SEBHA UNIVERSITY JOURNAL OF PURE & APPLIED SCIENCES VOL.21 NO. 1 2022
DOI: 10.51984/JOPAS.V21I1.1762

مجلة جامعة سبها للعلوم البحتة والتطبيقية
Sebha University Journal of Pure & Applied Sciences

Journal homepage: www.sebhau.edu.ly/journal/index.php/jopas

تقييم الآثار البيئية الناتجة عن انتشار الانشطة الصناعية المختلفة و محطات الوقود بالمنطقة الشمالية الغربية للساحل الممتدة من تاجوراء شرقا حتي المايه غربا و جنوبا حتى قصربن غشير و العزيزية

*منصور عويدات سالم[a] و علي عمران الزرقة[b] و عافية سالم النعاس[b] و عمر محمد الشريف[a] و ياسر فتحي نصار[a]

[a]كلية العلوم الهندسية و التقنية، جامعة سبها، ليبيا.
[b] كلية التربية، جامعة سرت، ليبيا

الملخص

في هذه الدراسة تم جمع ستين عينة من التربة الحضرية السطحية لتقدير تركيز كلا من Cd, Pb, Zn, Cu, Ni, Co, Fe, Mn and Cr وكذلك قياس بعض مؤشرات التلوث البيئي وتحديد مصادره. أظهرت النتائج أن متوسط تركيز المعادن الثقيلة المقاسة أعلى من القيم المسموح بها التي حددتها منظمة الصحة العالمية و Canadian Council of Ministers of the environment (CCME). ، بينما اظهرت نتائج مؤشرات التلوث التي تشمل مؤشر التلوث الاحادي (PI) وعامل التلوث (CF) ومؤشر درجة التلوث (Cdeg) وعامل الإثراء (EF) ومؤشر حمل التلوث (PLI) ومؤشر التراكم الجغرافي (Igeo) الي ان منطقة الدراسة إما أنها غير ملوثة أو ملوثة بدرجة متوسطة. كما اشارت الدراسة الي ان مؤشر المخاطر البيئية (SERI) ومؤشر المخاطر البيئية المحتملة (RI) يعتبر من المخاطر البيئية المعتدلة. أظهرت نتائج تحليل المكونات الرئيسية وتحليل العوامل التي تستخدم لتحديد مصادر المعادن الثقيلة في عينات التربة أن المصدر المحتمل لل Cd , Pb , Zn و Cu يأتي بشكل أساسي من الأنشطة البشرية المتعلقة بالعمليات الصناعية وحركة المرور، اما عنصري Ni و Co فربما يكون المصدر المحتمل لهما المكونات الصخرية و التي لها علاقة بمواد أصل التربة ، بينما يكون مصدر كلامن Cr و Cu مصادر مختلطة من المدخلات الطبيعية والبشرية المنشأ. أما عنصر Fe فيعتقد أن مصدره الأساسي هو المدخلات الجيولوجيا.

الكلمات المفتاحية:

المعادن الثقيلة
مؤشرات التلوث البيئء
المخاطر البيئية
تحليل المكون الرئيسي
الانشطة البشرية

Evaluation of the environmental impacts resulting from the spread of various industrial activities and fuel stations in the northwestern region of the coast extending from Tajoura in the east to Maya in the west and south to Qasr Bin-Ghashir and Al-Azeziez

*Mansour A. Salem[a], Ali. A. alzarga[b], Afia S. Alnash[b], Omar M. Sharif[a], Yasser F. Nassar[a]

[a] Faculty of Eng. and Tech. Sebha Uni. Libya
[b] Faculty of Education. Sirte Uni. Libya

A B S T R A C T

Sixty samples of urban surface soil were collected to estimate the concentration of Cd, Pb, Zn, Cu, Ni, Co, Fe, Mn and Cr, and measuring some environmental pollution indices and determination of its sources. The results showed that the mean concentration of measured heavy metals is higher than permissible values set by WHO and Canadian Council of Ministers of the environment (CCME). The results of pollution indices include Single Pollution Index (PI), Contamination Factor (CF), Contamination degree index (Cdeg), Enrichment Factor (EF), Pollution Load Index (PLI), Geoaccumulation index (Igeo) are either unpolluted to moderately polluted. Whoever, Single Ecological Risk Index (SERI) and the Potential Ecological Risk Index (RI) are considered moderate environmental risks. The results of principal component analysis and factor analysis utilize to

Keywords:

Heavy metals
Environmental pollution indices
Environmental risks
principal component analysis
Anthropogenic

*Corresponding author:
E-mail addresses: man.salem@sebhau.edu.ly ,(A. A. alzarga) alialzarga@su.edu.ly ,(A. S. Alnash) afia.salm@su.edu.ly ,(O. M. Sharif) sharif.omar300@gmail.com , (Y. F. Nassar) yas.nassar1@sebhau.edu.ly

Article History : Received 08 February 2022 - Received in revised form 28 March 2022 - Accepted 01 April 2022

determine the sources of heavy metals in soil samples, results show the potential source of Cd, Pb, Zn, and Cu come mainly from human activities which related to industrial processes and traffic, whereas the possible source of Ni and Co could be rock components which related to soil origin materials, whereas, Cr and Cu might originate from mixed sources of natural and anthropogenic inputs. As for the Fe element, it is believed that its sole source is the geological inputs.

1.المقدمة

اشارت العديد من الدراسات و الابحاث لتلوث التربة الحضرية بالمعادن الثقيلة في العديد من المدن على الصعيد العالمي، بالإضافة إلى ذلك، فقد تم تسجيل مستويات تلوث عالية تتجاوز الحدود المسموح بها للعديد من المعادن الثقيلة في مواقع دولية عديدة ، وفي تركيزاتها المنخفضة تعتبر بعض المعادن الثقيلة مثل Mn و Zn و Cu و Mo و Co و Ni و Fe مغذيات صغري أساسية للحفاظ على النظم البيولوجية للحياة [1 – 7] . كما ورد في العديد من هذه الدراسات الي ان المعادن الثقيلة أنطلقت في البيئة نتيجة للتحضر والتصنيع في العقود الأخيرة [8 – 9]. وبما أن التربة هي البالوعة الوحيدة للعديد من الملوثات مثل المعادن الثقيلة التي تنشأ عادة من الخلفية الطبيعية أو من مصادر بشرية تشمل الأنشطة البشرية (الصناعة والتجارة)، وحركة المرور الكثيفة ورواسب الهواء المحمولة جوا، فقد تصبح التربة الحضرية غنية بالعديد من الملوثات التي تنتقل في نهاية المطاف إلى مصادر المياه والمزارع والغلاف الجوي [10]. في التربة الحضرية يكون المصدر الرئيسي للملوثات هو المعادن الثقيلة التي نتجت بشكل خاص من الأنشطة البشرية المنشأ نتيجة للتوسع الحضري والصناعي ، حيث تشمل هذه المصادر طرق التخلص من النفايات البلدية والمنزلية والصناعية وأنشطة التعدين والصهر والعمليات الزراعية والانبعاثات الناجمة عن احتراق الوقود من مصادره المختلفة ، كما و يمكن أن تترسب هذه العناصر اثناء انتقالها من مسافات بعيدة أثناء هجرتها عن طريق الغبار [11 – 14]. ان قدرة المعادن الثقيلة على التراكم في التربة يرتبط بشكل كبير بنوع التربة وخصائصها الفيزيائية والكيميائية وكذلك طبيعة كل عنصر على حدة، ففي البيئة تكون المعادن الثقيلة مستقرة للغاية وبالتالي فهي غير قابلة للتحلل أو الرشح [15] . إن تراكم المعادن الثقيلة في التربة يثير قلقا بالغا بسبب سميتها البيولوجية، ومخاطرها البيئية المحتملة حيث انها غير قابلة للتحلل البيولوجي، وسلوكها التراكمي، وتدميرها للنظام البيئي للتربة، وبالتالي فان تركيزها في التربة يعتبر مؤشرا على درجة التلوث بها حيث يمكن من خلال ذلك تقييم المخاطر البيئية المختلفة التي تتعرض لها البيئة [16]. ان الطرق الشائعة لدخول المعادن الثقيلة لجسم الإنسان يتم عن طريق الاتصال الجلدي أو الاستنشاق أو الابتلاع أو عن طريق السلسلة الغذائية ، حيث أنها و بمجرد دخولها إلى الجسم يمكن أن تتراكم فيه و ذلك بسبب خصائصها التراكمية غير القابلة للتحلل [17 - 18]. وبمجرد انتقال المعادن الثقيلة من البيئة المحيطة ودخولها إلى البشر أو الحيوانات بأي وسيلة، فإنها تصبح مهددة لحياتهم، و يمكن أن تسبب العديد من الأمراض مثل الآفات الجلدية، وسرطان الجلد، والاعتلال العصبي المحيطي، وأمراض الأوعية الدموية، وإتلاف الجهاز المناعي والغدد الصماء الأنزيمية [8].

