العدد 14 مجلة دراسات في الإنسانيات والعلوم التربوية تموز 2026
No. 14 Journal of Studies in Humanities and Educational Sciences July 2026
Print ISSN 3006-3256 Online ISSN 3006-3264

التقييم البيئي للترب الزراعية في قضاء الحويجة

الباحثة: فاطمة عواد خلف
أ.د. مراد اسماعيل احمد
أ.د. عباس رشيد علي
جامعة كركوك / كلية التربية للعلوم الإنسانية/ قسم الجغرافية

الخلاصة:
هدفت الدراسة إلى تقييم الواقع البيئي للترب الزراعية في قضاء الحويجة من خلال تحليل تراكيز العناصر الثقيلة وتحديد مستويات تلوثها باستخدام مجموعة من المؤشرات البيئية والإحصائية، شملت عامل التلوث (CF)، وعامل الإغناء (EF)، ومؤشر التراكم الجغرافي (Igeo)، فضلاً عن تحليل الارتباط والتحليل العاملي. أظهرت النتائج تفاوت مستويات التلوث بين العناصر المدروسة، إذ سجل عنصرا الزرنيخ والكادميوم أعلى قيم التلوث والإغناء مقارنة ببقية العناصر، مما يشير إلى تأثر التربة بمصادر طبيعية وبشرية متداخلة، في حين بقيت تراكيز عناصر الكوبلت والكروم والنحاس والنيكل ضمن المستويات المنخفضة. كما أوضحت نتائج مؤشر التراكم الجغرافي أن معظم الترب تقع ضمن فئة غير الملوثة إلى متوسطة التلوث. وكشف تحليل الارتباط عن وجود علاقات موجبة قوية بين أغلب العناصر الثقيلة، مما يدل على اشتراكها في مصادر أو عمليات جيولوجية متقاربة. وبين التحليل العاملي أن العوامل الجيوكيميائية والأنشطة البشرية، ولاسيما الممارسات الزراعية واستعمال الأسمدة، تعد من أبرز المؤثرات في توزيع العناصر الثقيلة ضمن تربة منطقة الدراسة.
الكلمات المفتاحية: الترب الزراعية، العناصر الثقيلة، عامل التلوث، عامل الإغناء، قضاء الحويجة.

Environmental assessment of agricultural soils in Hawija district

Researcher: Fatima Awad Khalaf
Prof. Dr. Murad Ismail Ahmed
Prof. Dr. Abbas Rashid Ali
University of Kirkuk , College of Education for Human Sciences, Department of Geography

Abstract:
This study aimed to evaluate the environmental status of agricultural soils in Al-Hawija District through the assessment of heavy metal concentrations and the determination of contamination levels using several environmental indicators, including the Contamination Factor (CF), Enrichment Factor (EF), Geo-accumulation Index (Igeo), as well as correlation and factor analyses. The results revealed variations in contamination levels among the studied elements, with arsenic (As) and cadmium (Cd) recording the highest contamination and enrichment values compared with other heavy metals, indicating the influence of both natural and anthropogenic sources. In contrast, cobalt (Co), chromium (Cr), copper (Cu), and nickel (Ni) remained within low contamination levels. The Geo-accumulation Index showed that most soil samples ranged from unpolluted to moderately polluted categories. Correlation analysis indicated strong positive relationships among most heavy metals, suggesting common sources and similar geochemical behavior. Factor analysis further demonstrated that geochemical processes and human activities, particularly agricultural practices and fertilizer applications, play a significant role in controlling the distribution and accumulation of heavy metals in the soils of the study area.

Keywords: Agricultural Soils, Heavy Metals, Contamination Factor, Enrichment Factor, Al-Hawija District.

أولاً: المقدمة

تُعد التربة الزراعية من أهم الموارد الطبيعية التي يعتمد عليها الإنسان في تحقيق الأمن الغذائي واستدامة النشاط الزراعي، إذ تمثل الوسط الرئيس لنمو النباتات وتزويدها بالعناصر الغذائية اللازمة. إلا أن التوسع في الأنشطة البشرية والزراعية والصناعية أدى إلى زيادة الضغوط البيئية على التربة، مما أسهم في تراكم الملوثات المختلفة ولاسيما العناصر الثقيلة. وتُعد هذه العناصر من الملوثات الخطرة بسبب قابليتها على البقاء لفترات طويلة وانتقالها عبر السلسلة الغذائية، الأمر الذي يهدد صحة الإنسان والكائنات الحية الأخرى. وتبرز أهمية دراسة التلوث بالعناصر الثقيلة في المناطق الزراعية لما لها من تأثير مباشر في خصائص التربة وإنتاجيتها. ويُعد قضاء الحويجة من المناطق الزراعية المهمة التي تتطلب تقييماً بيئياً مستمراً لتحديد مستويات التلوث ومصادره المحتملة. لذلك تسعى هذه الدراسة إلى تقييم واقع الترب الزراعية في منطقة الدراسة من خلال تطبيق مجموعة من المؤشرات البيئية والإحصائية للكشف عن درجة التلوث بالعناصر الثقيلة وتحديد العوامل المؤثرة في توزيعها المكاني.

ثانياً: مشكلة البحث:

ما مستوى تلوث الترب الزراعية في قضاء الحويجة بالعناصر الثقيلة، وما مدى تجاوزها للمستويات الطبيعية والمرجعية؟

ما العوامل الطبيعية والبشرية المسؤولة عن توزيع وتراكم العناصر الثقيلة في الترب الزراعية بمنطقة الدراسة؟

ثالثاً: فرضيات البحث:

تتباين مستويات تراكيز العناصر الثقيلة في الترب الزراعية بقضاء الحويجة، مع وجود ارتفاع نسبي لبعض العناصر نتيجة التأثيرات البيئية والبشرية.

تسهم الخصائص الجيولوجية والممارسات الزراعية واستخدام الأسمدة والمبيدات في تحديد توزيع العناصر الثقيلة وتراكمها في التربة.

رابعاً: هدف البحث

يهدف البحث إلى تقييم الواقع البيئي للترب الزراعية في قضاء الحويجة من خلال دراسة تراكيز العناصر الثقيلة وتحديد مستويات التلوث باستخدام المؤشرات البيئية المختلفة. كما يسعى إلى الكشف عن مصادر هذه العناصر والعوامل المؤثرة في توزيعها المكاني باستعمال الأساليب الإحصائية الحديثة.

خامساً: أهمية البحث

تنبع أهمية البحث من دوره في تشخيص مستويات التلوث بالعناصر الثقيلة في الترب الزراعية ومدى تأثيرها في جودة البيئة والإنتاج الزراعي. كما يوفر قاعدة بيانات علمية تسهم في وضع خطط وإجراءات للحد من التلوث وتحقيق الإدارة المستدامة للموارد الأرضية.

سادساً: منهج البحث

اعتمد البحث على المنهج التحليلي الكمي من خلال إجراء الفحوصات المختبرية لعينات التربة وتطبيق مؤشرات التقييم البيئي للعناصر الثقيلة. كما استُخدمت الأساليب الإحصائية المتمثلة بمعامل الارتباط والتحليل العاملي لتفسير العلاقات بين العناصر وتحديد مصادرها المحتملة.

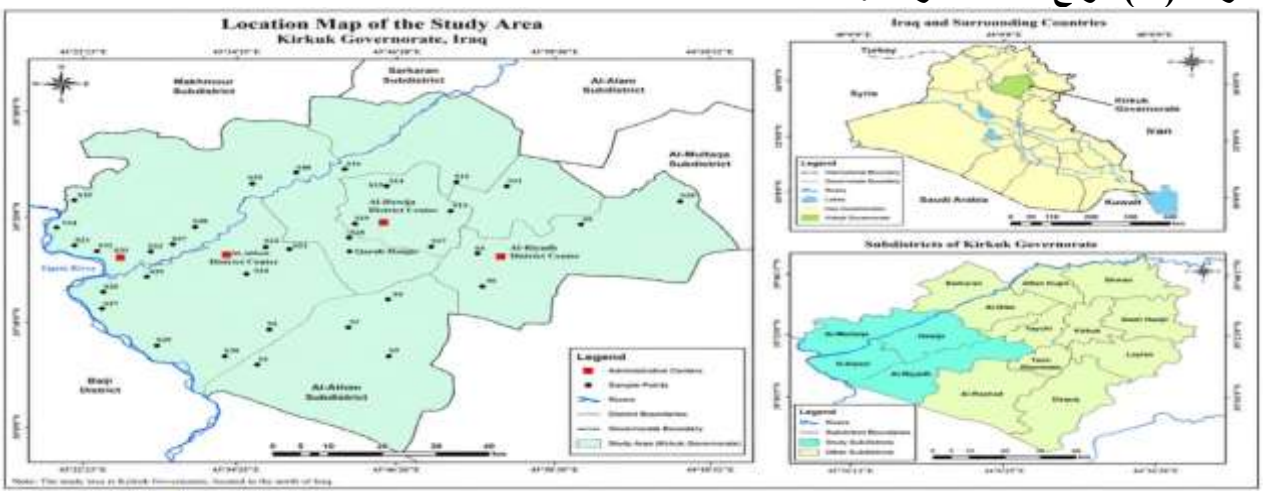
سابعاً: حدود منطقة البحث

تتمثل منطقة الدراسة في قضاء الحويجة الذي يضم الوحدات الإدارية الآتية: مركز قضاء الحويجة، وناحية الرياض، وناحية العباسي، وناحية الزاب. ويُعد القضاء أحد أقضية محافظة كركوك، إذ يقع في الجزء الغربي من المحافظة.

ويحد قضاء الحويجة من الشمال كل من قضاء الدبس التابع لمحافظة كركوك وقضاء مخمور التابع لمحافظة نينوى، بينما يحده من الشرق مركز محافظة كركوك، ومن الجنوب قضاء العلم التابع لمحافظة صلاح الدين، أما من الغرب فيحده نهر دجلة ثم قضائي بيجي والشرقاط التابعان لمحافظة صلاح الدين.

