

## المحتوى الجيوكيميائي للرصاص وتوزيعه في تربة مدينة كركوك /شمالى العراق #

حسن احمد علي الجميلي ، نور محمد سمين

قسم الجيولوجيا التطبيقية ، كلية العلوم ، جامعة كركوك ، كركوك ، العراق

[hassanalauk@yahoo.com](mailto:hassanalauk@yahoo.com)

## الملخص

تضمنت الدراسة الحالية تعيين تراكيز الرصاص (Pb) في نماذج من تربة مدينة كركوك بواقع 18 عينه (K). تم تحليل نماذج التربة باستخدام جهاز البلازما مزدوجة الحث - الطيف الكتلي (ICP-MS) الموجود في مختبرات شركة أكمي (Acme) في مختبرات فانكوفر في كندا. أظهرت نتائج التحليل الكيميائي للنماذج ارتفاعا في معدل Pb في نماذج التربة اذ بلغ (26.11 ppm) مقارنة مع المعدل العالمي للترب والبالغ (10 ppm) و الترب غير الملوثة (15ppm) مع الزيادة في معدل تركيزه في الاعماق السطحية اذ بلغ (30.2ppm) مقارنة مع الاعماق السفلية (17.97ppm) ، وانخفاضا في معدله مقارنة مع الترب المحلية لمعدن أخرى من العراق. التحليل العملي للبيانات الجيوكيميائية للنماذج اعلاه أظهرت وجود الفة وتصاحب جيوكيميائي بين Pb وكل من اوكسيد البوتاسيوم، وأوكسيد الفسفور الخماسي و بعض العناصر مثل الفسفور، الكاديوم، النحاس، الزنك فضلا عن المواد العضوية. التحليل الحجمي للنماذج المدروسة اثبتت أن تركيز Pb يزداد في الجزء الطيني في الترب بكميات اكبر مما في الجزء الغريني والرملّي. اظهرت قيم دليل التراكم الارضي (Igeo) لعينات التربة بأنها تقع ضمن الفئة متوسطة التلوث إلى غير الملوثة. و قد ساهمت مخططات جهد الاكسدة و الاختزال و الدالة الحامضية في التعرف على الطور المعدني السائد في ترب منطقة الدراسة والذي هو من نوع السيروسايت.

الكلمات الدالة: الرصاص، التربة ، دليل التراكم الارضي ، كركوك

## المقدمة

ومركبات لا عضوية مثل بروموكلوريد الرصاص (PbClBr) و أوكسيد الرصاص (PbO) والشكل اللاعضوي هو الاكثر شيوعا إذ تبلغ نسبة أملاح الرصاص اللاعضوية حوالي 95% من الرصاص الكلي [5]. يتم امتصاص الرصاص من قبل المعادن الطينية والاكاسيد والسلبيات ويترسب بشكل كبريتات او كاربونات او فوسفات في الترب القلوية، وتزداد ذوبانيته بسبب تكوين معقدات الرصاص العضوية الذائبة (Soluble Pb - Organic) ومعقدات هيدروكسي الرصاص (Pb - hydroxy) [2]. عُدت الترسيبات الحديثة هي الحوض الحاوي عليه ، فحوالي 35% من تركيز الرصاص موجود في رواسب الأنهار موجوده في الجزء الرملّي ، أما الجزء الأكبر منه موجود في الغرين والطين مرتبطين بالكاولينات والمايكا وأكاسيد وهيدروكسيدات الحديد والمنغنيز [7]. يتراوح التركيز الطبيعي للرصاص في الصخور الفوسفاتية بين (100 - 10 ppm) ، و قدر تركيزه بحوالي (9 ppm) في الصخور الكاربوناتية ، و يكون تركيزه في المتبخرات البحرية أقل من الصخور الكاربوناتية الرسوبية ، وتحتوي صخور الهاليت (Halite NaCl) عليه بتركيز (5.4 ppm) [6]، غير أن صخور المتبخرات البوتاسية تحوي على تركيز رصاص أقل من 1 (ppm) ، وسبب ذلك يعود الى ميل عنصر الرصاص للتركز في صخور الفلدسبار البوتاسي [8]. تُغطي التربة مساحات واسعة نسبيا من اليابسة الارض إذ تشكل حوالي (72%) على الاقل من مساحة اليابسة باستثناء المساحات المغطاة بالثلوج والمياه والمناطق دائمة التجمد، وتختلف التربة في مكوناتها وسمكها باختلاف ظروف تكونها والمواد الاصلية التي اشتقت منها [9].

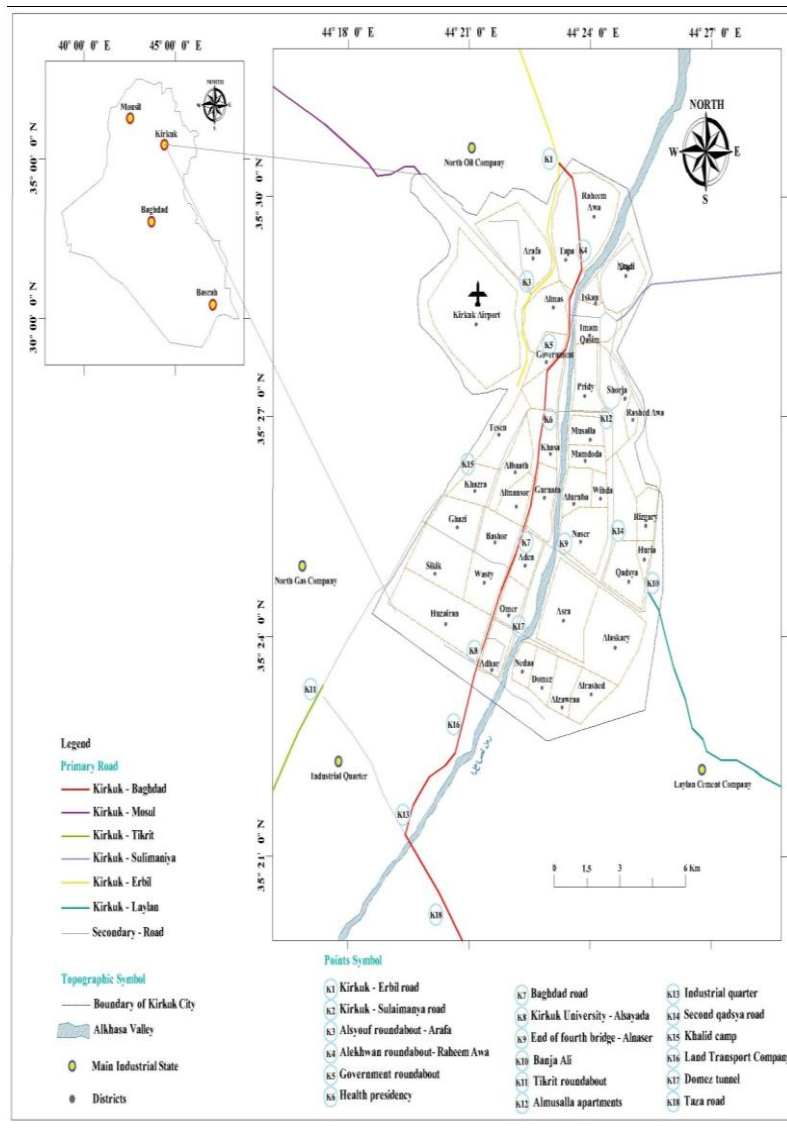
يُعدّ الرصاص من العناصر الكيماوية المتواجدة في جميع البيئات الأرضية، فهو موجود بتركيز اثرية في الغلاف الجوي و التربة و الصخور والمياه واجسام الكائنات الحية [1]. ويتواجد الرصاص في حالتين من التأكسد الثنائية  $Pb^{+2}$  والرابعة  $Pb^{+4}$  و يكون متوسط الحجم بين  $Ca^{+2}$  و  $K^{+}$  ، وهو من العناصر ذات نصف القطر الايوني الكبير و تحدث بينه وبين بعض العناصر احلالات، اذ يحل محل ال Ca و K في معادن الفلدسبار البوتاسي K-feldspar و المايكا Mica [2]. ويمتلك الرصاص خاصية جالكوفيلية و ليثوفيلية إذ إنه يتحد مع الاوكسجين و الكبريت و يكون معادن معهما [4][3] ، لذلك في الظروف المختزلة يتواجد الرصاص بشكل PbS غير القابل للذوبان و المترسب من عملية اختزال الكبريت، أما في الظروف المؤكسدة فانه يصبح اقل ذوبانا مع ازدياد الدالة الحامضية [2]. يتواجد الرصاص بأشكال معدنية مختلفة منها الكالينا PbS Galena والانكلاسايت PbSO<sub>4</sub> Anglesite و السيروسايت Cerussite و PbCO<sub>3</sub> و رباعي اوكسيد ثلاثي الرصاص MiniumPb<sub>3</sub>O<sub>4</sub>، و البايرومورفايت Pyromorphite Pb<sub>5</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>Cl ، والمميتات Mimetite Pb<sub>5</sub>(AsO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>Cl [1]. ينتشر الرصاص في المعادن بمستويات أثرية بالمقارنة مع معادن أخرى، وهذه المستويات موجودة في البلاجيوكلس والمايكا والزركون والمكنتايت ، وُعدّ الرصاص ساما بسبب سهولة استخلاصه كمعدن [5]. وبحسب [6] فإنه يتواجد بأشكال معدنية مختلفة منها كاربونات وهاليدات و يودات و اكاسيد وفوسفات . و يتواجد الرصاص أيضا بشكل مركبات عضوية مثل رباعي أثيل الرصاص (PbC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>) و رباعي مثيل الرصاص Pb(CH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>،

