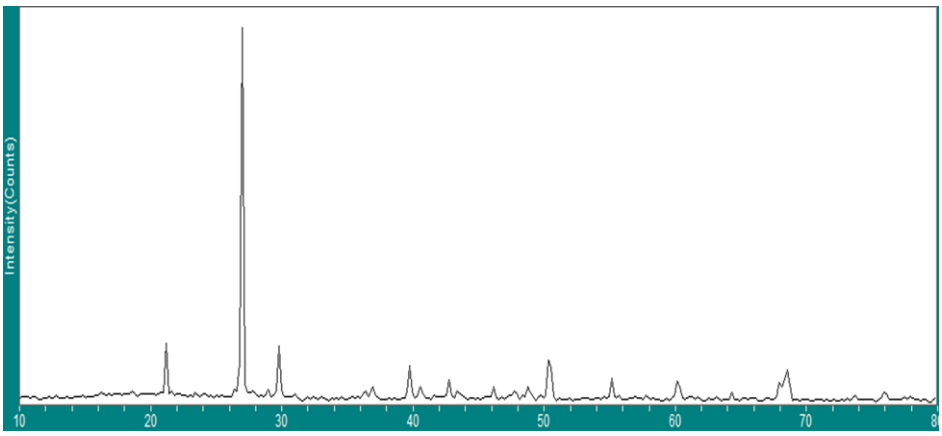
[256ZK#2#20210531-110807_200.mdi] XRD SSC 20KV/20mA Slit:1deg &1deg &.2mm Monochromator: ON Ts-Td 200

الشكل 15: طيف الاشعة السينية للمادة الاساس المدعمة بمسحوق (Black Carbon) وبالنسبة (1.5 gm)

PEAK: 9-pts/Parabolic Filter, Threshold=3.0, Cutoff=0.1%, BG=3/1.0, Peak-Top=Summit

2-Theta	d(nm)	BG	Height	I%	Area	I%	FWHM	XS(nm)

27.478	*0.32433*	*13*	*151*	*100*	*290*	*100*	*0.326*	*26*
37.323	*0.24073*	*6*	*17*	*11.3*	*37*	*12.8*	*0.37*	*23*
60.744	*0.15235*	*5*	*30*	*19.9*	*53*	*18.3*	*0.3*	*32*
68.895	*0.13618*	*9*	*33*	*21.9*	*99*	*34.1*	*0.51*	*19*
76.406	*0.12455*	*4*	*14*	*9.3*	*33*	*11.4*	*0.401*	*26*



Peak Search Report (3 Peaks, Max P/N = 4.7)

[256ZK#6#20210531-112128_200.mdi] XRD SSC 20KV/20mA Slit:1deg &1deg &.2mm Monochromator: ON Ts-Td 200

الشكل 16: طيف الاشعة السينية للمادة الاساس المدعمة بمسحوق (Al2O3) وبالنسبة (1.5 gm)

PEAK: 9-pts/Parabolic Filter, Threshold=3.0, Cutoff=0.1%, BG=3/1.0, Peak-Top=Summit

2-Theta	d(nm)	BG	Height	I%	Area	I%	FWHM	XS(nm)
36.969	0.24296	23	42	38.5	82	28.2	0.332	26
60.248	0.15348	14	76	69.7	148	50.9	0.331	29
68.521	0.13683	24	109	100	291	100	0.454	21

من اجل تحليل اطياف النماذج التي خضعت للفحص الاشعة السينية بغية الوصول الى معرفة هل ان هذه النماذج حصل فيها امتزاز لمركب او عنصر معين أم لا؟، فلقد تم اعتماد الالية الاتية في التحليل (على الرغم ان الفحوصات اعطت نتائج معينة الا ان هذه النتائج تم الحصول عليها ضمن شروط او ضوابط خاصة بالجهاز بالفحص، وان هذه الضوابط والشروط لا تعطي النتائج الي يراد من هذا البحث الوصول أليها، لذلك تم اعادة تحليل الاطياف بشكل يدوي من اجل الوصول الى الصورة المراد تميزها في هذه الاطياف لتحقيق هدف البحث). هذه الالية هي:

1- تم تحليل الاطياف التي تم الحصول عليها من وجهة نظر بيئية، كون ان البحث يقع ضمن اختصاص علوم البيئة.