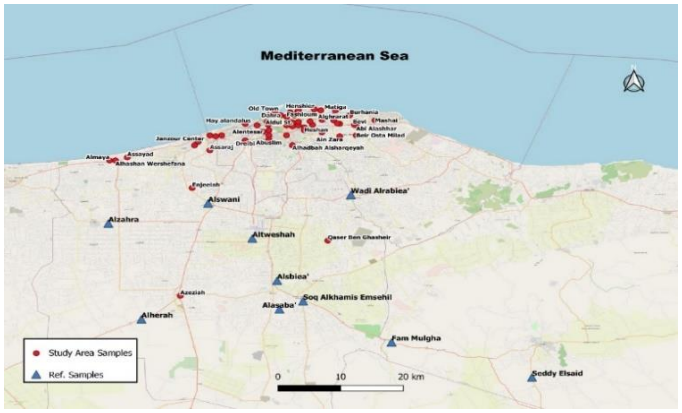
2. الهدف من الدراسة.

تم اجراء هذه الدراسة في العام 2017م بمنطقة الساحل الشمالي الغربي في ليبيا و الممتد من المايه غربا الي تاجوراء شرقا وجنوبا حتي منطقة قصر بن غشير و العزيزية ، حيث تهدف هذه الدراسة لتقدير تركيز بعض العناصر الثقيلة المتمثلة في Cd ، Pb، Zn، Cu، Ni، Co، Fe، Mnو Cr ، و كذلك معرفة مدي التلوث المحتمل بها، اضافة لتقييم المخاطر البيئية الناتجة من هذا التلوث و بعض المؤشرات الأخرى و العلاقة بينها وبين مصادرها المحتملة باستخدام بعض التحاليل الاحصائية متعددة المتغيرات، و من خلال البحث اتضح انه لم تجرى أي دراسات سابقة لمنطقة الدراسة لتقييم مدى التلوث أو المخاطر البيئية المحتملة لتركم المعادن الثقيلة الناتجة من الانشطة الصناعية المختلفة و محطات الوقود..

3. المواد وطرق العمل.

1.3. موقع الدراسة و جمع عينات التربة.

تم اجراء هذه الدراسة على المنطقة الساحلية الشمالية الممتدة من تاجوراء شرقا حتي منطقة المايه غربا ومنطقة قصر بن غشير و العزيزية جنوبا و تمتاز هذه المنطقة بالكثافة السكانية و بكثرة الانشطة الصناعية و الزراعية و التجارية وحركة النقل (الشكل 1) ، تم جمع 60 عينة تربة عشوائيا (لم يتم اختيار المواقع حسب توزيع محدد و معين) وتم تحديد مواقعها بواسطة نظام تحديد المواقع العالمي Global Positioning System (GPS) و ذلك خلال العام 2017م ، تم جمع عينات التربة من المناطق الصناعية ، التجارية ، السكنية ، الورش ومحلات الصيانة المختلفة ، محطات الوقود ، محلات طلاء السيارات ، مواقع تجميع الخردة بأنواعها وبمحاذاة الطريق المعبد ومن الشوارع الترابية . كما تم جمع 10عينات تربة مرجعية من مناطق غير زراعية و بعيدة عن الازدحام الحضري او الاماكن الصناعية . وكانت جميع العينات بمعدل عينة مركبة (تتكون من خلط ثلاثة مكررات) لكل منطقة ، تم جمع حوالي 1.0كجم من التربة السطحية بعمق 0 - 15 سم ووضعت في اكياس البولى ايثلين دون عليها رقم العينة و موقعها ونقلت الى المختبر. بعد تنظيفها من المواد الغير مرغوب فيها كالحجارة او اي مواد اخري دخيلة جففت عينات التربة هوئيا عند درجة حرارة الغرفة لمدة اسبوعين ، تم طحن التربة الجافة وغربلت بغربال بلاستيكي قطره 2 مم و حفظت لحين اجراء التحاليل عليها [60].



شكل 1. منطقة الدراسة موضح عليها مواقع جمع العينات

2.3. استخلاص العناصر الثقيلة و التحليل الكيميائي لعينات التربة.

تم استخلاص العناصر الثقيلة من عينات التربة حسبما ذكره [19] حيث تم وضع 0.5 جم من العينة الجافة و المغربلة بغربال قطره 2.0ملم في دورق زجاجي و اضيف اليها 8.0 مل خليط من (3:1) $HCl: HNO_3$ تم بعد ذلك اضيف اليها 3.0 مل من $HClO_4$ و تركت لمدة 6 ساعات على مسخن عند 90 يجب أن تحتوي على تفاصيل طريقة إجراء البحث والتحاليل الإحصائية والمراجع المستخدمة لهم. م° لهضمها ، بعد اتمام عملية الهضم رشح المتبقي بواسطة ورق ترشيح وتمان 42 و أكمل الحجم إلى 25 مل بالماء الخالي من الأيونات. تم استخدام الماء الخالى من الايونات كشاهد. و تم قياس تركيز العناصر في مستخلص العينات باستخدام جهاز امتصاص الطيف الذري (Atomic Absorption Spectrometry) AAS موديل Analytik Jena, NOVA-A400, Germany ، بطرقة اللهب (اكسجين - استيلين) تم تقدير تركيز العناصر المدروسة بمقارنتها بالمنحنيات القياسية لكل عنصر،

3.3. تقدير مستويات التلوث في التربة

1.3.3. مؤشر التلوث الأحادي (PI) Single pollution Index .

يمثل مؤشر التلوث الأحادي (PI) العلاقة بين تركيز المعادن الثقيلة في عينة التربة و تركيزها في عينات التربة المرجعية (الخلفية) ، كما يمكن استخدامه أيضا لتحديد العنصر الذي يمثل أعلى تهديد لبيئة التربة حسبما اشار اليه [21- 20]. و يعتبر مؤشر التلوث الأحادي ضروريا أيضا لحساب المؤشرات المعقدة الأخرى مثل مؤشر تحميل التلوث (PLI) ، مجموع التلوث (PIsum) ومؤشر التلوث (PINemerow). يتم حساب مؤشر PI من المعادلة ادناه (1) ، و يتم تقييم مؤشر التلوث الاحادي من خلال الجدول 1.

$$PI=Cn/GB \qquad (1)$$

حيث ان:

Cn = محتوى المعادن الثقيلة في التربة

GB = قيمة الخلفية الجغرافية للعنصر في التربة البكر.

2.3.3. مؤشر التراكم الجغرافي (Igeo) Geoaccumulation Index .

مؤشر التراكم الجغرافي (Igeo) واحد من المؤشرات الاكثر استخداما للقياس الكمي لمستوى التلوث بالمعادن ، حيث اقترحه [22] ، ويستخدم هذا المؤشر على نطاق واسع لتقييم مستويات تلوث المعادن الثقيلة في التربة الحضرية من خلال مقارنة التركيزات الحالية والتركيزات في الاراضي البكر و التي لم تقم عليها اي انشطة بشرية سوء زراعية او صناعية ، يتم تقدير مؤشر التراكم الجغرافي في التربة كما هو مبين في الجدول 1، و يتم حساب Igeo باستخدام المعادلة (2).

$$Igeo=\log2\ (Cn/(Bn * 1.5) \qquad (2)$$

حيث ان

Cn = تركيز العنصر في عينة التربة،

Bn = تركيز العنصر في التربة غير الملوثة والبعيدة عن أي مصدر للملوثات، اما 1.5 فهو ثابت مقترح لتحليل التقلبات الطبيعية في محتوى مادة معينة في البيئة والكشف عن التأثيرات البشرية الصغيرة جد .[23].

3.3.3. عامل التلوث Concentration Factor (CF) .

يستخدم عامل التلوث على نطاق واسع لرصد مدى التلوث بالعناصر الثقيلة، و يستخدم لتقييم درجة التأثير كنتيجة للنشاط البشري ، كما يمكن استخدامه للتمييز بين أصل المعادن سواء كان ذلك من الأنشطة البشرية أو من النواتج الطبيعية [24] ، وتم تصنيف مستوى التلوث على مقياس يتراوح بين 1 الى 6 استنادا إلى كثافة التلوث ويمكن تقدير عامل التلوث حسبما ذكره [25] ، كما هو مبين في الجدول 1. و يتم حساب عامل التلوث من المعادلة التالية (3).

$$CF= Cs/Gr \qquad (3)$$

حيث ان

Cs = تركيز المعادن في عينة التربة

Cr = تركيز المعادن في تربة الموقع المرجعي.