غير الملوثة في العالم بحوالي (17ppm) [10] ، إلا أن محتوى الرصاص في الترب الملوثة قدر تركيزه بحوالي (100 ppm) إذ اعتبر هذا التركيز ساما للتربة [12]. تهدف الدراسة الحالية الى إيجاد محتوى الرصاص في آفاق التربة لمدينة كركوك و دراسة سلوكه و توزيعه في مكوناتها وإجراء المعالجات الاحصائية المناسبة له.

#### موقع وجيولوجية منطقة الدراسة Location & geological of study area

تقع منطقة الدراسة ضمن محافظة كركوك و التي تبلغ مساحتها (20000 km<sup>2</sup>)، شمالي العراق، بين خطي الطول " 36' 30" 35° و دائرتي العرض " 22' 44' / 22' 44' 35°". وهي في منطقة سهلية على ضفتي نهر الخاصه 12". شكل (1). الذي تجري مياهه في السنين الممطرة شتاءً ويجف صيفاً وتبعد عن نهر الزاب الاسفل بحوالي 40 km .

يعتقد بأن المصدر الرئيسي للتراكيز العالية للفلزات الثقيلة و يضمها الرصاص في التربة بشكل عام هي الصخور المصدرية الغنية بهذه الفلزات فضلا عن تلوث الغلاف الجوي بملوثات من محركات السيارات و حرق الوقود الاحفوري (fossil fuel) الذي يترسب في النهاية على سطح الارض [10]، ويتأثر محتوى الرصاص في الترب الفتية بشكل عام بعوامل عديدة من أهمها: مكوناتها الأصلية parent rock والمواد المشتقة منها. كما تتأثر الترب بعوامل أخرى منها تفاعلات الاكسدة والاختزال، وخبث أيونات الرصاص المرتبطة بالمادة العضوية، و تفاعلات التبادل الايوني التي تحدث في الطين و امتزازه من قبل هيدروكسيدات الحديد و المنغنيز، والنقل بواسطة المحاليل solution والحوامض العضوية، والتدوير بواسطة النباتات، و يؤثر كذلك عمق التربة على مستويات الرصاص فيها [6]. و يقدر المستوى الطبيعي للرصاص في التربة بحوالي (10 ppm) [11] . وفي أحيان أخرى بحوالي (5 - 50 ppm)، كما قُدِّرَ متوسط محتواه في الترب



شكل (1) خريطة مدينة كركوك موضحة عليها مواقع النماذج

بتركيز (0.01 مولاري) وذلك بإذابة (0.111 gm) منه في (100 ml) ماء مقطر. ثم تم إذابة (1 gm) من النموذج الصلب في (2.5 ml) من المحلول العالق وقياس الدالة الحامضية باستخدام القطب الذي يقيس الدالة الحامضية وبحسب [20].

تم تحليل نماذج التربة باستخدام جهاز البلازما مزدوجة الحث - الطيف الكتلي Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry (ICP-MS) من نوع (Perkin Elmer) (6000) الموجود في مختبرات شركة أكمي (Acme) في فانكوفر في كندا، إذ تم تجفيف النماذج بدرجة حرارة (60°C). وتم نخلها بمنخل بحجم (0.25 µm) أي ما يعادل (150 mesh). ثم يوزن (0.25 gm) من النموذج ويوضع في أنابيب اختبار من التفلون (Teflon). وتمت عملية هضم النماذج بإضافة (10 ml) من المحلول الحامضي (2:2:1 HClO<sub>4</sub>-HNO<sub>3</sub>-HF-H<sub>2</sub>O) إلى أنابيب الاختبار التي تحوي النموذج ومن ثم يسخن على (Hot plate) إلى أن تخرج الأبخرة ثم يترك ليبرد. بعد ذلك يضاف (4ml) من HCl بتركيز 50 % إلى المتبقي ويسخن في الفرن وبعد تبريده ينقل المحلول إلى أنابيب اختبار بلاستيكية ويكمل المحلول إلى حجم (10 ml) وهذا المحلول سوف يدخل إلى الجهاز لكي يتم تحليله [21].

#### النتائج والمناقشة

**المحتوى العام للرصاص في التربة General content of lead in the soil**

يعرض الجدول (1) مديات ومعدلات والانحراف القياسي لإجمالي تركيز الرصاص الكلي والعناصر الرئيسية (% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O, SiO<sub>2</sub>, CaO, MgO, TiO<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, S, P) وبعض العناصر الاثرية (ppm) (As, Sr, Cd, Mo, S, P, Ba, Cr, Co, V, Zn, Zr, Cr, Cu, La, Li, Rb, V, Zn, Zr) فضلاً عن بعض خواص التربة مثل (الدالة الحامضية (pH)، ومحتوى المادة العضوية (O.M)، والجزء المفقود بالحرق (L.O.I) في نماذج التربة قيد الدراسة، كما ويغرض الجدول (2) تراكيز الرصاص في العمقين الأول KA والثاني KB لمواقع منطقة الدراسة. يتأثر تركيز الرصاص بالتربة بالنشاطات الطبيعية وغير الطبيعية المختلفة التي تعمل على تغذية التربة بهذا العنصر عن طريق ارتشاح المياه إلى التربة واستخدام المبيدات وتأثير الترب المنقولة وعمليات تكوين التربة [22]. وتكون حركة الرصاص في الترب الحامضية أكثر من ما في الترب القلوية، ومن ثم يترشح من محلول التربة ليكون بشكل راسب، غير أن التراكيز العالية له في الترب القلوية تعكس شكله غير الذائب وغير المتوفر للنبات [6].

شملت منطقة الدراسة على مواقع مختارة من مدينة كركوك، وتتكون من عدة تكاوين جيولوجية أهمها تكوين انجانه والفتحة والمقدادية و باي حسن. طباقياً تتألف منطقة الدراسة من تتابعات صخرية منكشفة رسوبية المنشأ بعضها فتاتي (Clastic) والآخر غير فتاتي (Non-clastic) وتتراوح اعمارها بين الايوسين وحتى الهولوسين (Holocene) ضمن العصر الثلاثي (Tertiary) والعصر الرباعي (Quaternary) إلى العصر الحديث [13]. إن ترسبات التربة تتكون بشكل عام من المزيج الرملية والطينية وتتغير نسبتها حسب طبيعة المنطقة، وتتكون من انواع منها التربة المزيجية (loamy soil) التي تتكون عندما تمتزج الرمال بنسب معينة مع الطين وهي تربة جيدة للزراعة، والتربة الرملية (sandy soil) وهي التي تستق من صخور تحتوي على الكوارتز، والتربة الطينية (Clayey soil)، وتتألف من مكونات ناتجة عن التحلل الكامل لمحتويات الصخور [14]. وتعد تربة كركوك تربة خفيفة غرينية وقليل منها طينية أو رملية غرينية وجميعها معرضة لأنواع التعرية المائية والهوائية وتنتشر هذه الاراضي حول المجاري الطبيعية والوديان التي تجري فيها المياه خلال المواسم الممطرة.

