

تقييم المخاطر البيئية للمعادن الثقيلة في غبار وتربة المنطقة الصناعية في مدينة الرطبة غربي العراق

أبوبكر حميد كريم^{1*} محمود فاضل عبد² طاهر محمد طه²

¹ المديرية العامة للتربية الانبار، وزارة التربية ² كلية العلوم، جامعة تكريت، تكريت - العراق.

مستخلص:

في هذه الدراسة تم اختيار المنطقة الصناعية حيث تم جمع ثماني عينات منها اربعة للغبار الداخلي واربعة للتربة الخارجية لغرض تقييم المخاطر البيئية للعناصر الثقيلة في هذه المنطقة من مدينة الرطبة غربي الانبار، بطريقة (XRF) لمعرفة نسبة تراكيز العناصر الثقيلة، وتطبيق معادلات (عامل التلوث (CF)، مؤشر درجة التلوث (Cdeg)، ومؤشر حمولة التلوث (PLI)). بينت النتائج ان مستوى (CF) مرتفع - مرتفع جدا ((3 ≤ CF < 6) - (CF ≥ 6)) وشمل العناصر (Ni, Mo, Br, Zn, As, Ag, Sb, Pb, Sn, Cu, Se) ، وكان وجود (Ni Mo) في هذا المستوى في جميع العينات، وكذلك بالنسبة لعنصر (Br) في معظم العينات، كما كان مستوى عامل التلوث مرتفعا في العينة (F) للعنصر (As). تشير نتائج (Cdeg) إلى أن المنطقة الصناعية ملوثة بدرجة عالية جدا (Cdeg>32). وفقا لنتائج (PLI)، أظهرت العينة C أن الموقع ملوث بالعناصر الثقيلة، حيث كان PLI>1.

الكلمات المفتاحية: التلوث البيئي، تلوث المناطق الصناعية في مدينة الرطبة، العناصر الثقيلة، عامل التلوث، مؤشر حمولة التلوث .

Environmental Risk Assessment of Heavy Metals in the Dust and Soil of the Industrial Area in the City of Rutba, Western Iraq

Abu Baker H. Kareem^{1*} , Mahmood F. Abed² , and Taher M. Taha²

¹ General Directorate of Anbar Education, Ministry of Education, Iraq.

² Department of Geology, Collage of Science, University of Tikrit, Tikrit, Iraq.

* Correspondence: abobaker.hameed@st.tu.edu.iq

Abstract :

In this study, the industrial area was chosen, as eight samples were collected, four of which were for indoor dust and four of them for outdoor soil, for the purpose of assessment the environmental risk of heavy elements in this area of the city of Rutba, west of Anbar, by (XRF) way to know the percentage of concentrations of heavy elements, and by applying the equations (Contamination factor (CF), degree of contamination (Cdeg), and pollution load index (PLI)).

The results showed that CF is high - very high ((3 ≤ CF < 6) - (CF ≥ 6)) and included the elements (Ni Mo, Br, Zn, As, Ag, Sb, Pb, Sn, Cu, Se), and the presence of (Ni, Mo, Br) at this level in most samples, and the level of pollution factor was high in the sample (F) of the element (As). The results of the Cdeg indicate that the industrial area is contaminated with a very high degree of contamination (Cdeg>32). According to the results of (PLI), sample C site was contaminated with heavy elements, where PLI was more than 1.

Keywords: Environmental pollution, pollution of industrial areas in Rutba City, heavy elements, contamination factor, pollution load index

1- المقدمة

الصحية والتأثيرات السامة على الكائنات الحية والإنسان (Ali and Khan., 2018). تؤدي العمليات الجيولوجية الطبيعية مثل التجوية وتآكل الصخور القشرية والتي تعد المصادر الأولية للعناصر الثقيلة أو الصخور المنكشفة على سطح الأرض والتي تحتوي على معادن مختلفة وعناصر ثقيلة إلى زيادة تراكيز هذه العناصر الثقيلة في التربة السطحية أو في الغبار الجوي. (Flem et al., 2018) إن تقييم توزيع ومعالجة تلوث العناصر الثقيلة هو الأكثر إثارة للقلق لأن تلوث التربة يشكل تهديدا خطيرا لصحة الإنسان (Awadh et al., 2015). تسبب هذه العناصر تلوثا متعددًا في المناطق المكتظة بالسكان، مما يؤدي إلى مشاكل صحية بما في ذلك تلف الجهاز العصبي وأمراض الكلى والكبد وسرطان الرئة وتهيج الجلد. (James et al., 2020). تهدف الدراسة إلى تحديد مستويات التلوث بالمعادن الثقيلة في عينات الغبار والتربة في المنطقة الصناعية الرئيسية في مدينة الرطبة باستخدام مؤشرات التلوث (عامل التلوث، مؤشر درجة التلوث، مؤشر حمولة التلوث).