جدول 1: مؤشرات التلوث - مؤشر التلوث الأحادي (PI) ، مؤشر التراكم الجغرافي (Igeo) ،عامل التلوث (CF)

مؤشر التلوث (PI)			مؤشر التراكم الجغرافي (Igeo)			عامل التلوث (CF)		
الدرجة	قيمة PI	مستويات تلوث	الدرجة	قيمة Igeo	مستوى التلوث	الدرجة	درجة التلوث	التلوث مستوى
0	PI ≤ 1	تلوث منخفض	0	Igeo ≤ 0	غير ملوث جزئيا	1	CF < 1	منخفض
1	1 < PI ≤ 3	تلوث معتدل	1	0 < Igeo < 1	غير ملوث إلى ملوث بشكل معتدل	2	1 < CF < 3	المعتدل
2	PI > 3	التلوث عالي	2	1 < Igeo < 2	ملوثة بشكل معتدل	3	3 < CF < 6	معتبر
3	-	-	3	2 < Igeo < 3	معتدل إلى ملوث بشدة	4	6 > CF	عالية جدا
4	-	-	4	3 < Igeo < 4	ملوثة بشدة	5	-	-
5	-	-	5	4 < Igeo < 5	ملوثة بشدة إلى ملوثة للغاية	6	-	-
6	-	-	6	5 < Igeo	ملوثة للغاية	7	-	-

4.3.3. مؤشر حمل التلوث Pollution Load Index (PLI) .

يعتبر مؤشر حمل التلوث وسيلة مفيدة و يستخدم عادة لتقييم درجة التلوث في التربة ، كما انه يعتبر وسيلة سهلة لتقدير مدي التدهور الحاصل لحالة التربة نتيجة لتراكم المعادن الثقيلة بها. وقد اقترح [26] ، ان مؤشر حمل التلوث يمكن ان يقسم الى ستة درجات (الجدول 2). و لحساب مؤشر حمل التلوث في التربة اقترح [21] المعادلة ادناه (4).

$$PLI = (PI_1 + PI_2 + PI_3 + PI_4 + PI_5 \dots PI_n)^{1/n} \qquad (4)$$

5.3.3. عامل الوفرة Enrichment Factor (EF) .

يستخدم عامل الوفرة لتقييم مدي وجود و شدة ترسب الملوثات البشرية المنشأ على التربة السطحية (الجدول 2) اضافة لامكانية استخدامه لتحديد المنشأ المحتمل للمعادن الثقيلة [27] . وأفاد [28] بأن عامل الوفرة طريقة مناسبة للتمييز بين مصادر وفرة المعادن الثقيلة في التربة سواء كانت مصادرها طبيعية أو بشرية، غالبا ما تستخدم العناصر Fe ، Al ، Ti ، Sr ، K و Si

كعناصر مرجعية في تحديد عامل الوفرة ، حيث تتميز هذه العناصر بقلة تباين منخفض [29-31] . تشير قيمة EF بين 0.05 - 1.5 الى ان مصدر المعادن الثقيلة في الغالب طبيعي، بينما تشير قيمة EF > 1.5 الى ان المصدر المحتمل للمعادن الثقيلة الانشطة البشرية المختلفة. و يمكن حساب عامل الوفرة للمعادن الثقيلة في عينات التربة كما ذكر [32] ، حسب المعادلة (5).

$$EF = (C_n/C_{ref})/(B_n/B_{ref}) \quad (5)$$

حيث ان:

Cn = تركيز العنصر في التربة،

C_{ref} = تركيز العنصر المرجعي (Fe).

Bn = تركيز العنصر في التربة المرجعية (الخلفية) ،

B_{ref} = تركيز خلفية العنصر المرجعي (Fe).

جدول 2: مؤشر معامل حمل التلوث و معامل الوفرة.

مؤشر حمل التلوث (PLI)			عامل االوفرة (EF)		
الدرجة	قيمةPLI	مستويات التلوث	الدرجة	قيمة EF	مستوى التلوث
1	1 ≥PLI	غير ملوث	0	EF < 1	لا وفرة
2	2 ≥PLI ≥ 1	غير ملوث إلى ملوث بشكل معتدل	1	1 < EF <3	وفرة بسيطة
3	3 ≥PLI ≥ 2	ملوثة بشكل معتدل	2	3 < EF< 5	وفرة معتدلة
4	4 ≥PLI ≥ 3	معتدل إلى عالي الملوثة	3	5 < EF < 10	وفرة معتدلة شديدة
5	5 ≥PLI ≥ 4	ملوثة عالية	4	10 < EF < 25	وفرة شديدة
6	PLI >5	ملوثة عالية جدا	5	25 < EF < 50	وفرة شديدة جدا
-	-	-	6	50 < EF	وفرة فائقة الارتفاع

6.3.3. درجة التلوث (Cdeg) Contamination degree .

درجة التلوث مؤشر أخر يستخدم لتقييم التلوث، حيث يعبر عن مجموع عوامل التلوث لجميع العناصر التي ادت لحدوث التلوث، وتشير درجة التلوث إلى إجمالي ومدى درجة التلوث بموقع الدراسة ، وتنقسم درجة التلوث إلى أربع مجموعات (الجدول 3) ، وتحسب على النحو المقترح من قبل[33] من خلال المعادلة التالية (6).

$$C_{deg} = \sum_{i=1}^{n} C_f \quad (6)$$

حيث ان:

Cf = عامل التلوث للعنصر،

n = عدد العناصر التي تم تحليلها.

7.3.3. مؤشر المخاطر البيئية المحتملة Potential Ecological Risk (RI) index.

غالبا ما يستخدام مؤشر المخاطر البيئية المحتملة لتقييم درجة الخطر البيئي الناجم عن تراكيز المعادن الثقيلة في البيئة ، حيث تم اقتراح هذا المؤشر من قبل [33] ، تم تصنف RI إلى خمس فئات طبقا لجودة التربة حسبما اقترحة [34]الجدول 3، و يمكن حساب قيمة RI طبقا للمعادلة ادناه (7).

$$RI = \sum_{i=1}^{n} E_r^i \quad (7)$$

حيث ان

n = عدد المعادن الثقيلة

E_r^i مؤشر عامل واحد للخطر البيئي و يتم حسابه على أساس المعادلة (8).

$$E_r^i = T_r^i \, x \, C_f \quad (8)$$

حيث ان

T_r^i = معامل استجابة السمية لمعدن واحد.

و تقدر استجابة السمية لعنصر واحد حسبما اشار اليه [35 - 36] ، ان معامل استجابة السمية لكلا من، Pb = 5 ، Zn =1 ، Cu =5 ، Ni =5 ، Co =2، Mn =1 ، Cr =2 ، Fe =1 ، Cd =30.

C_f = قيم معامل التلوث.

جدول 3: المخاطر البيئية المحتملة الفردي (E_r^i) ، المخاطر البيئية الكامنة المحتملة (RI) ، درجة التلوث (Cdeg)

مؤشر معامل الخطر البيئي الفردي (E_r^i)		مؤشرالمخاطر البيئية المحتملة (RI)		درجة التلوث (Cdeg)	
الدرجة	(E_r^i)	مستوي المخاطر	قيمة RI	المخاطر البيئية	قيمة C deg	مستوى التلوث
1	$E_r^i < 40$	مخاطر منخفضة	RI < 150	مخاطر منخفضة	Cdeg <8	درجة منخفضة من التلوث
2	$40 < E_r^i < 80$	مخاطر معتدلة	RI < 300 > 150	مخاطر معتدلة	Cdeg <16 ≥ 8	درجة معتدلة من التلوث
3	$80 < E_r^i < 160$	مخاطر كبيرة	RI <600 > 300	مخاطر معتبرة	Cdeg <32 ≥ 16	درجة كبيرة من التلوث
4	$160 < E_r^i < 320$	مخاطر عالية	RI < 600	مخاطرعالية جدا	Cdeg ≥ 32	درجة عالية جدا من التلوث
5	$320 < E_r^i$	مخاطر عالية جدا	-	-	-	-

4. التحليل الإحصائي.

تم استخدام برنامج SPSS الإصدار 26 لإجراء التحاليل الإحصائية و التي شملت إحصاءات وصفية لتحديد الحد الأدنى والحد الأقصى والمتوسط الحسابي والخطاء المعياري والانحراف المعياري لتقييم تركيز المعادن الثقيلة في عينات التربة و كذلك تحليل المكونات الاساسية و التحليل العاملي.

