جمهورية العراق

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الموصل

كلية العلوم البيئية

المعالجة البايولوجية للمياه باستخدام حاويات مصبوغة بمواد نانوية

شهد حسين يونس حسين

رسالة ماجستير

في العلوم البيئية

بإشراف

الأستاذ المساعد

الدكتورة يسرى مجيد الشاكر

المدرس الدكتور

محمود احمد محمد فخري

1447هـ

2025 م

الخلاصة

يُشكّل تلوث المياه الناتج عن الملوثات العضوية والكائنات الدقيقة تهديدًا كبيرًا على حياة الإنسان والكائنات الحية بشكل عام. وغالبًا ما تعجز طرق معالجة المياه التقليدية عن إزالة تلك الملوثات بفعالية، لذا يُعدّ الحصول على مياه شرب نظيفة وآمنة حقًا أساسيًا من حقوق الإنسان، وهو أمر مهم لاستدامة الحياة وتعزيز الصحة العامة. مما يستلزم استكشاف تقنيات حديثة، وقد برزت تقنية النانو كطريقة واعدة لتنقية المياه، مستفيدةً من الخصائص الفريدة للمواد النانوية لمواجهة هذا التحدي.

تُعالج هذه الدراسة مشكلة تلوث المياه من خلال استخدام مفاعل مطلي بمواد نانوية مثل أوكسيد الزنك وأوكسيد التيتانيوم، مع تعريضه لأشعة الشمس المباشرة للاستفادة من خصائصها التحفيزية في تعزيز أداء المعالجة البيولوجية. ويأتي هذا البحث في إطار السعي نحو حلول بديلة وآمنة لمعالجة المياه، بعيداً عن المواد الكيميائية التقليدية كالكُلور، والتي تُعد مسرطنة وضارة بالصحة العامة، بالإضافة إلى ارتفاع تكاليف المعقمات الأخرى مثل الأوزون.

اعتمدت الدراسة على المنهج التجريبي، وجرى تنفيذها باستخدام عينات مياه مأخوذة من مصبّي قره سراي والميدان في نهر دجلة، وهما موقعان يعانيان من التلوث الناتج عن تصريف مياه الصرف الصحي والفضلات الصناعية ومخلّفات الأسواق، وكان جمع العينات للفترة من 5 تشرين الثاني 2024 ولغاية 19 أيّار 2025 بواقع اسبوعي وبثلاث مكررات للعينة الواحدة. وشملت الدراسة تقييم كفاءة المواد النانوية في إزالة البكتيريا، لاسيما Escherichia coli و Bacillus، بالإضافة إلى تحليل تأثير هذه المواد في بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية للمياه مثل الأس الهيدروجيني (pH)، التوصيلية الكهربائية، المواد الصلبة الذائبة الكلية، الأيونات (الكلوريد، الكبريتات، النترات، الفسفور)، فضلاً عن العسرة الكلية.

وضحت مخططات منحنيات الامتصاصية قبل وبعد تعرض العينات للمعالجة بالمفاعلات المطلية بالأكاسيد النانوية (TiO_2, ZnO) لمدة نصف ساعة، ساعة، وثلاث ساعات، وذلك بواقع ثلاث حالات مختلفة: عينة كونترول غير معالجة، وعينتان تمت معالجتهما بتركيزين مختلفين. لوحظت في المنحنيات أن الامتصاصية لم تُظهر أي قمم غير معتادة أو تغيرات طيفية تشير إلى ذوبان الجسيمات النانوية أو انتقالها إلى المياه المعالجة، بل بقي السلوك الطيفي منتظمًا، مما يؤكد أن الجسيمات النانوية كانت مثبّتة داخل نظام المعالجة ولم تختلط بالماء. هذا الثبات بعد مرور فترة زمنية أطول يؤكد أن المادة النانوية لا تتفاعل مع الماء ولا تذوب فيه، مما يجعل استخدامها آمنًا من الناحية البيئية والصحية.

وبالتالي، لا يُتوقع أن تُسبب أي تلوث ثانوي أو مخاطر محتملة على الصحة العامة، حتى في حال استمرار المعالجة لعدة ساعات.