1-1 منطقة الدراسة

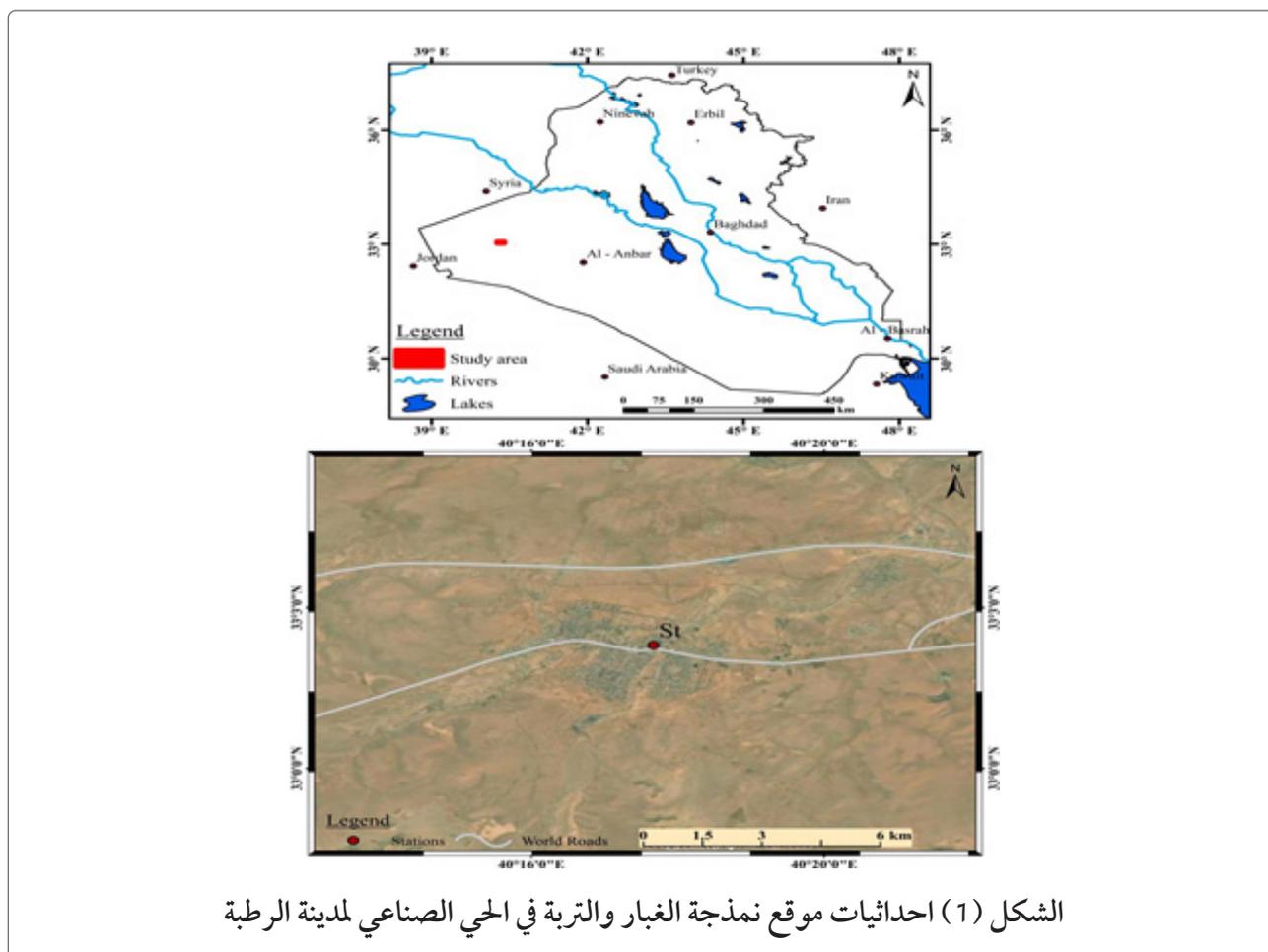
تقع منطقة الدراسة في محافظة الانبار/ الجزء الغربي من العراق. وتعد منطقة مرتفعة حيث يتراوح ارتفاعها من 585 إلى 645 م فوق مستوى سطح البحر (Al-Kubaisi and Al-Kubaisi, 2018b) تم اختيار موقع الحي الصناعي وسط مدينة الرطبة حسب الاحداثيات المبينة في الجدول (1) والشكل (1).

نظرا لأهمية دراسة التلوث البيئي والصحي وعدم وجود دراسات سابقة تحدد تراكيز العناصر الثقيلة في الحي الصناعي لمدينة الرطبة والمخاطر الصحية التي قد تسببها هذه العناصر على العاملين في المناطق الصناعية وما قد ينقلوه من ملوثات يحملها الغبار العالق على ملابسهم إلى منازلهم، وعلى الأحياء السكنية بشكل عام والقريبة من الأحياء الصناعية بشكل خاص والتي من المحتمل أن تحتوي على عناصر ثقيلة تنتج عن النفايات الصناعية الناتجة عن المواد المستخدمة في السباكة واللحام والقطع في الحدادة وأماكن تصليح السيارات وشحن البطاريات وتغيير الزيت والأنشطة البشرية العامة، قمنا بهذا البحث العلمي.

