جمهورية العراق

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الموصل

كلية العلوم البيئية

التقييم الجيوبيئي وتقدير المخاطر الصحية للعناصر الثقيلة في الترب السطحية للجانب الشرقي لمدينة الموصل

رقية بدر محمد حسين

رسالة ماجستير

في العلوم البيئية

بإشراف

أ. م. د. حازم جمعة محمود

1447هـ

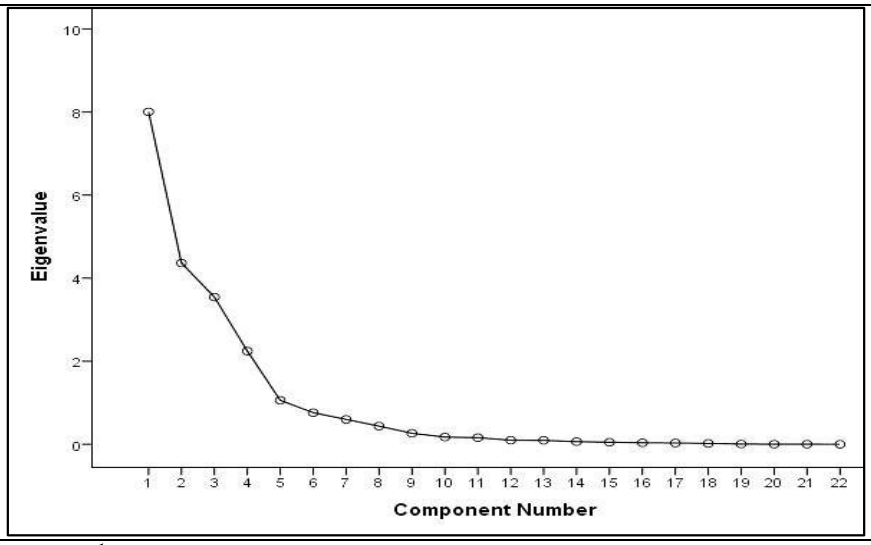
2025 م

المستخلص

تضمَّنت هذه الدراسة تحديد محتوى العناصر الثقيلة في التربة السطحيَّة للجانب الأيسر من مدينة الموصل بهدف تقييم مستويات التلوث وتحديد أَبرز مصادره ضمن منطقة الدراسة. جُمعت (٣١) عينة مركبة من التربة وفق شبكة منتظمة بأَبعاد (٢×٢ كم)، فضلًا عن عينة مرجعية بعيدة عن مصادر التلوث للمقارنة، وأَظهرت نتائج التحاليل الفيزيائيَّة والكيميائيَّة أن تربة المنطقة تتصف ببيئة قاعدية التفاعل، ذات ملوحة منخفضة إِلى معتدلة، وتحتوي على نسب متفاوتة من المادة العضوية، مِمَّا يعكس التباين بين المواقع الحضريَّة والزراعيَّة، وأَظهرت التربة محتوى مرتفعًا نسبيًا من كربونات الكالسيوم، وتنوعًا في نسجتها بين المزيجة والطينية المزيجة والطينية. أُجري التحليل الكيميائي الشامل باستخدام جهاز الأَشعَّة السينيَّة الوميضية (XRF) لتحديد تراكيز العناصر الأثرية (V، Nb، Zr، Y، Th، Sn، Cr، Sb، As، Mn، Mo، Co، Cu، Zn، Ni، Pb) والعناصر الرئيسة (MgO، Al_2O_3، SiO_2، K_2O، TiO_2، Fe_2O_3). أَظهرت النتائج ارتفاع تركيز بعض العناصر، ولاسيَّما النيكل والمولبيديوم والكروم، مقارنة بالقيم العالمية، واختِيرت خمس عينات تمثيلية (صناعية، تجارية، سكنية، وزراعيَّة) لإجراء تحليل الهضم المتتابع باستخدام جهاز الامتصاص الذري، بهدف تحديد الأَشكال الكيميائيَّة للرصاص، النحاس، النيكل، والكوبالت. حُسِب كل من معامل التوافر الحيوي (BF) ومؤشر تقييم المخاطر (RAC) ، وأَظهرت النتائج أَنَّ الرصاص والكوبلت يمتلكان قابلية عالية للتحرر والانتقال إِلى الغلاف الحياتي، مِمَّا يعكس خطورتها البيئية، ولاسيَّما في المناطق ذات التراكيز المرتفعة، بينما كان النحاس والنيكل أَقل خطورة نسبياً. تُظهر المؤشرات المستخدمة (معامل التلوث، درجة التلوث، معامل الإغناء، مؤشر التراكم الأرض، مؤشر نيمرو للتلوث، معامل الخطر ومؤشر المخاطر البيئية المحتملة) أن التلوث في منطقة الدراسة يتراوح من منخفض إِلى معتدل، مع بعض الحالات التي يمكن تصنيفها كمناطق ملوثة بدرجة أَعلى. هذا التفاوت يعكس تأثير الاستخدامات المختلفة للأرض والأَنشطة البشرية،