أما فلكياً، فيقع قضاء الحويجة بين خطي طول (0ً 0ْ 28ً 43ْ) و(0ً 0ْ 8ً 44ْ) شرقاً، وبين دائرتي عرض (57ً 52ْ 34ً 35ْ) و(52ً 30ْ 35ً 35ْ) شمالاً، كما موضح في خريطة (1).

خارطة (1) موقع منطقة الدراسة.



المصدر: بالاعتماد على خريطة العراق الإدارية بمقياس رسم 1/1000000, برنامج arc gis 10.8 .

التقييم البيئي للترب الزراعية

تمهيد

يعتبر تلوث التربة بالعناصر الثقيلة من اشد اشكال التلوث خطورة على البيئة والانسان بالرغم من ان بعض العناصر الثقيلة تعد ضرورية للحياة بكميات قليله منها النحاس والحديد والزنك لكن عنده تواجدها في التربة بتراكيز عالية تصبح سامة , تصنف التربة على انها ملوثة عندما تحتوي على تراكيز مرتفعة من العناصر الثقيلة ,حيث تصبح سامة للإنسان والحيوان والنبات اذ يسبب التلوث تغيرا في بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية للتربة . مما يؤدي الى اختلال بالتوازن الحيوي فيها ويعد النحاس والرصاص والكادميوم والزنك من اكثر العناصر التي تسبب تلوث التربة . على الرغم من التأثير السلبي للتربة الملوثة بالعناصر الثقيلة في النباتات فان العديد من الانواع النباتية تمتلك القدرة على تحمل تراكيز مرتفعة من هذه العناصر , لذا فان المصدر الاساسي لتلوث التربة هي العناصر الثقيلة مما يجعل التلوث بالعناصر الثقيلة من اخطر القضايا البيئية المنشرة في العالم , لذا تعد المعادن الثقيلة الموجودة في التربة مؤشرا مهما على جودة البيئة تم تطبيق العديد من الطرق من اجل تقييم التلوث البيئي بالعناصر الثقيلة وتقييم مخاطرها ولتحديد التلوث بالعناصر الثقيلة في عينات التربة تم استخدام عدة طرق من اجل معرفة مستويات التلوث سواء كانت عالية او شديدة او متوسطة او منخفضة .

تقييم التلوث بالعناصر الثقيلة لتربة منطقة الدراسة

1-عامل التلوث Contamination factor (Cf).

التلوث : هو ظاهرة حقيقية تهدد صحة البيئة وما بها من كائنات حية نتيجة لزيادة النشاطات البشرية , التي ادت الى ارتفاع نسبة تراكيز الملوثات البيئية عن الحد المسموح بها عالميا الذ يعرف تلوث الاراضي الزراعية بانة التغيير الذي يطرا على خصائص التربة الطبيعية والكيميائية والحيوية او على تركيبها . مما يؤدي الى اثار سلبية مباشرة او غير مباشرة تؤاثر في جودة الارض الزراعية وانتاجيتها[1]

كما يعرف التلوث بانة توافر تراكيز من العناصر الثقيلة في التربة اعلى من توفرها الطبيعي في القشرة الارضية , لذا يعد وسيلة فعالة لرصد التلوث بالعناصر الثقيلة ,كما يمكن استخدامه في تقييم مستويات التلوث الناتجة عن الانشطة البشرية .كما يمكن استخدامه للتمييز بين مصادر العناصر الثقيلة سواء كانت ناتجة عن عوامل طبيعية او عن تأثير الانشطة البشرية . عامل التلوث يعتمد على تصنيف مستوى تلوث العناصر الثقيلة في عينات التربة على اساس تركيز كل عنصر في التربة نسبة الى الوفرة الطبيعة او المستوى الاساسي لذلك العنصر لذا يعتبر عامل التلوث من العوامل المهمة التي تستخدم لتقييم تلوث التربة . عن طريق قسمة قيمة تركيز العنصر على القيمية الحقيقة للعنصر , اي قيمتها في الترب العالمية باستخدام المعادلة الاتية [2] .

$$CF = \frac{(Cs)sample}{(Cb)background}$$

(Cs) :هو تركيز العنصر الثقيل في تربة منطقة الدراسة .
(Cb) : هو تركيز العنصر الثقيل في الترب العالمية (القيمة المرجعية) .
اذ تم تقسيم عامل التلوث الى اربعة اقسام كما في الجدول (4-1)

جدول (1) تصنيف عامل التلوث ومستوى تلوث التربة (CF)

تصنيف مستوى التلوث	قيمة عامل التلوث (CF)
تلوث قليل	CF<1
تلوث متوسط	1<CF <3
تلوث معتبر	3<CF <6
تلوث عالي جدا	CF<6

المصدر: هاكانسون , ل. مؤشر المخاطر البيئية لمكافحة التلوث المائي :نهج رسوبي , بحوث المياه المجلد (14)العدد (8) , 1980 , ص 975 .

تبين من خلال نتائج عامل التلوث للعناصر الثقيلة المدروسة لتربة منطقة الدراسة والموضحة في الجدول (2) ان معدلاتها تأخذ الترتيب التالي Co> Ni> Cu> Cr> Mn> Zn> Pb> Cd> As بالاعتماد على التصنيف الموحد في الجدول (1)يمكن مناقشة عامل التلوث في تربة منطقة الدراسة.

لقد لوحظ بان عامل التلوث لعنصر الكادميوم يتراوح بمدى (1.8-3.85)وبمعدل (2.82) وهذا يشير الى ان عينات التربة ذات تلوث قليل. وعنده الاطلاع على القيم المقاسة لعامل التلوث للترب الزراعية في مناطق الدراسة المختلفة للنواحي التابعة لقضاء الحويجة . لوحظ بان عامل التلوث في الحويجة تراوح بين (1.8-2.95) وبمعدل (2.37) وفي ناحية الرياض تراوح بين (1.45-3.85) وبمعدل (2.65)وفي ناحية الزاب تراوح بين (2.3-3.1) وبمعدل (2.7) وفي ناحية العباسي تراوح بين (2.3-3.05) وبمعدل (2.67) وهذا يشير الى ان الترب الزراعية غير ملوثة او انها بداية تلوث طفيف ويعود سبب ذلك الى بعد التربة عن المناطق الصناعية واستخدام اسمدة جيدة النوعية تحتوي على نسب منخفضة من الكادميوم و بشكل منضم وانخفاض الانشطة الصناعية مثل صناعة البطاريات لو مصانع البلاستك في منطقة الدراسة لان المنطقة ذات طابع زراعي مع وجود الورش الميكانيكية البسيطة .

اما عامل التلوث لعنصر الزرنيخ (As) الذي يتراوح بين (2.32-4.57) وبمعدل (3.44) فانة يشير الى ان التربة الزراعية في منطقة الدراسة ذات تلوث معتبر وعند ملاحظة قيم عامل التلوث لعينات التربة ضمن النواحي التابعة لمنطقة الدراسة تبين بان عامل التلوث لعينات التربة الزراعية في الحويجة تراوح بين (2.62-3.45) وبمعدل (3.03) وفي ناحية الرياض تراوح(2.32-4.57) وبمعدل (3.44) اما في الزاب تراوح بين (2.93-3.62) وبمعدل (3.27) وفي العباسي تراوح بين (2.92-3.63) وبمعدل (3.26)وتشير معدلات عامل التلوث لعينات الترب الزراعية في منطقة الدراسة بانها ذات تلوث متوسط الى معتبر حيث ان هناك نماذج يكون فيها التلوث معتدلا واخرى ذات تلوث عالي كما في الرياض ويعود سبب ذلك الى ان وجود محطات حرق الفحم ومناجم التعدين التي تكون قريبة منها استخدام الاسمدة الفوسفاتية التي تكون حاوية على شوائب من الزرنيخ و الاستخدامات المتعددة لعنصر الزرنيخ منها الزراعية والصناعية والمبيدات الحشرية . وبصورة عامة لقد اوضح عامل التلوث للعناصر النيكل Ni- والزنك Zn- والمنغنيز Mn- والرصاص Pb. الذين تراوحت مدياتهم بين (0.27-0.45) وبمعدل (0.36) - (0.74-1.18) وبمعدل (0.96) – (0.47-.0.70) وبمعدل (0.58) – (1.59-2.68) وبمعدل (2.13) ان عينات التربة لمنطقة الدراسة ذات تلوث قليل ويستثني من ذلك التلوث بعنصر الرصاص فقد كانت معظم العينات ذات تلوث متوسط الى عالي ويعود سبب ذلك الى الحروب التي حدثت في منطقة الدراسة في 2014 وما نتج عنها والمخلفات الصناعية وحرق الوقود الاحفوري . في حين اظهر عامل التلوث للعناصر . الكروم Cr- والكوبلت Co- والنحاس Cu- الذي كان يتراوح مدياتهم بين (0.41-0.59) وبمعدل (0.5)- (0.16-0.27) وبمعدل (0.21) – (0.37-0.48) وبمعدل (0.42) .حيث ان عينات التربة في منطقة الدراسة في النواحي التابعة لمنطقة الدراسة بانها ذات تلوث منخفض بهذه

العناصر فمن خلال ما تقدم وكما موضح في الجدول (4-2) والشكل (4-1) تبين بان درجة التلوث بالعناصر الثقيلة يتبع ترتيبا تنازليا عباسي- زاب – حويجة- رياض اذ تبين ان منطقة الدراسة متأثرة قليلا بالتلوث بالعناصر الثقيلة نتيجة لوجود العناصر الملوثة حيث ترتفع قليلا في العباسي بسبب قربها من مسارات نقل النفط والمشتقات النفطية فان اي عمليات صيانة ,او تسربات عرضية سوف تؤدي الى تراكم الملوثات في التربة .

الجدول (2) نتائج عامل التلوث بالعناصر الثقيلة في الترب الزراعية لمنطقة الدراسة مقاسة ب ppm.

