ورقة بحثية مجلة مفتوحة الوصول

النفايات البلاستيكية (أثرها على الصحة العامة، واقتراح طريقة فعالة لإعادة استخدامها)

مرام سمير عباس*، فداء فهد العيسى**

*(كلية الصيدلة ، جامعة المنارة ، البريد الإلكتروني:Maram.Abbas@manara.edu.sy)

**(كلية الصيدلة ، جامعة المنارة ، البريد الإلكتروني:Fedaa.Alissa@manara.edu.sy)

الملخص

تعد المنتجات البوليميرية البلاستيكية ذات فائدة كبيرة للإنسان، إلا أن المخلفات الناتجة عنها تشكل كارثة بيئية صحية حقيقية، إذ أنها ترمى في الأراضي الزراعية، الجداول المائية والغابات، أو تدفن في مدافن كبيرة للنفايات مسببة خطراً كبيراً على الصحة العامة، يجب العمل على معالجته بأفضل الطرق الممكنة.

ومن جهة أخرى: فإن المشكلات الاقتصادية التي يسببها تآكل الخرسانة الاسمنتية قد جعلت منها المشكلة الكبرى للبنى التحتية في الدول الصناعية، حيث بلغت هذه المشكلة نسبًا مقلقة أدت إلى تكاليف إصلاح عالية سواء كان في الخرسانة، أو في الحديد المستخدم للتسليح والذي يتآكل في الأوساط الحامضية بشكل خاص، نتيجة نفوذية الخرسانة لمياه الأمطار الحامضية، حيث تجاوزت هذه التكاليف مبالغ الإنشاء الأولية في بعض الحالات.

يتناول هذا البحث حلّاً جزئياً للمشكلتين السابقتين، وذلك من خلال تسليط الضوء على الأمراض الناتجة عن هذه النفايات، وأثرها بشكل عام على صحة الإنسان والبيئة المحيطة والاقتصاد، بالإضافة إلى إجراء دراسة تجريبية لإعادة تدوير أنواع معينة منها، واستخدامها في تحضير مواد عازلة للماء والرطوبة، بكلفة قليلة وتقنيات بسيطة مقارنةً مع مواد العزل المستخدمة حالياً في عمليات البناء.

كلمات مفتاحية: تلوث بيئي، نفايات بلاستيكية، إعادة تدوير، عزل مائي، بولي إيتيلين منخفض الكثافة، بولي إيتيلين تيرفتالات.

I. مقدمة

يعد التلوث البيئي من أهم مشاكل العصر الحديث، وهو يشمل كافة الطرق التي يُسبّب من خلالها النشاط البشري الصناعي أضراراً للبيئة الطبيعية، حيث أنه يشكل خطراً حقيقياً على الحياة الحيوانية والمائية والأراضي الزراعية، مما ينعكس سلباً على صحة الإنسان وحياته، كما أنه يؤدي إلى ظاهرة الاحتباس الحراري، بالإضافة إلى تشكل الأمطار الحامضية، التي تحتوي أحماض الكربون والكبريت والآزوت، المتشكلة من خلال تفاعل غاز ثنائي أوكسيد الكربون وأكاسيد الكبريت والآزوت (الناتجة عن احتراق الفحم، الغاز، النفايات والمشتقات النفطية، في المَركبات والمصانع ومحطات الوقود) مع بخار الماء الموجود في الجو، إذ تبقى هذه الأحماض معلّقة في الهواء على شكل رذاذ تنقله الرياح من مكان إلى آخر، ويتجمع بشكل ضباب خفيف عندما يكون الطقس جافاً، أما عند المطر فتذوب في الماء وتشكل ما يسمى الأمطار الحامضية التي تسبب ضرراً هائلاً على مساحات شاسعة من التربة والأراضي الزراعية، بالإضافة إلى تأثيرها القاتل على الثروة السمكية، فضلاً عن تخريب المباني والجسور والنصب التذكارية، ويجب الانتباه إلى أن حموضة الأمطار وخطورتها تزداد مع الزمن، خاصةً في المناطق الصناعية والمدن التي تعاني من ظاهرة الازدحام والضجيج (الضوضاء) الناتج عن حركة المرور، والذي يصنّف أيضاً كأحد أنواع التلوث الخطيرة[1,2,3] .