يستخدم مصطلحا pollution و contamination كمترادفات لتعريف إدخال المواد من قبل البشر، وتكون هذه المواد ضارة أو سامة للناس والنظم البيئية، ولكن هذا لا يعني بالضرورة أن جميع الملوثات من أصل بشري (Al-Jumaily and Ahmed., 2018). على الصعيد العالمي، يعد التلوث البيئي أحد أكبر أسباب المرض والوفاة المبكرة (Landrigan et al., 2019)، وعلى الصعيد نفسه أصبحت العناصر الثقيلة مشكلة خطيرة وسببا رئيسيا في التلوث البيئي الذي يتزايد بشكل كبير في الوقت الحاضر بين جميع العوامل التي تؤدي إلى التلوث (Devi and Kumar., 2020). العناصر الثقيلة: هي العناصر التي توجد بشكل طبيعي ولها وزن ذري أكبر من 20 وذات كثافة أكبر من (5) جم / سم³ ويستخدم مصطلح العناصر الثقيلة للعناصر المتعلقة بالتلوث البيئي والمخاطر

جدول (1) احداثيات موقع منطقة الدراسة

الموقع	X(E)	Y(N)
الحي الصناعي	40°17'40.1"	33°02'17.7"



2-1 العمل الحقلّي والنمذجة

عليها الغبار باستخدام فرشاة ومجرفة بلاستيكية مع مراعاة استخدام الفرشاة لمرة واحدة في كل عملية جمع لضمان عدم تأثير العينات على بعضها، اما العينات الخارجية فأخذت على عمق 20 سم من سطح التربة وتم ذلك باستخدام أداة للحفر، وكان وزن العينة الواحدة لا يقل عن 100 غم، وضعت عينات الغبار والتربة في أكياس البولي إيثيلين الشفافة محكمة الغلق، كما في لوحة (1).

تم جمع 8 عينات، 4 منها للغبار الداخلي و 4 للتربة الخارجية، بتاريخ 18/8/2023 وزعت على الحي الصناعي واخذت العينات من محلات ذات نشاطات مختلفة (محل لبيع الأدوات الاحتياطية، محل سمكرة، محل بيع وإعادة تأهيل البطاريات، محل للحداثة)، كما تم تفصيلها في الجدول (2). جمعت عينات الغبار الداخلية من فلاتر مكيفات الهواء، والرفوف والمواد التي ترسب

جدول (2) أماكن أخذ العينات

نوع العينة	المحل الخاص بالعينة	العينة
indoor Dust	محل لبيع الأدوات الاحتياطية	A
outdoor Soil		B
indoor Dust	محل لسمكرة وصبغ السيارات	C
outdoor Soil		D
indoor Dust	محل لبيع وإعادة تأهيل البطاريات	E
outdoor Soil		F
indoor Dust	محل للحداة	G
outdoor Soil		H



لوحة (1) مرحلة جمع العينات من الحي الصناعي في مدينة الرطبة

3-1 العمل المختبري

بغداد، لإجراء تحليل حجمي لها وتصنيفها وفق تصنيف النظام الأمريكي وفحص الجزء الطيني من العينات بواسطة جهاز مطياف الأشعة السينية المتفلورة (PEDXRF)، تم فصل العينات باستخدام الطريقة الماصة) وأخذت (5) غم من الجزء الطيني اذ تم ضغطه بواسطة المكبس وبضغط مقداره خمسة أطنان وذلك لعمل عينات على شكل أقراص لإجراء التحليل بواسطة (XRF) والحصول على تراكيز العناصر الثقيلة المبينة في الجدول (3).

تم نقل العينات الى مختبر الجيولوجيا الهندسية في قسم علوم الأرض التطبيقية / كلية العلوم / جامعة الأنبار، إذ تم تجفيف عينات الغبار بالفرن بدرجة (50) مئوية لمدة (24) ساعة ثم نخلت العينات باستخدام مناخل قياسية بحجم 75 مايكرومتر (0.075) مليمتر وتم وزن (50) غرام من كل عينة ووضعت في علب بلاستيكية محكمة الغلق ثم أخذت العينات كاملة إلى مختبر الجيوكيميا (المختبر الألماني العراقي) في قسم علم الأرض / جامعة

الجدول (3) تركيز العناصر الثقيلة في عينات الحبي الصناعي بالمقارنة مع تركيزها في القشرة الارضية

العينات	العناصر																			
	Pb	Rb	As	Sr	Al	Ba	Zn	Ni	Mo	Zr	Cu	Ti	Co	U	Ag	Se	Br	Th	Sb	Sn
A	13.7	50.5	5.0	441.7	51452.8	250.5	96.6	237.2	17.6	122.1	44.7	5087.5	20.1	0.4	0.0	0.0	15.3	5.4	0.0	0.4
B	10.0	40.0	5.5	495.6	44974.9	196.6	640.7	219.4	56.7	147.9	38.5	5791.4	34.4	0.0	3.0	0.0	7.5	5.1	0.0	1.2
C	1399.9	30.0	1.6	315.2	48864.8	305.0	525.6	89.4	160.4	252.0	518.1	4908.9	0.0	0.0	0.0	0.5	8.2	11.8	20.0	51.4
D	166.7	40.9	4.1	356.8	37867.2	382.4	551.5	96.7	100.0	395.6	78.7	6948.4	0.0	0.6	0.0	0.0	11.3	7.7	0.0	27.2
E	9.7	38.1	4.3	495.3	56337.7	209.8	73.4	198.4	34.5	134.0	34.2	6109.1	12.3	0.0	0.0	0.0	7.1	4.1	0.0	0.9
F	10.0	46.3	5.7	400.1	49219.4	166.3	86.5	221.8	17.8	129.9	44.7	5371.1	28.5	0.0	0.0	0.0	5.3	5.7	0.0	3.1
G	11.4	43.3	4.4	484.0	48261.4	269.1	83.6	211.3	13.9	128.4	40.2	5334.5	17.5	0.0	0.0	0.6	36.8	4.8	0.0	0.0
H	10.9	44.0	5.1	397.1	47213.5	250.3	82.6	219.9	16.5	124.1	41.1	5200.2	22.6	0.0	0.0	0.0	6.3	4.9	0.3	3.4
معدل التراكيز	204.1	41.6	4.4	423.2	48023.9	253.8	267.6	186.8	52.2	179.3	105.0	5593.9	16.9	0.1	0.4	0.1	12.2	6.2	2.5	11.0
معدل التركيز في القشرة الأرضية ppm	15	90	1.8	375	79600	400	70	20	1.5	165	55	4400	10	2	0.06	0.05	2	7.2	0.2	2.5