	Co	Cr	Ni	Cu	Cd	As	Pb	Zn	MN	Cdeg
H1	0.23	0.54	0.38	0.46	2.95	3.45	2.35	1.09	0.650	12.13
H2	0.21	0.50	0.35	0.38	2.4	2.98	2.14	0.98	0.57	10.54
H3	0.23	0.52	0.37	0.41	2.6	3.26	2.26	1.04	0.59	11.30
H4	0.21	0.49	0.34	0.37	2.3	2.89	2.07	0.94	0.56	10.21
H5	0.21	0.50	0.34	0.37	2.35	2.96	2.09	0.95	0.57	10.37
H6	0.22	0.51	0.36	0.39	2.55	3.16	2.21	1.01	0.58	11.03
H7	0.25	0.55	0.38	0.40	2.15	3.12	2.10	0.92	0.70	10.60
H8	0.23	0.53	0.37	0.45	2.85	3.39	2.30	1.08	0.63	11.87
H9	0.22	0.51	0.35	0.38	2.45	3.03	2.16	1.00	0.58	410.7
H10	0.19	0.46	0.31	0.33	1.8	2.62	1.90	0.87	0.53	9.06
ادنى قيمة	0.19	0.46	0.31	0.33	1.8	2.62	1.90	0.87	0.53	9.06
اعلى قيمة	0.25	0.55	0.38	0.46	2.95	3.45	2.35	1.09	0.70	12.13
المعدل العام	0.22	0.51	0.35	0.39	2.44	3.09	2.16	0.99	0.60	10.78
R1	0.20	0.46	0.34	0.34	2.15	2.92	1.97	0.89	0.52	9.84
R2	0.16	0.41	0.27	0.28	1.45	2.32	1.59	0.74	0.47	7.72
R3	0.27	0.59	0.45	0.43	3.85	4.57	2.68	1.18	0.60	14.65
R4	0.23	0.53	0.39	0.44	2.85	3.78	2.31	1.06	0.64	12.26
R5	0.16	0.43	0.30	0.30	1.6	2.46	1.71	0.80	0.50	8.29
R6	0.21	0.49	0.35	0.35	1.95	2.97	1.93	0.88	0.55	9.71
R7	0.24	0.54	0.37	0.40	2.3	3.17	2.12	0.94	0.69	10.81
R8	0.22	0.51	0.34	0.425	3.05	3.23	2.26	1.11	0.57	11.76
R9	0.21	0.48	0.32	0.35	2.05	2.85	1.88	0.86	0.54	9.57
R10	0.22	0.52	0.36	0.38	2.65	3.56	2.406	1.00	0.58	11.69
ادنى قيمة	0.16	0.416	0.27	0.28	1.45	2.32	1.59	0.74	0.47	7.72
اعلى قيمة	0.27	0.593	0.45	0.44	3.85	4.57	2.68	1.18	0.69	14.65
المعدل العام	0.21	0.50	0.35	0.37	2.39	3.18	2.09	0.95	0.57	10.63
Z1	0.23	0.53	0.37	0.42	2.8	3.37	2.29	1.06	0.59	11.70
Z2	0.24	0.55	0.39	0.48	3.1	3.62	2.47	1.14	0.64	12.66
Z3	0.21	0.506	0.32	0.37	2.35	2.96	2.108	0.90	0.57	10.41
Z4	0.22	0.52	0.37	0.41	2.6	3.26	2.25	1.03	0.58	11.27
Z5	0.24	0.54	0.38	0.46	2.95	3.45	2.42	1.12	0.65	12.24
Z6	0.22	0.51	0.36	0.39	2.55	3.14	2.22	1.01	0.58	11.01
Z7	0.21	0.50	0.35	0.38	2.4	3.00	2.14	0.976	0.57	10.56
Z8	0.217	0.50	0.35	0.38	2.3	2.93	2.121	0.969	0.57	10.35

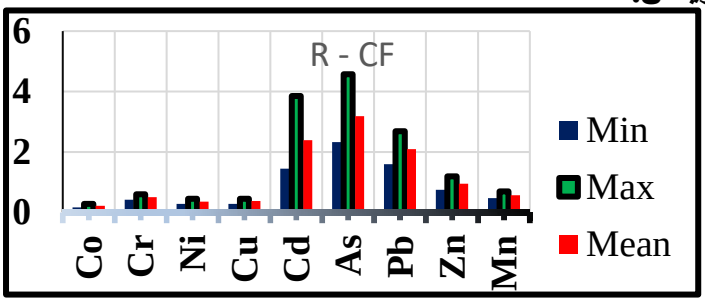
Z9	0.221	0.51	0.35	0.38	2.45	3.1	2.19	0.99	0.58	10.80
Z10	0.23	0.52	0.37	0.41	2.7	3.31	2.28	1.05	0.59	11.49
ادنى قيمة	0.21	0.50	0.35	0.37	2.3	2.93	2.10	0.96	0.57	10.35
اعلى قيمة	0.24	0.55	0.39	0.48	3.1	3.62	2.47	1.14	0.65	12.66
المعدل العام	0.22	0.52	0.36	0.41	2.62	3.21	2.25	1.03	0.59	11.25
A1	0.22	0.51	0.36	0.39	2.45	3.1	2.20	1.01	0.58	10.85
A2	0.23	0.53	0.37	0.43	2.85	3.40	2.32	1.08	0.59	11.84
A3	0.24	0.55	0.39	0.47	3.05	3.6	2.45	1.13	0.64	12.55
A4	0.21	0.49	0.34	0.37	2.3	2.92	2.09	0.94	0.56	10.26
A5	0.23	0.53	0.37	0.43	2.9	3.45	2.34	1.08	0.60	11.96
A6	0.23	0.52	0.36	0.41	2.65	3.3	2.28	1.05	0.59	11.42
A7	0.21	0.50	0.34	0.37	2.35	2.96	2.12	0.96	0.57	10.41
A8	0.23	0.53	0.37	0.42	2.8	3.38	2.31	1.07	0.59	11.74
A9	0.24	0.54	0.38	0.46	3	3.52	2.42	1.12	0.63	12.35
A10	0.22	0.51	0.35	0.38	2.5	3.11	2.21	0.99	0.58	10.89
ادنى قيمة	0.21	0.49	0.34	0.37	2.3	2.92	2.09	0.94	0.56	10.26
اعلى قيمة	0.24	0.55	0.39	0.47	3.05	3.6	2.45	1.13	0.64	12.55
المعدل العام	0.23	0.52	0.36	0.41	2.68	3.27	2.27	1.04	0.59	11.43

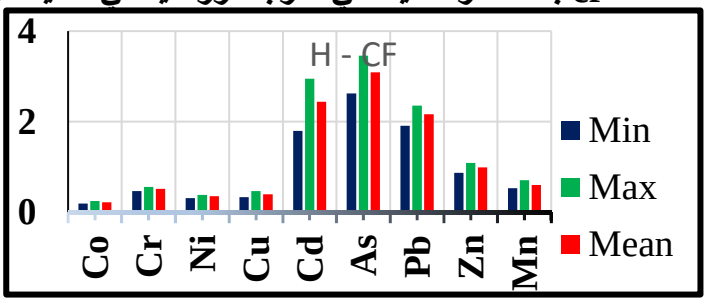
المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على نتائج الفحص المختبري .

الشكل (1) عامل التلوث cf للعناصر الثقيلة في الترب الزراعية في منطقة الدراسة.

1-عامل التلوث cf بالعناصر الثقيلة في الترب الزراعية في الحويجة.

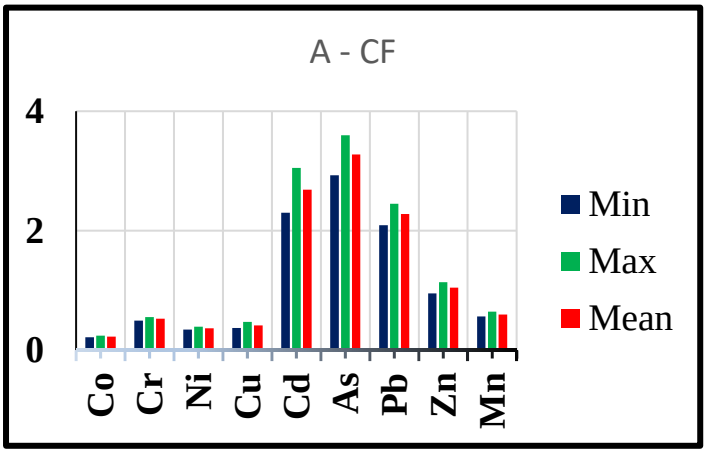
2-عامل التلوث cf بالعناصر الثقيلة في الترب الزراعية في ناحية الرياض.

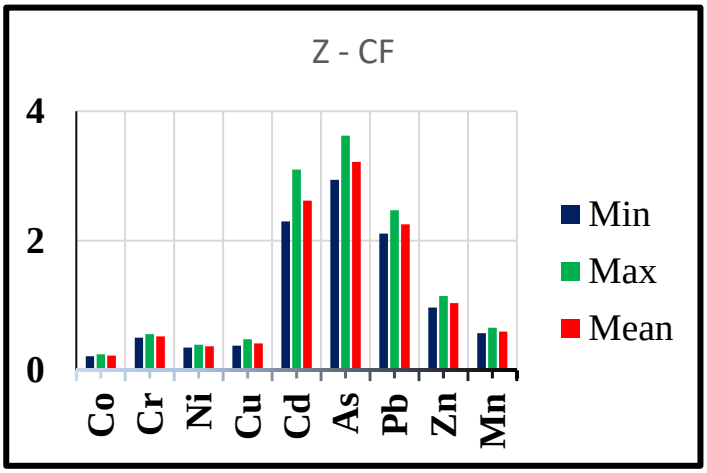




3- عامل التلوث cf للعناصر الثقيلة في الترب الزراعية في ناحية الزاب .

4-عامل التلوث cf للعناصر الثقيلة في الترب الزراعية في ناحية العباسي.