تعتبر النفايات البلاستيكية من أكثر أنواع النفايات الصلبة انتشاراً في البيئة، إذ يلعب البلاستيك دوراً هاماً في الحياة اليومية نظراً لاستخداماته المختلفة، وخفة وزنه، وانخفاض تكلفة إنتاج

أغلب مستحضراته، حيث أصبح ضرورياً في صناعة العبوات والسيارات والعديد من التطبيقات الإنشائية، الطبية، الهندسية وغيرها، بالإضافة إلى ذلك فقد أدى النمو الاقتصادي المتزايد وارتفاع مستوى التنمية إلى ازدياد الحاجة والاعتماد على اللدائن مما أدى إلى تراكم مخلفاتها بشكل كبير، لذلك أصبحت تصنف من أهم مصادر التلوث البيئي، وتعد عملية التخلص منها واحدة من التحديات البيئية الرئيسية التي تواجه البلديات في جميع أنحاء العالم، لأن تراكمها يؤدي إلى انتشار العديد من الأمراض والحرائق العرضيّة الفجائية من جهة، إضافة إلى تلوث الجو والمياه الجوفية من جهة أخرى [4,5,6,7]، لكن معدل إعادة تدويرها يكون منخفضاً بالمقارنة مع الورق والزجاج والمعادن، وذلك على الرغم من التطبيقات العديدة التي يمكن من خلالها الاستفادة من هذه النفايات بعد معالجتها، حيث يتم في الوقت الحاضر إعادة تصنيع 3.5% فقط من المنتجات البوليميرية، في حين أن هذه النسبة المئوية للورق والزجاج والمعادن تكون على التوالي 34% , 22% , 30% [8,9,10].

تعد خصائص النفايات، وتركيبها الكيميائي، وكميتها عوامل أساسية تساهم في تصميم نظام فعال لإدارتها وإعادة تدويرها بطريقة تتّسم بالكفاءة العالية والفائدة الكبيرة من النواحي البيئية والاقتصادية، إذ أن حوالي 90% من النفايات يتم التخلص منها حالياً بطريقة غير صحية في أماكن مفتوحة أو مدافن كبيرة مسببةً مشاكلاً بيئية حقيقية [11].

II. أضرار البلاستيك على الإنسان:

يسبب استخدام المواد البلاستيكية والتلوث الناتج عنها العديد من الأضرار على الصحة العامة، سنوضّحها باختصار كما يلي:

أ. الأضرار الصحية:

تتفاقم آثار وأضرار التلوّث الناتج عن المُخلفات البلاستيكية لتصل إلى صحة الإنسان، حيث تمّ اكتشاف العواقب السلبية للعديد من مُنتجات البلاستيك التي تُهدّد صحة البشر والمُستخدَمة حالياً في صناعة أوعية الأطعمة، فعند تسخينها في الميكروويف يُمكن أن تتسرّب المواد الكيميائية إلى الطعام، وتنتقل إلى الإنسان، وقد أظهرت العديد من الدراسات وجود ارتباط بين مستوى بعض المواد الكيميائية المُستخدَمة في صناعة البلاستيك وارتفاع خطر الإصابة بالعديد من المشاكل الصحية [12]، ومن هذه المواد مادة بيسفنيول A(BPA) الكيميائية الموجودة في أغلب العبوات والمنتجات البلاستيكية، كما أوضحت الدراسات التي أجرَتها مجموعة مايو كلينك (Mayo Clinic) الطبية والبحثية أنّ هذه المواد لها تأثيرات سلبية على الدماغ وتسبب ارتفاعاً في ضغط الدم، لذا لا يُنصح بتسخين الطعام في العبوات البلاستيكية [12]، أمّا بالنسبة للمواد الأخرى الموجودة في البلاستيك، ومنها الفثالات (Phthalates) التي يُشار إليها باسم المُلدّنات (Plasticizers) فتُستخدَم لزيادة مرونة البلاستيك، وفي تغليف المنتجات، مثل: الألعاب، والأغطية، وعلب تخزين عينات الدم، وغيرها [12]، وحسب بعض الدراسات لا يوجد لمادة الفثالات آثار مثبتة على جسم الإنسان، بينما أشارت دراسات أخرى إلى أنّ هناك ارتباطاً واضحاً بين الفثالات وارتفاع ضغط الدم، والسمنة في مرحلة الطفولة [12].