4-1 مؤشرات التلوث

عامل التلوث (CF) Contamination Factor

يستخدم مؤشر عامل التلوث (CF) لقياس تلوث التربة بالعناصر الثقيلة، بناء على هذا العامل يمكن مقارنة كمية العناصر داخل العينة بقيمتها الطبيعية ويمكن تحديد معدل تلوث التربة وفقا لذلك (Negahban & Mokarram., 2021). تم استخدام المعادلة رقم 1 لحساب عامل التلوث (Hakanson, 1980). تم تقسيم عامل التلوث إلى أربعة أصناف بحسب (Mekky et al, 2019) كما في الجدول (4).

$$CF = (C_m)_{\text{sample}} / (C_m)_{\text{background}} \dots\dots\dots 1$$

$(C_m)_{\text{sample}}$: يمثل تركيز العنصر في نموذج التربة أو الغبار.

$(C_m)_{\text{background}}$: يمثل تركيز الطبيعي لنفس العنصر في القشرة الأرضية

جدول (4)

تصنيف عامل التلوث حسب (Mekky et al, 2019)

مستوى التلوث	قيمة عامل التلوث
عامل تلوث واطئ	$CF < 1$
عامل تلوث متوسط	$CF < 3 \geq 1$
عامل تلوث عالي	$CF < 6 \geq 3$
عامل تلوث عالي جدا	$CF \geq 6$

مؤشر درجة التلوث

Degree of contamination (C_{deg})

يستخدم مؤشر درجة التلوث (C_{deg}) لتقييم التلوث في وسط ما، حيث يعبر عن مجموع عوامل التلوث لجميع العناصر الثقيلة المدرجة في الحساب والتي تسببت في التلوث البيئي، تم حسابه وفقا للمعادلة رقم 2 ويقسم مؤشر درجة التلوث إلى

أربعة مستويات كما مبين في الجدول 5.

$$C_{deg} = \sum_{i=1}^n C_f \dots\dots (2)$$

C_f : يمثل عامل التلوث

n : يمثل عدد العناصر التي تم تحليلها

جدول (5) تصنيف مؤشر درجة التلوث

حسب (Hakanson, 1980)

مستوى التلوث	قيمة مؤشر التلوث
درجة تلوث منخفضة	$C_{deg} < 8$
درجة تلوث متوسطة	$C_{deg} < 8 \geq 16$
درجة تلوث عالية	$C_{deg} < 32 \geq 16$
درجة تلوث عالية جدا	$C_{deg} \geq 32$

مؤشر حمولة التلوث (PLI) Pollution Load Index

يعد مؤشر حمولة التلوث بمثابة أداة فعالة وسريعة لمقارنة مستويات التلوث في مختلف المناطق (Adebowale et al., 2009). ويحسب من خلال المعادلة رقم 3 حسب (Khairy, 2010)، ويقسم إلى أربعة مستويات بحسب (Huang Y, 2014) كما في الجدول رقم (6).

$$PLI = (CF1 \times CF2 \times CF3 \times \dots \times CFn)^{1/n} \dots\dots\dots (3)$$

n : عدد العناصر التي تم تحليلها في منطقة الدراسة

جدول (6)

تصنيف مؤشر حمولة التلوث (Huang Y, 2014)

تصنيف (PLI)	قيمة (PLI)
لا يوجد تلوث	$PLI < 1$
يوجد تلوث	$PLI > 1$

جدا بعنصر (Br)، اما في عينة التربة (B) فكانت ذات تلوث عالي بالعناصر (As, Br, Co)، وتلوث عالي جدا بعنصري (Zn, Ag)، اما باقي العناصر فكانت بدرجة تلوث واطئة - متوسطة في العيتين الداخلية والخارجية. كما في الجدول (7).

وأظهرت نتائج عامل التلوث (CF) لكل من عيتي (C,D) ان الموقع ملوثا وبمستوى تلوث متوسط بالعناصر (Zr, Th, Ti)، وتلوث عالي بعنصري (Ni, Br)، وتلوث عالي جدا بالعناصر (Mo, Pb, Zn, Sn) وكانت في عينة الغبار (C) بمستوى عامل تلوث عالي جدا للعناصر (Se, Sb, Cu) اما عينة التربة (D) فقد اظهرت تلوث متوسط بعنصري (As, Cu)، وكانت باقي العناصر بمستويات تلوث واطئة. كما في الجدول (8).

