The Republic of Iraq
Ministry of Higher Education
and Scientific Research
Mosul of University/ College of Science
Department of Chemistry

Preparation and Characterization of Tiles from Waste Plastics and Studying the Effects of Plastic and Non-plastic Adhesive Materials

Ghadeer Amer Muhamed Yahya

M.Sc. Thesis in

Chemistry /Industrial Chemistry

Supervised by

Prof. Dr. Fawzi Habeeb Jabrail

Lect. Dr. Roua'a Kassim Yahya

1447 A.H **2025 A.D**

Abstract

The use of plastic waste in the prepare of tiles suitable for paving floors, is one of the aims of this research. A number of plastic polymers were used, which represent the most commonly used types of polymers in everyday life, and their residues are the most accumulated in sanitary landfills. The plastic polymers used are high-density polyethylene, low-density polyethylene , polypropylene , polystyrene , poly (vinyl chloride) , polycarbonate and poly (ethylene terephthalate). The collected plastics were washed, cleaned, cut into small pieces , ground, and inserted into the extrusion machine with heating to turn them into a melt paste. The molten polymers were placed into a mould, and then a certain amount of binder, either polyurethane or polyester resin was added and finally pressed. The press was obtained on site using a locally prepared 32 ton press. Different tiles were prepared using three different weight ratios (A, B, and C) of plastic polymers, two different mould sizes (15x15x5cm^3 and 30x30x5cm^3), and two types of binders (polyurethane or polyester resin).

The prepared tiles were examined using various mechanical and physical tests, and their compositions were diagnosed using the following analyses. The prepared tiles show excellent compressive strength, varying between (17.6-53.3) MPa, and ultimate tensile strength, varying between (27.66-58.06) MPa, with elongation (%) between (9.14 - 19.0) %. The flexural strength is between (6.80-31.70) MPa, indicating that the prepared tiles are coherent and can withstand bending under external forces. The Charpy impact energy of the tiles was between (30.9-36.0) J, which are very close values; only polyurethane tiles show higher Charpy impact energy compared to polyester tiles, meaning they absorb higher energy before breaking. A linear relationship between toughness and impact energy indicated that polyurethane tiles are tougher than polyester tiles with values between (97.4-180.0) Jcm^{-2}. The surface roughness of the produced tiles suggested their smooth, while the Rockwell hardness test indicated that polyurethane tiles are harder in comparison with polyester tiles, which are more ductile and have less hardness. The physical tests of the prepared tiles exhibited

that their water absorption (%) was very low, demonstrating that composite materials of the tiles are hydrophobic in nature. Additionally, the produced tiles have a high dimensional stability.

The FTIR spectroscopy of the tiles showed the presence of various functional groups of the shearing polymers at their absorption frequencies. The thermal properties of the prepared tiles show the bonded tiles. The thermal analysis (TGA and DSC) of the prepared tiles suggested that the bonded tiles with binder were thermally stable, have a high glass transition temperature (Tg), and exhibit endothermic fusion temperatures. The FESEM images of the prepared tiles show that the plastic materials are homogeneous and that their particles are conjoined together by the use of binder and their morphological surfaces are mostly rough with strong and coherent structures. Finally, the XRD patterns of the produced tiles show that the final structure of the tile after binding with polyurethane or polyester has become crystalline.

الخلاصة

استخدام النفايات البلاستيكية في تصنيع البلاط المناسب لتبليط الأرضيات هو احد اهم اهداف هذا البحث.