تحتوي المنتجات البلاستيكية على إضافات كيميائية أخرى غير المذكورة مسبقاً، وهذه الإضافات هي التي تمنح المنتجات البلاستيكية خصائصها المرغوبة عند الاستخدام، وقد ارتبط عدد منها بمشاكل صحية خطيرة كالعقم واضطرابات النمو العصبي كاضطراب فرط الحركة، نقص الانتباه والتوحد، بالإضافة إلى أن لها آثار سلبية أخرى كثيرة على صحة الإنسان، وتشمل هذه الآثار:

- السمية المباشرة، كما في حالة الرصاص والكادميوم والزئبق.
- المواد المسرطنة، كما في حالة ثنائي إيثيل هكسيل فثالات (DEHP).
- اضطرابات الغدد الصماء، والتي يمكن أن تؤدي إلى الإصابة بالسرطان، التشوهات الخلقية، أذية جهاز المناعة ومشاكل في النمو لدى الأطفال.

ب. ضرر البلاستيك على البيئة:

عندما ينتهي الأمر بالمواد البلاستيكية واللدائن كنفايات في البيئة، فإنها تجذب إليها الكائنات الحية الدقيقة، كالبكتيريا الضارة المسببة للأمراض، وإذا دخلت هذه المواد البلاستيكية التي تحتوي على العوامل الممرِضة إلى أجسامنا، فقد تزيد بشكل كبير من خطر الإصابة بالعدوى للعديد من الأمراض السارية. [13]

ت. الأضرار الاقتصادية:

تؤدي المُخلفات البلاستيكية وخاصة تلك المتراكمة في المسطحات المائية إلى حدوث آثار بالغة وكبيرة على النشاط الاقتصادي، مما يؤدي إلى خسارة الكثير من الأموال والعائدات من مختلف القطاعات وبخاصة السياحة والصيد، حيث تُعدّ المخلفات البلاستيكية والقمامة بشكل عام أمراً غير مرغوب به، وغير مُرحب به بالنسبة إلى الأشخاص الذين يرتادون الشواطئ، مما يَنتج عنه خسارة الكثير من الإيرادات الناتجة عن القطاع السياحي، حيث قد يصل الأمر في بعض الحالات إلى إغلاق عدد من الشواطئ المستثمرة أو المنتجعات، بسبب كثرة المخلفات المُلقاة فيها، إذ تتطلب عملية إزالة هذه المُخلفات وقتاً طويلاً، بالإضافة إلى التكلفة العالية، ومن ناحية أخرى يُعاني قطاع صيد الأسماك والغذائيات البحرية من تأثيرات اقتصادية كبيرة ناتجة عن المُخلفات البلاستيكية البحرية، حيث تتأثر مصائد الأسماك وتتخرب بفعل النفايات العالقة بها، كما تنخفض استدامة المخزون الغذائي البحري على المدى البعيد، بسبب الآثار السلبية للنفايات البلاستيكية على قدرة الأسماك التكاثرية .[14]

سنذكر فيما يلي أشهر أنواع المنتجات البلاستيكية وأكثرها استخداماً مع أضرار كل منها:

- البولي فينيل كلوريد PVC:

يستخدم هذا النوع من البلاستيك في تغليف الأغذية، صناعة الأغلفة البلاستيكية، صناعة بعض المنتجات المستخدمة للأطفال الرُضع، بالإضافة إلى صناعة أنابيب المياه، ويمكن أن يسبب الاستخدام الغير آمن لبلاستيك PVC العديد من الأمراض والمشاكل الصحية أبرزها:

السرطان، العيوب الخلقية والتغيرات الجينية، التهاب الشعب الهوائية المزمن، القرحة والأمراض الجلدية، الصمم، فشل الرؤية، عسر الهضم واختلال وظائف الكبد.