اما في عيتي (E, F) فكانت العناصر (Zn, Co, Sr, Ti) ذات عامل تلوث متوسط، وان العنصرين (Ni, Mo) ذوا عامل تلوث عالي جدا، كما أظهرت النتائج ان العنصر As بعامل تلوث متوسط والعنصر Br بعامل تلوث عالي في عينة الغبار (E)، وان العنصرين Sn, Br ذوا عامل تلوث متوسط، العنصر As ذو عامل تلوث عالي في عينة التربة (F)، وظهرت باقي العناصر بمستوى عامل تلوث واطئ، كما في الجدول (9).

وبينت النتائج أن هناك تلوث متوسط بالعناصر (Zn, As, Co, Sr, Ti)، وان هناك تلوث عالي جدا بالعنصرين Ni, Mo في عيتي الغبار والتربة (G, H)، وان هناك تلوث عالي جدا بعنصري (Se, Br) في عينة الغبار الداخلي (G)، وتلوث متوسط بعنصري (Sn, Sb) وتلوث عالي بعنصر Br في عينة التربة (H)، واما بقية العناصر فقد أظهرت تلوث واطئ كما في الجدول (10).

2- النتائج

تباينت تراكيز العناصر الثقيلة في عينات غبار وتربة الحي الصناعي، بعد مقارنتها مع تراكيزها الطبيعية في القشرة الأرضية، اظهر كل من: الزرنيخ والخصرين والنيكل والموليبدنوم والتيتانيوم والبروم ارتفاعا ملحوظا في جميع العينات وبمعدلات 4.4، 267، 186، 52، 5593، 12 على التوالي وبوحدة ppm.

وكان اعلى تركيز للرصاص في العينة C فقد بلغ 1400ppm وكان معدل تركيزه 204ppm، واظهر السترونتيوم ارتفاعا في معظم العينات وكان بمعدل (423ppm)، وان تركيز الزركونيوم كان مرتفعا في العينات (C,D) وبمعدل (179ppm)، واظهر النحاس تركيزا مرتفعا في العينات (C, D) ايضا وبمعدل (105ppm)، وكان الكوبالت بتراكيز مرتفعة في معظم العينات عدا (C, D)، حيث كان بمعدل تركيز (11ppm) وكان السيلينيوم بتركيز مرتفع في العيتين (C, G) وبمعدل تركيز (0.1)، واظهر الثوريوم ارتفاعا في العينات (C, D)، بمعدل تركيز (6.2ppm)، اما الانثيموني فكان بتراكيز عالية في العينات (C, H)، وبمعدل (2.5ppm)، أخيرا اظهر القصدير ارتفاعا في العينات (C, D, F, H)، وبمعدل (11ppm) وكما سيرد تفصيل ذلك ومناقشته :

2-1 عامل التلوث

Contamination Factor (CF)

أظهرت النتائج ان مستويات عامل التلوث (CF) لكل من عيتي (A,B) كانت بمستوى متوسط بعنصري (Sr, Ti)، وعامل تلوث عالي جدا بالعناصر (Mo, Ni)، وكانت في العينة (A) بعامل تلوث متوسط بعنصري (As, Co)، وعامل تلوث عالي

جدول (7) مستوى عامل التلوث في عيتي A,B

العنصر	عينة غبار A	عينة تربة B	مستوى عامل التلوث
Cu	0.81	0.70	عامل تلوث واطئ $CF < 1$
Pb	0.92	0.67	
Al	0.65	0.57	
Rb	0.56	0.44	
Zr	0.74	0.90	
Sn	0.18	0.49	
Ba	0.63	0.49	
Th	0.75	0.71	
U	0.20	---	
Zn	1.38	---	
As	2.78	---	
Co	2.01	---	
Sr	1.18	1.32	
Ti	1.16	1.32	عامل تلوث عالي $3 \leq CF < 6$
As	---	3.07	
Co	---	3.44	
Br	---	3.75	عامل تلوث عالي جداً $CF \geq 6$
Zn	---	9.15	
Ni	11.86	10.97	
Mo	11.73	37.80	
Br	7.65	---	
Ag	---	50	

جدول (8) مستوى عامل التلوث في عيتي C,D

العنصر	عينة غبار C	عينة تربة D	مستوى عامل التلوث
As	0.86	---	عامل تلوث واطئ $CF < 1$
Al	0.61	0.48	
Rb	0.33	0.45	
Sr	0.84	0.95	
Ba	0.76	0.96	
U	---	0.30	
Cu	---	1.43	عامل تلوث متوسط $1 \leq CF < 3$
As	---	2.25	
Zr	1.53	2.4	
Ti	1.12	1.58	
Th	1.64	1.07	

العنصر	عينة غبار C	عينة تربة D	مستوى عامل التلوث
Ni	4.47	4.83	عامل تلوث عالي $3 \leq CF < 6$
Br	4.10	5.65	
Cu	9.42	---	عامل تلوث عالي جداً $CF \geq 6$
Pb	93.33	11.11	
Zn	7.51	7.88	
Se	10	---	
Mo	106.93	66.67	
Sn	20.55	10.89	
Sb	99.75	---	