5. النتائج والمناقشة

1.5. تقدير تراكيز المعادن الثقيلة في عينات التربة.

يظهر الجدول 4، بعض الإحصاءات الوصفية و تركيز المعادن الثقيلة في ستين موقعا من التربة السطحية الحضرية و كذلك قيم الخلفية الجغرافية للتربة

المرجعية بمنطقة الدراسة الشكل 1، حيث كان متوسط تركيز المعادن الثقيلة Cd ، Zn ، Pb، Cu ، Ni، Co ، Fe ، Mn و Cr ، 3.80، 38.20 ،172.53، 30.28 ، 19.74، 29.36 ، 27516 ، 235.60 و 192.38 ملجم/كجم تربة جافة على التوالي، و هذه القيم تجاوزت قيم الخلفية الجغرافية للتربة المرجعية و التي بلغ متوسطها 2.60 ، 28.20 ، 108.40 ، 24.80 ، 17.10 ، 20.0 ، 19617 ، 189.10 ، و 77.80 ملجم/كجم تربة جافة على التوالي. كما تجاوز تركيز هذه العناصر الحدود المسموح بها [43 ، 59] ، اظهرت النتائج تفاوت كبير في تركيز هذه المعادن بين عينات التربة في مواقع الدراسة، حيث تراوح تركيزها بين 1.43 - 8.47 ، 18.77 - 64.17 ، 26.93 - 266.43، 13.67 - 49.67 ، 6.43 - 36.33 ، 12.67 - 47.67 ، 11715 - 39414، 114 - 299 و 62.67 - 270.67 ملجم/كجم تربة جافة للعناصر اعلاه على التوالي. اما ترتيب تركيز هذه المعادن في التربة فقد كان على النحو التالي، Fe>Mn>Cr>Zn>Pb>Cu>Co>Ni>Cd. ان تسجيل تراكيز عالية من هذه المعادن في عينات التربة بمنطقة الدراسة مقارنة بتركيزها في التربة المرجعية يدل دلالة واضحة على وجود مستويات عالية و مهمة من التلوث بها ، كما تظهر النتائج بوضوح أن الأنشطة البشرية المنشأ هي المصدر الرئيسي لتلوث التربة ، كما اظهرت النتائج درجة عالية من التباين في تركيز هذه المعادن حسبما اظهره معامل التباين الكبير، وأفاد [40] ان معامل الاختلاف المرتفع يعكس الاختلاف الكبير في توزيع تركيز المعادن و العناصر الثقيلة المنبعثة من الانشطة البشرية المختلفة. كما تُظهر النتائج أيضًا انحرافات معيارية كبيرة باستثناء الكادميوم ، مما يشير إلى تباين واسع في تركيزهذه المعادن في التربة الحضرية. و يشير معامل الالتواء إلى أن توزيع المعادن التقيلة في التربة يعتبر توزيع طبيعيا حسبما اشار اليه [37]. و قد اشار [38] لوجود تركيز عالي لبعض المعادن الثقيلة في عينات التربة التي جمعت من مدينة مصراتة، كما تمت الاشارة لوجود تراكيز عالية من المعادن الثقيلة في التربة الحضرية في بعض المواقع [39 - 40]، نتائج هذه الدراسة مشابهة للنتائج التي أبلغ عنها [41- 42]. و يعزي وجود تراكيز عالية للمعادن الثقيلة في عينات التربة بمنطقة الدراسة إلى الأنشطة البشرية التي وقعت في البيئة الحضرية. وكشفت النتائج أن جميع المعادن الثقيلة التي درست ما عدا النيكل (43.3%) تجاوزت الحدود المسموح بها [43] . ويلاحظ أن بعض العناصر الثقيلة أظهرت انحرافا معياري كبير وربما يرجع ذلك نتيجة لعدم انتظام توزيع المعادن الثقيلة في المواقع التي تم أخذ عينات منها [44]، و قد يعزى عدم انتظام توزيع هذه المعادن إلى بعض الأنشطة البشرية والعمليات الطبيعية مثل التجوية والتآكل [45] .

الجدول 4: بعض التحاليل الوصفية لمتوسط تركيز المعادن الثقيلة ملجم/كجم تربة جافة ، لعينات التربة بمنطقة الدراسة

البارامتر \ العنصر	Cd	Pb	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr
القيمة الصغرى	1.43	18.77	26.93	13.67	6.43	12.67	11715	114	62.67
القيمة الكبرى	8.47	64.17	266.43	49.67	36.33	47.67	39414	299	270.67
المتوسط الحسابي	3.8	38.2	172.53	30.28	19.74	29.36	27561	235.6	192.38
الانحراف المعياري	1.93	11.77	62.05	7.62	8.83	10.51	8653	47.1	59.79
معامل التباين	50.79	30.81	35.96	25.16	44.73	35.80	31.40	20.00	31.08
معامل الالتواء	0.823	0.294	0.345-	0.327	0.356	0.079	0.25-	0.804-	0.664-
التراكم الجغرافي (Igeo)	2.6	28.2	108.4	24.8	17.1	20	19617	189.1	77.8
منظمة الصحة العالمية ا	0.4	20	60	14	18	5	-	18	15
CCMEج،د	1.4، د	70، د	200، د	63، د	15	10، ج	-	-	64، د

CCME = المجلس الكندي لوزارات البيئة ، ج=1991، د = 2007 [59]

(أ) منظمة الصحة العالمية 2004 [43]

(ب) (-) غير مشار اليها في المراجع

2.5. تقييم مستويات التلوث و مؤشرات الخطر البيئي للمعادن الثقيلة بمنطقة الدراسة.

1.2.5. مؤشر التلوث الأحادي (PI).

تراوح متوسط مؤشر التلوث الاحادي للعناصر الثقيلة بعينات التربة المدروسة الجدول 5 ، بين 0.987 - 2.473، مما يشير إلى أن التربة ملوثة بشكل معتدل حسب تصنيفها من قبل [20] ، وسجل Co اقل مؤشر تلوث احادي بلغ (0.987) بينما سجل Cr اعلى مؤشر تلوث احادي بلغ (2.473) ، كما ان ترتيب العناصر طبقا لمؤشر التلوث الاحادي كانت على النحو Cr>Zn>Cd>Fe>Pb>Mn>Cu>Ni>Co وهذه النتيجة مماثلة للنتائج التي اشار اليها [42 , 46]

جدول 5: متوسط مؤشر التلوث الاحادي (PI) للعناصر الثقيلة في عينات التربة.

البارامتر \ العنصر	Cd	Pb	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr
الحد الأدنى	0.550	0.666	0.248	0.551	0.376	0.322	0.597	0.603	0.806
الحد الاعلى	3.258	2.276	2.449	2.003	2.125	1.817	2.009	1.581	3.479
المتوسط الحسابي	1.461	1.354	1.586	1.221	1.154	0.987	1.405	1.246	2.473
الخطاء المعياري	0.096	0.054	0.074	0.04	0.067	0.057	0.057	0.032	0.099
الانحراف المعياري	0.743	0.417	0.57	0.307	0.516	0.441	0.441	0.249	0.769

2.2.5. مؤشر التراكم الجغرافي (Igeo).

يظهر الجدول 6. متوسط قيم التراكم الجغرافي (Igeo) لعينات التربة الحضرية بمنطقة الدراسة حيث كانت قيمة التراكم الجغرافي للعناصرbP ، Cd ، Zn ، Cu ، Ni ، Co ، Fe ، Mn ، Cr على النحو 1.648، 0.987، 0.937، 0.978، 0.769، 0.814، 1.061، 0.903، 0.974 على التوالي، وتشير هذه النتائج إلى أن Cd ، Pb ، Cu، Ni ، Co ، Fe و Mn تقع ضمن الفئة غير الملوثة او الملوثة بشكل معتدل ، بينما يصنف Zn و Cr على انه ملوث معتدل طبقا لما ذكر[22] . اما ترتيب قيم مؤشر التراكم فقد كان على النحو

Fe > Pb > Ni > Cu < Cr > Zn > Mn > Co > Cd

جدول 6: متوسط قيمة Igeo للمعادن الثقيلة في عينات التربة بمنطقة الدراسة

البارامتر \ العنصر	Cd	Pb	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr
القيمة الصغرى.	0.367	0.444	0.166	0.367	0.251	0.422	0.398	0.478	0.537
القيمة الكبرى	2.172	1.517	1.639	1.335	1.416	1.589	1.339	1.253	2.319
المتوسط الحسابي	0.974	0.903	1.061	0.814	0.769	0.978	0.937	0.987	1.648
الخطاء المعياري	0.064	0.036	0.049	0.026	0.044	0.045	0.038	0.025	0.066
الانحراف المعياري	0.495	0.278	0.382	0.205	0.344	0.35	0.294	0.197	0.512
التباين	0.245	0.077	0.146	0.042	0.118	0.123	0.086	0.039	0.263

3.2.5.عامل الوفرة (EF).