تم استخدام عدد من البوليمرات البلاستيكية، والتي تُعد من الأنواع الأكثر استخداماً في الحياة اليومية، وتشكل مخلفاتها النسبة الأكبر في المطامر الصحية. تشمل البوليمرات البلاستيكية المستخدمة: البولي إيثيلين عالي الكثافة(HDPE) ، البولي إيثيلين منخفض الكثافة(LDPE) ، البولي بروبيلين (PP)، البولي ستايرين(PS) ، بولي كلوريد الفينيل(PVC) ، البولي كربونات(PC) ، والبولي إيثيلين تيرفثالات(PET) . تم غسل قطع البلاستيك المُجمَّعة وتنظيفها وتقطيعها إلى قطع صغيرة، ثم طحنها، وإدخالها إلى جهاز البثق المصنع محليا، حيث تم تسخينها داخل الجهاز وتحويلها الى عجينة منصهرة . ثم تم ادخال مادة البوليمر المنصهره الى داخل قالب تم تصميمه لغرض الكبس للحصول على بلاطات بلاستيكية. تم إضافة مادة لاصقة حيث اضيف راتنج البولي يوريثان وفي حالات اخرى تم اضافة راتنج البوليستر، وأخيراً تم كبس القالب باستخدام مكبس هيدروليكي صنع محلي بقوة كبس 32 طن.

تم إعداد بلاطات مختلفة باستخدام ثلاث نسب وزنية مختلفة(A, B, and C) من البوليمرات البلاستيكية، وبحجمين مختلفين ($15x15x5cm^3$ and $30x30x5cm^3$)، وباستخدام نوعين مختلفين من المواد الرابطة (راتنج البولي يوريثان و راتنج البوليستر).

تم اختبار البلاط المُحضّر باستخدام اختبارات ميكانيكية وفيزيائية متعددة، كما تم تشخيص تراكيب البلاطات باستخدام التحليلات التالية:

FTIR, XRD,FESEM and thermal analysis (TGA and DSC)

أظهرت نتائج تصنيع البلاط قوة ضغط ممتازة تراوحت بين MPa (17.6-53.3) ، وقوة شد قصوى تراوحت بين (27.66-58.06) MPa ، مع استطالة تراوحت بين .%(9.14 - 19.0)

كما تراوحت قوة الانحناء بين MPa (6.80-31.70) ، مما يدل على أن البلاط مترابط ويمكنه مقاومة الانثناء تحت تأثير القوى الخارجية.

تراوحت طاقة الصدمة بطريقة "Charpy" للبلاط بين J (30.9-36.0) ، وهي قيم متقاربة جداً، إلا أن بلاط البولي يوريثان أظهر طاقة صدمة أعلى مقارنة ببلاط البوليستر، مما يعني أنه يمتص طاقة أكبر قبل الكسر. تشير العلاقة الخطية بين المتانة وطاقة الصدمة إلى أن بلاط البولي يوريثان أكثر متانة من بلاط البوليستر، مع قيم متغيرة تتراوح بين Jcm^{-2} (97.4-180.0).

تشير خشونة سطح البلاط المنتج إلى أن سطحه ناعم إلى حد معتدل، بينما أظهر اختبار الصلادة من نوع "Rockwell" أن بلاط البولي يوريثان أكثر صلابة مقارنة ببلاط البوليستر، والذي يتميز بمرونة أعلى وصلابة أقل.

أعطى التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء (FTIR) المجموعات الوظيفية المهمة للبوليمرات المستخدمة عند ترددات الامتصاص الخاصة بها.

أما التحليل الحراري النوعي للبلاط المصنع (TGA) و (DSC) فقد أظهر أن البلاط المرتبط بمادة رابطة مستقر حرارياً، ويتميز بدرجة حرارة انتقال زجاجي عالية (Tg) ودرجات حرارة انصهاره كانت ماصة للحرارة.

أظهرت صور المجهر الإلكتروني الماسح (FESEM) أن المواد البلاستيكية متجانسة، وجزيئاتها متماسكة بواسطة المادة الرابطة، وأن أسطحها ذات بنية خشنة، فيما يظهر الشكل النهائي للبلاط بعد الربط مع البولي يوريثان أو البوليستر أنه أصبح بلوري البنية.

جمهورية العراق

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الموصل / كلية العلوم

قسم الكيمياء

تحضير وتشخيص بلاطات من النفايات البلاستيكية ودراسة تأثير إضافة مواد لاصقة بلاستكية وغير بلاستيكية

غدير عامر محمد يحيى

رسالة ماجستير

الكيمياء/الكيمياء الصناعية

بإشــراف

أ.د. فوزي حبيب جبرائيل

م.د رؤى قاسم يحيى

1447 A.H **2025 A.D**