#### المواد وطرائق العمل

تم جمع (18) عينه من التربة و يرمز لها بالرمز (K) وعلى عمقين لنفس الموقع، العمق الأول KA من (0 - 10 cm) والعمق الثاني KB (10 - 20 cm)، وباستخدام جهاز Auger، وتمثل النماذج عينات لتربة مناطق سكنية لمدينة كركوك وعينات من الطرق الخارجية. تم تحضير النماذج الصلبة للتربة بعد سحقها بشكل جيد بواسطة هاون خزفي، وتم بعد ذلك نخل النماذج بواسطة منخل بحجم (200 mesh)، وتم أخذ حوالي (10 gm) من النموذج المنخول ووضعت في أكياس بلاستيكية محكمة الغلق، وتم اجراء التحليل الحجمي (Size Analysis Method) باستخدام الماصة وفصلها إلى الاحجام المختلفة للرمل والطين والغرين (Sand, Silt, Clay) باستخدام الطريقة المتبعة من قبل [16][15]، وجرى وضع رموز النماذج و ترقيمها بشكل جيد على كل كيس لأغراض الشحن الجوي، وتم ارسالها إلى مختبرات شركة أكمي (Acme lab) في كندا. تم قياس المادة العضوية في مختبرات التربة التابعة لمديرية زراعة كركوك، و حسب الطريقة الموصوفة من قبل [19][18][1]. تم قياس الدالة الحامضية لنماذج التربة باستخدام جهاز (EUTECH INSTRUMENT/ PCD650 / Cyber scan series 600) الموجود في مختبرات قسم الكيمياء بجامعة كركوك. إذ اعتمدت الطريقة على تحضير محلول معلق من كلوريد الكالسيوم (CaCl<sub>2</sub>)

جدول (1) مديات ومعدلات والانحراف القياسي S.D. للرصاص الكلي والعناصر الرئيسية وبعض العناصر الاثرية وبعض الصفات الفيزيائية والكيميائية في نماذج التربة في مدينة كركوك.

Elements	Samples of Soil			Elements	Samples of Soil		
	Mean	Range	S.D		Mean	Range	S.D
Pb (ppm)	26.11	10.25-64.30	20.46	Sr(ppm)	445.68	251.50 – 1043	235.62
SiO <sub>2</sub> %	38.33	18.75-42.60	5.79	Cd(ppm)	.310	0.20 - .45	.0920
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	9.02	7.10-15.70	1.84	Mo(ppm)	1.06	0.55 – 2	.370
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	4.33	3.60-4.80	.310	% S	.440	0.10 - 3.20	.760
MgO %	3.73	3.00-4.00	.410	%P	.0640	0.05 - 0.16	.020
CaO %	19.47	16.40-23.66	2.10	Ba(ppm)	274.80	201.50 – 511	51.17
Na <sub>2</sub> O %	.650	.47-1.000	.130	Ce(ppm)	38.91	32. - 46.50	3.06
K <sub>2</sub> O %	1.40	1.10-2.40	.280	Co(ppm)	131.98	14.70-1965	472.36
TiO <sub>2</sub> %	.840	.47-1.000	.290	Cr(ppm)	206.15	113-362.50	73.14
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	.130	.10-0.350	.060	Cu(ppm)	29.27	22.05 - 38.75	5
MnO %	0.027	0.07- 0 .20	.060	La(ppm)	19.35	9.53 - 24.95	2.99
L.O.I. %	21.32	18.40-24.80	1.52	Li(ppm)	26.88	15.65 - 36.80	4.28
pH	7.34	7.19-7.50	0.10	Rb(ppm)	43.99	5.15 - 53.45	10.58
O.M. %	2.18	1.00-5.00	1.18	V(ppm)	91.38	78-104	7.11
As(ppm)	7.66	6.30-10	.970	Zn(ppm)	77.76	53.50-145.50	27.02

جدول (2) تراكيز و مديات ومعدلات والانحراف القياسي S.D. للرصاص في نماذج التربة للعمق الاول KA(0 – 10 cm), الثاني KB (10 – 20 cm) في منطقة الدراسة

Sample Name	Location name	Pb (ppm)	Sample No.	Location	Pb (ppm)
K1A	طريق كركوك - أربيل	13.3	K10A	بنجا علي	11.4
K1B		12.2	K10B		11.2
K2A	طريق كركوك – السليمانية	10.9	K11A	فلكة تكريت	16.8
K2B		10.2	K11B		13.3
K3A	فلكة السيوف – عرفة	53.6	K12A	شق المصلي	29.5
K3B		53.6	K12B		28.8
K4A	فلكة الاخوان – رحيم ناوه	23.9	K13A	الحي الصناعي	98.8
K4B		13.9	K13B		29.8
K5A	فلكة المحافظة	19.2	K14A	طريق القادسية الثانية	12.6
K5B		12.9	K14B		11.8
K6A	مقابل رئاسة الصحة	15.2	K15A	معسكر خالد	51.8
K6B		11.4	K15B		35.6
K7A	طريق بغداد	14.7	K16A	شركة النقل البري	10.9
K7B		11.4	K16B		9.6
K8A	جامعة كركوك- الصيادة	16.6	K17A	نفق دوميز	23.0
K8B		13.7	K17B		16.9
K9A	راس الجسر الرابع-حي النصر	16.0	K18A	طريق تازة	15.4
K9B		15.1	K18B		11.0
Mean KA					30.20
Mean KB					17.97
Range KA					10.90 – 106
Range KB					9.60 – 53.60
S. D. KA					29.13
S.D KB					11.63

العضوية ، كما أنّ حركته بصورة عامة تكون بطيئة لكن عند تغير بعض معاملات التربة مثل ازدياد الحامضية وتكوين مركبات الرصاص العضوية ربما يزيد من ذوبانيته وحركته [1]. وبشكل عام فإنّ التربة تحتوي على عنصر الرصاص بكميات أكبر مقارنة مع الصخور التي اشتقت منها التربة، و تعزى هذه الزيادة الى

يزداد الرصاص في العمق الاول KA مقارنة مع العمق الثاني KB ، إذ وصل معدل تركيزه في الجزء العلوي (30.2ppm) ويمدى ( 10.9 – 106 ppm) ( الجدول ( 2) ) في حين وصل معدل تركيزه في الجزء السفلي (17.97ppm) ويمدى (9.6 – 53.6ppm)، وهذا قد يعود الى تجمعها في الأفاق العلوية للتربة بسبب امتصاصه من قبل المادة

وعند مقارنة معدل نتائج الرصاص الكلي في تربة منطقة الدراسة مع معدل تركيز الرصاص في الترب المحلية والعالمية والتي يعرضها الجدول (3)، يتبين أن معدل الرصاص في نماذج التربة قيد الدراسة (26.11 ppm) هو أعلى من المعدل العالمي [29] والبالغ (10 ppm)، وأقل من معدل تركيزه في مدينة بغداد [25] والبالغ (153 ppm)، و البصرة [24] (39.4 ppm)، قد يكون سبب ارتفاع تراكيز الرصاص في بعض نماذج التربة في مدينة كركوك يعود الى النشاطات الحضرية والصناعية .

جدول (3) مقارنة بين معدل تركيز الرصاص في نماذج تربة الدراسة الحالية

مع بعض الترب المحلية والعالمية

Country / city	Pb average (ppm)
الدراسة الحالية Kirkuk city	26.11
مدينة البصرة [24] Basra City	39.4
مدينة بغداد [25] Baghdad city	153
USA [26] اميركا	10.1
Brazil [27] البرازيل	50
الترب غير الملوثة والمواد الطبيعية [6]	15
[28] منظمة الصحة العالمية	2.5
المعدل العالمي [29]	10

#### العلاقة بين محتوى الرصاص و المكونات الكيميائية للتربة Relationship between lead content and chemical Components of Soil

لغرض التعرف على العلاقة بين محتوى الرصاص الكلي وبعض اكاسيد العناصر الرئيسية وبعض العناصر الأثرية وبعض خواص التربة، فقد تم ايجاد معاملات الارتباط الثنائية لنماذج ترب الدراسة الحالية وقد تم اختيار معاملات الارتباط الثنائية (r) عند مستوى ثقة (95.5%) حسب البرنامج الحاسوبي (SPSS) وكانت قيمة (r) الجدولية (0.4) حسب الراوي [30]، وكما موضح في الجدول (4)، ويتضح من خلال الجدول نفسه أن الرصاص يرتبط بعلاقات ارتباط موجبة مع الأكاسيد (%  $P_2O_5$ ,  $K_2O$ ) إذ بلغت (0.5) لكل منهما، ويرتبط الرصاص مع العناصر الأثرية (ppm) (Cd, Cu, Zn) بعلاقة ثنائية موجبة وقوية بلغت (0.606, 0.875, 0.891) على التوالي .

جدول (4) معاملات الارتباط الثنائية بين الرصاص الكلي والعناصر الرئيسية وبعض العناصر الثانوية والصفات الكيميائية في التربة .

	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O
Pb	0.311	0.448	-0.072	-0.140	-0.161	.023	0.504*
	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	L.O.I	pH	O.M.	As
Pb	.219	*0.509	-0.086	0.129	0.204	*0.793	-0.162
	Sr	Cd	Mo	S	P	Ba	Ce
Pb	-0.274	*0.606	-0.287	-0.275	*0.468	-0.020	-0.176
	Co	Cr	Cu	La	Li	Rb	V
Pb	-0.146	-0.080	0.875*	0.016	0.143	*-.493	-0.243
	Zn	Zr					
Pb	0.891*	-0.102					

\*Significant at level (95.5%) , r = 0.4.