تم حساب عامل الوفرة للعناصر الثقيلة المدروسة ، وتم اختيار Fe كعنصر مرجعي، يبين الجدول 7، الحد الأدنى والحد الأقصى والمتوسط و كذلك الخطاء المعباري لقيم EF للمعادن الثقيلة المقاسة في عينات التربة ، تراوحت قيم EF للـ Cd و Pb و Zn و Cu و Ni و Co و Fe و Mn و Cr بين 0.425 - 2.219 ، 0.555 - 1.908، 0.186 - 1.884، 0.333 - 2.007، 0.425 - 1.430، 0.444 - 1.166 و 0.612 -2.641 على التوالي و بلغ متوسطها 1.129، 1.136، 1.194، 1.044، 1.023، 1.236، 1.00، 0.918 و 1.877 على التوالي. تشير النتائج الى ان قيم المتوسط والقيم القصوى لجميع المعادن الثقيلة المدروسة تقع بين 1.0 - 3.0 مما يدل على ان عامل الوفرة للعناصر المدروسة يقع ضمن فئة الوفرة الصغري وفقا للتصنيف الذي اقترحه [28] الجدول 2، و يعزي تسجيل قيم وفرة صغري بشكل عام بمنطقة الدراسة لعدم وجود صناعات ثقيلة. و في دراسة [47] تم تسجيل قيم وفرة عالية لكلا من ، Cd =287.13، Co = 78.13، Ni = 31.88، Cr = 28.31، Pb = 19.62، Cu = 12.00 و Zn = 10.87، في مدينة الفلوجة العراقية نتيجة للعمليات العسكرية التي وقعت في المدينة .

جدول 7: قيم عامل الوفرة EF للمعادن الثقيلة في عينات التربة

البارامتر \ العنصر	Cd	Pb	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr
القيمة الصغرى.	0.425	0.558	0.186	0.471	0.333	0.533	0.425	0.444	0.612
القيمة الكبرى	2.519	1.908	1.844	1.713	1.883	2.007	1.430	1.166	2.641
المتوسط الحسابي	1.129	1.136	1.194	1.044	1.023	1.236	1.000	0.918	1.877
الخط المعياري	0.074	0.045	0.055	0.034	0.059	0.057	0.041	0.024	0.075

4.2.5. عامل التلوث (CF).

يعرض الجدول 8، عامل التلوث للمعادن الثقيلة لعينات التربة التي تم جمعها من منطقة الدراسة حيث تراوح عامل التلوث بها ما بين 1.16 بالنسبة للـ Ni و 2.46 بالنسبة للـ Cr ، و تعتبر منطقة الدراسة معتدلة التلوث وفقا لما اقترحه [25] الجدول 1، حيث بلغ عامل التلوث (3 > CF >1) ، كما أظهرت النتائج أن جميع المواقع بمنطقة الدراسة ملوثة بشكل معتدل و بدرجات متفاوتة. ويمكن ترتيب عامل تلوث المعادن الثقيلة بهذه المواقع على النحو ، Cr > Zn > Co > Cd > Fe > Pb > Mn > Cu > Ni ، وهذه النتيجة مشابهة للنتائج التي تم الحصول عليها من قبل [34] .

5.2.5 مؤشر حمل التلوث (PLI).

يستخدم مؤشر حمل التلوث لتقييم التلوث بالمعادن الثقيلة في التربة الحضرية ، يظهر الجدول 8 ان قيم PLI في عينات التربة المدروسة تراوحت بين 0.70 - 1.73 و بلغ متوسطه 1.34± 0.02، تشير النتائج إلى أن PLI لجميع المواقع غير ملوثة إلى ملوثة بشكل معتدل (1 ≥ 2 ≥ PLI) وفقا لتصنيف PLI الذي اقترحه [26].

6.2.5. درجة التلوث (Cdeg).

يمكن تقييم درجة التلوث الكلي للمواقع التي تم أخذ العينات منها على أساس درجة تلوث التربة ، الجدول 8 يبين درجة التلوث لهذه المواقع حيث تراوحت درجة التلوث بها بين 9.90 -16.72 ، و بلغ متوسطها 13.350± 0.195. و وفقا للتصنيف الذي اقترحة [33] تعتبر منطقة الدراسة معتدلة التلوث حيث بلغت درجة التلوث (16> Cdeg ≥ 8). تظهر النتائج تباينا في درجة تلوث التربة بين العينات بمنطقة الدراسة و يعزى ذلك إلى طبيعة اختلاف النشاط البشري من موقعا الى موقع اخر..

جدول 8: متوسط قيم: عامل التلوث (Cf)، ومؤشر حمل التلوث (PLI) ودرجة التلوث(Cdeg) في عينات تربة الدراسة

المؤشر / البارامتر	عامل التركيز (CF)									PLI	Cdeg
	Cd	Pb	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr		
القيمة الصغرى	0.55	0.67	0.07	0.55	0.38	0.63	0.60	0.02	0.81	0.70	9.90
القيمة الكبري.	3.26	3.19	2.63	1.88	2.13	2.83	2.01	2.09	3.48	1.73	16.72
المتوسط الحسابي	1.45	1.38	1.55	1.21	1.16	1.48	1.40	1.24	2.46	1.34	13.35
الخطاء المعياري	0.10	0.06	0.08	0.04	0.07	0.07	0.06	0.04	0.10	0.02	0.19
الانحراف المعياري	0.75	0.48	0.61	0.29	0.51	0.55	0.44	0.31	0.77	0.19	1.51
التباين	0.56	0.23	0.36	0.09	0.26	0.3	0.20	0.10	0.59	0.04	2.28

7.2.5. مؤشر المخاطر البيئية الاحادي (E_r^i) و المخاطر البيئية الكامنة (RI).

يبين الجدول 9 نتائج مؤشر المخاطر البيئية الأحادي (E_r^i) و كذلك مؤشر المخاطر البيئية الكامنة (RI) للمعادن الثقيلة لعينات تربة منطقة الدراسة . اظهرت النتائج ان مؤشر االمخاطر البيئية الأحادي (E_r^i) للمعادن الثقيلة في التربة كان بالترتيب على النحو Cd < Pb < Cu < Ni < Cr < Co < Zn < Fe < Mn، من خلال النتائج يتضح ان مؤشر الخطر البيئي الأحادي (E_r^i) للكادميوم هو الاعلى حيث تراوح بين 16.5 - 97.74 مع متوسط 43.51±2.91 ، ومع ذلك فأن 48.33% من العينات كانت منخفضة الخطر البيئي الأحادي حيث ان ($E_r^i < 40$) و ما نسبته 41.67% متوسط الخطر البيئي الأحادي ($40 < E_r^i < 80$) بينما مثل ما نسبته 10.0% خطر بيئي احاي كبيرة جدا ($80 < E_r^i < 160$) . وأظهرت النتائج أن عنصر الكادميوم يشكل أكبر خطر على البيئة وعلى الإنسان. و قد سجل مؤشر الخطر البيئي الاحادي $\left(E_r^i\right)$ للكادميوم تذبذبا كبيرة حيث تراوحت قيمته 16.50 - 97.74 مقارنة بالمعادن الثقيلة الأخرى، ويمكن أن يعزى الخطر البيئي الاحادي الكبير (E_r^i) بالنسبة للكادميوم إلى استخدام الأسمدة الكيميائية ولا سيما الفوسفاتية في الحقول الزراعية و مواد الطلاء وطرق و الية التخلص من النفايات في المنطقة [48] ، و قد بلغ الحد الأقصى لمؤشر الخطر البيئي الاحادي $\left(E_r^i\right)$، 15.97 ، 10.63 ، 9.79 ، 4.92 ، 2.97 ، 1.55 ، 1.40 ، 1.24 لكلا من Pb، Ni ، Cu ، Cr ، Co ، Zn ، Fe ، Mn على التوالي ، وجميع هذه القيم اقل من القيمة المنخفضة للمخاطر البيئية الأحادية وهي $(E_r^i < 40)$ طبقا لما اقترحة [35] الجدول 3، مما يشير إلى أن هذه المعادن الثقيلة لديها مخاطر بيئية منخفضة محتملة. اما قيم مؤشر المخاطر البيئية الكامنة (RI) للمعادن الثقيلة فقد تراوح بين 41.0 - 132.0 و كان متوسطه 74.4±2.98 ، الجدول 9 و طبقا لما اقترحة [33] فان المعادن الثقيلة المدروسة في عينات التربة الحضرية بمنطقة الدراسة تعتبر ذات خطر بيئ كامن منخفض جدا حيث ان RI < 150 ، الجدول 3 . بينما اشار [48] الي ان قيمة المخاصر البيئية الكامنة RI يمكن ان تشكل خطرا بيئيا محتملا بدرجة معتدلة اذا تراوحت قيم RI بين 65 - 130، ففي هذه الحالة يعتبر ما نسبته 58.33% من عينات الدراسة ذات مؤشر بيئيا خطرا معتدلا كامنا و يمكن أن يعزى ذلك إلى سمية المعادن التي تطلقها الأنشطة البشرية المنشأ مثل العمليات الصناعية والممارسات الزراعية والمصادر الطبيعية [36] .و قد افاد [49] الى ان الكادميوم يساهم بشكل كبير في رفع مؤشر المخاطر البيئية الكامنة في النظم البيئة ، ان نتائج هذه الدراسة تتفق مع النتائج التي اشار الها كلا من [36 ,50- 53]. لقد تمت الاشارة لوجود مخاطر بيئيةعالية في المناطق الحضرية في بنغلاديش [48] و في التربة الحضرية لمدينة أنشان الصناعية الفولاذية في الصين [21] و كذلك في عينات تربة تم جمعها من مواقع مختلفة في الهند[54].