جدول (9) مستوى عامل التلوث في عيتي E,F

العنصر	عينة غبار E	عينة تربة F	مستوى عامل التلوث
Cu	0.62	0.81	عامل تلوث واطيء $CF < 1$
Pb	0.65	0.76	
Al	0.71	0.62	
Rb	0.42	0.51	
Zr	0.81	0.79	
Sn	0.35	---	
Ba	0.52	0.42	
Th	0.57	0.79	عامل تلوث متوسط $1 \leq CF < 3$
Zn	1.05	1.24	
As	2.39	---	
Co	1.23	2.85	
Sr	1.22	1.07	
Sn	---	1.23	
Ti	1.39	1.22	
Br	---	2.65	عامل تلوث عالي $3 \leq CF < 6$
As	---	3.16	
Br	3.55	---	عامل تلوث عالي جداً $CF \geq 6$
Ni	9.92	11.09	
Mo	23	11.87	

جدول (10) مستوى عامل التلوث في عيتي G,H

العنصر	عينة غبار G	عينة تربة H	مستوى عامل التلوث
Cu	0.73	0.75	عامل تلوث واطئ $CF < 1$
Pb	0.76	0.72	
Al	0.61	0.59	
Rb	0.48	0.49	
Zr	0.78	0.75	
Ba	0.67	0.63	
Th	0.67	0.68	عامل تلوث متوسط $1 \leq CF < 3$
Zn	1.19	1.18	
As	2.42	2.82	
Co	1.75	2.26	
Sr	1.29	1.06	
Sn	---	1.37	
Sb	---	1.50	عامل تلوث عالي $3 \leq CF < 6$
Ti	1.21	1.18	
Br	---	3.15	
Ni	10.56	11	
Se	12	---	
Mo	9.27	11	
Br	18.40	---	عامل تلوث عالي جداً $CF \geq 6$

واظهرت بعض العينات ارتفاعاً في تراكيز Pb, Se وبمستوى تلوث عالي جداً.

كما في الجداول (11، 12، 13، 14).

جدول (11) مؤشر درجة التلوث لعيتي A,B

عينة غبار A	عينة تربة B	مستوى التلوث
---	---	$C_{deg} < 8$ درجة تلوث منخفضة
---	---	$16 > C_{deg} \geq 8$ درجة تلوث معتدلة
---	---	$32 > C_{deg} \geq 16$ درجة تلوث عالية
45.17	125.78	$C_{deg} \geq 32$ درجة تلوث عالية جداً

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

Contamination

بينت نتائج مؤشر درجة التلوث (C_{deg}) بأن هناك درجة تلوث عالية جداً ($C_{deg} > 32$) على مستوى الموقع ولجميع العينات، وذلك بسبب ارتفاع قيم عامل التلوث (CF) فقد كانت مرتفعة لبعض العناصر ولأن مؤشر درجة التلوث يعتمد بشكل مباشر على مؤشر عامل التلوث حيث يمثل مجموع عوامل التلوث لجميع العناصر الثقيلة ويعطي درجة تلوث على مستوى الموقع، فقد كان مستوى التلوث بعنصري Ni, Mo عالي جداً في كل العينات الداخلية والخارجية، وكان مستوى التلوث بعنصر Br, Zn عالي - عالي جداً في معظم العينات،

3-2 مؤشر حمولة التلوث

Polluution Load Index (PLI)

يحدد مؤشر حمولة التلوث (PLI)، التلوث على مستوى الموقع، وقد بينت نتائج العينة (C)، وبحسب مؤشر حمولة التلوث (PLI)، ان الموقع ملوث بالعناصر الثقيلة ($PLI > 1$) اما نتائج بقية العينات فقد اشارت الى عدم وجود تلوث على مستوى الموقع حيث كان ($PLI < 1$). كما مبين في الجداول (15، 16، 17، 18).

جدول (15) مؤشر حمولة التلوث (PLI) لعينتي A,B

عينة غبار A	عينة تربة B	مؤشر حمولة التلوث (PLI)
0.21	0.72	لا يوجد تلوث $PLI < 1$
---	---	يوجد تلوث $PLI > 1$

جدول (16) مؤشر حمولة التلوث (PLI) لعينتي C,D

عينة غبار C	عينة تربة D	مؤشر حمولة التلوث (PLI)
---	0.88	لا يوجد تلوث $PLI < 1$
1.47	---	يوجد تلوث $PLI > 1$

جدول (17) مؤشر حمولة التلوث (PLI) لعينتي E,F

عينة غبار E	عينة تربة F	مؤشر حمولة التلوث (PLI)
0.23	0.35	لا يوجد تلوث $PLI < 1$
---	---	يوجد تلوث $PLI > 1$

جدول (12) مؤشر درجة التلوث لعينتي C,D

عينة غبار C	عينة تربة D	مستوى التلوث
---	---	$C_{deg} < 8$ درجة تلوث منخفضة
---	---	$16 > C_{deg} \geq 8$ درجة تلوث معتدلة
---	---	$32 > C_{deg} \geq 16$ درجة تلوث عالية
363.76	118.90	$C_{deg} \geq 32$ درجة تلوث عالية جداً

