



ISSN 2790 – 5985

eISSN 2790 – 5993

Agriculture College – Wasit University

Dijlah Journal of
Agricultural
Sciences

Dijlah J. Agric. Sci., 4(1): 101-107, 2025

Utilizing Modern Standards for Describing Soils Contaminated with Heavy Metals

Mahdi Wasmey Seheib Alaidi ^{1*}, and Hasanain M. Al-Abooda²

¹College of Agriculture - Wasit University – Iraq.

*Corresponding author e-mail: malaiedy@uowasit.edu.iq

Abstract

This study aims to describe soil contamination with heavy metals such as lead, nickel, chromium, cadmium, cobalt, mercury, and copper, and to assess their effects on selected chemical, physical, and biological properties of the soil. Contamination was evaluated using modern assessment indices, including the Contamination Factor (CF), Pollution Load Index (PLI), Enrichment Factor (EF), Geoaccumulation Index (Igeo), and Degree of Contamination (Cdeg). The concentrations of heavy metals and the values of these indices were compared with international thresholds established by the World Health Organization (WHO, 2007).

Lead, chromium, cadmium, and cobalt are considered contaminants when their concentrations exceed 100, 200, 3, and 10 mg·kg⁻¹ of soil, respectively. The contamination factor is considered very high when its value exceeds 6. The Pollution Load Index indicates soil degradation when it exceeds 1. The enrichment factor is classified as extremely high when it surpasses 40. The Geoaccumulation Index reflects severe contamination when it is greater than 5. The Degree of Contamination is regarded as very high when it exceeds 35.

Keywords: Modern Standards, Heavy Metals.

Received: 5/1/2024

Accepted: 30/1/2025

Published: 8/2/2025

استخدام المعايير الحديثة في وصف التربة الملوثة بالعناصر الثقيلة

حسنين محمد محمود العبودة²

مهدي وسمي صليب العايدى¹

قسم علوم التربة والموارد المائية – كلية الزراعة – جامعة واسط / العراق

الخلاصة

لوصف تلوث التربة بالعناصر الثقيلة كالرصاص والنيكل والكروم والكاديوم والكوبلت والزنك والنحاس واثرها في بعض صفات التربة الكيميائية والفيزيائية والبيولوجية، حيث تم وصف التلوث باستخدام المعايير الحديثة المتمثلة بعامل التلوث (CF) ومؤشر حمل التلوث (PLI) وعامل الاثراء (EF) ومؤشر التراكم الجيولوجي (Igeo) ودرجة التلوث (Cdeg) ومقارنة

تراكيز العناصر الثقيلة والمعايير الحديثة بالمحددات العالمية الموصوفة من قبل (WHO,2007). ويعد عنصر الرصاص والكروم والكاديوم والكوبلت ملوثا للتربة عند تجاوز تركيزها 100 و 200 و 3 و 10 ملغم/كغم-1 تربة على التوالي. ويعد عامل التلوث عالي جدا اذا كانت قيمته اكبر من 6، فيما يكون مؤشر حمل التلوث دليلا لتدهور التربة اذا تجاوزت قيمته عن 1، ويكون عامل الاثراء عاليا للغاية عندما تكون قيمته اكبر من 40، ويكون مؤشر التراكم الجيولوجي ملوثا بشدة عالية عندما تكون قيمته اكبر من 5، وتكون درجة التلوث عالية جدا عندما تكون اكبر من 35.

الكلمات المفتاحية: معايير حديثة - عناصر ثقيلة.

المقدمة

يعرف تلوث التربة على انه أي تغير يطرأ على خصائص التربة الكيميائية والفيزيائية والحيوية بطريقة مباشرة ام غير مباشرة بسبب نشاط الانسان الأمر الذي يجعل هذه التربة اقل صلاحية للإنتاج الزراعي او عملية تلف طبقة التربة الرقيقة الخصبة التي تغطي مساحة واسعة من سطح الكرة الارضية والتي تعد البيئة الصالحة للزراعة او الفساد الذي يصيب التربة الزراعية فيغير من صفاتها الطبيعية والكيميائية أو الحيوية بشكل يجعلها تؤثر سلبا بصورة مباشرة أو غير مباشرة على العيش فوق سطحها من مختلف الكائنات الحية، اذ تعد التربة ملوثة باحتوائها على مواد بترائيز مسببة خطر على صحة الانسان وعلى البيئة الحيوية او على المنشآت الهندسية او على الموارد المائية (عيسى، 2001).