قابلية مكونات التربة اللاعضوية والعضوية على الاحتفاظ بالرصاص، إذ يتراكم خلال عمليات التجوية، والتعرية، والنقل في الاجزاء الغروية (colloid fraction)، والمادة العضوية للتربة الأمر الذي يؤدي الى عدم نقله الى مسافات بعيدة في التربة إذ يتراكم فيها ويبقى لفترة طويلة جدا [1][10].

ان الاس الهيدروجيني pH للتربة يؤثر على ذوبانية وترسيب الرصاص فيها فضلاً عن وجود اكاسيد الحديد والمغنيسيوم عند اس هيدروجيني (8 - 6) فإنه يؤدي الى تجمع الرصاص في التربة [23]، إذ ترواح مدى الاس الهيدروجيني لنماذج التربة قيد الدراسة بين (7.05 - 7.42) و بمعدل (7.3414) الجدول (1)، قد يكون سبباً في تجمع الرصاص في نماذج التربة قيد الدراسة، وزيادته في العمق العلوي مقارنة بالعمق السفلي.

وعند ملاحظة تراكيز الرصاص في تربة منطقة الدراسة والتي يعرضها الجدول (2) يتبين أن تركيزه وصل في النماذج (K3A) و (K3B) و (K9A) و (K13A) و (K15A) أعلى من بقية النماذج المدروسة وكانت (53.6ppm) و (53.6 ppm) و (106 ppm) و (98.8 ppm) و (51.8 ppm) على التوالي، والسبب قد يكون في موقع العمقين K3A و K3B الذي يمثل فلكة السيوف - عرفه تائير مصفى نفط الشمال داخل شركة النفط وما يطرحه من مركبات التي قد تكون حاوية على الرصاص والتي تستقر في النهاية على سطح التربة بالإضافة الى الكثافة المرورية في تلك المنطقة التي تتضمن احتراق الوقود الحاوي على الرصاص من السيارات والذي يستقر في تربة هذا الموقع، فضلاً عن الأعمال الانشائية التي تمت في الآونة الأخيرة في ذلك الموقع، أما بالنسبة للموقع الثاني K9A و الذي يمثل تربة رأس الجسر الرابع - حي النصر فان السبب في زيادة تركيز الرصاص قد تكون الكثافة المرورية فضلاً عن انتشار محلات تصليح السيارات والورنيش في تلك المنطقة، أما الموقع K13A والذي يمثل الحي الصناعي قد يكون سبب ارتفاع تراكيزه هو نتيجة لانتشار الكبير لمحلات تصليح السيارات والورنيش في تلك المنطقة، أما الموقع K15A و الذي يمثل معسكر خالد فإن ارتفاع تركيز الرصاص فيه ناتج عن المخلفات العسكرية فضلاً عن الكثافة المرورية، و معارض السيارات القريبة من ذلك الموقع، وانتشار ووجود محلات تصليح السيارات والورنيش في تلك المنطقة.

بالرصاص الذي ينبعث من عوادمها ليستقر على تربة جانبي الطريق فضلا عن محلات تصليح السيارات والورنيش في تلك المنطقة، أما عينة التربة قرب شقق المصلى فقد بلغ تركيزه (58.3 ppm)، وقد يعود سبب ارتفاع محتواه في هذه التربة الى وجود محلات تصليح السيارات والورنيش، وفي تربة فلكة السيوف - عرفة قد بلغ تركيزه (53.6 ppm)، وهذا قد يعود الى الكثافة المرورية والازدحامات وما ينبعث من الرصاص نتيجة احتراق الوقود في تلك المنطقة نظرا لقرب مصفى نفط الشمال داخل الشركة والقريب من منطقة عرفة إذ تنبعث مركبات الرصاص نتيجة حرق المخلفات النفطية وانبعاتها الى الجو لتستقر في النهاية على سطح التربة .

وفي عينة تربة معسكر خالد كان تركيز الرصاص حوالي ( 43.7 ppm)، إذ تعود هذه الزيادة ربما الى الكثافة المرورية والمخلفات العسكرية وقربها من معارض السيارات، أما بقية مقاطع الترب المدروسة فإن محتوى الرصاص الكلي فيها يكون قليلا. ان هذا التباين في توزيع الرصاص بين أعماق تربة منطقة الدراسة ربما يكون بسبب الفعاليات الحياتية في المناطق المختلفة، فضلا عن إسهامات النشاطات الحضرية والصناعية المختلفة من اضافة كميات من عنصر الرصاص الى التربة في منطقة الدراسة.

الجدول (5) تركيز ومعدل الرصاص في العميق السطحي والاسفل في نماذج التربة مدينة كركوك

Sample Numbers	Concentration of Pb (ppm)	Sample Numbers	Concentration of Pb (ppm)
K1	12.75	K10	11.3
K2	10.55	K11	15.05
K3	53.6	K12	58.3
K4	18.9	K13	64.3
K5	16.05	K14	12.2
K6	13.3	K15	43.7
K7	14.2	K16	10.25
K8	14.55	K17	19.95
K9	60.55	K18	13.2
Mean	10.25 - 64.30 ppm		
Range	26.11 ppm		
S. D.	20.46		

#### اغثناء التربة بالرصاص Enrichment of Soil in Lead

لأجل التعرف على مدى اغثناء التربة بالعناصر الفلزية ، فقد اقترحت طرائق متعددة لهذا الغرض لكن أكثرها شيوعاً هي دليل التراكم الأرضي (geoaccumulation index) والذي يرمز له اختصاراً (Igeo)، وكان العالم مولر [39] قد اقترح هذه الطريقة لحساب مدى تلوث الرواسب المائية بالفلزات، وقد تم استخدامها فيما بعد في دراسات متعددة لغرض تقييم مدى تلوث التربة بالفلزات [41][40] ، ويمكن حساب دليل التراكم الأرضي حسب المعادلة الآتية:

$$Igeo = \log_2 (Cn/1.5Bn)$$

إذ إن (Cn) تمثل محتوى الفلز (ppm) في التربة المدروسة ، و(Bn) تمثل التركيز المرجعي للفلز وهو معدل محتوى الفلز في القشرة الأرضية. واستناداً الى قيمة (Igeo) فإن التربة تصنف حسب [39]

كما يرتبط مع عنصر الفسفور P% بعلاقة موجبة إذ بلغت (0.468) ، مما قد يدل على ترسيب الرصاص في معادن الفوسفات و تصاحبهما معاً [31][10]، ويرتبط بعلاقة سالبة مع الروبيديوم Rb إذ بلغت (- 0.493) ، ويرتبط بعلاقات معنوية مع كل من (  $K_2O$  و  $Al_2O_3$  ) في الترب قيد الدراسة، وهذا قد يدل على ارتباطه بالمعادن الطينية لنماذج الترب قيد الدراسة و هذا يتفق مع دراسات عديدة منها [33][32].

كما يرتبط الرصاص مع أوكسيد البوتاسيوم بعلاقة معنوية موجبة إذ بلغت (0.504) إذ توجد ألفة جيوكيميائية بينهما، إذ يتركز في الفلدسبار ، كما يحل الرصاص محل  $K^+$  في المعادن الطينية في التربة [33][10] ، ويرتبط الرصاص مع الكاديوم Cd بعلاقة موجبة معنوية إذ بلغت (0.606) وهذا يتفق مع [33][31] إذ أشاروا الى أن للكاديوم ألفة قوية للتصاحب الجيوكيميائي مع الرصاص في الترب فضلاً عن ارتباطهما مع الجزء الفتاتي للتربة.

يرتبط الرصاص بالمادة العضوية (Organic Matter) ارتباطاً موجباً إذ بلغ معامل الارتباط التثائي بينهما (0.793)، وهذا يتفق مع دراسة [10] إذ أشار الى أن للمادة العضوية دوراً مهماً في تثبيت الرصاص في التربة ، إذ يمتز (Adsorbed) من قبلها فضلاً عن حدوث التبادل الايوني وتكون معقدات معه ، وتلوث التربة عائد للمادة العضوية لأنه 8 - 60 % من الرصاص الذائب في التربة يكون بشكل معقدات الرصاص العضوية [34]، ويمكن القول بأن المادة العضوية تلعب دوراً هاماً في تثبيت الرصاص في التربة وهذا ما تؤكد عمليات الترابط الوثيق بينهما و بالتالي زيادة تركيزه في تربة منطقة الدراسة.

