جمهورية العراق

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الموصل

كلية العلوم البيئية

التحلل التحفيزي الضوئي للجسيمات البلاستيكية الدقيقة في المحلول المائي باستخدام محفزات نانوية

طيبة موفق محمد علي النعيمي

رسالة ماجستير

العلوم البيئية

إشراف

أ. د. قصي كمال الدين الأَحمديّ أ. م. د. رشا خالد البجاري

1447هـ 2025 م

الخـــلاصـــــة

تزايدت المخاوف في السنوات الأخيرة بشأن تلوث البيئة بالبلاستيك والجسيمات البلاستيكية الدقيقة، نظرًا لما تشكّله من مخاطر كبيرة على النظم البيئية وصحة الإنسان. وقد أظهرت الدراسات أن محطات معالجة المياه التقليدية لا تستطيع إزالة هذه الجسيمات بكفاءة، مما يجعل المياه المُعالجة مصدرًا رئيساً لتلوث البيئة المائية. في هذا السياق، هدفت الدراسة الحالية إلى معالجة الجسيمات البلاستيكية الدقيقة من بولي فينيل كلوريد (PVC) في وسط مائي باستخدام التحلل الضوئي الشمسي في مفاعل الدُفعة، مع توظيف دقائق الحديد النانوية المُحضّرة بطريقة خضراء من مستخلص قشور الرمان كمحفز ضوئي فعال وصديق للبيئة.

تم فحص التغيرات التي طرأت على سطح كل من دقائق الحديد النانوية وجزيئات البولي فينيل كلوريد الدقيقة قبل وبعد عملية التحلل الضوئي باستخدام المجهر الإلكتروني الماسح(SEM) ، فضلاً عن التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء بتقنية تحويل فوريه(FTIR) ، للكشف عن التغيرات البنيوية والوظيفية. كما تم استخدام منهجية الاستجابة السطحية (RSM) بالاعتماد على تصميم المركب المركزي Central Composite Design (CCD) لتحليل تأثير العوامل التشغيلية الأربعة الرئيسة: تركيز المحفز، وكتلة البلاستيك الدقيق، والأس الهيدروجيني، ومدة التعرض لأشعة الشمس، على كفاءة الإزالة.

أظهرت النتائج أن دقائق الحديد النانوية أبدت نشاطًا تحفيزيًا ضوئيًا مرتفعًا، حيث تم تحقيق أعلى كفاءة لإزالة الجسيمات الدقيقة من PVC بلغت 95% تحت الظروف المثلى: تركيز محفز بمقدار 50 ملغم/لتر، وكتلة البلاستيك الدقيق بمقدار 5 ملغم، عندالأس الهيدروجيني 3، ومدة تفاعل 30 يومًا تحت أشعة الشمس الطبيعية. وأكد تحليل التباين (ANOVA) ومعادلة الانحدار

المستخلصة دقة نموذج الاستجابة السطحية وقدرته التنبؤية العالية، حيث أظهرت النتائج توافقًا كبيرًا بين القيم التجريبية والقيم المتوقعة.

تُبرز هذه الدراسة أهمية استخدام محفزات نانوية خضراء مصنوعة بطرق صديقة للبيئة مثل مستخلصات قشور الفاكهة، كحلول مستدامة لمعالجة التلوث بالبلاستيك الدقيق. كما تفتح آفاقًا واسعة لتطبيق هذا النهج في محطات معالجة المياه، مع تقليل الاعتماد على مصادر الطاقة غير المتجددة أو المواد الكيميائية الضارة.

Republic of Iraq

Ministry of Higher Education

University of Mosul

College of Environmental Sciences

Photocatalytic Degradation of Microplastic Particles in Aqueous Solution Using Nanocatalysts

Teeba Moafaq Mohammed Ali Al-Nuaimi

M.Sc. Thesis

Environmental Science

Supervised by

Prof. Dr. Kossay K. Al-Ahmady **Dr. Rasha Al-bajaree**

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

Abstract

In recent years, concerns have grown regarding environmental pollution caused by plastic and microplastic particles due to their significant risks to ecosystems and human health. Studies have shown that conventional water treatment plants are inefficient in removing these particles, making treated water a major source of microplastic contamination in aquatic environments.

In this context, the present study aimed to treat microplastic particles of polyvinyl chloride (PVC) from an aqueous medium using solar photolysis in a batch reactor. The process employed green-synthesized iron nanoparticles derived from pomegranate peel extract as an effective and environmentally friendly photocatalyst.Changes in the surface morphology of both the iron nanoparticles and the PVC microplastics before and after photolysis were examined using Scanning Electron Microscopy (SEM), while Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) was employed to detect structural and functional modifications. The study also utilized Response Surface Methodology (RSM), based on Central Composite Design (CCD), to analyze the influence of four key operational parameters: catalyst concentration, microplastic mass, pH, and sunlight exposure duration on removal efficiency.The results revealed that the green iron nanoparticles exhibited high photocatalytic activity, achieving a maximum PVC microplastic removal efficiency of 95% under optimal conditions: a catalyst concentration of 50 mg/L, microplastic mass of 5 mg, pH of 3, and 30 days of exposure to natural sunlight. Analysis of Variance (ANOVA) and the resulting regression equation confirmed the high accuracy and predictive capability of the RSM model, as evidenced by the strong agreement between experimental and predicted values.

Abstract

This study highlights the significance of using green nanocatalysts synthesized through eco-friendly methods—such as fruit peel extracts—as sustainable solutions for microplastic pollution treatment. It also opens promising avenues for applying this approach in water treatment plants while minimizing reliance on non-renewable energy sources and harmful chemicals.