- بلاستيك الفثالات:

تستخدم هذه الفئة من البلاستيك في تصنيع ألعاب ومنتجات الأطفال، وتغليف هذه المنتجات والغذائيات، وقد يسبب استخدامها المتكرر:

اضطراب الغدد الصماء المرتبط بالربو وتأثيراته التنموية والإنجابية، السرطان، العيوب الخلقية، التغيرات الهرمونية، انخفاض عدد الحيوانات المنوية والعقم وانتباذ بطانة الرحم، بالإضافة إلى ضعف جهاز المناعة.

- البولي كربونات، مع بيسفينول أ:

يدخل هذا النوع من البلاستيك في صناعة عبوات وقوارير المياه، وقد يكون مسؤولاً عن الإصابة بأمراض:

السرطان، ضعف وظائف المناعة، البلوغ المبكر، السمنة، السكري وفرط النشاط.

- بلاستيك البوليسترين:

يدخل البوليسترين في صناعة العديد من حاويات الطعام الخاصة باللحوم، الأسماك، الجبن، الزبادي وحاويات الخبز الشفافة، وكذلك أدوات المائدة التي تستخدم لمرة واحدة، إضافة إلى أوعية الثلج، صواني التقديم، أكواب المشروبات الساخنة ذات الاستعمال الواحد، وبعض ألعاب الأطفال، حيث يمكن أن يسبب تهيج العين والأنف والحنجرة، الدوار وفقدان الوعي، ارتفاع معدلات الإصابة بالسرطانات اللمفاوية والدم، بالإضافة إلى أنه قد ينتقل مع الطعام ويخزن في دهون الجسم.

- البوليستر:

يستخدم البوليستر لتغليف المواد الغذائية، ويمكن أن يسبب تهيج العين، والجهاز التنفسي وطفح جلدي حاد.

- الأكريليك:

يتم استخدام الأكريليك في صناعة معدات تحضير الطعام، ويمكن أن يسبب صعوبات في التنفس واضطرابات في الجهاز

الهضمي مثل القيء، الإسهال والغثيان، وقد يسبب الصداع والإرهاق المستمر.

- البولي إيتيلين منخفض الكثافة:

يستخدم البولي إيثيلين في تصنيع العديد من المنتجات البلاستيكية مثل الأكواب وغيرها، وقد يؤثر بشكل سلبي على جسم الإنسان، ومن أضراره حصول تسرب لمعدن يسمى الأنتيموان عند تعرض هذه المنتجات لدرجات الحرارة العالية، كما أن استخدامه عند درجات حرارة عالية قد يؤدي إلى إطلاق مواد كيميائية ترفع مستويات هرمون الأستروجين.

III. أهمية البحث وأهدافه

a. الناحية الاقتصادية:

يعتبر البحث مفيداً من الناحية الاقتصادية، حيث نقترح من خلاله فكرة تدوير وإعادة استعمال بقايا ومخلفات صلبة ذات كلفة شبه معدومة، لاستخدامها في صناعة مواد عزل أقل سعراً من تلك المستخدمة حالياً في عمليات البناء.

b. الناحيتان البيئية والصحية:

التخلص من بعض النفايات البلاستيكية ذات الآثار الضارة التراكمية، والتي ينتج عن حرقها كميات كبيرة من الغازات الكيميائية (خاصةً أكاسيد الكبريت والكربون)، التي تضر بصحة الإنسان والبيئة المحيطة على حدّ سواء.

c. تحضير بلاط أرضيات عازل للرطوبة، باستخدام هذه النفايات البلاستيكية.

d. دراسة فعالية البلاط المحضّر من خلال إجراء تجارب مخبرية عليه.