ان تلوث البيئة الطبيعية بواسطة المعادن الثقيلة هي مشكلة عالمية توسع انتشارها في السنين الاخيرة وهي عناصر ذات سمية عالية وتؤدي دورا كبيرا في تأثيرها على التربة والماء والنبات مما ينعكس في النهاية تأثيرها على الانسان والحيوان مسببا امراضا خطيرة لان المعادن الثقيلة لا يمكن تدميرها او التخلص منها ومعظمها لها اثار سامة على الكائنات الحية سواء الانسان او النبات او الحيوان او النبات وحتى الاحياء المجهرية في التربة او في المياه عندما يتم تجاوز مستويات تركيزها الحد المسموح به، وافادت الكثير من المصادر فيما يتعلق بالمخاطر المحتملة في التربة الملوثة بالعناصر الثقيلة (Ni, Cu,Pb,Zn,Co, Cr,Fe,Hg,Mn)، ناجمة من عوادم السيارات او استعمال المبيدات او فضلات معامل الطلاء المعدنية فضلا عن العديد من الانشطة الصناعية التي تنبعث منها المعادن مثل محطات توليد الطاقة الكهربائية وشركات استخراج وتكرير النفط ومعامل الطابوق (Akoto واخرون، 2008، الحكاك 2021).

ينتج هذا النوع من التلوث عن العادات السيئة التي يمارسها الانسان في التخلص من النفايات بانواعها الصناعية والزراعية فالقاء النفايات ومخلفات الانشطة المختلفة التي يمارسها الانسان في التربة يضعفها ويؤثر في خصوبتها ومن مصادر التلوث في التربة تسرب المشتقات النفطية من انابيب النفط واستعمال المبيدات الزراعية للافات الزراعية وتلح التربة والتوسع العمراني المؤدي الى تجريف وتبوير الاراضي (Alloway، 2013، الركابي 2023).

اشار العمر (2017) في دراسته لتقييم تأثير معامل طابوق الناصرية في التربة والهواء لبعض العناصر الثقيلة والتي شملت 40 معمل بأخذ نماذج من مواقع مختلفة تبعد 500 و 1000 و 2000م عن مصدر التلوث وجد ان تركيز العنصرين الرصاص والنيكل قد زاد عن المحددات العالمية للمواقع القريبة من مصدر التلوث قياسا بباقي المواقع المدروسة.

صنفت الامم المتحدة الاراضي الزراعية المتردية في العالم على انها متردية جداً ونسبة 15.60% وان هذه الاراضي التي تدهورت وظائفها البيولوجية الاصالية، أي عدم قدرتها على تحويل المغذيات الى شكل ممكن استعماله من قبل النبات الى حد كبير (طراف، 1998). وتصنف (51.70%) اخرى من تلك الاراضي على اساس انها (متردية بصورة معتدلة) وتظهر انتاجية زراعية منخفضة كثيراً وتضم هاتان الفئتان من الاراضي ثلثي الاراضي الزراعية المتردية او ما يعادل ربع اراضي المحاصيل في العالم تقريباً (الطرازي، 1998).

جدول1: الحدود المسموح بها للتركيز الكلي للعناصر الثقيلة في التربة (ملغم كغم⁻¹ تربة) (WHO,2007)

العنصر	القيم المحددة
الكوبلت	10
الكروم	200
الرصاص	100

الكاديوم	3
----------	---

وبين(خويدم وآخرون, 2009) لدراسة تراكيز العناصر الثقيلة في التربة (Co, Cd ,Cr, Ni, Pb) في تربة محافظة البصرة حيث جمع 35 عينة تربة من مناطق مختلفة من المدينة وبينت النتائج ارتفاع في تراكيز بعض العناصر الثقيلة في التربة عن المحددات العالمية، إذ بلغت قيم العناصر في التربة 18.8 و 5.8 و 100 ملغم كغم⁻¹ تربة، لعناصر الكوبلت و الرصاص والكاديوم على التوالي بينما كانت قيم الرصاص والنيكل ضمن الحدود المسموح بها عالمياً وهذا يعود الى كثرة المنشآت النفطية في المدينة .
جدول2: المحددات المعتمدة حالياً في العراق لتقييم تلوث التربة بالعناصر الثقيلة، (ملغم كغم⁻¹تربة) (عزيز, 1995).

العنصر	ترب مثالية	الحد الحرج	ترب ملوثة
Pb	50	150	600
Cd	1	5	20
Ni	50	100	500
Cr	100	250	800
Co	1	10	800
Zn	70	300	800
Cu	20	20	800

2:-حساب مؤشرات التلوث البيئي للتربة والترسبات النهرية .