كما يرتبط الرصاص بعلاقة موجبة و قوية مع النحاس جدول (5) إذ بلغت (0.875) ، مما يدل على التصاحب الجيوكيميائي بينهما فضلاً عن الخاصية الجالكوفيليه لهما [35][3]. ويرتبط الرصاص في التربة مع الزنك Zn بعلاقة موجبة قوية جداً إذ بلغت (0.891) وهذا يتفق مع [37][36] في دراسة لسلك بعض العناصر في الترب إذ أشاروا الى وجود تصاحب جيوكيميائي بين الرصاص والزنك من جهة، ووجود ألفة قوية لتواجد الزنك مع الرصاص في الترب من الجهة الأخرى [38].

#### التوزيع المكاني للرصاص في التربة Spatial distribution of lead in the soil

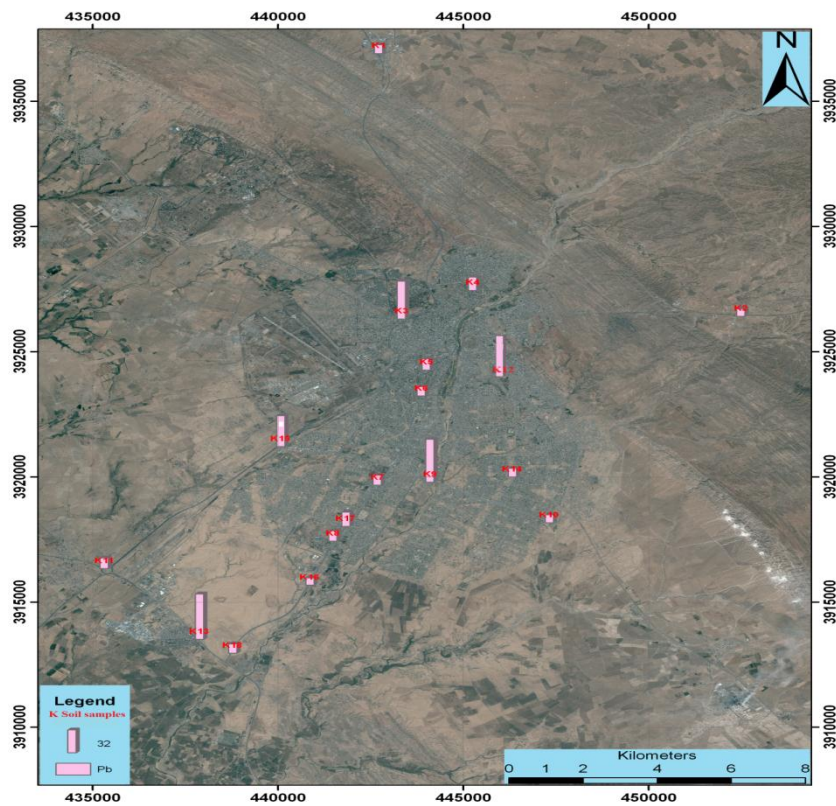
يوضح الجدول (5) والشكل (2) توزيع محتوى الرصاص الكلي بين أعماق ترب منطقة الدراسة، إذ يوجد تباين في محتوى الرصاص بين الاعماق التربة المختلفة، فقد كان التركيز الأعلى له في تربة الحي الصناعي و يبلغ (64.3 ppm)، وهذا قد يعود الى وجود محلات تصليح السيارات وتبديل البطاريات والورنيش الذي قد يحتوى على نسبة كبيرة من الرصاص، أما تربة رأس الجسر الرابع - حي النصر فقد بلغ تركيزه (60.55 ppm) ، وهذا قد يعود الى الكثافة المرورية وازدياد أعداد السيارات التي يحدث فيها احتراق الوقود الغني

الى سبعة أنواع من حيث مدى تلوثها بالفلز وكما هو موضح في الجدول (6) .

جدول (6) تصنيف التربة حسب قيم دليل التراكم الارضي (geoaccumulation index) عن [39].

Values of geoaccumultion index	Classification of Soil
$I_{geo} < 0$	Practically uncontaminated
$0 < I_{geo} < 1$	Uncontaminated to moderately contaminated
$1 < I_{geo} < 2$	moderately contaminated
$2 < I_{geo} < 3$	moderately to heavily contaminated
$3 < I_{geo} < 4$	heavily contaminated
$4 < I_{geo} < 5$	heavily to extremely contaminated
$I_{geo} > 5$	extremely contaminated

إنَّ الحد الأعلى المسموح به للرصاص في التربة من قبل منظمات الصحة العالمية قدر بحوالي (2.5 ppm) [28] ، أمَّا المعدل العالمي له (10 ppm) حسب [29]، وتعد القيمة (25 ppm) أعلى حد مسموح به للرصاص في التربة.



الشكل (2) التوزيع المكاني لمحتوى الرصاص الكلي في تربة منطقة الدراسة (ArcGIS).

النفطية، ومصفى نفط الشمال، ومعمل اسمنت ليلان، وانتشار محلات تصليح السيارات والورنيش، بالإضافة لزيادة عدد السيارات في الأونة الأخيرة الأمر الذي يؤدي الى زيادة احتراق الوقود الحاوي على الرصاص من هذه الوسائط، كما إنَّ استخدام الطلاء الحاوي على الرصاص داخل وخارج بنايات والمنازل فعند حدوث التجوية بواسطة الهواء أو الامطار يحدث قشط أو حك لهذا الطلاء وينتشر بالهواء ليستقر بالنهاية على سطح التربة فضلا عن حرق الفضلات الحضرية الحاوية على مواد مختلفة مثل البطاريات قد يؤدي الى إضافة الرصاص الى التربة في منطقة الدراسة.

لقد تم حساب دليل التراكم الارضي (geoaccumulation index) للرصاص الكلي حسب المعادلة أعلاه في تربة مدينة كركوك فقد بلغت قيمته (0.261) جدول (6) و ذلك بافتراض أنَّ معدل تركيزه في القشرة الأرضية (20 ppm) [42]، وأنَّ معدل الرصاص الكلي في التربة قيد الدراسة كان (26.1 ppm) ، مما يعني أنَّ التربة تقع ضمن التربة غير الملوثة الى متوسطة التلوث بالرصاص (Uncontaminated to moderately contaminated)، والسبب قد يعود الى النشاطات الحضرية والصناعية.

إنَّ ارتفاع مستوى الرصاص بصورة عامة في تربة مدينة كركوك وفي عدَّة مناطق قد يعود بالدرجة الأساس الى وجود محارق الفضلات

الرصاص (PbO) ، أمّا الشكل العضويّ مثل رباعي أثيل الرصاص (PbC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>) ورباعي مثيل الرصاص (Pb(CH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>) فتعد أقل شيوعاً [5]. إنّ الرصاص لا يتوزع بصورة منتظمة في آفاق التربة ويتركز في معقدات الحديد وجزيئات الكربونات والفوسفات، إذ يتجمع في الآفاق العلوية للتربة بسبب امتصاصه من قبل المادة العضوية للتربة، و إنّ حركة الرصاص بصورة عامة تكون بطيئة لكن عند تغير بعض معاملات التربة مثل انخفاض الدالة الحامضية وتكون مركبات الرصاص العضوية، أو ربما تزيد ذوبانية الرصاص الممتص فيتحرر بسهولة من آفاق التربة العلوية الى الآفاق العميقة، إذ يسبب تلوث المياه الجوفية [1].

إنّ للرصاص علاقة ترابط موجبة مع الزنك إذ بلغت (0.891) و هذا قد يدل على وجود معدن السيروسايت في تربة منطقة الدراسة، كما إنّ محتوى الزنك العالي الذي كان معدله (77.76) و بمدى (53.50 - 145.50 ppm) ووجود علاقة الترابط القويّة و الموجبة بين الزنك والرصاص من جهة، وتكون معدن السيروسايت عند دالة حامضية أكبر من 6 Ph كما في منطقة الدراسة إذ وصل معدل قيمة الدالة الحامضية فيها (7.43) من الجهة الأخرى، لذلك يعتقد بأنّ الطور المعدنيّ للرصاص في تربة منطقة الدراسة هو من نوع السيروسايت Cerussite (PbCO<sub>3</sub>) ، كما في الشكل (3).