IV. طرائق البحث ومواده

يعتمد هذا البحث على تحضير مواد عازلة بشكل بلاط أرضيات مصنّع من بقايا النفايات البلاستيكية، بأبسط التقنيات الصناعية، حيث يقسم العمل إلى مرحلتين أساسيتين، تتلخص الأولى بالاستفادة الفعالة من الخواص المقاومة للماء والمواد الكيماوية والتي يتمتع بها البلاستيك، وذلك من خلال تحضير مواد عازلة مقاومة للرطوبة ومياه الأمطار الحامضية، باستعمال خليط من البحص ونوعين مختلفين من النفايات البلاستيكية.

أما المرحلة الثانية فإنها تتركز على القيام بالاختبارات اللازمة لدراسة فعالية هذه المواد، وسلوكها تجاه الرطوبة والمحاليل الحمضية المختلفة.

a. المواد المستخدمة:

1. بحص رخام (نواتج تكسير رخام وهو صخر كربوناتي متبلور)، وبحص عادي أبعاده (2 – 5) **M.M**.
2. نوعان مختلفان من النفايات البلاستيكية (بولي إيتيلين منخفض الكثافة الخطي **LLP.ET**، بولي إيتيلين تيرفثالات **P.E.T**).
3. محاليل حمضية لـ (حمض كلور الماء، حمض الكبريت، حمض الآزوت) بتركيز 15%.
4. ماء صنبور.

b. الأدوات المستخدمة:

1. أوعية معدنية للخلط والصهر.
2. قوالب خشبية أو معدنية.
3. بياشر زجاجية.

V. النتائج والمناقشة

أ. **المرحلة الأولى:**

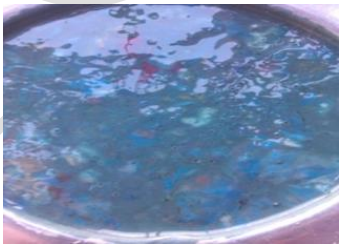
تتركّز هذه المرحلة على تشكيل مواد عازلة للماء مقاومة للرطوبة بشكل بلاط لأسطح المباني، حيث يقسم العمل إلى خطوتين رئيسيتين:

الخطوة الأولى: وتشمل جمع النفايات البلاستيكية (قوارير المياه، أكياس النايلون، حاويات حفظ أغذية) وتنظيفها جيّداً

من بقايا الأتربة والغبار العالقة بها، ثمّ فرزها حسب نوعها، وغسلها وتركها حتى تجف، ليتمّ بعد ذلك طحنها باستخدام مطاحن خاصة (في معمل بلاستيك)، للحصول عليها بأشكال وأحجام مناسبة.

الخطوة الثانية: تضمنت تحضير مزائج من البحص والبلاستيك بنسبة (مكيال بحص إلى ثلاثة مكاييل بلاستيك) ثمّ صهرها وصبها في قوالب خاصة خشبية أو معدنية، وذلك باتباع التسلسل التالي:

1. تسخين البحص الناعم أولاً لأن معامل الانتقال الحراري له كبير، وبالتالي فهو يحتاج وقتاً أطول من النفايات البلاستيكية لكي يسخُن.
2. إضافة البلاستيك إلى الوعاء الذي تتم فيه عملية التسخين، بحيث ينصهر مشكّلا مزيجاً مع البحص الشكل (1).



الشكل 1. يمثل خليط مصهور البلاستيك مع البحص أثناء التسخين.

3. صبّ المزيج الساخن في قوالب خاصّة خشبية أو معدنية ليأخذ الأشكال المطلوبة، كما هو موضّح في الشكلين (2,3).

الشكل 2. يمثل بلاط بولي إيتيلين منخفض الكثافة الخطي (LLP.Et).

يلاحظ من الشكل السابق (2) أن هذا النوع من البلاط يتميّز بخواص مرغوبة، فهو يتمتع بمتانة ومقاومة عالية، بالإضافة إلى أن سطحه خالٍ من التشققات، وهذا ما يساعد في عملية العزل المائي التي تتطلب سطحاً أملس، لا يحوي نقاط ضعف تسمح بتجمّع الماء عليه.