1-2 عامل التلوث (CF) : Contamination factor

(Tomlinson وآخرون, 1980)

$$Cf = c_m \text{ sample} / c_m \text{ background}$$

Cf=عامل التلوث

C_m = التركيز الكلي للعنصر الثقيل في عينة التربة (ملغم. كغم⁻¹ تربة)

$C_m \text{ background}$ = التركيز الكلي للعنصر الثقيل في عينة تربة المقارنة ملغم. كغم⁻¹

جدول3: فئات التلوث لعامل التلوث (Ćujić وآخرون, 2017)

Contamination Factor value عامل التلوث	Contamination Category فئة التلوث
$CF < 1$	تلوث منخفض
$1 \leq CF < 3$	تلوث متوسط
$3 \leq CF < 6$	تلوث كبير
$CF \geq 6$	تلوث عالٍ جداً

2-2: مؤشر حمل التلوث (PLI) Pollution Load Index

(Hakanson, 1980)

مؤشر حمل التلوث = PLI

$$PLI = (CF_1 \times CF_2 \times CF_3 \dots CF_n)^{1/n}$$

Cf = عامل التلوث للعنصر الاول، والثاني والثالث... الخ،

n = عدد العناصر الثقيلة المدروسة

جدول 4 : فئات التلوث لمؤشر حمل التلوث

pollution load index value (مؤشر حمل التلوث (PLI)	Contamination Category فئة التلوث
PLI < 1	موقع غير ملوث
PLI = 1	الموقع على حافة التدهور
PLI > 1	تدهور جودة الموقع

3-2- عامل الاثراء (EF) Enrichment factor

$$EF = \frac{(C_m / C_{\text{control}})}{(C_{Fe} / C_{Fe \text{ control}})}$$

حيث ان:-

EF:- عامل الاغناء

Cm :- تركيز العنصر الثقيل في عينة الدراسة (ملغم.كغم⁻¹ تربة)

C control :- تركيز العنصر الثقيل في عينة المقارنة (ملغم.كغم⁻¹ تربة)

C Fe :- تركيز عنصر الحديد في عينة الدراسة (ملغم.كغم⁻¹ تربة)

Cfe control :- تركيز عنصر الحديد في عينة المقارنة (ملغم.كغم⁻¹ تربة)

(Saad وآخرون , 1985)

جدول 5: فئات التلوث لعامل الإثراء EF (Sezgin وآخرون, 2004)

Enrichment Factor value (عامل الإثراء (EF)	Contamination Category فئة التلوث
EF < 2	اقل من الحد الأدنى للإغناء
2 < EF < 5	إثراء معتدل
5 < EF < 20	اثراء كبير
20 < EF < 40	اثراء عالي جدا
EF > 40	اثراء عالي للغاية

4-2 مؤشر التراكم الجيولوجي (I_{geo}) Geo Accumulation Index

تم حسابه بطريقة (Muller , 1969) وكالاتي :

$$I_{\text{geo}} = \log_2 (C_{\text{metal}} / 1.5 * C_{\text{control}})$$

I_{geo} = مؤشر التراكم الجيولوجي

C_{metal} = تركيز العنصر الثقيل في التربة

$C_{control}$ = تركيز العنصر الثقيل في عينة المقارنة

1.5 = معامل التأثير الجيولوجي

جدول (6) فئات التلوث لدليل التراكم الجيولوجي

Class الفئة	Igeo Value القيم	Interpretation of contamination category
0	$I_{geo} < 0$	غير ملوث
1	$0 < I_{geo} < 1$	غير ملوث الى معتدل التلوث
2	$1 < I_{geo} < 2$	معتدل التلوث
3	$2 < I_{geo} < 3$	معتدل الى شديد التلوث
4	$3 < I_{geo} < 4$	ملوث بشدة
5	$4 < I_{geo} < 5$	ملوث بشدة الى شديد التلوث
6	$I_{geo} > 5$	ملوث بشدة عالية

5-2-درجة التلوث (C_{deg}) Contamination Degree

(Hakanson,1980)

$$C_{deg} = \sum_{i=0}^n C_{if} \dots \dots \dots (2)$$

C_{deg} = درجة التلوث

C_{if}^i = عامل التلوث

حيث يتم استحصا لدرجة التلوث ($Ni, Cu, Pb, Zn, Co, Cr, Fe, Hg, Mn$) من خلال جمع قيم عوامل التلوث لعناصر التلوث الداخلة في الدراسة .

جدول (7) فئات درجة التلوث.