**3 - 2 - 5 التحليل العاملي نوع R- (R) Factor analysis Mode:** التحليل العاملي هو أسلوب احصائي يفسر معاملات الارتباط التي لها دلالة احصائية بين مختلف المتغيرات، إذ يفسر التصاحب الغالب للعناصر في المعطيات الجيوكيميائية من خلال مقارنة العلاقات بين تراكيز العناصر بدلالة النماذج [44][11] وفي الدراسة الحالية تمثل المتغيرات تراكيز عنصر الرصاص و العناصر الرئيسية (%) (K<sub>2</sub>O , Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, CaO, SiO<sub>2</sub> , P, S ,P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> , TiO<sub>2</sub> ) وبعض العناصر الاثرية (ppm) (As, Sr, ) (Cd, Mo, S, P, Ba, Cr, Co, Cr, Cu, La, Li, Rb, V, Zn, فضلا عن المادة العضوية والدالة الحامضية (pH) ، و مفقودات الحرق (L.O.I) في نماذج الترب المدروسة. ويوضح الجدول (7) نسب التحميل للعناصر المذكورة أعلاه، والنسب المئوية لتفسير التباين للعوامل المؤثرة في توزيع هذه العناصر في نماذج التربة قيد الدراسة . ويتضح من الجدول نفسه وجود خمس عوامل رئيسية تفسر (76.404 % من التباين الكلي تتحكم بهذا التوزيع وهي كالآتي:

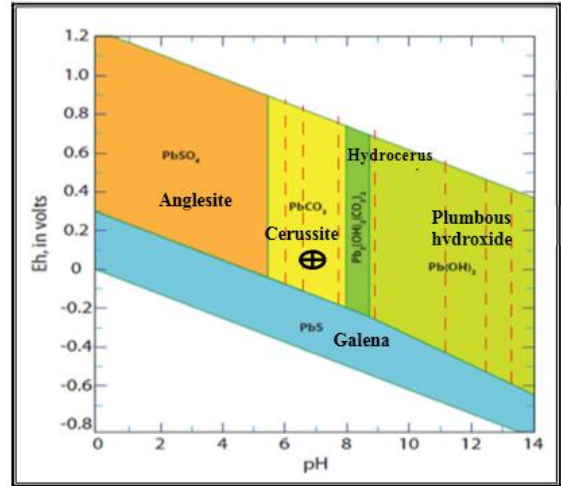
**العامل الأول :** يفسر هذا العامل (22.79) من مجموع التباين الكلي الجدول (8) يتضمن هذا العامل تحميلاً موجباً وضعيفاً للرصاص (0.187)، وتحميل عالي وموجب للسليكا (SiO<sub>2</sub>) وأكاسيد الحديد والمغنيسيوم (MgO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) والسيزيوم (Ce).

**العامل الثاني:** يفسر هذا العامل (17.17) من مجموع التباين الكلي الجدول (3 - 8) إذ إنّ هناك تحميل موجب للرصاص مع كل من أكسيد الفسفور (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) والمادة العضوية (O.M.) والكاديوم والفسفور (P, Cd) والنحاس والزنك (Zn , Cu)، وأوكسيد

علاقة الدالة الحامضية pH و جهد الاكسدة والاختزال EH بمحتوى الرصاص Relationship of Eh-pH with content of lead  
بلغ معدل الدالة الحامضية (pH) لنماذج ترب منطقة الدراسة (7.34) و بمدى (7.19 - 7.50) كما موضح في الجدول (1) ، مما يشير بأنّ هذه الترب متعادلة الى قاعدية التفاعل ، و أنّ أنواع مركبات الرصاص الموجودة في التربة تعتمد على المكونات المازة للعنصر (sorb components) في التربة، و جهد الأكسدة والاختزال (Eh) والدالة الحامضية لها (pH) [10] ، وعند انخفاض الاس الهيدروجيني للتربة من (4 - 5) تزداد قابلية ذوبان الرصاص فيها وهذا يسهل حركته في عمود التربة، في حين ارتفاع الاس الهيدروجيني (-9) ووجود أكاسيد الحديد والمغنيسيوم فإنّ حركة الرصاص في التربة تعاق بسبب تكوين معقدات غير ذائبة يصعب امتصاصها من قبل النبات مما يزيد من مستوياته [10][43].

إنّ سلوك الرصاص خلال عمليات التجوية وتفاعلات الأكسدة والاختزال للترسبات أظهرت أنّ المعدن الرئيسيّ للرصاص هو الكبريتيد والخام الرئيسيّ هو الكالينا Galena ، إذ يتأكسد الرصاص ببطى بواسطة الاوكسجين الجوي الى معدن الانكلسايت Anglesite (PbSO<sub>4</sub>) أو بواسطة الكربونات ليكون معدن السيروسايت (Cerussite PbCO<sub>3</sub>).

يوضح الشكل (4) أنواع الرصاص المتوقع في نماذج التربة قيد الدراسة. وفي الظروف المختزلة يوجد الرصاص بشكل PbS غير قابل للذوبان والمرتسب من عملية اختزال الكبريتات الى كبريتيد Sulfate → Sulfide ، أمّا في الظروف المؤكسدة فإنّه يتواجد بشكل Pb<sup>+2</sup> ويصبح أقل ذوباناً مع ازدياد الدالة الحامضية pH لأنه يكون معقدات مع المادة العضوية [2] .



الشكل (3) مخطط Eh – pH لمجالات استقرار أنواع الرصاص [6] مؤشراً عليه بالعلامة (+) لمعدل pH و Eh في تربة منطقة الدراسة.

يعدّ الشكل اللاعضويّ لمركبات الرصاص هو الأكثر شيوعاً إذ تبلغ نسبة الأملاح اللاعضوية للرصاص أكثر من 95% من الرصاص الكلي في البيئة، مثل بروموكلوريد الرصاص (PbClBr) وأوكسيد



**العامل الرابع:** يفسر هذا العامل (12.906) من مجموع التباين الكلي، ويتمثل بالتحميل السالب للرصاص مع كل من ( $K_2O$  ،  $Al_2O_3$  ) ، ( $Zn$ ,  $Rb$ ,  $Cu$ ,  $Na_2O$  ) والتحميل الموجب لكل من ( $P$  ,  $P_2O_5$  ) ، ( $V$  ,  $P$  ,  $As$  ,  $pH$  ) والتحميل الموجب العالي للباريوم  $Ba$  ، مما يشير الى ارتباط الرصاص بالمكونات القاتية.

**العامل الخامس:** يفسر هذا العامل (9.381) من مجموع التباين الكلي الجدول (3 - 8) ويُعدُّ أصغر العوامل و يمثل عامل مفقودات الحرق (L.O.I.) مع ( $CaO$ ) و يمثل أيضاً المكون الكربوناتي.

البوتاسيوم  $K_2O$  والالمنيوم  $Al_2O_3$  إذ ان الرصاص يرتبط بعلاقة ترابط ثنائيتة موجبة مع كل من المادة العضوية واكاسيد الفسفور والبوتاسيوم والنحاس والزنك الجدول (8)، وقد يفسر هذا العامل الألفة والتصحاحات الجيوكيميائية للرصاص مع هذه الاكاسيد والعناصر، فضلاً عن أطوار المعادن الطينية الحاملة للرصاص التي يحدث امتزاز الرصاص على سطوحها الخارجية.

**العامل الثالث:** يفسر هذا العامل (14.149) من مجموع التباين الكلي يمثل التحميل الموجب لكل من ( $Fe_2O_3$ ) و ( $MgO$ ) و ( $TiO_2$ ) و ( $O.M.$ ) و ( $As$ )، و التحميل السالب لكل من ( $MnO$ ) و ( $Cr$ ) و ( $La$ ) .

جدول (7) تحميلات العوامل المهمة (Loaded) بعد تدويرها من تحميل العامل بصيغة (Factor Analysis R-Mod) والتباين (Variance%) للعناصر الرئيسية وبعض العناصر الأثرية لنماذج التربة.

Variables	Component					Communalities
	1	2	3	4	5	
Pb	.1870	.8470	.0150-	.3130-	.1410-	0.864
SiO <sub>2</sub>	.9060	.0240-	.0350	.0940-	.0180	0.744
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	.1890	.5090	.2490	.3900-	.3420	0.640
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	.8210	.1430-	.3990	.2400	.0840	0.936
MgO	.5780	.1800-	.6140	.3370	.0300-	0.844
CaO	.8580-	.0800-	.1070-	.0350-	.1720	0.810
Na <sub>2</sub> O	.4500	.2470-	.2860	.3540-	.3020-	0.557
K <sub>2</sub> O	.2570	.5550	.1770	.3870-	.2860	0.648
TiO <sub>2</sub>	.7990	.1200	.4190	.0280-	.2160	0.860
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	.3790	.6450	.0580-	.4740	.4320-	0.974
MnO	.0650-	.1200-	.8940-	.0610	.2830	0.781
L.O.I.	.5200-	.3920	.2720-	.1300	.5580	0.828
Ph	.2490-	.4780	.0300-	.4010	.1070	0.466
O.M.	.1740	.9340	.2230-	.0420	.0500	0.950
As	.0330-	.0850	.4200	.4470	.4670	0.643
Sr	.8190-	.1660-	.0060-	.0120-	.1860-	0.775
Cd	.1860-	.7270	.0260	.0060-	.1340	0.579
Mo	.7800-	.0650-	.2890	.2620	.1400-	0.821
S	.7100-	.1880-	.0190	.0940-	.5650-	0.852
P	.4040	.5830	.2260-	.4830	.4340-	0.956
Ba	.0270-	.2810	.0920	.7210	.2340	0.514
Ce	.8200	.3320-	.3430-	.1210	.1050	0.925
Cr	.7370	.3110-	.4350-	.1160-	.1960-	0.887
Cu	.3620	.7590	.1040	.4020-	.0210-	0.878
La	.8120	.3120-	.3700-	.1290	.1790	0.938
Rb	.1040-	.6530-	.2260	.4670-	.4830	0.938
V	.6080	.3980-	.0330	.3030	.1730	0.673
Zn	.2330	.8150	.0880-	.3880-	.1040-	0.887
Variance %	22.790	17.178	14.149	12.906	9.381	76.404

جداً (Heavy Loam Soils) قد يصل تركيز الرصاص فيها الى أكثر من (90 ppm) ، فضلاً عن زيادته في الترب الكلسية والترب الغنية بالمادة العضوية [1] .