مِمَّا يستدعي اعتماد إجراءات وقائية مناسبة. وأَنَّ الاعتماد على القيم الخلفية المحلية أَو العالمية يؤثر على درجة التقييم، إلَّا أَنَّ النمط العام للتلوث يبقى متماثلًا من حيث توزيع المستويات بين المواقع المختلفة.

أَظهرت نتائج التحليل الإحصائي متعدد المتغيرات (تحليل المركبات الأَساسية PCA) دور العمليات الجيوكيميائيَّة، مثل التجوية والامتزاز السطحي، إلى جانب العمليات الرسوبية كالرواسب النهرية، في إعادة توزيع العناصر الكيميائيَّة، وساعد التحليل في تصنيف العناصر الثقيلة ضمن مجاميع بحسب أَبرز مصادرها الطبيعية ضمن مكونات التربة. وكشفت النتائج عن تأثير واضح للأَنشطة البشرية، ولاسيَّما النفايات الصناعيَّة والعسكرية، في ارتفاع تراكيز بعض العناصر في المناطق الصناعيَّة والمكتظة.

HIGHLITS	GRAPHICAL ABSTRACT
مخطط الانحدار لقيم الجذور الكامنة، والذي يوضّح أن البيانات تتكون من خمسة مكونات رئيسية ذات قيم جذرية أكبر من الواحد الصحيح	

Keywords:

العناصر الثقيلة

تلوث التربة

مدينة الموصل

الهضم المتتابع

معامل الخطر ومؤشر المخاطر البيئية المحتملة

الخلاصة: تضمَّنت هذه الدراسة تحديد محتوى العناصر الثقيلة في التربة السطحيَّة للجانب الأيسر من مدينة الموصل بهدف تقييم مستويات التلوث وتحديد أبرز مصادره ضمن منطقة الدراسة. جُمعت (31) عينة مركبة من التربة وفق شبكة منتظمة بأبعاد (2×2 كم)، فضلًا عن عينة مرجعية بعيدة عن مصادر التلوث للمقارنة، وأظهرت نتائج التحاليل الفيزيائيَّة والكيميائيَّة أن تربة المنطقة تتصف ببيئة قاعدية التفاعل، ذات ملوحة منخفضة إلى معتدلة، وتحتوي على نسب متفاوتة من المادة العضوية، مِمَّا يعكس التباين بين المواقع الحضريَّة والزراعيَّة. أُجري التحليل الكيميائي الشامل باستخدام جهاز الأشعَّة السينيَّة الوميضية (XRF)لتحديد تراكيز العناصر الأثرية(V ، Nb، Zr، Y، Th، Sn، Cr، Sb، As، Mn، Mo، Co، Cu، Zn، Ni، Pb)والعناصر الرئيسة(MgO ، Al_2O_3، SiO_2، K_2O، TiO_2، Fe_2O_3). أظهرت النتائج ارتفاع تركيز بعض العناصر، ولاسيَّما النيكل والموليبديوم والكروم، مقارنة بالقيم العالمية، واختِيرت خمس عينات تمثيلية (صناعية، تجارية، سكنية، وزراعيَّة) لإجراء تحليل الهضم المتتابع باستخدام جهاز الامتصاص الذري، بهدف تحديد الأشكال الكيميائيَّة للرصاص، النحاس، النيكل، والكوبالت. حُسِب كل من معامل التوافر الحيوي (BF) ومؤشر تقييم المخاطر(RAC) ، وأظهرت النتائج أنَّ الرصاص والكوبلت يمتلكان قابلية عالية للتحرر والانتقال إلى الغلاف الحياتي، مِمَّا يعكس خطورتها البيئية، ولاسيَّما في المناطق ذات التراكيز المرتفعة، بينما كان النحاس والنيكل أقل خطورة نسبياً. تُظهر المؤشرات المستخدمة أن التلوث في منطقة الدراسة يتراوح من منخفض إلى معتدل، مع بعض الحالات التي يمكن تصنيفها كمناطق ملوثة بدرجة أعلى. هذا التفاوت يعكس تأثير الاستخدامات المختلفة للأرض والأنشطة البشرية، مِمَّا يستدعي اعتماد إجراءات وقائية مناسبة. وأنَّ الاعتماد على القيم الخلفية المحلية أو العالمية يؤثر على درجة التقييم، إلَّا أنَّ النمط العام للتلوث يبقى متماثلًا من حيث توزيع المستويات بين المواقع المختلفة.أظهرت نتائج التحليل الإحصائي متعدد المتغيرات تحليل المركبات الأساسية (PCA)دور العمليات الجيوكيميائيَّة، مثل التجوية والامتزاز السطحي، إلى جانب العمليات الرسوبية كالرواسب النهرية، في إعادة توزيع العناصر الكيميائيَّة، وساعد التحليل في تصنيف العناصر الثقيلة ضمن مجاميع بحسب أبرز مصادرها الطبيعية ضمن مكونات التربة. وكشفت النتائج عن تأثير واضح للأنشطة البشرية، ولاسيَّما النفايات الصناعيَّة والعسكرية، في ارتفاع تراكيز بعض العناصر في المناطق الصناعيَّة والمكتظة.