2- تم اعتماد مواقع في الطيف ظهرت بشكل واضح ولجميع النماذج، هذه المواقع كانت عند الزوايا (21,27,30,51,60,69)، هذه المواقع تمثل مركبات وعناصر المادة الاساس، حيث انها ظهرت في جميع النماذج وبشكل واضح وبشدة متقاربة، وان هذه الحالة لا تتحقق مع هذه النماذج الا مع المادة الاساس كونها نفس المادة في جميع النماذج.

3- تم تحليل طيف كل نموذج على حدة، الزوايا التي اظهرت قمم تم أدرجها في الجدول رقم (2) وبالعلامة (*)، حيث ان هذا الجدول يمثل قيم الزوايا المحصورة بين (30-80) لجميع وان العلامة (*) تعني وجود قمة عند هذه الزاوية بينما العلامة (---) تعني عدم ظهور قمة عند هذه الزاوية.

4- بعد تحليل اطياف جميع النماذج وتثبيت حالة وجود قمة من عدمها عند كل زاوية، يتم فرز الزوايا التي ظهرت عندها قمة عند جميع النماذج (الزاوية المؤشرة باللون الاصفر في الجدول 2).

5- جميع النماذج تتكون من نفس المادة الاساس (ولقد تم استبعاد الزوايا التي تمثل مواقع عناصر او مركبات هذه المادة الاساس)، كما ان جميع النماذج تشترك بصفة انها خضعت لنفس المحيط الافتراضي وتختلف بمواد التدعيم.

6- لذلك فان الزوايا التي اظهرت وجود قمم فيها ولجميع النماذج تعني ان هذه القمم نشأت بفعل عامل مشترك بين هذه النماذج، هذا العامل كان متماثلاً في جميع النماذج من حيث الخواص والمواصفات والظروف، هذه الحالة لا تتحقق الا مع المحيط الافتراضي الذي وضعت النماذج فيه لفترة زمنية محددة (30 days). أي بمعنى اخر هذه القمم ظهرت نتيجة امتزاز المادة نوعاً من انواع عناصر او مركبات الوسط الافتراضي وان هذه العناصر هي مكتسبة لدى المواد الاساس ولم تكن موجودة قبل وضعها في هذا الوسط. هذه الزوايا هي (37,41,43,46,49,55,74,76,78).

7- هناك مواقع قمم (زوايا) ظهرت في نماذج معينة ولم تظهر في نماذج اخرى، هذه القمم تمثل مواقع مساحيق التدعيم مؤشرة باللون الاخضر في (الجدول 2)، حيث ان المواد الاساس دعمت بمساحيق مواد مختلفة. (الجدول 1) يوضح الزوايا (المواقع) والنماذج التي ظهرت فيها.

الجدول 1: قيم الزوايا التي ظهر فيها قمم في طيف السينية للمواد الاساس المدعمة بمساحيق مختلفة والتي ظهرت عند انواع محددة من المواد الاساس المدعمة.

angle	Type of Samples					
	I	II	III	A.C.	B.C.	Al2O3
39	*	*	*		*	
40				*	*	*
44				*	*	
47			*		*	
48	*			*	*	
58				*	*	
62					*	
64	*	*				
65					*	
66	*				*	
68		*	*			