كما لوحظ أن أفضل النتائج من حيث المتانة وجدت عندما تكون سماكة البلاط بين (1–2 cm)، وعند استخدام بحص من القياس الصغير (2–5m.m)، بالإضافة إلى أن النسبة الأفضل للخلط هي ثلاثة مكاييل نفايات بلاستيك مطحونة لكل مكيال بحص.

ب. المرحلة الثانية:

تمّ اختبار مدى فعالية البلاطات المصنّعة من خلال أخذ أربع قطع صغيرة من البلاطة، ووزنها باستخدام ميزان حساس، ثم غمرها في بيئات معادية بشكل ماء ومحاليل حمضية لكل من (حمض كلور الماء HCl، حمض الكبريت H2SO4، حمض الآزوت HNO3) بتركيز 15% لكل محلول، ليتمّ بعد ذلك دراستها بأعمار مختلفة، حيث حصلنا على النتائج المذكورة في الجداول (1,2,3,4)

نوع العينة	بلاط LLP.Et		
السماكة(cm)	1		
الوزن الأصلي (gr)	5.99		
الوزن بعد الغمر بالحمض (gr)	بعد 10 أيام	بعد 30 يوم	بعد 45 يوم
	5.99	5.99	5.99
الفاقد الوزني بعد 45 يوم (%)	0		

الجدول 1. نتائج الغمر بالماء

نلاحظ من الجدول السابق عدم تأثر عينات البلاط بالماء نهائياً.

بلاط LLP.Et			
نوع العينة			
السماكة(cm)	1		
الوزن الأصلي (gr)	6.50		
الوزن بعد الغمر بالحمض (gr)	بعد 10 أيام	بعد 30 يوم	بعد 45 يوم
	6.47	6.40	6.36
الفاقد الوزني بعد 45 يوم (%)	2.153		

الجدول 2. نتائج الغمر بحمض كلور الماء 15%

بلاط LLP.Et			
نوع العينة			
السماكة(cm)	1		
الوزن الأصلي(gr)	7.99		
الوزن بعد الغمر بالحمض (gr)	بعد 10 أيام	بعد 30 يوم	بعد 45 يوم
	7.97	7.94	7.92
الفاقد الوزني بعد 45 يوم (%)	0.876		

الجدول 3. نتائج الغمر بحمض الكبريت 15%

بلاط LLP.Et			
نوع العينة			
السماكة(cm)	1		
الوزن الأصلي (gr)	6.58		
الوزن بعد الغمر بالحمض	بعد 10 أيام	بعد 30 يوم	بعد 45 يوم
(gr)	6.55	6.51	6.49
الفاقد الوزني بعد 45 يوم (%)	1.367		

الجدول 4. نتائج الغمر بحمض الآزوت 15%

نلاحظ من الجداول (2,3,4): حدوث تآكل للبلاط المغمور في الحموض بنسب مختلفة، ويعود السبب في اعتقادنا إما لتآكل البحص الداخل في تركيبه والذي هو عبارة عن خليط من كربونات الكالسيوم والسيليكات، أو لتأثُّر البلاستيك المدوّر بالحموض القوية نظراً لتعرضه لدرجات حرارة عالية جداً أثناء الصهر مما أدّى إلى إضعاف مقاومته، على الرغم من أن نوع البلاستيك المستخدم في هذا البحث يتمتع عادةً بمقاومة عالية تجاه الحموض، وهو كما ذكرنا مسبقاً (LLP.Et) المحضّر بعملية بلمرة غاز الإيتيلين تحت ضغط عالي، والمستخدم في إنتاج الأغلفة والأكياس البلاستيكية والأفلام الرقيقة).