يعد عامل الاغناء مؤشرا مهما للتلوث البيئي، اذ يستخدم للتمييز بين مصادر العناصر الموجودة في التربة , من المهم تحديد مصادر التلوث سواء كانت طبيعية ام بشرية , بالاعتماد على عامل الاغناء[3] يعتبر عامل الاغناء طريقة بسيطة وعملية لقياس العناصر في تربة العينات المدروسة ويعتمد على التوحيد المقاس لتكوين العنصر المقاس مقارنة بالتركيب الاولي من القشرة ([4]). وقد تم اختيار الحديد من كقيمة مرجعية وذلك لأنه من العناصر الجيوكيميائية المرجعية ,الثابتة والمستقرة في البيئة . اذ ان هذه العناصر لا تتأثر بالمصادر الصناعية , كما ان تراكيزها لا تتغير بسهولة . لذا فان قيمة عامل الاغناء عندما تكون اقل من 2 فان ذلك يدل على ان المصادر طبيعية للعناصر و الناتجة عن عمليات التجوية الطبيعية للصخور .او المواد الخام الحاملة لها ,اما اذا كان عامل الاغناء ذات قيمة اكبر من 2 ان ذلك يدل على تأثير مصدر للأنشطة البشرية في زيادة قيمة هذه العناصر اذ يتم حساب مؤشر عامل الاثراء اي عامل الاغناء من خلال المعادلة [5] .

$$\mathbf{EF}=\frac{\frac{cn}{fe}sample}{\frac{cn}{fe}background}$$

(sample $\frac{cn}{fe}$): ويعني نسبة العناصر الى الحديد في عينة الترب الزراعية المدروسة .

(back ground $\frac{cn}{fe}$): ويعني نسبة العناصر الى الحديد في العينات المرجعية (الترب العالمية)

اذ تم تصنيف عامل الاغناء الى اربعه فئات كما في الجدول (4-3)

الجدول (3) فئات عامل الاغناء (ef)

قيمة الاثراء	فئة عامل الاغناء
Ef<2	الحد الادنى من الاغناء
2 < Ef <5	اغناء منخفض
5 < Ef <20	اغناء عال
20 < Ef <40	اغناء عالي جدا
Ef >40	اغناء عالي للغاية

المصدر: هديل ارام رفعت اغا , مصدر سابق , ص 137 .

تبين من خلال النتائج المستحصلة لمعامل الاغناء بالعناصر الثقيلة المدروسة لتربة منطقة الدراسة والموضحة في الجدول (3) والشكل (1) ان معدلاتها تأخذ الترتيب التالي

Co> Cu> Ni> Cr> Mn> Zn> Pb> Cd> As>

بالاعتماد على التصنيف الموضح في الجدول(3) يمكن مناقشة معامل الاغناء للعناصر الثقيلة في تربة منطقة الدراسة .

حيث يشير معامل الاغناء لعنصر الكادميوم (Cd) الذي يتراوح بين (1.67-5.97) وبمعدل (3.82) الى ان التربة الزراعية لمنطقة الدراسة ذات اغناء منخفض وعنده ملاحظة معاملات الاغناء لعينات التربة ضمن النواحي التابعة لقضاء الحويجة تبين بان قيمة عامل الاغناء تتراوح بين (1.67-5.07) وفي ناحية الرياض وبمعدل (3.37) وفي ناحية الزاب تتراوح بين (2.77-3.68) وبمعدل (3.22) وفي الحويجة تتراوح بين (2.37-5.97) وبمعدل (4.17) وفي العباسي تتراوح بين (2.81-4.30) وبمعدل (3.55) . وهذا يشير إلى ان نماذج التربة الزراعية ذات في العينات المدروسة ضمن هذه النواحي ذات اغناء معتدل .

كما ان معامل الاغناء لعنصر الزرنيخ(As)الذي يتراوح بين (2.58-7.11) وبمعدل (4.84)ان الترب الزراعية بمنطقة الدراسة بصورة عامة ذات اغناء معتدل بهذا العنصر , وقد تبين بان قيم معامل الاغناء لناحية الرياض التي تتراوح بين (2.58-6.03) وبمعدل (4.3) وفي ناحية الزاب تتراوح بين (3.34-4.44) وبمعدل (3.89) وفي الحويجة تتراوح بين (3.45-7.11) وبمعدل (5.28) وفي العباسي (3,50-5.14) وبمعدل (4.32) هذا يشير الى ان عينات الترب الزراعية في منطقة الدراسة قد اظهرت اغناء منخفضا الى معتدلا اما قيم معالم الاغناء لكل من العناصر النيكل – الزنك- الرصاص تتراوح بين

(0.78-0.31) وبمعدل (0.54) و (2.26-1.05) وبمعدل (1.65) و (4.84-1.80) وبمعدل (3.32)هذا يشير الى ان عامل الاغناء متوسط ويستثني من ذلك عنصر الرصاص الذي يظهر منخفضا .

كما يشير معامل الاغناء لعنصر المنغنيز(Mn) الذي يتراوح بين (0.88-0.53) في ناحية الرياض وبمعدل (0.70) وفي الزاب (0.81-0.59) وبمعدل (0.70) وفي الحويجة (1.34-0.66) وبمعدل (1.00) وفي العباسي (0.90-0.64) وبمعدل (0.77) وهذا يشير الى الن التربة ذات اغناء منخفض .

اما معامل الاغناء للعناصر (Cr)- (Co)- (Cu) التي تتراوح مدياتهم بين (1.12-0.45) وبمعدل (0.78) و (0.49-0.17) وبمعدل (0.33) و (0.94-0.31) وبمعدل (0.62) حيث يشير ذلك الى ان هذه العناصر تمتلك معاملا منخفضا للإغناء في عينات الترب الزراعية ضمن منطقة الدراسة .

الجدول (4) نتائج عامل الاغناء ef للعناصر الثقيلة في ترب منطقة الدراسة .

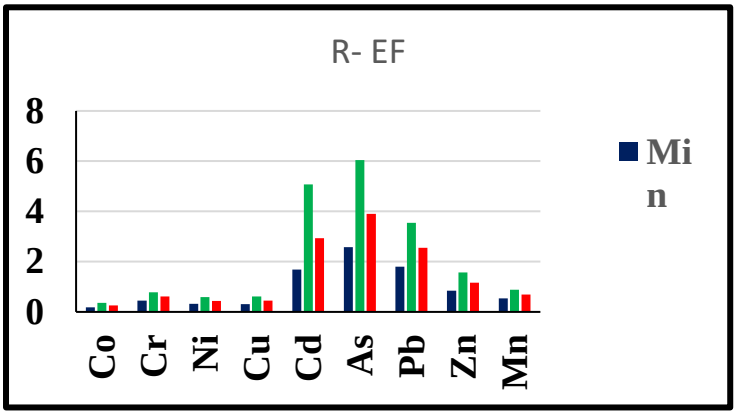
	Co	Cr	Ni	Cu	Cd	As	Pb	Zn	Mn
H1	0.25	0.57	0.40	0.49	3.13	3.67	2.50	1.16	0.69
H2	0.25	0.58	0.41	0.44	2.78	3.45	2.47	1.14	0.66
H3	0.33	0.75	0.53	0.59	3.75	4.71	3.27	1.50	0.85
H4	0.27	0.64	0.44	0.483	2.97	3.74	2.67	1.22	0.73
H5	0.29	0.68	0.47	0.520	3.23	4.07	2.87	1.31	0.78
H6	0.25	0.59	0.41	0.454	2.90	3.59	2.51	1.15	0.66
H7	0.33	0.73	0.50	0.532	2.84	4.12	2.77	1.22	0.93
H8	0.49	1.12	0.78	0.949	5.97	7.11	4.84	2.26	1.34
H9	0.28	0.67	0.46	0.507	3.20	3.96	2.82	1.31	0.76
H10	0.25	0.61	0.41	0.446	2.37	3.46	2.51	1.15	0.70
ادنى قيمة	0.25	0.57	0.40	0.44	2.37	3.45	2.47	1.14	0.66
اعلى قيمة	0.49	1.12	0.78	0.94	5.97	7.11	4.84	2.26	1.34
المعدل العام	0.30	0.69	0.48	0.54	3.31	4.19	2.92	1.34	0.81
R1	0.30	0.69	0.51	0.50	3.18	4.34	2.92	1.33	0.78
R2	0.20	0.52	0.35	0.35	1.83	2.93	2.01	0.94	0.60
R3	0.36	0.78	0.59	0.56	5.07	6.03	3.54	1.56	0.79
R4	0.31	0.73	0.53	0.61	3.89	5.17	3.16	1.45	0.88
R5	0.17	0.45	0.31	0.31	1.67	2.58	1.80	0.84	0.53
R6	0.23	0.53	0.38	0.38	2.10	3.21	2.08	0.95	0.59
R7	0.27	0.60	0.418	0.44	2.54	3.50	2.34	1.04	0.76
R8	0.25	0.58	0.394	0.47	3.43	3.65	2.55	1.25	0.64
R9	0.24	0.55	0.37	0.40	2.34	3.26	2.15	0.98	0.61
R10	0.27	0.63	0.44	0.46	3.23	4.35	2.94	1.22	0.71
ادنى قيمة	0.17	0.45	0.31	0.31	1.67	2.58	1.80	0.84	0.53
اعلى قيمة	0.36	0.78	0.59	0.61	5.07	6.03	3.54	1.56	0.88
المعدل العام	0.26	0.61	0.43	0.45	2.93	3.90	2.55	1.16	0.69
Z1	0.23	0.52	0.37	0.42	2.77	3.34	2.27	1.05	0.59
Z2	0.25	0.58	0.416	0.505	3.26	3.81	2.60	1.20	0.67
Z3	0.25	0.61	0.425	0.457	2.83	3.56	2.54	1.16	0.68
Z4	0.29	0.66	0.472	0.530	3.30	4.14	2.86	1.31	0.748
Z5	0.30	0.68	0.485	0.584	3.68	4.31	3.02	1.40	0.817
Z6	0.28	0.66	0.463	0.507	3.26	4.02	2.85	1.29	0.74
Z7	0.29	0.68	0.483	0.522	3.26	4.09	2.91	1.32	0.78
Z8	0.27	0.64	0.45	0.487	2.94	3.75	2.71	1.23	0.73
Z9	0.27	0.64	0.45	0.49	3.08	3.90	2.75	1.25	0.73
Z10	0.30	0.70	0.49	0.55	3.61	4.440	3.06	1.40	0.79
ادنى قيمة	0.23	0.52	0.37	0.42	2.77	3.344	2.27	1.05	0.59
اعلى قيمة	0.30	0.70	0.49	0.58	3.68	4.44	3.06	1.40	0.81
المعدل العام	0.27	0.64	0.45	0.50	3.20	3.94	2.76	1.26	0.73
A1	0.30	0.71	0.49	0.53	3.35	4.24	3.01	1.38	0.80