جدول 9: مؤشر المخاطر البيئية الاحادي (E_r^i) و مؤشر المخاصر البئية المحتملة (RI) للمعادن الثقيلة

المؤشر / البارامتر	مؤشر المخاطر البيئية الاحادي (E_r^i) للمعادن الثقيلة									RI
	Cd	Pb	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	
القيمة الصغرى	16.5	3.33	0.07	2.76	1.89	1.27	0.6	0.02	1.61	41.0
القيمة الكبري	97.74	15.97	2.63	9.79	10.63	5.66	2.01	2.09	6.96	132.0
المتوسط الحسابي	43.51	6.89	1.55	6.13	5.79	2.97	1.40	1.24	4.92	74.4
الخطاء المعياري	2.91	0.31	0.08	0.20	0.33	0.14	0.06	0.04	0.2	2.98
الانحراف المعياري	22.58	2.408	0.6	1.53	2.57	1.12	0.44	0.31	1.53	23.11
التباين	509.77	5.787	0.367	2.35	6.63	1.25	0.20	0.10	2.35	534.19

3.5. تحليل المكون الرئيسي Principal Component analysis (PCA) وتحليل العامل Factor Analysis (FA) ، لتحديد مصدر العناصر الثقيلة في عينات تربة الدراسة.

تم إجراء تحليل المكون الرئيسي و تحليل العامل لتحديد مصادر المعادن الثقيلة المقاسة في عينات التربة في هذه الدراسة ، الجدول 10، حيث تم استخلاص أربعة مكونات تشرح ما نسبته 58.546% من التباين الكلي وفقًا لقيم eigenvalues الأولية >1. يفسر العامل الأول و الذي نسبته 18.342% و الذي يشير الي تحميله بي الكادميوم والرصاص والزنك والنحاس ، و يفسر العامل الثاني ما نسبته 14.760% ويشير الى تحميله بي Ni و Co و Mn. اما العامل الثالث يفسر 12.834% ويشبر الى تحميله بي Cr ، بينما يفسرالمكون الرابع ما نسبته 12.621% ويشير الى تحميله بي الحديد. اظهرت النتئج ان

المصدر الرئيسي للمعادن الثقيلة في المكون الأول PC1 (الكادميوم و الرصاص والزنك والنحاس) تاتي بشكل أساسي من الأنشطة البشرية ذات العلاقة بي العمليات الصناعية وحركة المرور [42,40] ، بينما يمكن أن يكون مصدر المعادن في المكون الثاني PC2 و الذي يتضمن Ni، Co مكونات صخرية مرتبطة بمواد أصل التربة. اظهرت النتائج الجدول 4 ، ان تركيز Ni في عينات التربة أعلى قليلاً من تركيزه في عينات التربة المرجعية و يمكن اعتبار مصدره طبيعيا[55]. اما المكون الثالث PC3 فهيمن عليه التحميل السلبي لـ Cr و الايجابي لـ Cu مما يشير إلى وجود مصدر مختلط من كل من المدخلات الطبيعية والبشرية [56] . و يحتوي المكون الرابع PC4 على الحديد فقط ، ونعتقد أن مصدر هذا العنصر ساهم بشكل أساسي في المدخلات الجيولوجية حيث لم يكن له تأثير قوي كمؤشّر مخاطر بيئية محتمل [57]. تتوافق نتائج هذه الدراسة مع ما اشار اليه [43 – 58,56, 42].

جدول 10: التباين الكلي للمصفوفات المفسر لمكونات لمعادن الثقيلة لعينات التربة السطحية التي تم جمعها من منطقة الدراسة

مجاميع التناوب للأحمال المربعة			استخلاص مجاميع الأحمال المربعة			القيم الذاتية الاولية		
% التراكم	%التباين	مجموع	% التراكم	% التباين	مجموع	% التراكم	%التباين	مجموع	العناصر
16.265	16.265	1.464	18.342	18.342	1.651	18.342	18.342	1.651	Cd
30.610	14.345	1.291	33.102	14.760	1.328	33.102	14.760	1.328	Pb
44.869	14.258	1.283	45.926	12.824	1.154	45.926	12.824	1.154	Zn
58.546	13.678	1.231	58.546	12.621	1.136	58.546	12.621	1.136	Cu
						69.583	11.037	.993	Ni
						79.664	10.081	.907	Co
						87.801	8.136	.732	Fe
						94.186	6.385	.575	Mn
						100.000	5.814	.523	Cr

مصفوفة المكون المستديرة

العناصر	المكونات			
	1	2	3	4
Cd	0.415	0.365	0.044	-.0213
Pb	0.610	-0.129	0.164	0.027
Zn	-0.561	0.433	0.267	-0.181
Cu	0.636	0.082	0.532	0.107
Ni	-0.028	0.717	-0.215	0.318
Co	0.311	0.425	0.249	0.233
Fe	0.407	-0.112	-0.310	-0.667
Mn	-0.109	-0.526	0.292	0.461
Cr	0.335	-0.018	-0.694	0.482

.طريقة الاستخراج: تحليل المكونات الرئيسية

.طريقة الدوران: Varimax مع Kaiser Normalization

.أ. تقارب الدوران في 8 تكرارات

6. الاستنتاجات

أجريت هذه الدراسة لتقدير تركيز بعض المعادن الثقيلة و كذلك قياس بعض المؤشرات البيئية المتعلقة بالتلوث في عينات التربة الحضرية التي تم جمعها من منطقة الدراسة، أظهرت النتائج أن متوسط تركيز المعادن الثقيلة المدروسة، Cd، Pb، Zn، Cu، Ni، Co، Fe، Mn وCr، في عينات التربة كان أعلى مقارنة الخلفية الجغرافية و القيم المسموح بها التي حددتها منظمة الصحة العالمية و مجالس وزراء البيئة بكنده (CCME) ،

واستنادا إلى مؤشر التلوث وعامل التلوث ودرجة التلوث، أظهرت النتائج أن جميع المواقع التي أخذت منها العينات كانت ملوثة بشكل معتدل بدرجات مختلفة. وتشير قيم التراكم الجغرافي (Igeo) إلى أن عنصري Zn و Cr يصنفان على انهما غيرملوثان/ملوثان بشكل معتدل ، في حين أن بقية. العناصر تعتبر غير ملوثة. اما معامل الوفرة فقد اشار لوجود وفرة طفيفة لجميع عناصر في المواقع المدروسة. وكشفت نتائج مؤشر حمل التلوث أن جميع المواقع غير ملوثة. بينما دل مؤشر المخاطر البيئية الكامنة (RI) للتربة الحضرية بمنطقة الدراسة على وجود مستوى معتدل من المخاطر البيئية ، وتشير النتائج بشكل عام إلى أن Cd يحتوي على أعلى مؤشرات المخاطر الأحادية والمخاطر الكامنة. كما اظهر التحليل متعدد المتغيرات PCA و FA لتحديد مصدر المعادن الثقيلة في عينات التربة في منطقة الدراسة أن Pb و Zn و Cu و Cd ناتجة من مصادر بشرية ، في حين أن Ni، Co، Mn جاءت من أصل طبيعي ، بينما تشير نتائج تحليل المتغيرات الى ان مصدر Cr الانشطة البشرية و المواد الطبيعية. وقد اشارت الأبحاث السابقة في العديد من الدول بأنه لا توجد طريقة منهجية لتوزيع المعادن الثقيلة في التربة. ويمكن أن يعزى التباين في توزيع العناصر في التربة إلى ظروف كثيرة، مثل تضاريس التربة، وأنواع الأنشطة الصناعية والزراعية، وطرق التخلص من النفايات، وتطبيق أنظمة السلامة في البلد. تعتبر هذه هي الدراسة الأولى من نوعها بالمنطقة المذكورة ولذلك، ستوفر نتائجها معلومات قيمة تتعلق بتركيز بعض المعادن الثقيلة و كذلك الوضع البيئي بها، بلاضافة لاعتبار هذه النتائج قاعدة بيانات مهمة للدراسات المستقبلية وتمهد الطريق لاجراء المزيد من الدراسات بهذه المنطقة و مناطق اخري من ليبيا.