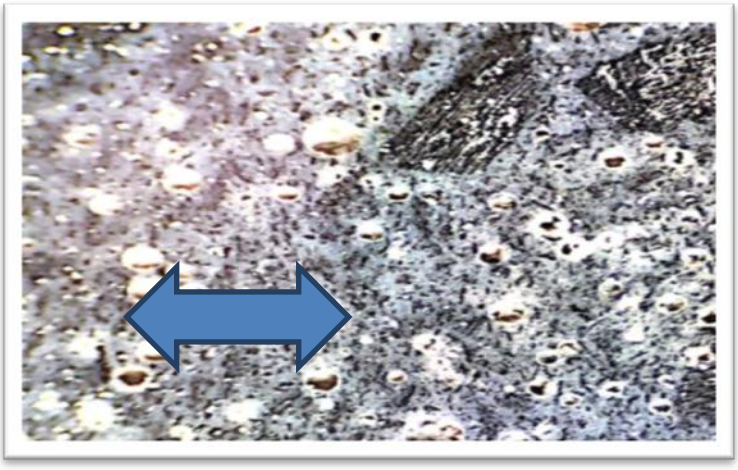
الجدول 2: مسح لجميع قيم زوايا (مواقع) طيف الاشعة السينية لنماذج المواد الاساس المدعمة بمساحيق المواد المختلفة

Type of Sample							Angel
	Al2O3	B.C.	A.C.	III	II	I	
	---	---	---	---	---	---	31
	---	---	---	---	---	---	32
	---	---	---	---	---	---	33
	---	---	---	---	---	---	34
	---	---	---	---	---	---	35
	---	---	---	---	---	---	36
	*	*	*	*	*	*	37
	---	---	---	---	---	---	38
	---	*	---	*	*	*	39
	*	*	*	---	---	---	40
	*	*	*	*	*	*	41
	---	---	---	---	---	---	42
	*	*	*	*	*	*	43
	---	*	*	---	---	---	44
	---	---	---	---	---	---	45
	*	*	*	*	*	*	46
	---	*	---	*	---	---	47
	---	*	*	---	---	*	48
	*	*	*	*	*	*	49
	---	---	---	---	---	---	50
	---	---	---	---	---	---	51
	---	---	---	---	---	---	52
	---	---	---	---	---	---	53
	---	---	---	---	---	---	54
	*	*	*	*	*	*	55
	---	---	---	---	---	---	56
	---	---	---	---	---	---	57
	---	*	*	---	---	---	58
	---	---	---	---	---	---	59
	---	---	---	---	---	---	60
	---	---	---	---	---	---	61
	---	*	---	---	---	---	62
	---	---	---	---	---	---	63
	---	---	---	---	*	*	64
	---	---	*	---	---	---	65
	---	*	---	---	---	*	66
	---	---	---	---	---	---	67
	---	---	---	*	*	---	68
	---	---	---	---	---	---	69
	---	---	---	---	---	---	70
	---	---	---	---	---	---	71
	---	---	---	---	---	---	72
	---	---	---	---	---	---	73
	*	*	*	*	*	*	74
	---	---	---	---	---	---	75
	*	*	*	*	*	*	76
	---	---	---	---	---	---	77
	*	*	*	*	*	*	78
	---	---	---	---	---	---	79
	---	---	---	---	---	---	80

من خلال الاشكال (11) ، (12) ، (13)، (14)، (15) ، (16) ومن الجدولين (1) ، (2) يمكن ملاحظة ما يلي :