يتركز المحتوى الأكبر للرصاص في الجزء الطيني clay fraction من التربة يليه الغرين silt fraction أما الجزء الرملي sand fraction فهو يحوي أقل نسبة منه [10] . كما هو الحال في نماذج

توزيع الرصاص في الأجزاء الحجمية للتربة distribution of lead in size fraction of soil

تم الاعتماد في هذه الدراسة على أربع عينات مختارة من التربة هي (K1 , K5 , K12 , K18) الجدول (8) . وبصورة عامة تعد الترب ذات الرمال القليلة (Light Sandy Soils) تحوي أقل نسبة من الرصاص حوالي (40 ppm) ، أما الترب المزيجية العالية او الخصبة

وجود وجود ألفة و تصاحب جيوكيميائي للرمصاص مع بعض الأكاسيد مثل ( $P_2O_5\%$ ,  $K_2O\%$ ) وبعض العناصر مثل (ppm) (P, Cd, Zn, Cu) مما أدى الى تركيزه في الآفاق العلوية مقارنة مع الآفاق السفلية .

2- ارتفاع معدل تركيز الرصاص في تربة مدينة كركوك مقارنة مع المعدل العالمي للترب و البالغ (10 ppm) و الترب غير الملوثة ( 15 ppm) و انخفاض معدله مقارنة مع الترب المحلية لمدن أخرى من العراق.

3- للمادة العضوية دورا مهم في تثبيت الرصاص في التربة مما يؤدي الى زيادة تركيزه فيها .

4- تساهم النشاطات الحضرية و الصناعية المختلفة في اضافة كميات مهمة من الرصاص الى التربة .

5- أظهرت قيمة دليل التراكم الأرضي (Igeo) لتربة منطقة الدراسة وبالغلة (0.261) مما يدل أنها تقع ضمن الفئة غير الملوثة الى متوسطة التلوث ( Uncontaminated to moderately contaminated).

6- أظهر مخطط جهد الأكسدة و الاختزال والدالة الحامضية بأن الطور المعدني السائد في منطقة الدراسة هو من نوع Cerussite .

7- يتركز الرصاص في الجزء الطيني clay fraction في الترب بكميات أكبر مما في الجزء الغريني والرمل بسبب امتزازه على سطوح المعادن الطينية إذ بلغ معدله في الجزء الطيني للترب ( 44.48 ppm) على التوالي .

8- تكون الاعماق السطحية للتربة اكثر عرضة للتلوث من الاعماق السفلية اذ تلعب عمليات الاكسدة دورا مهما في التقليل من قلبية ذوبان وحركة ايون الرصاص.

## 6 - 2 التوصيات

تهتم توصيات الدراسة الحالية بما يأتي :

1- متابعة زيادة تراكيز الرصاص والعمل على الحد من تراكمه في الأوساط البيئية المختلفة.

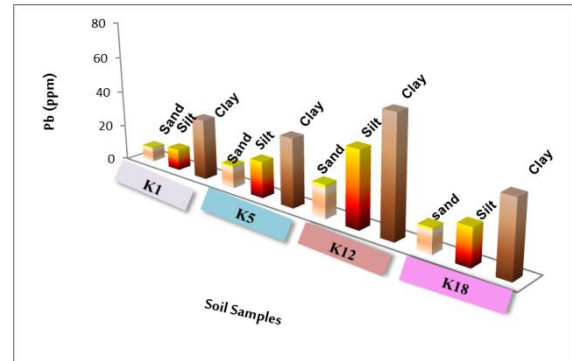
2- الحد من الحرق العشوائي للنفايات المختلفة التي تسهم في تلوث التربة والغلاف الجوي على حد سواء، فضلاً عن استخدام الوقود الخالي من الرصاص، واستخدام الطلاء الخالي من الرصاص.

3- إبعاد محطات الوقود الحكومية و المتقللة و الأهلية و إبعاد محلات تصليح السيارات و الورش خارج المدينة من داخل الاحياء السكنية التي تسهم في إضافة كميات من العنصر الى البيئة .

الدراسة ، إذ كان أكبر تركيز له في الجزء الطيني مقارنة مع الجزئين الغريني والرمل (Pb clay > Pb silt > Pb sand) الجدول (8) والشكل (4)، إذ يتم امتصاص الرصاص من قبل المعادن الطينية و أكاسيد الحديد والالمنيوم و المغنيسيوم والسليكات الموجودة ضمن الهيكل البنائي للمعادن الطينية و يترسب الرصاص بشكل كاربونات أو كبريتات أو فوسفات في الترب [2].

جدول (8) تراكيز الرصاص (ppm) في أجزاء الرمل Sand و الغرين Silt و الطين Clay لنماذج التربة في مدينة كركوك

Size fraction	Pb (ppm)			
	Soil samples			
	K1	K5	K12	K18
Sand	11.5	10.65	18.9	8.5
Silt	14.8	17.55	34.7	13.75
Clay	21	40.95	62.7	18.25



الشكل (4) محتوى الرصاص في الأجزاء الحجمية ( Sand & Silt & Clay) لنماذج التربة

إنَّ للرصاص القابلية على التبادل الأيوني مع المعادن الطينية اذ يحل أيون الرصاص  $Pb^{+2}$  محل أيون  $K^+$  في السليكات ويحل محل  $Ca^{+2}$  في الكاربونات إحللاً متماثلاً (isomorphic substitution)، وفي محلول التربة يتم امتزازه على أسطح المعادن الطينية [6][10]، وقد يكون هذا السبب في ارتفاع محتوى الرصاص في الجزء الطيني والغريني لنماذج التربة في منطقة الدراسة

## الاستنتاجات

يمكن تلخيص أهم الاستنتاجات التي توصلت إليها الدراسة الحالية بما يأتي:

1- زيادة تركيز الرصاص في الأعماق السطحية للتربة مقارنة بالأعماق السفلية مما يدل على تجمعه في الآفاق العلوية منها إذ بلغ (30.20 ppm) في العمق الأول KA و (17.97 ppm) في العمق الثاني KB ، بسبب تأثير المادة العضوية والدالة الحامضية. فضلا عن