7. التوصيات.

من خلال النتائج المتحصل عليها في هذه الدراسة نوصي بالاتي:

1. القيام باجراء دراسة الاثر البيئي للمشاريع المختلفة قبل الانشاء
2. الالتزام بالقوانين و اللوائح والأنظمة الخاصة بإدارة المخلفات والتعامل معها.
3. اجراء الدراسات و المراقبة الدورية المنتظمة و المستمرة لمعرفة الوضع البيئي للمنطقة.
4. العمل على انشاء مراصد بيئية تشمل جميع المدن لمتابعة التطورات البيئية بها.

5. العمل على اتخاذ التدابير اللازمة لمعالجة التلوث الحاصل حاليا و امكانية تقليله.

6. يمكن ان تكون نتائج هذه الدراسة قاعدة بيانات علمية مهمة لاجراء الدراسات مستقبلا.

7. الالتزام بالقوانين و اللوائح والأنظمة الخاصة بإدارة المخلفات والتعامل معها.

8. اجراء الدراسات و المراقبة الدورية المنتظمة و المستمرة لمعرفة الوضع البيئي للمنطقة.

9. العمل على انشاء مراصد بيئية تشمل جميع المدن لمتابعة التطورات البيئية بها.

10. العمل على اتخاذ التدابير اللازمة لمعالجة التلوث الحاصل حاليا و امكانية تقليله.

11. يمكن ان تكون نتائج هذه الدراسة قاعدة بيانات علمية مهمة لاجراء الدراسات مستقبلا.

8. قائمة المراجع.

[1]- Kelly. J., Thornton. I and Simpson. P. R. 1996. Urban geochemistry: a study of the influence of anthropogenic activity on the heavy metal content of soils in traditionally industrial and nonindustrial areas of Britain. Appl. Geochem. 11: 363 -370.

[2]- Ali. S. and Malik, R. 2011. Spatial Distribution of Metals in Top Soils of Islamabad City, Pakistan. Environ. Monit. and Assess. 172: 1-16.

[3]- Tume. P., Bech, J., Sepulveda, B., Tume, L. and Bech, J. 2008. Concentrations of Heavy Metals in Urban Soils of Talcahuano (Chile): A Preliminary Study. Environ. Monit. and Asses. 140: 91-98.

[4]- Morton-Bermea. O., Hernandez-Alvarez. E., Gonzalez-Hernandez. G., Romero. F., Lozano. R and Beramendi-Orosco, L. E. 2009. Assessment of heavy metal pollution in urban topsoils from the metropolitan area of Mexico City. J. Geochem. Explor. 101: 218 – 224.

[5]- Simon. E., Vidic, A., Braun, M., Fábián, I. and Tóthmérész, B. 2013.Trace Element Concentrations in Soils along Urbanization Gradients in the City of Wien, Austria. Environ. Sci. and Poll. Res. 20: 917-924 .

[6]- Agca. N. 2015. Spatial distribution of heavy metal content in soils around an industrial area in Southern Turkey. Arab J Geosci. 8:1111-1123 .

[7]- Gu. Y. G., Gao. Y. P and Lin. Q. 2016. Contamination, bioaccessibility and human health risk of heavy metals in exposed-lawn soils from 28 urban parks in southern China's largest city, Guangzhou. Appl. Geochem. 67: 52 -58.

[8]- Li. Z., Ma. Z, Kuijp. T. J., Yuan. Z and Huang. L. 2014. A review of soil heavy metal pollution from mines in China: Pollution and health risk assessment. Sci. of the Total Environ. 468–469, 843–853.

[9]- Yuan. G.-L., Sun. T.-H., Han. P., Li. J., and Lang. X.-X. 2014. Source identification and ecological risk assessment of heavy metals in topsoil using environmental geochemical mapping: typical urban renewal area in Beijing, China. J of Geochem. Explor. 136: 40 - 47.

[10]- Ding. Z and Hu. X. 2014. Ecological and human health risks from metal(loid)s in peri-urban soil in Nanjing, China. Environ. Geochem. Health. 36: 399 - 408.

[11]- Gallagher. F. J., Pechmann. I., Bogden. J. D., Grabosky. J and Weis. P. 2008. Soil metal concentrations and vegetative assemblage structure in an urban brownfield. Environ. Pollut. 153: 351-361 .

[12]- Chen. H., Lu. X., Li. LY., Gao. T and Chang Y. 2014. Metal contamination in campus dust of XI'an, China: a study based on multivariate statistics and spatial distribution. Sci. Total. Environ. 484: 27 - 35 .

[13]- Mazurek. R., Kowalska. J., Ga˛siorek. M., Zadrozny. P., Jo´zefowska. A and Zaleski. T. 2017. Assessment of heavy metals contamination in surface layers of Roztocze National Park forest soils (SE Poland) by indices of pollution. Chemosphere. 168: 839 - 850.

[14]- Salem. M. A, Bedade. D. K., Al-Ethawi. L and Al-waleed. S. M. 2020. Assessment of physiochemical properties and concentration of heavy metals in agricultural soils fertilized with chemical fertilizers". Heliyon 6(10) e05224 .

[15]- Mmolawa. K. B., Likuku. A. S and Gaboutloeloe. G. K. 2011. Assessment of heavy metal pollution in soils along major roadside areas in Botswana. Afr. J of Environ. Sci and Tech. 5(3): 186 -196.

[16]- Zhang. X. Y., Lin. F. F., Jiang. Y. g., Wang. K and Feng. X. L. 2011. Fraction distribution and bioavailability of soil heavy metals in the Yangtze river delta- a case study of Kunshan City in Jiangsu Provence, China. J. of hazardous materials. 198: 13 - 21.

[17]- Cui. Y., Zhu. Y-G., Zhai. R., Hang. Y., Qiu. Y and Liang. J. 2005. Exposure to metal mixtures and human health impacts in a contaminated area in Nanning, China. Environ. Int. 31(6): 784 - 790 .

[18]- Vrscaj. B., Poggio. L., and Marsan. F. A. 2008. Method for soil environmental quality evaluation of management and planning in urban areas. Landscape and Urban Planning. 88: 81-84.

[19]- Mustafa. T. 2003. Determination of heavy metals in soil, mushroom and plant samples by atomic absorption spectrometry. Microchem. J. 74: 289 - 297.

[20]- Chen. H., Teng. Y., Lu. S., Wang. Y and Wang. J. 2015. Contamination features and health risk of soil heavy metals in China. Sci. of the Total Environ. 512–513: 143–153.

[21]- Qing. X, Yutong. Z and Shenggao. L. 2015. Assessment of heavy metal pollution and human health risk in urban soils of steel industrial city (Anshan), Liaoning, Northeast China. Ecotoxic. and Environ. Saf. 120: 377-385.

[22]- Müller. G. 1969. Index of geoaccumulation in the sediments of the Rhine River. Geo. journal, 2: 108 -118.

[23]- Wei. B and Yang. L. 2010. A review of heavy metal contaminations in urban soils, urban road dusts and agricultural soils from China. Microchemical J. 94: 99-107.

[24]- Feng. H., Han. X., Zhang. W and Yu. L. 2004. Primarily study of heavy metal contamination in Yangtze River intertidal Zone due to urbanization. Marine Poll. Bull. 49: 910 -915.

[25]- Harikumar. P. S., Nasir. U. P., Mujeebu Rahman. M. P. 2009. Distribution of heavy metals in the core sediments of a tropical wetland system. Int J Environ Sci Technol 6: 225 - 232 .

[26]- Islam. M. S., Ahmed. M. K., Habibullah-Al-Mamun. M and Masunaga. S. 2015. Potential ecological risk of hazardous elements in different land-use urban soils of Bangladesh. Sci. Total Environ. 512 - 513: 9 - 102 .

