جامعة دمشق
كلية الهندسة الزراعية
قسم الهندسة الريفية

تقييم وإدارة مخاطر تلوث المصادر المائية السطحية والجوفية بالعناصر الثقيلة في سهل عكار بمحافظة طرطوس

Assessment and risk management of contamination of surface and groundwater sources by heavy elements in the Akkar plain in Tartous governorate

إعداد الطالب: ماجد محمد سلمان

المشرف: د. إيهاب جناد المشرف المشارك: أ. د. نظيرة سركيس

الملخص

أجرت هذه الدراسة تحليلاً شاملاً متعدد الأبعاد للتلوث بالمعادن الثقيلة في المياه السطحية والجوفية في سهل عكار بمحافظة طرطوس. باستخدام إطار منهجي، استكشف البحث التفاعل بين تراكيز المعادن الثقيلة - وهي النيكل (Ni)، والكادميوم (Cd)، والرصاص (Pb)، والكوبالت (Co)، والكروم (Cr) - والعوامل البيئية، وذلك باستخدام لغة البرمجة الإحصائية R. تم استخدام مؤشر التلوث بالمعادن الثقيلة (HPI) ومؤشرات المخاطر الصحية، بما في ذلك مؤشر المخاطر (HI) ومخاطر الإصابة بالسرطان مدى الحياة (ILCR)، لتحديد مستويات التلوث والمخاطر الصحية المحتملة. تم إنشاء خرائط الانتشار المكاني لتصور أنماط التلوث. أشارت النتائج إلى أن تراكيز المعادن الثقيلة في المياه الجوفية بالمنطقة تجاوزت الحدود المقبولة، مع وجود تباينات زمانية ومكانية في توزيع هذه العناصر. وأظهرت مؤشرات المخاطر الصحية وجود مخاطر غير مسرطنة ومسرطنة لكل من البالغين والأطفال. وكشفت الخرائط المكانية عن مستويات مرتفعة من التلوث بالمعادن الثقيلة في المناطق الساحلية، مصحوبة بانخفاض في جودة المياه الجوفية وزيادة في المخاطر الصحية.

القسم النظري

تعتبر المياه العذبة إحدى أهمِ الموارد على كوكبنا إذ تشكل 2.5% فقط من مجمل الموارد المائية، لذا فإن وجودها بكميات كافية وبنوعية جيدة يعد أمراً ضرورياً ليس فقط للنظم الإيكولوجية ولكن أيضا للأمن الغذائي والتنمية المستدامة وبالتالي لمستقبل البشرية (Kilic, 2021)، ووفقا لريتشارد سمالي الحائز على جائزة نوبل عام 1996 تعد المياه هي القضية الثانية الأكثر إلحاحا بعد الطاقة بين القضايا العشرة الأهم التي ستواجهها البشرية في المستقبل القريب (Smalley, 2005)، و لتلوث المياه آثارا سلبية عديدة على التنمية المستدامة، حيث يؤدي إلى تفاقم الفقر وتفاوت الدخل، والإضرار بالبيئة، والحد من التنوع البيولوجي، والتسبب فيِ المرض والإعاقة والوفاة، وتوقف النمو الاقتصادي والتنمية (Dermatas, 2017). ويعد تلوث المصادر المائية بالمعادن الثقيلة مصدر قلق بيئي عالمي ويشكل تهديدا لكل من النظم البيئية المائية وصحة الإنسان، وتعزى الزيادة في تلوث المياه بالمعادن الثقيلة إلى حد كبير إلى انتشار وتوسع الصناعة والزراعة والتجارة غير المقيدة بالاشتراطات البيئية وتغير المناخ والتحضر، وتتنوع مصادر هذا التلوث إذ تشمل نفايات المناجم والنفايات المعدنية والصناعية والإلكترونية، ومياه الصرف الصناعية والزراعية، واستخدام البنزين المحتوي على الرصاص، والدهانات، واستخدام الأسمدة ومبيدات الآفات وروث الحيوانات، والجريان السطحي للمياه في المناطق الحضرية، والري بمياه الصرف الصحي، والظواهر الطبيعية مثل الانفجارات البركانية، والتجوية، وتآكل الصخور، ولا بد من الإشارة إلى أن شوراد المعادنِ الثقيلة سامة، ومن المحتمل أن تكون مسرطنة، ويمكن أن تتراكم في الأنظمة البيولوجية، وحتى المستويات المنخفضة من التعرض للمعادن الثقيلة يمكن أن تسبب ضررا لمختلف أعضاء جسم الإنسان بما في ذلك الجهاز العصبي والكبد والرئتين والكلى والمعدة والجلد والجهاز التناسلي (Aziz et al., 2023; Singh et al., 2021).