للتأكد من هويّة المادة التي تعرضت للتآكل، قمنا بتحضير عينات بأبعاد صغيرة جداً من البلاط (سماكتها تقريباً 1cm وقطرها 3cm) بحيث يكون البحص مغلّفاً تماماً بالبلاستيك، وأعدنا عليها نفس التجارب السابقة، فحصلنا على النتائج الموضّحة في الجداول (5,6,7):

بلاط LLP.Et			
نوع العينة			
السماكة(cm)	1		
الوزن الأصلي (gr)	12.00		
الوزن بعد الغمر بالحمض (gr)	بعد 10 أيام	بعد 30 يوم	بعد 45 يوم
	12.00	12.00	12.00
الفاقد الوزني بعد 45 يوم (%)	0		

الجدول 5. نتائج غمر العينات بحمض كلور الماء 15%

نوع العينة	بلاط LLP.Et		
السماكة(cm)	1		
الوزن الأصلي(gr)	12.50		
الوزن بعد الغمر بالحمض (gr)	بعد 10 أيام	بعد 30 يوم	بعد 45 يوم
	12.50	12.50	12.50
الفاقد الوزني بعد 45 يوم (%)	0		

الجدول 6. نتائج غمر العينات بحمض الكبريت 15%

نوع العينة	بلاط LLP.Et		
السماكة(cm)	1		
الوزن الأصلي (gr)	13.40		
الوزن بعد الغمر بالحمض (gr)	بعد 10 أيام	بعد 30 يوم	بعد 45 يوم
	13.40	13.40	13.40
الفاقد الوزني بعد 45 يوم (%)	0		

الجدول 7. نتائج غمر العينات بحمض الآزوت 15%

نستنتج من مقارنة الجداول السابقة (2,3,4,5,6,7) ما يلي:

البلاط المؤلّف من البحص المغلّف بشكل جيد بالبلاستيك بقي مقاوماً لتأثير المحاليل الحمضية، وهذا يعني أن تآكل البحص بفعل الحموض كان السبب الرئيسي في الفقدان الوزني الحاصل عند الاختبار الأول لأجزاء صغيرة من البلاطة كان البحص فيها واضحاً وغير محاطاً بالغلاف البلاستيكي بشكل كامل.

يعود الفقدان البسيط جداً في الوزن الذي قد يحصل للبلاط المؤلف من البحص المغلف تماماً بالبلاستيك، إلى أن بعض أجزاء البحص قد لا تكون محاطة بشكل كامل بالبلاستيك المقاوم، فقد تبرز من بعض النقاط في السطح الخارجي للبلاطة دون أن تُرى بشكل واضح، ولكن يبقى هذا الفقد الوزني صغيراً جداً وغير مؤثر على فعالية الاستعمال لأننا نختبر البلاط الذي حضّرناه في بيئات معادية جداً أكثر مما هي عليه في الطبيعة، إذ أن تركيز الحموض في مياه الأمطار (حتى في المناطق الصناعية والملوّثة) يكون قليلاً جداً بالمقارنة مع التراكيز العالية التي استخدمناها في الاختبارات.

البلاط المحضّر من نفايات بولي إيتيلين تيرفتالات (PET):

الشكل 4. يمثل بلاط PET.

يلاحظ في الشكل (4) خليط البولي إيتيلين تيرفتالات مع البحص بعد صبّه في القالب، وتركه حتى يبرد ويجف، إذ تحطّم بمجرّد إخراجه من القالب لأنه كان ليّناً، هشّاً وغير متماسك، حيث أن إضافة التيرفتالات إلى البولي إيتلين أثناء تحضير هذا النوع من البلاستيك يعطيه طراوة وليونة عالية، بالإضافة إلى أن درجة الحرارة العالية المطبّقة، تجعله غير صالحاً للاستخدام في هذا النوع من الصناعات.

VI. الاستنتاجات والتوصيات

تبين من خلال الدراسة التطبيقية التي قمنا بها للاستفادة من بقايا النفايات البلاستيكية ما يلي:

يمكن تحضير أنواع من البلاط البلاستيكي المقاوم للماء والرطوبة، لكن بشرط ألّا تقل السماكة عن 1cm، بالإضافة إلى أن عملية التحريك ونسبة خلط البلاستيك مع البحص في العينة يجب أن تكون مناسبة، بحيث يكون البحص مغلّفاً بشكل كامل بالبلاستيك، وذلك لتحسين الخواص و زيادة فعالية العزل.