[27]- Abdullah. M. Z., Louis, V.C and Abas, M.T. 2015. Metal pollution and ecological risk assessment of Balok River sediment, Pahang Malaysia. Am. J. Environ. Eng. 5: 1-7.

[28]- Malvandi. H. 2017. Preliminary evaluation of heavy metal contamination in the ZarrinGol River sediments, Iran. Mar. Pollut. Bull. 117: 547 - 553.

[29]- Han. Y., Du. P., Cao. J and Posmentier. E. S. 2006. Multivariate analysis of heavy metal contamination in urban dusts of Xi'an, Central China. Sci Total Environ. 355: 176 - 86 .

[30]- Turner. A and Simmonds L. 2006. Elemental concentrations and metal bioaccessibility in UK household dust. Sci Total Environ. 371: 74 - 81.

[31]- Hao. Y., Guo. Z., Yang. Z., Fang. M and Feng J. 2007. Seasonal variations and sources of various elements in the atmospheric aerosols in Qingdao, China. Atmos Res. 85: 27 - 37.

[32]- Alahabadi. A and Malvandi. H. 2018. Contamination and ecological risk assessment of heavy metals and metalloids in surface sediments of the Tajan River, Iran. Marine Pollution Bulletin. 133: 741-749 .

[48]- Islam. S., Ahmed. K and Al-Mamun. H. Distribution of trace elements in different soils and risk assessment: 2015. A case study for the urbanized area in Bangladesh. J of Geochem. Explore. 158: 212 - 222 .

[49]- Luo. X. S., Yu. S., Zhu. Y. G and Li. X. D. 2012. Trace metal concentration in urban soils of China. Sci. Total Environ. 421 - 422: 17-30.

[50]- Da Silva. F. B. V., do Nascimento. C. W. A., Araujo. P. R. M., da Silva. F. L. and Lima. L. H. V. 2016. Soil contamination by metals with high ecological risk in urban and rural areas. Int. J. Environ. Sci. Technol. DOI 10.1007/s13762-016-1170 -5.

[51]- Rehmana. I., Ishaqa. M., Alib. L., Khanc. S., Ahmada. I., Ud Dinb. I and Ullaha. H. Enrichment, 2018. Spatial distribution of potential ecological and human health risk assessment via toxic metals in soil and surface water ingestion in the vicinity of Sewakht mines, district Chitral, Northern Pakistan. Ecotoxic. and Environ. Saf. 154: 127-136.

[52]- Mohseni-Bandpei. A., Ashrafi. S. D., Kamani. H and Paseban. A. 2017. Contamination and Ecological Risk Assessment of Heavy Metals in Surface Soils of Esfarayen City, Iran. Health Scope. 6(2): e39703.

[53]- Suresh. G., Sutharsan. P., Ramasamy. V and Venkatachalapathy R. 2012. Assessment of spatial distribution and potential ecological risk of the heavy metals in relation to granulometric contents of Veeranam lake sediments, India. Ecotoxic. Environ. Saf. 84: 117- 124.

[54]- Kumar. V., Sharma. A., Kaur. P., Singh Sidhu G.P., Bali A. S., Bhardwaj. R., Thukral. K and Cerda A. 2019. Pollution assessment of heavy metals in soils of India and ecological risk assessment: A state-of-the-art. Chemosphere, 216: 449 - 462ٔ.

[55]- Fachinelli. A., Sacchi. E and Mallen. L. 2001. Multivariate statistical and GIS-based approach to identify heavy metals sources in soils. Environ. Pollut. 114: 313 - 324.

[56]- Hossain. M. A., Ali. N. M., Islam. M. S and Hossain. H. M. Z. 2014. Spatial distribution and source apportionment of heavy metals in soils of Gebeng industrial city, Malaysia. Environ Earth Sci DOI 10.1007/s12665-014-3398-z.

[57]- Iqbal. J and Shah. M. H. 2015. Study of selected metals distribution, sources apportionment, and risk assessment in Suburban soils, Pakistan. J. of chem. Vol. 2015 |Article ID 481324 | https://doi.org/10.1155/2015/481324.

[58]- Ma. L., Yang. Z., Li. L and Wang. L. 2016. Source identification and risk assessment of heavy metal contamination in urban soils of Changsha, a mine-impacted city in Southern China. Environ. Sci. pollut. Res. 23: 17058 - 17066.

[59]- CCME. Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME). 2007. "Canadian soil quality Guidelines for the protection of environmental and human health: National Guidelines and Standards Office, Quebec". Publication No 1299. Number ISBN ,1–896997–34-1.

[60]- Bhatti, S.S., Kumar, V., Singh, N., Sambyal, V., Singh, J., Katnoria, J. K., Nagpal, A.K., (2016). Physico-chemical properties and heavy metals contents of soils and Kharif crops of Punjab, India. Procedia Environ. Sci. 35: 801–808.

[33]- Håkanson. L. 1980. An ecological risk index for aquatic pollution control of sediment ecological approach. Water Res. 14: 975 -1000 .

[34]- Ogundele. L. T., Ayeku. P. O., Adebayo. A. S., Olufemi. A. P and Adejoro. I. A. 2020. Pollution indices and potential ecological risks of heavy metals in the soil: A case study of municipal wastes sites in Ondo State, Southwestern, Nigeria. Polytechica. 3:78 - 86.

[35]- Weihua. G., Liu. X., Liu Z and Li. G. 2010. Pollution and potential ecological risk evaluation of heavy metals in the sediments around Dongjiang harbor, Tianjin. International Society for Environmental Information Sciences Annual conference (ISEIS). Procedia Environ Sci. 2: 729 -736.

[36]- Mendoza. E. O., Custodio. M., Ascensión. J and Bastosh. M. C. 2020. Heavy Metals in Soils from High Andean Zones and Potential Ecological Risk Assessment in Peru's Central Andes. J of Ecology. Eng. 21(8): 108 - 119 .

[37]- Yongming. H., Peixuana. D., Junjib. C and Posmentierc. E. S. 2006. Multivariate analysis of heavy metal contamination in urban dusts of Xi'an, Central China. Sci. of the Total Environ. 355: 176 - 186.

[38]- Elbagermi. M. A., Edwards H. G. M and Alajtal. A. I. 2013. Monitoring of Heavy Metals Content in Soil Collected from City Centre and Industrial Areas of Misurata, Libya. Int. J of Anal. Chem. Vol. 2013, Article ID 312581, 5 pages .

[39]- Lee. C. Siu-Ian., Li. X., Shi. W., Cheung. S. Ching-nga. 2006. Thornton. I. Metal contamination in urban, suburban, and country park soils of Hong Kong: A study based on GIS and multivariate statistics. Sci. of the Total Environ. 356: 45 - 61.

[40]- Li. X., Liu. L., Wang. Y., Luo. G., Chen. X., Yang. X., Hall. M. H. P., Guo. R., Wang. H., Cuib. J., He. X. 2013. Heavy metal contaminations of urban soil in an old industrial city (Shenyang) in Northeast China. Geoderma. 192: 50 - 58 .

[41]- Wang. M., Markert. B., Weiping Chen. W., Peng. C and Ouyang. Z. 2012. Identification of heavy metal pollutants using multivariate analysis and effects of land uses on their accumulation in urban soils in Beijing, China. Environ Monit Assess. 184: 5889 - 5897.

[42]- Wu. J., Teng. Y., Lu. S., Wang. Y and Jiao. X. 2014. Evaluation of Soil Contamination Indices in a Mining Area of Jiangxi, China. Soil Contamination in Mining Area. 9(11). |e112917.

[43]- World Health Organization (WHO). 2004. Guidelines for Drinking Water Quality. World Health Organization (WHO), vol 1, 3rd ed. World Health Organization, Geneva.

[44]- Arenas-Lago. D., Vega. F. A., Silva. L. F. O. and Andrade. M. L. 2014. Copper distribution in surface and subsurface soil horizons. Environ. Sci. pollut. Res. Int. 21: 10997-11008.

[45]- Amuno. S. A. 2013. Potential ecological risk of heavy metal distribution in cemetery soils. Water Air Soil Pollut. 224: 1435 -1446.

[46]- Hu. Y., Wang. D., Wei. L and Song. B. 2014. Heavy metal contamination of urban topsoils in a typical region of Loess Plateau, China. J. Soils Sediments. 14: 928 - 935. DOI 10.1007/s11368-013-0820-1 .

[47]- Saleh. E. A., Turki. A. M and Mahal. S. N. 2015. Chemometric evolution of the heavy metals in urban soil of Fallujah City, Iraq. Int. of Environ. Prot. 6:1279 - 1292.