النتائج والمناقشة

تجاوزت قيم تراكيز الرصاص والكادِميوم والكوبالت والكروم في المياه السطحية والجوفية في سهل عكارٍ الحد المسموح به، وتشير نتائج قياس تراكيز العناصر الثقيلة إلى أن الرصاص هو الملوث الأكثر شيوعا في مياه سهل عكار، يليه الكروم، ثم الكادميوم، ثم الكوبالت، وأخيرا النيكل، ويعد استخدام الأسمدة والمبيدات وانتشار حفر الصرف الصحي غير الخاضعة للرقابة من الأسباب الرئيسة لهذه الزيادة، كما يمكن أن تساهم مصادر المياه السطحية المستخدمة في الري في انتشار المعادن الثقيلة على نطاق واسع، ويظهر غياب شبكة الصرف الزراعي والحركة الكثيفة للمركبات في سهل عكار، الذي يقسمه الأوتوستراد البحري إلى قسمين، أنه قد يكون من أسباب انتشار المعادن الثقيلة في مياه السهل. بالإضافة إلى ذلك، تسبب مخلفات المعامل، لاسيما في القرى الشاطئية مثل الجماسة والمنطار والحميدية زيادة في انتشار المعادن الثقيلة في تلك المناطق.

كان للكروم في المياه الجوفية أعلى معامل ارتباط مع درجة الحموضة، مما يشير إلى أن مستويات درجة حموضة المياه الجوفية يمكن أن يكون لها تأثير كبير على تركيز الكروم في المياه الجوفية، كما اتضح وجود علاقة عكسية بسيطة بين تراكيز الكادميوم والكوبالت والكروم والمسافة عن البحر حيث تزداد تراكيز هذه العناصر كلما اقتربنا من البحر والعكس صحيح، بينما كان للنيكل في المياه الجوفية والتربة ارتباط إيجابي جدير بالملاحظة، مما يشير إلى وجود علاقة قوية بين مستويات النيكل الموجودة في المياه الجوفية والتربة مما يظهر قابلية النيكل على التحرك بشكل جيد بين هذين الوسطين (مياه– تربة) وقدرته على الترشيح. وأظهرت نتائج تحليل المكون الرئيسي أن تراكيز المعادن الثقيلة في التربة والمياه الجوفية لم تظهر نفس النمط، باستثناء النيكل مما يشير إلى أن العوامل المؤثرة قد تكون متنوعة ومختلفة لكل معدن، كما تبين أن هناك علاقة جيدة بين النيكل الموجود في المياه الجوفية وكلٍ من النِاقلية الكهربائية (EC) ومجموع المواد الصلبة المنحلة (TDS) أي أن النيكل يتفاعل بشكل جيد مع هذه المؤشرات على عكس درجة الحموضة، كما أظهر الكادميوم سلوكا مختلفا ربما بسبب آليات النقل أو مصادر التلوث.

أظهر مؤشر التلوث بالمعادن الثقيلة HPI انخفاضاً كبيراً في جودة المياه بسبب التلوث بالمعادن الثقيلة، كما تجاوز مؤشر الخطر الصحي غير المسبب للسرطان (HI) قيمة العتبة 1 <HI لكل من البالغين والأطفال، وكان تسلسل التلوث بالمعادن الثقيلة وفقاً لمؤشر المخاطر الصحية المسرطنة هو $ILCR_{Cd} > ILCR_{Ni} > ILCR_{Pb}$، وكشفت الخرائط المكانية عن مستويات مرتفعة من التلوث بالمعادن الثقيلة في المناطق الساحلية، مصحوبة بانخفاض في جودة المياه الجوفية وزيادة في المخاطر الصحية.

المراجع

- Aziz, K. H. H., Mustafa, F. S., Omer, K. M., Hama, S., Hamarawf, R. F., & Rahman, K. O. (2023). Heavy metal pollution in the aquatic environment: efficient and low-cost removal approaches to eliminate their toxicity: a review. RSC advances, 13(26), 17595-17610. https://doi.org/10.1039/d3ra00723e
- Dermatas, D. (2017). Waste management and research and the sustainable development goals: focus on soil and groundwater pollution. Waste Management & Research, 35(5), 453-455. https://doi.org/10.1177/0734242X17706474
- Kilic, Z. (2021). Water pollution: causes, negative effects and prevention methods. İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 3(2), 129-132. https://doi.org/10.47769/izufbed.862679
- Singh, S., Kumar, V., Dhanjal, D. S., Parihar, P., Ramamurthy, P. C., & Singh, J. (2021). Phytoremediation of heavy metals, metalloids, and radionuclides: Prospects and challenges. Phytoremediation Technology for the Removal of Heavy Metals and Other Contaminants From Soil and Water, 253-276. https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85763-5.00024-6
- Smalley, R. E. (2005). Future global energy prosperity: the terawatt challenge. *Mrs Bulletin*, *30*(6), 412-417. https://doi.org/10.1557/mrs2005.124