2025 M.sc. Thesis @Univ. of Mosul, College of Fac. Env. Scie. Dept. Env. Scie. (https://www.uomosul.iq/).

Republic of Iraq

Ministry of Higher Education

University of Mosul

College of Environmental Sciences

Geoenvironmental Assessment and Health Risk Evaluation of Heavy Metals in the Surface Soils of the Eastern Side of Mosul City

Ruqaya Badr Mohammed Hussein

M.Sc / Thesis

Environmental Sciences

Supervised by

Asst. Prof. Dr. Hazim Jumaa Mahmood

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

Abstract

This study determined the heavy metal content in surface soil samples from the left bank of Mosul City, aiming to assess pollution levels and identify their primary sources within the study area. Thirty-one (31) composite soil samples were collected using a systematic grid (2×2 km), along with one reference sample from an unpolluted area for comparison. Physicochemical analysis results showed that the area's soil has a basic (alkaline) pH, low to moderate salinity, and varying organic matter content, reflecting differences between urban and agricultural sites. The soil also exhibited relatively high calcium carbonate content and varied texture (loamy, clay loam, and clayey). Comprehensive chemical analysis using X-ray Fluorescence (XRF) was conducted to determine concentrations of trace elements (V, Nb, Zr, Y, Th, Sn, Cr, Sb, As, Mn, Mo, Co, Cu, Zn, Ni, Pb) and major elements (MgO, Al_2O_3, SiO_2, K_2O, TiO_2, Fe_2O_3). Results showed elevated concentrations of some elements, particularly nickel (Ni), molybdenum (Mo), and chromium (Cr), compared to global averages. Five representative samples (industrial, commercial, residential, and agricultural) were selected for Sequential Extraction Analysis using Atomic Absorption Spectrometry. This aimed to determine the chemical forms (speciation) of lead (Pb), copper (Cu), nickel (Ni), and cobalt (Co). Both the Bioavailability Factor (BF) and Risk Assessment Code (RAC) were calculated. Results indicated that lead (Pb) and cobalt (Co) have high mobility and potential for release into the environment, reflecting their significant environmental risk, especially in areas with high concentrations. Copper (Cu) and nickel (Ni) were relatively less risky. The applied pollution indices (Contamination Factor, Degree of Contamination, Enrichment Factor, Geoaccumulation Index, Nemerow Pollution Index, Potential Ecological Risk Factor, and Potential Ecological Risk Index) indicate that pollution in the study area ranges from low to moderate. Some localized areas showed higher pollution

levels. This variation reflects the impact of different land uses and human activities, highlighting the need for appropriate preventive measures. While the choice of local or global background values affects the assessment outcome, the overall pollution pattern and distribution across different sites remain consistent. Multivariate statistical analysis (Principal Component Analysis - PCA) revealed the role of geochemical processes, such as weathering and surface adsorption, alongside sedimentary processes like river deposits, in redistributing chemical elements. The analysis also helped classify heavy elements into groups based on their main natural sources within the soil components. Furthermore, results showed a clear impact of human activities, particularly industrial and military waste, leading to elevated concentrations of specific elements in industrial and densely populated areas.