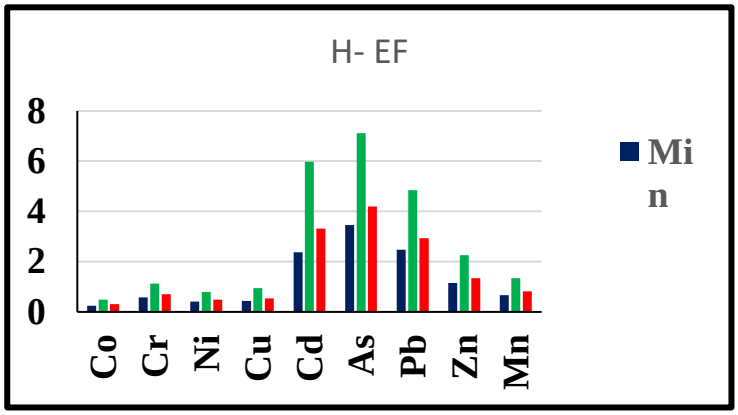
A2	0.35	0.80	0.56	0.65	4.30	5.14	3.51	1.63	0.90
A3	0.27	0.61	0.436	0.51	3.35	3.96	2.70	1.25	0.71
A4	0.29	0.69	0.481	0.52	3.20	4.07	2.91	1.32	0.78
A5	0.30	0.68	0.48	0.55	3.72	4.43	3.01	1.39	0.77
A6	0.29	0.66	0.47	0.53	3.38	4.21	2.91	1.34	0.75
A7	0.27	0.636	0.44	0.48	2.98	3.76	2.69	1.21	0.72
A8	0.25	0.573	0.40	0.46	3.02	3.65	2.50	1.16	0.64
A9	0.26	0.59	0.42	0.50	3.25	3.83	2.63	1.22	0.69
A10	0.249	0.581	0.401	0.437	2.814	3.508	2.497	1.121	0.654
ادنى قيمة	0.24	0.57	0.40	0.43	2.81	3.50	2.49	1.12	0.64
اعلى قيمة	0.35	0.80	0.56	0.65	4.30	5.14	3.51	1.63	0.90
المعدل العام	0.28	0.65	0.46	0.52	3.34	4.08	2.84	1.30	0.74

المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على نتائج الفحص المختبري .

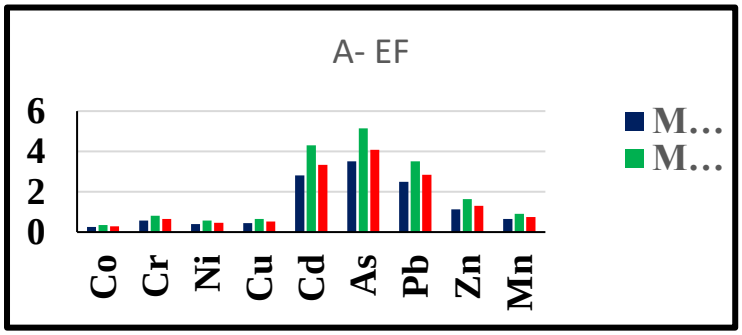
الشكل (2) معامل الاغناء ef للعناصر الثقيلة في الترب الزراعية في منطقة الدراسة .

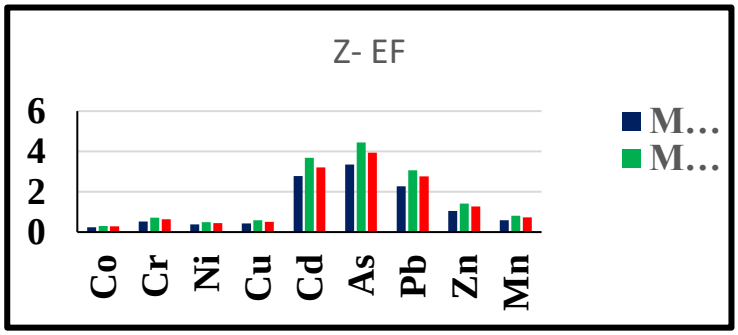
معامل الاغناء ef بالعناصر الثقيلة في الترب الزراعية في الحويجة . **2-معامل الاغناء ef بالعناصر الثقيلة في الترب الزراعية في ناحية الرياض**





3- **معامل الاغناء ef للعناصر الثقيلة في الترب الزراعية في ناحية الزاب .** **4-معامل الاغناء ef بالعناصر الثقيلة في الترب الزراعية في ناحية العباسي .**





المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات الجدول (4-4).

3- مؤشر التراكم الارضي (Geo – accumulation lndex – lgeo)

وهو احد المؤشرات الاكثر استخداما للقياس الكمي لمستوى التلوث بالعناصر الثقيلة من المصدر المتوقع للملوثات . ومدى مساهمة الغطاء الارضي في اثراء التربة وتجهيزها بالعناصر الثقيلة , وذلك ن خلال مقارنة تراكيز العناصر الثقيلة .وتقاس في منطقة الدراسة بالوفرة الطبيعية لهذه العناصر .في القشرة الارضية ويستخدم لتقييم البيئة في مناطق محددة بهدف تحديد مدى تأثير العامل الارضي في تلوث التربة وتستخدم (1.5) كقيمة ثابتة كعامل تصحيح للتغيرات المحتملة في البيانات الحقيقة . اي بسبب التباين في

انواع الرسوب والرواسب التي تضاف من اجل تقليل البيانات الناتجة عن التأثيرات البشرية والتباينات الصخرية اذ يتم استخراج مؤشر التراكم الجغرافي من خلال المعادلة [6] .

$$Lgeo = Log2\frac{Cn}{1.5xBn}$$

(Cn) : قيمة العناصر الثقيلة في الترب العالمية (القيمة المرجعية).

(Bn) : قيمة العناصر الثقيلة في الترب الزراعية المدروسة .

اذ تم تصنيف التلوث بناء على قيم عامل التراكم الارضي حسب الجدول (5) .

الجدول (5) تصنيف مؤشر عامل التراكم الجغرافي (lgeo)

تصنيف مؤشر عامل التراكم الجغرافي	قيمة عامل التلوث
غير ملوثة	Lgeo <0
غير ملوثة الى تلوث وسط	0 < lgeo <1
تلوث متوسط	1 < lgeo < 2
من تلوث معتدل الى تلوث عالي	2 < lgeo <3
تلوث عالي	3< lgeo <4
تلوث عالي الى تلوث عالي جدا	4 < lgeo < 5
تلوث عالي جدا	lgeo >5

المصدر: هديل ارام رفعت اغا, مصدر سابق , ص 143 .

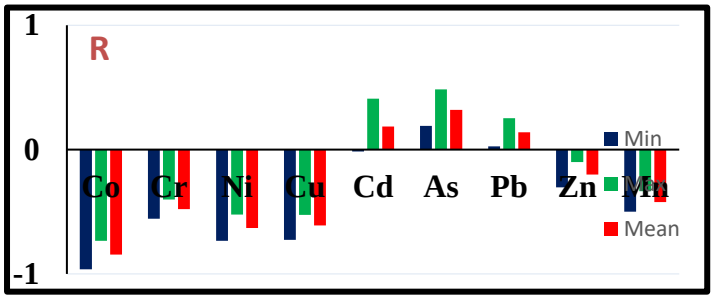
بالاعتماد على التصنيف الموضح في الجدول (4-5) يمكن مناقشة مؤشر التراكم الارضي للعناصر الثقيلة في تربة منطقة الدراسة الذي يأخذ الترتيب التالي Cu> Cr> Mn> Zn> Pb> Cd> As> Co> Ni>

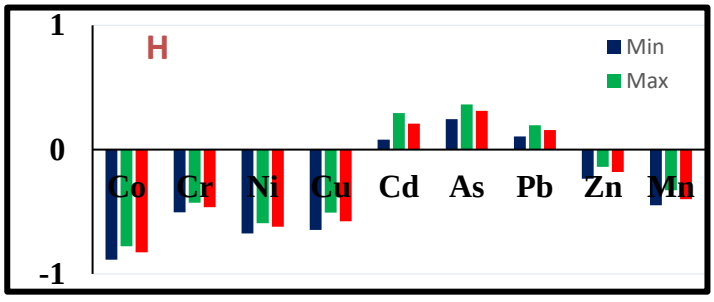
اذ يشير مؤشر التراكم الارضي لعنصري الكادميوم (Cd) والزرنيخ (As) الذي يتراوح بين (0.01-0.40) - (0.48-0.18) وبمعدل (0.20)- (0.33) . بان عينات التربة في النواحي التابعة لقضاء الحويجة ضمن منطقة الدراسة بصورة عامة غير ملوثة الى متوسطة التلوث

كما يشير مؤشر التراكم الارضي لعنصري النيكل(Ni) والزنك(Zn) الذي يتراوح بين (0.59-0.62) – (0.13-0.18) وبمعدل (0.60) – (0.15) وبصورة عامة ان التربة في منطقة الدراسة غير ملوثة بعنصر النيكل والزنك , كما يشير مؤشر التراكم الارضي لعناصر الرصاص(pb – المنغنيز(Mn) – الكروم(Cr)- الكوبلت(Co)- النحاس (Cu) الذين تتراوح قيمهم بين (0.19-0.02)- (0.41-0.36)- (0.47-0.43)- (0.84-0.78)- (0.59-0.52) وبمعدل (0.10)- (0.38) وبمعدل (0.45)- (0.81)- (0.55) هذا يشير الى ان عينات التربة في منطقة الدراسة غير ملوثة .