- أظهرت نماذج المواد الاساس المدعمة بمساحيق المواد المختلفة قدرتها على امتزاز تسعة عناصر او مركبات من النظام الافتراضي التي اخضعت له لمدة (30 Day).
- أكثر المواد الاساس التي اظهرت محتوى عناصر هي المدعمة بمسحوق (Black Carbon) واقلها هي المدعمة بمسحوق (Al2O3).
- المواد الاساس المدعمة بمسحوق (Active Carbon) تكون اقل كفاءة في امتزاز العناصر والمركبات من (Black Carbon).
- المواد الاساس المدعمة بمساحيق المواد المستخدمة في عوادم السيارات وبأنواعها الثلاثة تكون ذات قدرة محدودة في امتزاز العناصر والمركبات عند الظروف البيئية الطبيعية على الرغم من ان هذه المواد مصممة لامتصاص وامتزاز المواد الناتجة من محركات الاحتراق الداخلي ضمن منظومة مغلقة.
- أكثر المواد الاساس ملاءمة للعمل كمواد قادرة على القيام بعملية الامتزاز فضلا عن واجباتها الثانوية في البناء هي المواد الاساس المدعمة بمساحيق الكاربون (Black) ومن ثم (Active) وذلك لوجود نوع من توافق الخواص الميكانيكية الجيدة مع قدرة الامتزاز المرتفعة.
- تفسير جميع الملاحظات اعلاه بحاجة الى اجراء فحوصات اخرى اكثر دقة، من هذه الفحوصات هي دراسة طبيعة السطح باستعمال المجهر الالكتروني الماسح (SEM)، ودراسة طبيعة ارتباط وفعالية ذرات السطح باستخدام مجاهر القوى الذرية (AFM)، وان عدم دراستها في هذا البحث يرجع السبب فيه الى عدم توفر هذه التقنية بسهوله فضلا عن كلفتها الباهظة.

الشكل (17) يمثل صورة للفحص المجهري للمادة الاساس المدعمة بمسحوق (Black Carbon) بنسبة الكمية المضافة مقدارها (1.5 gm) بعد اخضاعها لشروط النظام البيئي الافتراضي لمدة (30 Day). حيث يلاحظ من الشكل وجود اختلاف في اللون بين المناطق المختلفة، هذا الاختلاف في اللون يعد دليلا على حصول الامتزاز لبعض العناصر او المركبات بسبب خضوع النموذج لشرط النظام البيئي الافتراضي.



الشكل 17: الفحص المجهري للمادة الاساس المدعمة بمسحوق (Black Carbon) بنسبة الكمية المضافة مقدارها (1.5 gm) (X 400)

المصادر العربية

متولي، شفيق متولي؛ الهادي، محمد فكري (2010). اساسيات كيماء البوليمرات والغروانيات. دار النشر الاكاديمية الحديثة لكتاب الجامعي،137 ص.

السامرائي، عبداللطيف رشاد (2010). اللدائن والمواد المركبة. دار المصرية، ص 77−90.

تكروري، فهد (2016). مقدمة في كيمياء المبلمرات. دار ابن الهيثم للطبع والنشر، 85 ص.

الهزازي، عمر بن عبد الله (2017). كيمياء البولمرات. دار التحرير للطبع والنشر، ص 105−125.

المصادر الاجنبية

Abdalla, L. B.; Ghafor, K.; Mohammed, A. (2019). Testing and modeling the young age compressive strength for strength for high workability concrete modified with PGE polymer. *J. Results in Mater*., **V**(1).

Adegbola, T. A.; Agboola, O.; Fayomi, O. S. I. (2021). Trends in polymer development: Effects and consolidation processes. In IOP conference series. *Materials Sci. and Engineer*., IOP Publishing, **1107**(1), 012108.

Alby, D.; Charnay, C.; Heran, M.; Prelot, B.; Zajac, J. (2018). Recent developments in nanostructured inorganic materials for sorption of cesium and strontium: synthesis and shaping, sorption capacity, mechanisms, and selectivity a review. *J. Hazardous Mater.*, **344**, 511-530.

Anderson, B. C.; Bartron, L.R.; Collette, J. W. (1980). Trends in polymer development. *Sci*., **208** (4446), 807-812.

Chanda, M. (2013). "Introduction to Polymer Science and Chemistry: A Problem-Solving Approach". CRC Press. 588p.

Sherif, H.A.; Almufadi, F.A. (2019). Fabrication and characterization of silicone rubber/multiwalled carbon nanotubes nanocomposite sensors under impact force. *Sens. and Actuat. A: Phys.*, **297**, 111479.

Hou, J.; Chen, H.Y.; Zhang, S.; Li, G.; Yang, Y. (2008). Synthesis, characterization, and photovoltaic properties of a low band gap polymer based on silole-containing polythiophenes and 2, 1, 3-benzothiadiazole. *J. American Chem. Soc*., **130**(48), 16144-16145.