جدول (13) مؤشر درجة التلوث لعينتي E,F

عينة غبار E	عينة تربة F	مستوى التلوث
---	---	$C_{deg} < 8$ درجة تلوث منخفضة
---	---	$16 > C_{deg} \geq 8$ درجة تلوث معتدلة
---	---	$32 > C_{deg} \geq 16$ درجة تلوث عالية
48.41	40.98	$C_{deg} \geq 32$ درجة تلوث عالية جداً

جدول (14) مؤشر درجة التلوث لعينتي G,H

عينة غبار G	عينة تربة H	مستوى التلوث
---	---	$C_{deg} < 8$ درجة تلوث منخفضة
---	---	$16 > C_{deg} \geq 8$ درجة تلوث معتدلة
---	---	$32 > C_{deg} \geq 16$ درجة تلوث عالية
62.79	41.13	$C_{deg} \geq 32$ درجة تلوث عالية جداً

دخوله في العديد من الصناعات منها : هياكل وقطع غيار السيارات، الأسقف، المزاريب، البطاريات، ومواد البناء وانه يعد من العناصر المجلفنة (New- (ton & Edgar., 2010).

وان سبب زيادة عنصر النيكل (Ni) يعزى الى استخداماته الصناعية المتنوعة فهو يستخدم بشكل أساسي في إنتاج الفولاذ المقاوم للصدأ، لذلك توجد في مجموعة كبيرة ومتنوعة من المنتجات، مثل السيارات والبطاريات (Kabata-pendias., 2011). ان وجود تركيز عالي لعنصر الفضة (Ag) في عينة التربة الخارجية (B) قد يكون مصدره طبيعي وانه تواجه بفعل عمليات النقل بواسطة الرياح من أماكن بعيدة. وقد يشير وجود تركيز عالي من الزرنيخ (As) في العينة (F) الى ما تطلقه محلات بطاريات الرصاص الحمضية، خاصة وانها اخذت من التربة الخارجية المقابلة لمحلول البطاريات، وان ما يعضد هذا التفسير، ما أشار اليه (Kabata-Pendi- (as A., 2015 الى ان سبب زيادة محتوى As في التربة إطلاقه من مصادر صناعية مختلفة منها بطاريات حمض الرصاص وحرق الفحم. يدخل السيلينيوم (Se) الى البيئة من خلال مصادر طبيعية أو بشرية، حيث تم تطبيقه على نطاق واسع بشكل رئيسي في عدة صناعات، (Etteieb, et al., 2020).

4- الاستنتاجات

اظهر كل من: الزرنيخ والخاصين والنيكل والموليبدينوم والتيتانيوم والبروم ارتفاعا ملحوظا في جميع العينات واظهر كل من الرصاص والسترونشيوم والزركونيوم والكوبالت والسيلينيوم والثوريوم والانتيموني والقصدير تراكيزا مرتفعة في عينات متفرقة. وكان مستوى عامل التلوث (CF) عالي -

جدول (18) مؤشر حمولة التلوث (PLI) لعينتي G,H

مؤشر حمولة التلوث (PLI)	عينة تربة H	عينة غبار G
لا يوجد تلوث PLI<1	0.32	0.57
يوجد تلوث PLI>1	---	---

3- المناقشة

يعزى سبب التلوث بعنصري الانتيمون والموليبدينوم (Sb, Mo) الى زيادة مصادر التلوث الأساسية كالمخلفات الصناعية، انبعاثات عوادم السيارات، الملوثات المنبعثة من أماكن تصليح السيارات وصهر المعادن، مكبات النفايات وتآكل إطارات السيارات (Salem & Alwaleed., 2019). وان سبب زيادة تراكيز الرصاص (Pb) هو النفايات الصلبة الصناعية وزيت التشحيم والإطارات ومن انبعاثات حركة المرور بسبب احتراق الوقود الذي يحتوي على المحفزات (Xu, C., Pu, J., Wen, B., & Xia, M., 2021).

وقد سجل الرصاص مستوى عامل تلوث عالي جدا في العينتين (D, C) لمحلول السمكرة، قد يكون بسبب ما تحويه الدهانات من عناصر ثقيلة يكون الرصاص من ضمنها.

وان سبب زيادة تركيز البروم (Br) هو النشاطات الصناعية المختلفة (Kabata-Pendias A., 2015). وقد يكون سبب ارتفاعه بشكل ملحوظ في العينة التابعة لمحلول الحدادة هو استخدام الاوكسجين بشكل مستمر في محل الحدادة الامر الذي أدى الى اتحاد البروم مع الاوكسجين لتكوين بروميد الاوكسجين.

ويعزى سبب زيادة تركيز الزنك (Zn) الى ان

Al-Kubaisi, Q.Y., Al-Kubaisi, M.H., 2018b. Hydrogeologic Conditions of Mullusa Aquifer Between Rutba and Dhabaa in Al-Anbar Governorate. *Iraqi Journal of Science*, 59(2A), 687-696.

Awadh, S. M., Al-Kilabi, J. A., & Khaleefah, N. H. (2015). Comparison the geochemical background, threshold and anomaly with pollution indices in the assessment of soil pollution: Al-Hawija, north of Iraq case study. *Int J Sci Res (IJSR)*, 4(7), 2357-2363.