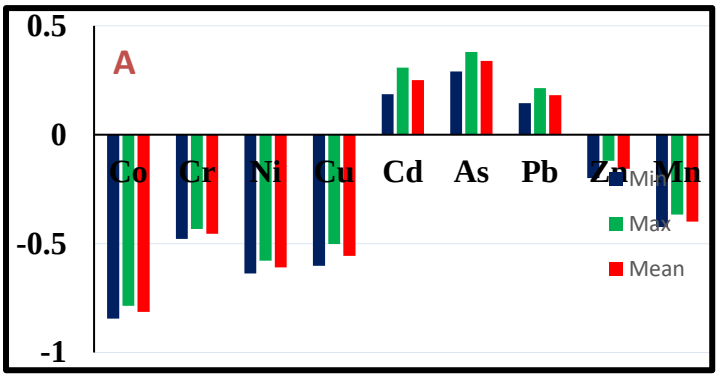
الشكل (3) مؤشر التراكم الارضي lgeo للعناصر الثقيلة في الترب الزراعية في منطقة الدراسة.

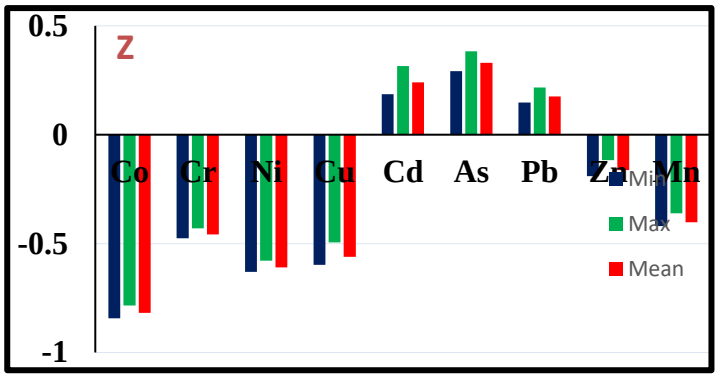
1-مؤشر التراكم الارضي lgeo للعناصر الثقيلة في الترب الزراعية في الحويجة. 2-مؤشر التراكم الارضي lgeo للعناصر الثقيلة في الترب الزراعية في ناحية الرياض.





3-مؤشر التراكم الارضي lgeo للعناصر الثقيلة في الترب الزراعية في ناحية الزاب. 4-مؤشر التراكم الارضي lgeo للعناصر الثقيلة فب الترب الزراعية في ناحية العباسي





المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات الجدول (4-6)

الجدول (6) مؤشر التراكم الارضي للعناصر الثقيلة في الترب الزراعية في منطقة الدراسة.

	Co	Cr	Ni	Cu	Cd	As	Pb	Zn	Mn
H1	0.80	0.44	0.59	0.50	0.29	0.36	0.19	0.13	0.36
H2	0.84	0.46	0.62	0.59	0.20	0.29	0.15	0.18	0.41
H3	0.81	0.45	0.60	0.56	0.23	0.33	0.17	0.15	0.40
H4	0.84	0.47	0.63	0.60	0.18	0.28	0.14	0.19	0.42
H5	0.83	0.47	0.63	0.59	0.19	0.29	0.14	0.19	0.42
H6	0.81	0.46	0.61	0.57	0.23	0.32	0.16	0.20	0.40
H7	0.77	0.42	0.59	0.57	0.15	0.31	0.14	0.41	0.32
H8	0.80	0.44	0.60	0.51	0.27	0.35	0.18	0.14	0.37
H9	0.83	0.46	0.62	0.58	0.21	0.30	0.15	0.17	0.41
H10	0.88	0.50	0.67	0.64	0.07	0.24	0.10	0.23	0.44
اعلى قيمة	0.88	0.50	0.67	0.64	0.07	0.24	0.10	0.23	0.44
ادنى قيمة	0.77	0.42	0.59	0.50	0.29	0.36	0.19	0.13	0.32
المعدل العام	0.82	0.46	0.62	0.57	0.20	0.31	0.15	0.17	0.39
R1	0.86	0.50	0.63	0.64	0.15	0.29	0.11	0.22	0.45
R2	0.96	0.55	0.73	0.72	0.01	0.18	0.02	0.30	0.49
R3	0.73	0.40	0.52	0.54	0.40	0.48	0.25	0.10	0.39
R4	0.80	0.44	0.58	0.52	0.27	0.40	0.18	0.14	0.36
R5	0.94	0.53	0.69	0.69	0.028	0.21	0.05	0.26	0.46
R6	0.84	0.47	0.62	0.62	0.11	0.29	0.10	0.23	0.43
R7	0.78	0.43	0.59	0.56	0.18	0.32	0.15	0.20	0.33
R8	0.81	0.46	0.63	0.54	0.30	0.33	0.17	0.12	0.41
R9	0.85	0.48	0.65	0.63	0.13	0.27	0.09	0.23	0.44

R10	0.82	0.45	0.61	0.59	0.24	0.37	0.20	0.17	0.41
اعلى قيمة	0.96	0.55	0.73	0.72	0.01	0.18	0.02	0.30	0.49
ادنى قيمة	0.73	0.40	0.52	0.52	0.40	0.48	0.25	0.10	0.33
المعدل العام	0.844	0.477	0.63	0.61	0.18	0.31	0.13	0.20	0.42
Z1	0.80	0.44	0.59	0.54	0.27	0.35	0.18	0.14	0.40
Z2	0.78	0.43	0.57	0.49	0.31	0.38	0.21	0.11	0.36
Z3	0.84	0.47	0.62	0.59	0.19	0.29	0.14	0.18	0.41
Z4	0.81	0.45	0.60	0.55	0.23	0.33	0.17	0.16	0.40
Z5	0.79	0.43	0.58	0.50	0.29	0.36	0.20	0.12	0.36
Z6	0.82	0.46	0.61	0.57	0.23	0.32	0.17	0.17	0.40
Z7	0.83	0.47	0.62	0.59	0.20	0.30	0.15	0.18	0.41
Z8	0.83	0.47	0.62	0.59	0.18	0.29	0.15	0.18	0.41
Z9	0.83	0.46	0.62	0.58	0.21	0.31	0.164	0.17	0.41
Z10	0.81	0.45	0.60	0.56	0.25	0.34	0.183	0.15	0.40
اعلى قيمة	0.84	0.47	0.62	0.59	0.18	0.29	0.14	0.18	0.41
ادنى قيمة	0.78	0.43	0.57	0.49	0.31	0.38	0.21	0.11	0.36
المعدل العام	0.81	0.45	0.60	0.56	0.24	0.33	0.17	0.16	0.40
A1	0.82	0.46	0.61	0.58	0.21	0.31	0.16	0.17	0.40
A2	0.80	0.44	0.59	0.54	0.27	0.35	0.19	0.141	0.39
A3	0.78	0.43	0.57	0.50	0.30	0.38	0.21	0.120	0.36
A4	0.84	0.47	0.63	0.60	0.18	0.29	0.14	0.19	0.42
A5	0.80	0.44	0.59	0.53	0.28	0.36	0.19	0.13	0.39
A6	0.81	0.45	0.60	0.55	0.24	0.34	0.18	0.15	0.40
A7	0.84	0.47	0.63	0.59	0.19	0.29	0.15	0.19	0.41
A8	0.80	0.45	0.60	0.54	0.27	0.35	0.18	0.14	0.39
A9	0.79	0.43	0.58	0.51	0.30	0.37	0.20	0.12	0.37
A10	0.82	0.46	0.62	0.58	0.22	0.31	0.16	0.17	0.41
اعلى قيمة	0.84	0.47	0.63	0.60	0.18	0.29	0.14	0.19	0.42
ادنى قيمة	0.78	0.43	0.57	0.50	0.30	0.38	0.213	0.12	0.36
المعدل العام	0.81	0.45	0.60	0.55	0.25	0.33	0.18	0.15	0.39

المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على نتائج الفحص المختبري

المعالجات الاحصائية

تعد المعالجات الاحصائية للبيانات من الاساليب المعتمدة لفهم طبيعية العلاقات بين المكونات الكيميائية للترب الزراعية . لذا تم حساب معامل الارتباط و معامل التحليل العاملي , من اجل توضيح العلاقة بين العناصر الرئيسة والعناصر الثقيلة ,في الترب الزراعية لمنطقة الدراسة .