أظهرت النتائج انخفاضاً حاداً في أعداد البكتيريا الكلية (T.B.C) عند استخدام المواد النانوية، حيث بلغ أدنى عدد (0 خلية/مل) في العينات المعالجة، في حين تجاوز العدد (300 خلية/مل) في أحواض السيطرة. كما تبين أن تأثير أوكسيد التيتانيوم كان أكثر فاعلية من أوكسيد الزنك. أما على صعيد الخواص الكيميائية، فقد أظهرت النتائج ثباتًا في تركيز أيون الكلوريد حيث بلغ (74 ملغم/لتر)، وانخفاضًا طفيفًا في قيم الفسفور، وقد سجلت قيم الكبريتات والنترات ارتفاعًا طفيفًا. في حين كانت العسرة الكلية وعسرتي الكالسيوم والمغنسيوم مستقرة نسبيًا دون تغيرات كبيرة، مما يشير إلى أن المواد النانوية كان تأثيرها أكبر على الملوثات البكتيرية مقارنةً بالأيونات والعسرة المستقرة. كما لم تسجَّل تغيّرات كبيرة في قيم الأس الهيدروجيني، ولوحظ تأثير طفيف في التوصيلية الكهربائية.

تؤكد هذه النتائج أن استخدام المواد النانوية مع الطاقة الشمسية يمثل تقنية واعدة وآمنة وفعالة في معالجة المياه، لا سيما في البيئات ذات الإمكانات المحدودة والمناطق النائية، ويمكن أن يسهم في تحسين جودة المياه وتقليل مخاطر التلوث البكتيري دون الاعتماد على المواد الكيميائية الضارة.

Republic of Iraq
Ministry of Higher Education
University of Mosul
College of Environmental Sciences

Biological water treatment using containers dyed with nanomaterials

Shahd Hussein Younis Hussein

M.Sc / Thesis

Environmental Sciences

Supervised by

Assist. Prof. Dr.
Yusra Majeed Al-Shaker

Lecturer Dr.
Mahmoud Ahmed Mohammed Fakhri

2025 A.D 1447 A.H

Abstract

Water pollution caused by organic pollutants and microorganisms poses a major threat to human life and living organisms in general. Conventional water treatment methods often fail to effectively remove these pollutants. Therefore, access to clean and safe drinking water is a fundamental human right, crucial to the sustainability of life and the promotion of public health. This necessitates the exploration of new technologies. Nanotechnology has emerged as a promising method for water purification, leveraging the unique properties of nanomaterials to address this challenge.

This study addresses the problem of water pollution by using a reactor coated with nanomaterials such as zinc oxide and titanium oxide, exposing it to direct sunlight to leverage their catalytic properties to enhance biological treatment performance. This research is part of the search for alternative and safe solutions for water treatment, away from traditional chemicals such as chlorine, which are carcinogenic and harmful to public health, and the high costs of other disinfectants such as ozone. The study relied on an experimental approach and was conducted using water samples taken from the Kara Saray and Al-Maydan estuaries of the Tigris River, two sites suffering from pollution resulting from the discharge of sewage, industrial waste, and market waste. Samples were collected weekly from November 5, 2024, to May 19, 2025, with three replicates per sample. The study included an evaluation of the performance of nanomaterials in removing bacteria, particularly Escherichia coli and Bacillus, in addition to analyzing the effect of these materials on some physical and chemical properties of water, such as pH, electrical conductivity, total dissolved solids, ions (chloride, sulfate, nitrate, phosphorus), and total hardness. Absorbance curves were plotted before and after the samples were treated with reactors coated with nano-oxides (TiO_2, ZnO) for half an hour, one hour, and three hours, for three different conditions: an untreated control sample and two samples treated with different concentrations. The curves showed no unusual

peaks or spectral changes indicating dissolution of the nanoparticles or their transfer into the treated water. Rather, the spectral behavior remained consistent, confirming that the nanoparticles were immobilized within the treatment system and did not mix with the water. This stability after a longer period of time confirms that the nanomaterial does not interact with or dissolve in the water. This makes its use safe from an environmental and health perspective. Therefore, it is not expected to cause any secondary pollution or potential risks to public health, even if the treatment lasts for several hours.

The results showed a sharp decrease in total bacterial counts (T.B.C.) when using nanomaterials, with the lowest count reaching 0 cells/ml in treated samples, while exceeding 300 cells/ml in control tanks. Titanium oxide was also found to be more effective than zinc oxide. Regarding chemical properties, the results showed a stable chloride ion concentration of 74 mg/L, a slight decrease in phosphorus values, and slightly increased sulfate and nitrate values. Meanwhile, total hardness and calcium and magnesium hardnesses were relatively stable without significant changes, indicating that the nanomaterials had a greater effect on bacterial contaminants than stable ions and hardness. No significant changes were recorded in pH values, and a slight effect was observed in electrical conductivity. These results confirm that the use of nanomaterials in combination with solar energy represents a promising, safe, and effective technology for water treatment, particularly in environments with limited resources and remote areas. It can contribute to improving water quality and reducing the risk of bacterial contamination without relying on harmful chemicals.