المصادر

- 19- راين، جون، اسطفان، جورج، و عبد الرشيد(2003): تحليل التربة و النباتات دليل مختبري . المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة، المركز الوطني للبحوث الزراعية اسلام اباد ، باكستان(NARC)، المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة(ICARDA) صفحة، 172.
- 20-Whitehead, D.C.(1973):** Studies on iodine in British Soils. Soil Sci., Vol.24, pp.260 – 270.
- 21-Worly, J. and Kvech, S. (2000).** ICP-MS: Available from: ([http://www.cee.vt.edu/ewr/environmental/teach/smp\\_rimer/icpms/icpms.htm](http://www.cee.vt.edu/ewr/environmental/teach/smp_rimer/icpms/icpms.htm)) accessed in : July , 23, 2007.
- 22-Levinson, A.A., (1980):** Introduction to Exploration Geochemistry, 2<sup>nd</sup> Edition – the 1980 Supplement, Wilmette Illinois, Applied Publishing, 924p.
- 23- ATSDR, (1995):** Toxicological profile for polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs). Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, 487p.
- 24- خويدم، كريم حسين ، و الانصاري، حبيب رشيد، و البصام، خلدون صبحي (2009):** دراسة توزيع بعض العناصر الثقيلة في تربة مدينة البصرة - جنوب العراق. المجلة العراقية للعلوم، المجلد ، 50، العدد، 4، صفحة، 533 – 542
- 25- المالكي، ميثم عبد الله سلطان(2005):** تقييم ملوثات الهواء و المياه و التربة في مدينة بغداد باستخدام نظام المعلومات الجغرافية (GIS). اطروحة دكتوراه كلية العلوم-جامعة بغداد، 171، صفحة .
- 26-Burt, R. , Wilson, M.A. , Mayas, M.D. and Lee, C.W.,(2003):** Major and trace elements of Selected pedons in USA. Journal of Environ. Quality, vol. 32, No.6, pp.2109–2121.
- 27-Deabren, C.A., Raid, B.V., Deabren, M.F. and Gonzalez, A.P.,(2005):** Routine Soil testing to monitor heavy metals and Boron, J. Sci. Agric., Piracicaba, Brazil. Vol.62, No.6, pp.564 – 571.
- 28-UNESCO,WHO and ITJNEP (1992):** Water quality assessment. Chapman and hall Ltd, London, pp.10 – 13.
- 29-Lindsay, W.L. (1979):** Chemical equilibrium of Soils. John Wily and Sons, 449p.
- 30 -الرواي، خاشع محمود (1980):** المدخل الى الاحصاء . دار الكتب للطباعة و النشر - جامعة الموصل ، 469 ، صفحة.
- 31-Olade, M.A., Hutchinson, T.C. and Meema, K.M. (1987):** Lead Mercury, Cadmium and Arsenic in the Environment. Chapter 18. scope, John Wiley and Sons, Ltd., pp. 303 – 313.
- 32-Milovskiy, A. V. and Matveyeva, S. S. (1970):** Behavior of elements the granitization of rocks. J. Geologiya Rudnykh Mestorozh, Geology Rev., Vol.14, pp.623 – 638.
- 33-Whitaker, E.J.W., and Muntus, R.,(1970):** Ionic radii for using in geochemistry: Geochim. et Cosmochim. Acta., Vol.34, No.9, pp.495 – 956 .
- 1-Kabata - Pendias, A. and Mukherjee, A.B., (2007):** Trace Elements from Soil to Human. Springer-Verlag Berlin Heidelberg ,518p.
- 2-Maskall, J.E. and Thornton, I.(1998):** Chemical partitioning of heavy metals in soils, clays and rocks at historical lead smelting sites. Water, Air, and Soil Pollution, Vol.108, pp.391 – 904.
- 3- Goldschmidt, U.M., (1962):** Geochemistry, London Oxford Unit, Press, 730p.
- 4-Garrels, R.M. and Christ, C.L. (1965):** Solutions, Minerals and Equilibria. Freeman, Cooper & Company, San Francisco, 450p.
- 5-IPCS, (1995):** Environmental Health Criteria 165: Inorganic lead. Geneva, WHO, 300p.
- 6-Lovering,T.G.(1976):** Lead in the Environment. U.S. Government Printing Office Washington, D.C. , 87p.
- 7-Goorzadi, A., Vahazadeh, G. and Carbassi, A.R.(2009):** Assessment of heavy metals pollution in Tilehbon river sediments, Iran. Journal of Applied Science, Vol.9, No.6, pp.1190 – 1193.
- 8-Turekian, K.K. and Wedepole, K.H.(1961):** Distribution of the elements in some major units of the Earth's crust. Geol. Soc. America Bull., Vol.72, p.175 – 192.
- 9-Chesworth, W.(2007):** Encyclopedia of Soil Science, Pub. Nether land, 342p.
- 10-Alloway, B.J.(2012):** Heavy metals in Soils, Trace Metals and Metalloids in Soil and their Bioavailability. 3<sup>rd</sup> edition. Springer Dordrecht Heidelberg and New York and London ,613p.
- 11-Davis, J.C.(1973).** Statisticals and data analysis in Geology. John Wiley and Sons Inc. New York. 482p.
- 12-Barančoková, M. and Barančok, P. and Mišovičová, D.(2009):** Heavy Metal loading of the Belianske Tatary MTS, J. of Ekológia, Bratislava, Vol.28, No.3, pp.255 – 268.
- 13-Jassim, S.Z., and Goff, J.C., (2006):** Geology of Iraq. Published bu Dolin, prague and Museum, Brno Czech Republic, 337p.
- 14-Geiskie, L.L.D., Daves, L.L.D. and Tomas, F.R.,(1953):** Structural and Field Geology, Oliver and Boyd Ltd., G.B., 397p.
- 15-Carver, R.E., (1971):** Procedures in sedimentary Petrology. John Willey and Sons, Inc., New York, p.653.
- 16-Folk, R.L. (1974):** Petrology of sedimentary rocks, Ham Phil, Austin, 182p.
- 17- FAO, (1974):** The Euphrates pilot Irrigation project, Methods of Soil analysis, Gadeb Soil Laboratory (A laboratory manual). Food and Agriculture Organization ,Rome , Italy, 191p.
- 18-Walkley, A., (1947):** Acritical examination of a rapid method for determining organic Carbone in soils: Effects of variation in digestion conditions and of organic soil constituents. Soil Sci.m Vol.63, pp.251 – 263.

- 40-Golekar, R.B. ; Baride. M.V. ; Patil, S.N. and Yeole, D.R. (2013): Assessment and investigation of trace element in soils with reference to Geoaccumulation Index: Jalgaon District, Northern Maharashtra (India). International Journal of Environmental Science, Vo. 4, No 1, pp. 54 – 65.
- 41-Loska, K. , Wiechula, D. and Korus, I. (2004): Metal contamination of farming soils affected by industry. Elsevier, Environment International, Vol. 30, pp.159–165
- 42-Mason,B.(1966): Principle of Geochemistry, 3<sup>rd</sup> edition , John Wiley and Sons , Inc.329p.
- 43-ATSDR,(1999): Toxicology profile for Lead Draft: Agency of Toxic Substances and Disease Registry. U.S. Department of Health and Human Services, pp.504 – 541.
- 44 -الدباغ، سالم محمود عبد الله (1988): مبادئ و طرق الاستكشاف الجيوكيميائي للرواسب الخام. دار الكتب للطباعة و النشر، جامعة الموصل، 241 ، صفحة.
- 34-Lacerda, L.D. , Martinelli, L.A. , Rosende, C.E. , Mozetto, A.R.C. and Ovalle, R.L. ,Victoria, S. ,Silva, C.A.P. and Nogvra, F.B., (1988): The Fate of trace metalsim suspended matter in mangrove creek during atidal Cycle, J. Scie. Tot. Environ., Vol.75, pp. 24 – 250.
- 35-White, W.M.,(2013): Geochemistry, John Wiley and Sons, Ltd., The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex, UK, Chapter7, 637p.
- 36-McLean, J. E. and Bledsoe, E.B., (1992). Behavior of Metals in Soils. US.EPA, Ground water Issue, pp.1 – 25.
- 37-Angelovičová, L., and Fazenkašová, D.,(2014): Contamination of Soil and water environment by Heavy Metals in the Formar of Mining Area in Rudňany, Slovakia. Journal of Soil and Water Research, Vol.9, No.1, pp.14 – 18.
- 38-Hutchinson, T.C. and Meema, K.M. (1987): Lead, Mercury, Cadmium and Arsenic in the Environment , Scope 31, John Wiley and Sons, Chi Chester, 360p.
- 39-Müller, G. (1969): Index of geoaccumulation in sediments of Rhine River. Geo. Journal. Vol.2, pp.108 – 118.

## Geochemical Content of Lead and its Distribution in Soil of Kirkuk City/Northern Iraq

Hassan A. A. Aljumaily , Noor M. Sameen

Department of Applied Geology College of Science Kirkuk University, Kirkuk , Iraq

[hassanalauk@yahoo.com](mailto:hassanalauk@yahoo.com)

### Abstract

The current study includes determination of the concentrations of lead (Pb) in 18 specimen of Kirkuk city soil (K). Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry (ICP-MS) technology has been used in the analysis of soil samples in laboratories Acme company in Canada. Results of chemical analysis of samples clarified a rise in average of lead in soil samples (26.11 ppm) compared with international average of soil (10 ppm) and with uncontaminated ones (15 ppm), and rise in its average in surface depth (30.2ppm) compared with the lower depths (17.97ppm), and decreases in its average as compared with local soils in other cities in Iraq. Factor analysis of the geochemical data for the samples above has been conducted and has been shown a presence of affinity and geochemical associations among Pb and both of potassium oxide and phosphorus penta oxide and also some elements such as phosphorus, cadmium, copper and zinc, as well as organic materials. Size analysis of the samples has confirmed that the concentration of Pb increases in the clay fraction in soils, and in a larger quantities than in the silty and sandy fractions. The value of Geoaccumulation index (Igeo) for samples of soil showed that it lies within the medium pollution category to non-pollution. Oxidation - reduction potential and the acidic function have helped to identify the prevailing metallic phase in the soils at the area of study, which is a type of Cerussite.

**Key words:** Lead, Soil, Geoaccumulation index, Kirkuk