4-تحليل معامل الارتباط

هي عملية احصائية تستخدم لتفسير العلاقات الثنائية بين المتغيرات المختلفة وتحليل مدى ارتباطها ببعضها البعض , وفي هذه الدراسة تتمثل المتغيرات بالعناصر الكيميائية في الترب الزراعية لمنطقة الدراسة وبصورة عامة تستخدم معامل الارتباط لتحديد امكانية وجود مصدر مماثل لعنصرين او اكثر [7] . كما تعرف على انها وسيلة لتحديد درجة العلاقة الخطية بين متغيرين ووصف الاتجاه والقوة بينهما في العينة اذ تستخدم هذه الطريقة من اجل تحيد العلاقة بين تراكيز العناصر في العينة الواحدة , ومن ثم التعرف على العناصر المهمة المرتبة مع الرواسب المعدنية في المنطقة ولدراسة الروابط الكيميائية و والبيئية للعناصر الثقيلة يمكن ان يتم استخدام تحليل الارتباط . والتي قد تشير الى العلاقات بين مصادرها او اصولها اذ ان قيم معامل الارتباط تتراوح بين (1-0 , 0.0, 1.0) اذ يمثل معامل الارتباط (0.0) علاقة عشوائية بين المتغيرات ومعامل الارتباط (1.0) يمثل علاقة ايجابية مثالية بين المتغيرات اما معامل الارتباط(1-.0)يشير الى علاقة سلبية كاملة العلاقة بين المتغيرات [8]. يعرض الجدول (7) المعطيات الاحصائية لمعاملات الربط للمتغيرات (العناصر الرئيسية و الثقيلة) في الترب الزراعية لمنطقة الدراسة . اذ يشير الى وجود علاقة ارتباط مهمه وسالبة وموجبة , بين العناصر الرئيسية والعناصر الثقيلة اذ ظهرت النتائج الاوكسيد السليكا (sio2) علاقة معنوية موجبة قوية مع (الالمنيوم و اوكسيد الحديد) وبقيم مضاها (0,54.0.52)كما ترتبط بعلاقة موجبة متوسطة مع (اوكسيد المغنسيوم و البوتاسيوم والصوديوم والسليكا) وبقيم (0.28,24.0) - (0.45,0.32) كما يرتبط بعلاقة قوية سالبة مع (aluminuim -so3-cao) وبقيم(70 .0-، 0.80- ,0.48-) كما ان كما تبين وجود علاقة معنوية موجبة لا وكسيد الالمنيوم مع (na2o , k2o ,mgo , feo3) وبقيم (0.24,0.84,0.0.92,0.49) كما يرتبط بعلاقة سالبة مع (aluminuim , silica ,so3 ,cao) وبقيم (0.13-، 0.62-,0.71-،0.67-) كما يرتبط اوكسيد الحديد بعلاقة قوية موجبة مع (na2o , k2o ,mgo) وبقيم (0,35,0.69,0.65) كما يرتبط بعلاقة سالبة مع (aluminuim , silica ,so3 ,cao) وبقيم (0.76-، 0.64- ، 0.02-، 0.85-) كما يرتبط اوكسيد الكالسيوم بعلاقة موجبة مع (aluminum ,so3) وبقيم (0.70,0.44) كما يرتبط بعلاقة متوسطة سالبة مع (silica , na2o, k2o ,mgo) وبقيم (0.65-، 0.49-، 0.48-، 0.10-) ويرتبط اوكسيد المغنيسيوم بعلاقة (silica ,na , k2o) وبقيم (0.02, 0.27, 0.38) ويرتبط بعلاقة سالبة مع (aluminum , so3) وبقيم (0.73-،0.17-) ويرتبط السليكون بعلاقة سالبة مع (k2o , silica,na2o) وبقيم (0.50-، 0.22-، 0.22-) وبعلاقة موجبة مع(aluminum) وبقيمة (0.48) ويرتبط اوكسيد الكالسيوم بعلاقة سالبة مع (aluminum , cilica) وبقيم (0.32.0.27) وبعلاقة موجبة مع (na2o) بقيمة (0.04) كما يرتبط اوكسيد الصوديوم بعلاقة موجبة مع (silica)بقيمة (0.25) وبعلاقة سالبة مع aluminum بقيمة (0.41) ويرتبط السليكا بعلاقة سالبة مع aluminum بقيمة (0.14), كما اظهرت نتائج مصفوفة المضاهاة الموضحة في الجدول (4-7) وجود عدد من العلاقة الموجبة والسالبة بين العناصر الرئيسية والثقيلة مع بعضها وايضا فيما بين العناصر الثقيلة مع بعضها اذ يرتبط ال اوكسيد المغنسيوم بعلاقة معنوية موجبة مع الزرنيخ والحديد كما ترتبط جميع العناصر الرئيسية مع الحديد باستثناء عنصر الsilica كما ترتبط العناصر الثقيلة مع بعضها (zn, co, cr , cu,ni , cd , as , pb) بعلاقات مضاهاة ذات قيم معنوية موجبة قوية تراوحت بين (r= 0.58,0.98) كما موضح في الجدول (4-7) اذ تعكس علاقات الارتباط المعنوية الموجبة المصادر المشتركة بين للعناصر المترابطة . اما العلاقات السالبة بين العناصر تشير إلى الاصل المختلف اي ان الزيادة الحاصلة في تركيز عنصر ما بتأثير مصدر بشري او طبيعي ,فان ذلك لا يؤثر على تركيز العنصر المرتبط به .

الجدول (7) معامل ارتباط بيرسون الثنائية بين الاكاسيد الرئيسية والعناصر الثقيلة لعينات الترب الزراعية.

Variables	Co	Cr	Ni	Cu	Cd	As	Pb	Zn	Mn	Fe	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	K_2O	Na_2O	Silica	Aluminium
Co	1																			
Cr	0.99	1																		
Ni	0.97	0.96	1																	
Cu	0.86	0.89	0.85	1																
Cd	0.86	0.87	0.89	0.87	1															
As	0.88	0.89	0.94	0.80	0.94	1														
Pb	0.89	0.91	0.92	0.89	0.97	0.93	1													
Zn	0.84	0.87	0.86	0.93	0.97	0.87	0.97	1												
Mn	0.83	0.86	0.77	0.81	0.59	0.63	0.67	0.63	1											
Fe	-0.01	0.03	0.00	0.06	0.01	0.00	0.00	0.03	0.03	1										
SiO_2	0.14	0.18	0.13	0.22	0.12	0.11	0.17	0.17	0.13	0.55	1									
Al_2O_3	-0.06	-0.02	-0.07	-0.02	-0.07	-0.07	-0.08	-0.07	0.00	0.92	0.53	1								
Fe_2O_3	-0.01	0.03	0.00	0.05	0.01	-0.01	-0.01	0.02	0.03	1.00	0.55	0.93	1							
CaO	-0.20	-0.24	-0.23	-0.23	-0.22	-0.23	-0.19	-0.19	-0.16	-0.77	-0.80	-0.68	-0.76	1						
MgO	0.18	0.18	0.26	0.06	0.28	0.32	0.19	0.18	-0.04	0.66	0.25	0.49	0.65	-0.66	1					
SO_3	0.17	0.12	0.20	0.11	0.22	0.23	0.14	0.14	0.07	-0.65	-0.71	-0.72	-0.65	0.45	-0.17	1				
K_2O	-0.13	-0.10	-0.14	-0.16	-0.18	-0.11	-0.22	-0.22	-0.03	0.69	0.29	0.85	0.69	-0.49	0.38	-0.51	1			
Na_2O	0.22	0.26	0.24	0.29	0.25	0.23	0.28	0.28	0.21	0.35	0.45	0.25	0.35	-0.48	0.28	-0.23	0.04	1		
Silica	0.07	0.09	0.09	0.13	0.09	0.02	0.14	0.14	0.04	-0.02	0.32	-0.14	-0.03	-0.10	0.03	-0.23	-0.27	0.25	1	
Aluminium	-0.02	-0.06	-0.06	-0.07	-0.06	-0.04	-0.05	-0.08	-0.01	-0.86	-0.48	-0.62	-0.86	0.70	-0.73	0.48	-0.32	-0.42	-0.14	1

المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على نتائج الفحص المختبري .

تحليل العوامل Factor Analysis :

يستخدم هذا النوع من التحليل في الدراسات الكيمائية , لتفسير العلاقة بين المتغيرات لذا بعد تجليل العوامل من ابرز الاساليب الاحصائية , المستخدمة في دراسة وتحليل العديد من المتغيرات , ويعمل من خلال تقليل عدد المتغيرات المدروسة مع الاحتفاظ بالتباين الاساسي للمتغيرات الاصلية كما يسهم في تحديد العوامل المشتركة التي تبسط تفسير العلاقات بين المتغيرات من خلال الكشف عن العوامل الاساسية التي تقوم بتفسير أوجه التشابه والاختلاف بينها كما ويتمثل الهدف من اجراء تحليل العوامل في الكشف عن العوامل الاساسية التي تسهم في تفسير وتوليد الاختلافات والتباين بين مجموعة من المتغيرات , ويعد هذا النوع من التحليل الاحصائي من الاساليب الشائعة في البحوث العلمية . حيث يساعد على تقليل عدد كبير من المتغيرات الى مجموعة اصغر من العوامل التي تفسر الجزء الاكبر من التباين في البيانات حيث يوفر نموذجا مناسبا للعديد من الظواهر ,وفي الدراسة الحالية تم تطبيق التحليل العاملي باستخدام برنامج spss v. 12 على الاكاسيد الرئيسية والعناصر الثقيلة الموجودة في الترب الزراعية لمنطقة الدراسة . اضهرت نتائج التحليل العاملي للعناصر في الترب الزراعية لمنطقة الدراسة الموضحة في الجدول (7) وجود ثلاث عوامل يفسرون نسبة 82.43% من المجموع الكلي للتباين , اذ يفسر العامل الاول 41.81% من التباين الكلي ويوضح التحميل والارتباط لكل من العناصر الرئيسية (feo , na , aluminuim, sio2 , mgo , silica,) وبقيم سالبة (0.25-, 0.01-, 0.13-, 0.17-, 0.07-, 0.06-) والعناصر الثقيلة (MN ,cu ,as ,zn , cd ,pb ,ni ,cr) وبقيم سالبة (0.98-, 0.98-, 0.98-, 0.96-, 0,95-, 0.95-, 0.0.79-) , على التوالي ان هذا التحميل للأكاسيد الرئيسية على هذا العامل يدل على وجود علاقة تصاحب جيو كيميائي مشتركة فيما بينهم , كما يدل الارتباط للعناصر الثقيلة على وجود مصدر مشترك يغذي هذه العناصر بالإضافة الى الدور الفعال للمعادن الطينية في رفع مستويات تركزها ويفسر العامل الثاني نسبة 31.49% من مجموع التباين الكلي . ويظهر التحميل ارتباطا قويا مع الاكاسيد الرئيسية (na2,aluminuim ,silica , k2o , mgo , feo3 , alo3 ,sio2) وبقيم سالبة (0.8-, 0.95-, 0.95-, 0.7-, 0.83-, 0.86-, 0.94-, 0.47-) والعناصر الثقيلة (fe ,ni ,cr) وبقيم سالبة (0.04-, 0.01-, 0.52-) مما يشير الى ان للأنشطة البشرية خاصة الاسمدة الكيميائية التي لها دورا كبيرا في التحكم بارتباط العناصر المختلفة في التربة ورفع مستويات تركزها ويفسر العامل الثالث نسبة 9.13% من مجموع التباين الكلي . الذي يوضح التحميل والارتباط للعناصر الرئيسية (alo3 , aluminuim ,k2o ,mgo ,cao) وبقيم سالبة (0.05-, 0.12-, 0.16-, 0.35-, 0.09-) والعناصر الثقيلة (as ,MN ,fe) وبقيم (0.06-, 0.07-, 0.08-)

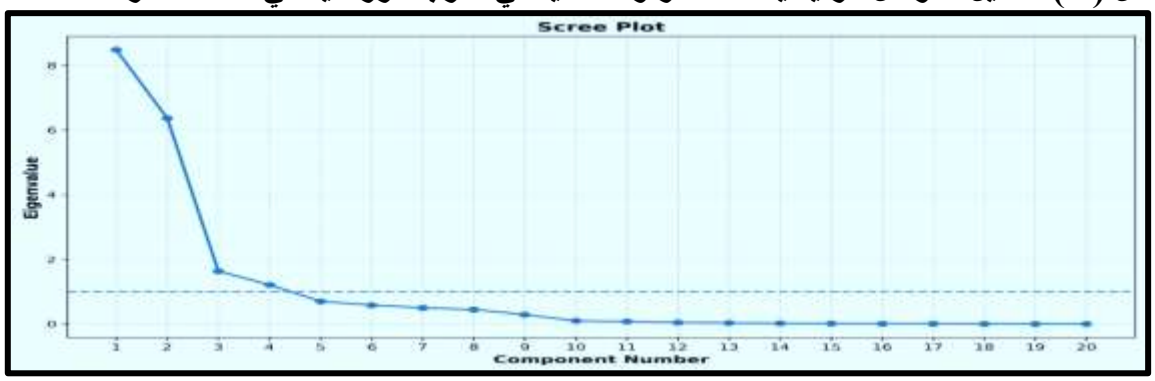
الجدول (8) تحميل العوامل الرئيسية للعناصر الثقيلة والاكاسيد في الترب الزراعية لمنطقة الدراسة .