Devi, P., and Kumar, P.(2020). Concept and application of phytoremediation in the fight of heavy metal toxicity. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 12(6), 795-804.

Etteieb, S., Magdouli, S., Zolfaghari, M., & Brar, S. (2020). Monitoring and analysis of selenium as an emerging contaminant in mining industry: A critical review. *Science of the Total Environment*, 698, 134339.

Flem, B. Eggen OA, Torgersen E, Kongsvik MK, Ottesen RT., 2018. Urban geochemistry in Kristiansand, Norway. *Environmental Science and Pollution Research. J Geochem Explorer* 187, pp. 21–33. <https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2018.03.004>

Hakanson L. (1980) An ecological risk index for aquatic pollution control of sediment ecological approach. *Water Res* 14:975 – 1000.

Huang Y, Li Y, Yang J, Xu M, Sun B, Gao F and Wang N, (2014), “Harmful Chemicals in Soil and Risk Assessment of an Abandoned Open Dumpsite in Eastern China”. Hindawi Publishing Corporation. Jour-

عالي جدا ($3 \leq CF < 6$) _ ($CF \geq 6$)، شمل العناصر (Ni, Mo, Br, Zn, As, Ag, Sb, Pb, Sn, Cu, Se)، وكان وجود عنصري (Ni, Mo) في هذا المستوى في جميع العينات الداخلية والخارجية للمنطقة قيد الدراسة، كذلك كان لعنصر (Br) في معظم العينات، وكان مستوى عامل التلوث عالي في العينة (F) للعنصر As. وتشير نتائج مؤشر درجة التلوث (C_{deg})، بأن الحي الصناعي ملوثا بالكامل وبدرجة تلوث عالية جدا ($C_{deg} > 32$) على مستوى الموقع ولجميع العينات. وبحسب نتائج (PLI) أظهرت العينة C ان الموقع ملوث بالعناصر الثقيلة أي ان ($PLI > 1$).

المصادر

Adebowale K.O., Agunbiade F.O., Olu-Owolabi B.I. (2009). Trace metal concentrations, site variations and partitioning pattern in water and bottom sediments from coastal area: a case study of Ondo coast, Nigeria. *Environmental Research Journal*, 3, 46-59.

Adimalla, N., (2019). Heavy metals pollution assessment and its associated human health risk evaluation of Urban soils from Indian cities *Environ Geochem. Health*, Vol.42, Pp.173-190.

Ali, H., and Khan, E. (2018). What are heavy metals? Long-standing controversy over the scientific use of the term ‘heavy metals’ – proposal of a comprehensive definition. *Toxicological Environmental Chemistry*, 100(1), 6-19.

Al-Jumaily, M. Fadhil., and Ahmed, S. Hadi., (2018). *Soil and Water Pollution*, House of Books and Archives, Baghdad, 425 pp. Deposit No. 677.

Salem, M.A. and Alwalayed, S.M. (2019). Assessment of physiochemical properties and concentration of some heavy metals at different seasons in agricultural soils fertilized with phosphate and urea for a long time at BRCK agricultural project. Libya. A special issue of the 3rd annual conference on theories and applications. September 7, 2019, Basic and Biological Sciences. Misurata University. Libya, 4(4), 259-274.

Xu, C., Pu, J., Wen, B., & Xia, M. (2021). Potential ecological risks of heavy metals in agricultural soil alongside highways and their relationship with landscape. Agriculture, 11(8), 800.

nal of Chemistry. Article ID 297686.

James, A., M. Percy, O. S. Ameh, and C. Buggy., 2020. Heavy Metals Pollution Status of the Katima Mulilo Urban Open Land Wastewater Disposal Centre and the Immediate Vicinity, Cogent Environmental Science 6 (1): 1726093. DOI: .10.1080/23311843.2020.1726093

Kabata-Pendias A., 2011. Trace Elements in Soils and Plants, Taylor and Francis Group, LLC, 4th ed. ISBN 978-1-4200-9368-1 (hardback). p.505.

Kabata-Pendias, A., & Szteke, B. (2015). Trace elements in abiotic and biotic environments. Taylor & Francis.

Khairy, M.A., Barakat, A.O, Mostafa A.R, and Wade, T.L (2010). “Multielement determination by flame atomic absorption of road dust samples in Delta Region, Egypt”. Microchemical Journal, 97: 234-242.

Landrigan, P.J., Fuller, R., Fisher, S., Suk, W.A., Sly, P., Chiles, T.C., et al., (2019). Pollution and children’s health. Sci. Total Environ. 650 (2):2394-2389.

Mekky, H.S., El-Anwar, A., Salman, S.A., Elnazer, A.A., Abdel Wahab, W., Asmoay, A.S., 2019. Evaluation of heavy metals pollution by using pollution indices in the soil of Assiut District, Egypt. Egyptian Journal of Chemistry, 62(9), 1673-1683.

Negahban, S., & Mokarram, M. (2021). Potential ecological risk assessment of Ni, Cu, Zn, Cd, and Pb in roadside soils. Earth and space science, 8(4), e2020EA001120.

Newton, D. E., & Edgar, K. J., (2010). Chemical Elements (2nd ed.). Gale Cengage Learning.