درجة التلوث	فئة التلوث
$C_{deg} < 8$	تلوث منخفض
$8 < C_{deg} < 16$	تلوث متوسط
$16 < C_{deg} < 32$	تلوث كبير
$C_{deg} > 32$	تلوث عالي جدا

الاستنتاجات

1- ان مقارنة تراكيز العناصر الثقيلة بالمحددات العالمية تعد حدا فاصلا بين الترب الملوثة وبين الترب غير الملوثة .

2- ان استخدام المعايير الحديثة كعامل التلوث وعامل الاثراء ومؤشر التراكم الجيولوجي ودرجة التلوث معيارا مهما لتحديد فئة كل مؤشر عند مقارنته بالمحددات العالمية .

المصادر العربية

الحكاك ، وسام مهدي هادي (2021). تأثير محطة كهرباء واسط الحرارية في تلوث التربة والمياه والنبات ببعض العناصر الثقيلة (Cd ,Pb ,Co , Cr ,Ni) رسالة ماجستير - كلية الزراعة . جامعة واسط .

خويدم . كريم حسين ,حبيب رشيد الانصاري ،وخلدون صبحي البصام (2009) .دراسة توزيع بعض العناصر الثقيلة في التربة مدينة البصرة جنوب العراق المجلة العراقية للعلوم المجلد 50 العدد4 ص52- 543 .

الركابي، مرتضى سهيل عبد مركب (2023) .دراسة حالة التلوث للتربة والنبات والمياه المحيطة بحقل الغراف النفطي ببعض العناصر الثقيلة (Cd ,Pb ,Co, Cr ,Ni) .رسالة ماجستير. كلية الزراعة جامعه واسط.

شتيوي , مسعد حمد (2005). تأثير السموم على صحة وسلامة الانسان . كلية العلوم الزراعية بالعريش , جامعة قناة السويس.

الطرازي, عبد الله احمد الظاهر,(1998) .الانسان والبيئة، الموارد الطبيعية والتلوث، الجزء الاول، دار الفرقان، عمان، ص310.

عبد اللطيف ، علي اكرم (2020) . التلوث بالعناصر الثقيلة والمشعة لترب ونباتات مدينة بغداد . اطروحة دكتوراه . كلية الزراعة . جامعة بغداد .

عزيز , احمد محمد (1995). تأثير بعض العناصر الثقيلة في المخلفات الصلبة ومياه المجاري على نمو نبات الخس وتلوث التربة . رسالة ماجستير - كلية الزراعة- جامعة بغداد .

العمر ,حسن جاسم عبيد نومان (2017) .تأثير معامل طابوق الناصرية في تلويث التربة والماء والنبات ببعض العناصر الثقيلة . دبلوم عالي- كلية الزراعة- جامعة بغداد .

Akoto O,Ephraim. J.H,Darko,G.(2008).Heavy metal pollution in surface soils in the vicinity of abundant railway servicing workshop in Kumasi .Ghana .Int .J.Environ.Res.2(4) :359-364 .

Alloway, B.J. (1990). Heavy Metals in Soils. John Wiley and Sons, Inc. New York..

Ćujić, M., Dragović, S., Đorđević, M., Dragović, R., & Gajić, B. (2017). Reprint of " • Environmental assessment of heavy metals around the largest coal fired power plant in Serbia". Catena, 148, 26-34

Hakanson, L. (1980). Ecological risk index for aquatic pollution control. A sediment logical approach. WATER Res. 14: 975-1001.

Islam, S.; K. Ahmed; H. Al-Mamun and S. A. Islam. (2017). Sources and Ecological Risk of Heavy Metals in Soils of Different Land Uses in Bangladesh. Pedosphere, ISSN 1002-0160/CN 32-1315/P doi:10.1016/S1002-0160(17)6394-1.

Muller, G. (1969). Index of I geoaccumulation in Sediments of the Rhine River. Geol. J :108-118.

Saad, M.A.H., S.R.McComas, and S.J.Eisemreich.(1985) . Metal and chlorinated hydrocarbons in surficial sediments of the Nile Delta lakes, Egypt,Water, Air and Soil Pollution, 24, pp. 27-39.

Sezgin N.,Ozcan H.K.Demir G.,Nemligoglu S.,Bayat C.(2004) . Determination of heavy metal concentrations in street dusts in Istanbul E-5 highway Environ.Int.2003 :29 :979-985. doi :10. 1016 /S 0160 - 4120(03)00075-8.

Tomlinson DC, Wilson DJ, Harris CR and Jeffrey DW. (1980). Problem in heavy metals in estuaries and the formation of pollution index. Helgol. Wiss. Meeresunters. 33(1-4): 566-575.

WHO / FAO. (2007). Joint WHO/FAO. Food standard programme codex Alimentarius commission 13th session.