العنصر	العامل الأول	العامل الثاني	العامل الثالث	الشيوعية
Co	-0.97	0	0	0.95
Cr	-0.98	-0.04	0.03	0.97
Ni	-0.98	-0.01	0	0.97
Cu	-0.95	0	0.1	0.92
Cd	-0.96	0.02	0.04	0.92
As	-0.95	0.05	-0.06	0.91
Pb	-0.98	0.03	0.08	0.97
Zn	-0.96	0.02	0.09	0.93
MN	-0.79	0.06	-0.07	0.64
Fe	-0.63	-0.52	-0.08	0.68
SiO_2	-0.07	-0.8	0.33	0.75
Al_2O_3	0.09	-0.95	-0.05	0.92
Fe_2O_3	-0.01	-0.95	0.05	0.91
Cao	0.17	0.91	-0.12	0.88
Mgo	-0.17	-0.7	-0.16	0.54

SO_3	0.14	0.65	0.24	0.5
K_2O	0.22	-0.83	-0.35	0.86
Nao	-0.25	-0.47	0.64	0.7
Silica	-0.13	-0.86	0.34	0.88
Aluminum	-0.06	-0.94	-0.09	0.89
%التباين	41.81	31.49	9.13	
%النسبة التراكمية	41.81	73.3	82.43	

المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على نتائج الفحص المختبري .

الشكل (4) تحميل العوامل الرئيسية للعناصر والاكاسيد في الترب الزراعية في منطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات الجدول (4-8) وبرنامج Spss.

اظهرت نتائج تحليل المكونات الرئيسية (Principal Component Analysis) المستخرجة من بيانات العناصر الثقيلة والاكاسيد الرئيسة في تربة منطقة الدراسة وجود اربعة عوامل رئيسة تجاوزت قيمها الذاتية (Eigenvalues) الواحد الصحيح , اذ بلغت القيمة الذاتية للعامل الاول (8.48%) مفسرة ما نسبته (42.4%) من التباين الكلي , في حين بلغت القيمة الذاتية للعامل الثاني (6,37%) مفسرة (31.9%) من التباين , اما العامل الثالث فقد سجل قيمة ذاتية مقدارها (1.63) مفسرا (8.2%) من التباين في حين بلغت القيمة الذاتية للعامل الرابع (1.23) مفسرة (6.1%)من التباين الكلي . وبلغت النسبة التراكمية للتباين المفسر بواسطة العوامل الاربعة مجتمعة (88.6%) من التباين الكلي للبيانات . وهب نسبة مرتفعة تشير الى قدرة هذه العوامل على تمثيل معظم الاختلافات الموجودة بين المتغيرات المدروسة .

ويتضح من الشكل (4-4) ان اقيم الذاتية تنخفض بصورة حادة عند الانتقال من العامل الاول الى العامل الثالث , ثم تبدأ بالاستقرار التدريجي بعد العامل الرابع , وهو ما يعكس وجود عدد محدود من العوامل المؤثرة في التركيب الجيو كيميائي للتربة . كما يبين الشكل (4-4) ان العاملين الاول والثاني يمتلكان اعلى قدرة تفسيرية مقارنة ببقية العوامل , الامر الذي يشير الى ان الجزء الاكبر التباين في البيانات يرتبط بمجموعتين رئيسيتين من المتغيرات , تتمثل الاولى بالعناصر الثقيلة ذات السلوك الجيو كيميائي المتقارب , في حين ترتبط الثانية بالأكاسيد الرئيسة والعناصر المكونة للمادة الام للتربة . وتؤكد نتائج التحليل العاملي ان العلاقات بين المتغيرات ليست عشوائية , وانما تخضع لعوامل مشتركة تعكس تأثير الخصائص الجيولوجية والعمليات الجيو كيميائية والتجوية والترسيب التي اسهمت في تحديد التوزيع المكاني والتركيبي للعناصر في تربة منطقة الدراسة . كما ان الارتفاع الواضح في القيم الذاتية للعوامل الاولى مقارنة بالعوامل اللاحقة يدل على وجود ترابطات قوية بين العناصر الداخلة في التحليل , الامر الذي يبرر استخدام التحليل العاملي بوصفة اداة احصائية فعالة لاختزال عدد المتغيرات وتحديد المجموعات الرئيسية المسيطرة على خصائص التربة .

أولاً: الاستنتاجات

أظهرت نتائج الدراسة وجود تباين في مستويات تراكيز العناصر الثقيلة في الترب الزراعية بقضاء الحويجة، مع تسجيل عنصري الزرنيخ والكادميوم أعلى مستويات التلوث مقارنة ببقية العناصر المدروسة.

بينت مؤشرات التقييم البيئي أن معظم عينات التربة تقع ضمن فئات التلوث المنخفض إلى المتوسط، مما يدل على تأثر المنطقة بمصادر تلوث محدودة نسبياً.
كشفت نتائج التحليل الإحصائي عن وجود علاقات ارتباط قوية بين العناصر الثقيلة، مما يشير إلى اشتراكها في مصادر جيولوجية وبشرية متشابهة، ولاسيما الأنشطة الزراعية واستخدام الأسمدة.
ثانياً: المقترحات
إجراء برامج رصد ومتابعة دورية لتراكيز العناصر الثقيلة في الترب الزراعية لضمان الكشف المبكر عن أي ارتفاعات قد تؤثر في البيئة والإنتاج الزراعي.
ترشيد استخدام الأسمدة والمبيدات الكيميائية والاعتماد على البدائل الصديقة للبيئة للحد من تراكم العناصر الثقيلة في التربة.
إعداد خرائط بيئية حديثة لمستويات التلوث في قضاء الحويجة واستثمار نتائجها في التخطيط الزراعي والإدارة المستدامة للموارد الأرضية.

الهوامش

---

[1](1) نبراس محمد عبد رسول الصفار , دراسة التلوث البيئي ببعض العناصر الثقيلة لتربة محطة كهرباء ديزلات الجادرية – بغداد ,المجلة العراقية , العدد(1), المجلد (8), جامعة بغداد , 2016 , ص 132 .

(2) هديل ارام رفعت اغا, التحليل الجغرافي لتلوث الترب الزراعية في قضاء جمجمال, مصدر سابق, ص 129–130 .

(3) منال سمير قادر واخرون , تقييم التلوث البيئي لرواسب خزانات سدود مختارة في العراق , المجلة الوطنية ,العراقية لعلوم الارض , المجلد (24) , العدد (1) , 2024 , ص 7 .

(4) جنار محمد تقي صديق , دراسة التاثيرات البيئية لمقالع الجبس على تربة ونبات المناطق المحيطة بها شمالي غرب مدينة كركوك / شمالي العراق , مصدر سابق , ص 144 .

(5) هديل ارام رفعت اغا , التحليل الجغرافي لتلوث الترب الزراعية في قضاء جمجمال , مصدر سابق , ص 136 .

(6) احمد غازي عطية , محمود فاضل عبد , مصدر سابق , ص 24 .

(7) بارت ,في . مورثي , ان .ان . ساكسينا بي .ار . تقييم تلوث التربة بالمعادن الثقيلة حول مواقع التخلص من النفايات الخطرة في مدينة حيدر اباد (الهند) الاثار الطبيعية والبشرية , المجلد 2 , العدد 2 , 2011 , ص27.

(8) هديل ارام رفعت اغا, التحليل الجغرافي لتلوث الترب الزراعية في قضاء جمجمال , مصدر سابق ,ص 156 .

المصادر والمراجع

١. آغا ، هديل آرام رفعت، التحليل الجغرافي لتلوث الترب الزراعية في قضاء جمجمال، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة كركوك، 2024.

٢. بارت ,في . مورثي , ان .ان . ساكسينا بي .ار . تقييم تلوث التربة بالمعادن الثقيلة حول مواقع التخلص من النفايات الخطرة في مدينة حيدر اباد (الهند) الاثار الطبيعية والبشرية , المجلد 2 , العدد 2 , 2011.

٣. صديق ، جنار محمد تقي، التأثيرات البيئية لمقالع الجبس على تربة ونبات المناطق المحيطة بها شمالي شمال غرب مدينة كركوك في شمال العراق، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية العلوم، قسم الجيولوجيا التطبيقية، جامعة كركوك، 2017.

٤. الصفار ، نبراس محمد عبد رسول، دراسة التلوث البيئي ببعض العناصر الثقيلة لتربة محطة كهرباء ديزلات الجادرية ـ بغداد، المجلة العراقية، العدد (1)، المجلد (8)، جامعة بغداد، 2016.

٥. قادر ، منال سمير وآخرون، تقييم التلوث البيئي لرواسب خزانات سدود مختارة في العراق، المجلة الوطنية العراقية لعلوم الأرض، المجلد (24)، العدد (1)، 2024.

٦. محمود ، حسين علي حسين، التحليل المكاني لاستعمالات الأرض الحضرية في مدينة العباسي، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة الموصل، 2021.