ليست كل أنواع البلاستيك صالحة للاستخدام في هذا التطبيق، لأن بعضها لا يتحمل درجات الحرارة العالية، لذلك يجب البحث

عن طرق أكثر فعالية يمكن من خلالها الاستفادة من الأنواع الغير مقاومة لتأثيرات الحرارة.

وفي النهاية لا بدّ من الإشارة إلى التوصيات الآتية:

1. الاهتمام بزيادة الدراسات في مجال إعادة تدوير النفايات البلاستيكية، نظراً للأهمية الاقتصادية والبيئية الكبيرة لهذا النوع من الأبحاث.
2. دراسة أفضل وأوفر الطرق الممكنة لتطبيق هذه المواد العازلة عملياً.
3. الابتعاد عن استخدام المنتجات البلاستيكية الضارة فيما يتعلق بتغليف الأغذية أو صناعة ألعاب الأطفال، حفاظاً على الصحة العامة، و التوجه نحو استبدالها بأنواع آمنة وصحية أكثر.

المراجع

[1]. حسين، سحر (2010). موسوعة التلوث البيئي. الأردن: دار دجلة.

[2]. الطائي، وليد (2012). **التلوث البيئي والاقتصاد الأخضر.** العراق: وزارة المالية الدائرة الاقتصادية.

[3]. جابر، أزهار.(2011). *تلوث الهواء والماء أنواعه، مصادره، آثاره.* مجلة جامعة بابل(العلوم الإنسانية). **19(2)**،1_17.

[4]. طاهر، جمال أمين.(2009). *التلوث البيئي_ إدارة النفايات ومعالجتها.* مجلة أسيوط للدراسات البيئية. **33**، 123_134.

[5]. فضل الله، صلاح. (2001). *التلوث البيئي و أثره على التنمية الاقتصادية الزراعية.* مجلة أسيوط للدراسات البيئية **20**، 71_92.

[6]. Zabanitou,A.A. and Stavropoulos,G. (2003). *Pyrolysis of used outomobile tires and residual char utilization.*Journal of analytical and applied pyrolysis.**70**,711_722.

[7]. Mainier,F.B.; Salvini,B.P.; Monteiro,l.p.c.; Mainier,R.J. (2013).*Recycling of tires in Brazil: alucrative business or animported problem.* International journal of engineering and applied sciences.**2(3)**,19_28.

[8]. Nehdi,M. and Khan,A. (2001). Cementitious composites containing recycled tire rubber: an over view of engineering properties and potential application. Cement concrete, and aggregates, CCAGDP.**23(1)**,3_10.

[9]. Pandey,B.K.; Vyas,S.;Pandey,M.; Gaur,A. (2016). Municipal solid waste to energy conversion methodology as physical, thermal, and biological methods. Current Science Perspectives. **2(2)**, 39_44**.**

[10]. Samadder,S.R.; Prabhakar,R.; Khan,D.; Kishan,D.; Chauhan,M.S. (2017). *Analysis of the contaminants released from municipal solid waste landfill site: a case study.* Science of the total environment.**580**, 593_601.

[11]. Jenvman,J. (2017). Areview on thermal and catalytic pyrolysis of plastic solid waste Journal of environmental management. 197, 177_198.

[12]. Valeria.M.: David.A.:Rachel.L. and others (2018). "Plastic Pollution and Our Health", Plastic Pollution Primer and Action Toolkit, Page 21.

[13]. Subba Reddy.M., Srinivasulu Reddy.P., Venkata Subbaiah.G. and others (2014), "Effect Of Plastic Pollution On Environment ", Journal of Chemical and Pharmaceutical Sciences, Pages 28,29.

[14]. Pavani. P., Raja Rajeswari.T. (10-2014), "Impact Of Plastic On Environmental Pollution", Journal of Chemical and Pharmaceutical Sciences, Issue 3, Page 89.