Agriculture College – Wasit University

Dijlah Journal of Agricultural Sciences

ISSN 2790 – 5985
eISSN 2790 – 5993

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-Abooda[2]

[1]College 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 $mg \cdot kg^{-1}$ 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

مهدي وسمي صحيب العايدي[1] **حسنين محمد محمود العبودة[2]**

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

الخلاصة

لوصف تلوث التربة بالعناصر الثقيلة كالرصاص والنيكل والكروم والكادميوم والكوبلت والزئبق 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 والكادميوم والكوبلت ملوثا للتربة عند تجاوز تركيزها 100 و200 و3 و10 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 خصـــائص التربة الكيميائية والفيزيائية والحيوية بطريقة مباشـــرة 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 بتراكيز مســببة خطر على صـــحة الانســـان وعلى البيئة الحيوية اوعلى المنشآت الهندسية اوعلى الموارد المائية (عنيسي, 2001) .

ان تلوث البيئة الطبيعية بواسطة المعادن الثقيلة هي مشكلة عالمية توسع انتشارها في السنين الاخيرة وهي عناصر دات سمية عالية وتؤدي دورا كبيرا في تاثيرها على التربة والماء والنبات مما ينعكس في النهاية تاثيرها 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 المصـــادر فيما يتعلق بالمخاطر المحتملة في التربة الملوثة بالعناصـــر 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 الانشـطة الصـناعية التي تنبعث منها المعادن مثل محطات توليد الطاقة الكهربائية وشـركات اسـتخراج وتكرير النفط ومعامل الطابوق (Akoto واخرون ،2008 ،الحكاك 2021).

ينتج هدا 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 وتملح 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 500و1000و2000م عن مصدر التلوث وجد ان تركيز العنصرين الرصاص والنيكل قد زاد عن المحددات العالمية للمواقع القريبة من مصدر التلوث قياسا بباقي المواقع المدروسة .

صـنفت الامم المتحدة الاراضـي الزراعية المتردية في العالم على انها متردية جداً وبنسـبة15.60% وان هذه الاراضـي التي تدهورت وظائفها البيولوجية الاصـلية، أي عدم قدرتها على تحويل المغذيات الى شـكل ممكن اسـتعماله من قبل النبات الى حد كبير(طراف، 1998). وتصـنف (51.70%) اخرى من تلك الاراضـي على اسـاس انها(متردية بصـورة معتدلة) وتظهر انتاجية زراعية منخفضـة كثيراً وتضم هاتان الفئتان من الاراضـي ثلثي الأراضـي الزراعية المتردية او ما يعادل ربع اراضـي المحاصـيل 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

الكادميوم	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، اذ بلغت قيم العناصر في التربة 18.8و 5.8 و 100 ملغم كغم$^{-1}$ تربة ,لعناصر الكوبلت و الرصاص والكادميوم على التوالي بينما كانت قيم الرصاص والنيكل ضمن الحدود المسموح بها عالميا وهذا يعود الى كثره المنشآت النفطية في المدينة .

جدول2: المحددات المعتمدة حالياً في العراق لتقيم 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 .

1-2عامل التلوث Contamination factor (CF) :

(Tomlinsonواخرون،1980)

$Cf=c_m$ sample/c_m background

Cf=عامل التلوث

C_m= التركيز الكلي للعنصر الثقيل في عينة التربة (ملغم. كغم$^{-1}$ تربة)

C_m background =التركيز الكلي للعنصر الثقيل في عينة تربة المقارنة ملغم. كغم$^{-1}$

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

Contamination Category فئة التلوث	Contamination Factor value عامل التلوث
تلوث منخفض	CF < 1
تلوث متوسط	1≤CF<3
تلوث كبير	3 ≤ CF < 6
تلوث عالٍ جداً	CF ≥ 6

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

(Hakanson,1980)

$PLI=(CF1\times CF2\times CF3\ldots..CF_n)^{1\backslash n}$ مؤشر حمل التلوث =PLI

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

n= عدد العناصر الثقيلة المدروسة

جدول 4 : فئات التلوث لمؤشر حمل التلوث

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

3-2:-عامل الاثراء Enrichment factor (EF)

$$EF=\frac{(Cm/C\ control}{(CFe/Cfe\ control}$$

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 واخرون , 1985)

جدول5: فئات التلوث لعامل الإثراء EF (Sezgin واخرون ,2004)

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

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

تم حسابه بطريقة (Muller ,1969) وكالاتي :

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

I_{geo} = مؤشر التراكم الجيولوجي

C_{metal} = تركيز العنصر الثقيل في التربة

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

1.5 = معامل التاثير الجيولوجي

جدول (6) فئات التلوث لدليل التراكم الجيولوجي

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

2-5-درجة التلوث (C_{deg}) Contamination Degree ((Hakanson,1980)

$$Cdeg = \sum_{i=0}^{n} Cif \dots \dots \dots \dots (2)$$

C_{deg} =درجة التلوث

C^{i}_{f}= عامل التلوث

حيث يتم استحصال درجة 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.

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

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(Ni, Cr , Co, Pb, Cd) 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 (Ni, Cr, Co, Pb, Cd). 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 raiway 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 geoaccumlation 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. Mearesunlter. 33(1-4): 566-575.

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