Koltzenburg, S.; Maskos, M.; Nuyken, O. (2017). "Elastomers. In Polymer Chemistry". Springer, Berlin, Heidelberg. pp. 477-491.

Lopez-Urionabarrenechea, A.; De Marco, I.; Caballero, B.M.; Laresgoiti, M.F.; Adrados, A. (2012). Catalytic stepwise pyrolysis of packaging plastic waste. *J. Analyt. and Appl. Pyrolysis*, **96**, 54-62.

Mikell, P. G. (2010). "Fundamentals of Modern Manufacturing Materials". Processes, and Systems. 4th ed.

Noda, H.; Chen, X.K.; Nakanotani, H.; Hosokai, T.; Miyajima, M.; Notsuka, N.; Adachi, C. (2019). Critical role of intermediate electronic states for spin-flip processes in charge-transfer-type organic molecules with multiple donors and acceptors. *Nature Mater.*, **18**(10), 1084-1090.

Piorkowska, E.; Galeski, A. (1992). Influence of the liberation of heat of fusion on the temperature near the crystallization front in polymers. *Polymer*, **33**(18), 3985-3989.

Ragaert, K.; Delva, L.; Van Geem, K. (2017). Mechanical and chemical recycling of solid plastic waste. *Waste Managem.*, **69,** 24-58.

Toh, W.; Tan, L.B.; Tse, K.M.; Giam, A.; Raju, K.; Lee, H.P.; Tan, V.B.C. (2018). Material characterization of filament-wound composite pipes. *Composite Structures*, **206**, 474-483.

Tong, L.; Mouritz, A.P.; Bannister, M.K. (2002). 3D fiber reinforced polymer composites. *Elsevier*.

Yang, Z.; Xia, G.; Stevenson, J.W. (2005). Mn1. 5Co1. 5 O 4 spinel protection layers on ferritic stainless steels for SOFC interconnect applications. *Electrochem. and Solid-State Lett*., **8**(3), A168.

Żenkiewicz, M.; Dzwonkowski, J. (2007). Effects of electron radiation and compatibilizers on impact strength of composites of recycled polymers. *Polymer Testing*, **26**(7), 903-907.

Study the Susceptibility of Epoxy-based Composite Materials Reinforced with Powders of Different Elements and Compounds to be used as Materials with a Positive Environmental Impact

Dari Q. Haider **Ahmed N. Mahmoud**

Department of Environmental Sciences/ College of Environmental Sciences and Technologies/ University of Mosul

ABSTRACT

In this research, a group of polymeric composite materials with an epoxy basis (PMCS) was manufactured, the base material is (Master Brace ADH 1406 Part A), which represents a substance (Resin) and (Master Brace ADH 1406 Part B) is a (Hardener), with the standard mixing ratio of material [1H:3R]: this material supported the basis with powders of different materials (Al2O3, Black Carbon, Active Carbon, kaolin, Car Exhausts Type I, II and III). The manufactured samples have been subjected to hardness and impact resistance tests. The results showed that there is an improvement in the surface hardness and the shock resistance of the base material after reinforcement it with different powders. The results also showed that there is a critical ratio for the amount of the reinforcing material, which shows the best case of improvement in the mechanical properties and it depends on the nature of the base material. The results also showed that the samples of the substrates reinforced with different powders showed their ability to adsorb nine elements or compounds from the hypothetical system that were subjected to it for a period of (30 days), and that the most basic materials that showed the content of the adsorbed elements was the substrate fortified with powder (Black Carbon) and the least It is the base material supported by powder (Al2O3), and the base materials supported by powder (Active Carbon) are less efficient in the adsorption of elements and compounds than (Black Carbon), in addition, the base materials supported by powders of materials used in car exhausts and of their three types have a limited ability in Adsorption of elements and compounds.

Keywords: Mechanical properties, PMC_S, surface hardness, shock resistance, adsorption, X-ray.