مجلة جامعة كركوك للعلوم الزراعية ... المجلد (9) العدد (3) 2018
Journal of kirkuk University for Agricultural Sciences ...Vol (9) No. (3) 2018

دراسة توزيع بعض العناصر الصغرى تحت ظروف مناخية مختلفة في ترب مختارة من شمال العراق

قحطان درويش عيسى الخفاجي[1]

- **[1] جامعة الموصل – كلية الزراعة والغابات**
- تاريخ تسلم البحث 2016/10/16 وقبوله 2017/1/8

الخلاصة

شملت الدراسة تسعة عينات تربة جمعت من ثلاث مناطق مختلفة من شمال العراق اذ تمتد من منطقة مخمور (جنوب شرق محافظة نينوى) جنوبا" الى منطقة زاخو (شمال محافظة دهوك) شمالا" ويتخللها منطقة القوش (شمال محافظة نينوى) وهذه المناطق تفاوتت فيها الظروف المناخية (كميات السواقط ودرجات الحرارة) بهدف التعرف على التفاوت الحاصل في كميات بعض العناصر الصغرى (Co، Ni ، Cu ، Pb ، Zn، Zr). تم حفر بيدون واحد في كل منطقة وجمعت عينات التربة من ثلاث أعماق (0 – 20 cm و 20 – 40 cm و 40 – 60 cm). أجريت على عينات التربة بعض التحليلات الروتينية كما تم إجراء التحليل الكيميائي المفصل لعينات التربة باستخدام جهاز (XRF) تقنية الأشعة السينية الوميضية، أظهرت النتائج أن هناك اختلاف في كميات العناصر المدروسة وسلكت العناصر سلوكا مشابها حيث كانت أعلى القيم في تربة زاخو وانخفضت تدريجيا في تربة القوش وأدنى القيم كانت في تربة مخمور ولكل العناصر، وهذا مؤشر إلى الاختلاف والتفاوت الحاصل في درجات التجوية والغسيل في مناطق الدراسة بسبب التفاوت في درجات الحرارة وفي كمية الأمطار الساقطة سنويا. اما نمط التوزيع البيدوجيني لكل عنصر خلال الاعماق ضمن البيدون الواحد كان غير منتظم وسبب عدم الانتظام يرجع الى تباين خصائص ترب الاعماق ضمن البيدون الواحد والى ظروف كل بيدون لوحده من حيث التوزيع الحجمي لدقائق التربة والطوبوغرافية والظروف المناخية الخاصة بالسواقط فضلا عن دور تجوية مادة الاصل الكلسية حيث ينعكس كل ذلك على توزيع العنصر خلال اعماق البيدون الواحد في ترب الدراسة . كما تم استخدام معامل الوفرة (EF) لأجل معرفة مدى وفرة العنصر في التربة وتبين ان أقل القيم كانت في تربة مخمور تلتها تربة القوش وأعلى القيم كانت في تربة زاخو.

الكلمات المفتاحية : الظروف المناخية، العناصر الصغرى، معامل الوفرة

Distebution Study In Some Microelements Under Different Climatic Conditions In Selected Soils From Northern Iraq

Qahtan D. Essa Al-Khafagi

- **[1] University of Mosul - College of Agriculture**
- Date of research received 16/10/2016 and accepted 8/1/2017

Abstract

The study was collected in nine soil samples from three different regions in Ninavah and Duhok Governorates including (Makhmor، Al-Kosh، and Zakho) those areas where the varied climatic conditions (annual temperature and rainfall). The aim of the study is to identify the disparity in the quantities of elements (Co, Ni,Cu, Pb,Zn, Zr). The field work included soil profiles description and soil sample collections from three depths (0 – 20, 20 - 40 and 40 – 60 cm). Soil routine analysis had been done on each sample beside chemical analysis by using (XRF) instrument. The results showed that there is a difference in the quantities studied elements and walk elements of behavior similar to where the highest values in the soil of Zakho and gradually fell in soil Al-Kosh and lowest values were in the soil of Makhmor for each elements. This is a pointer to the difference and disparity in weathering degrees and leaching in the study areas because of the disparity in temperature and in the amount of rainfall annually. The pedogenic distribution pattern of each element during the depths within pedon was irregular and cause irregular due to the characteristics of contrast soils depths within the same pedon and to the circumstances of each pedon alone in particle size distribution of the minutes of soil and topographic and climatic conditions for rainfall as well as the role of weathering of parent material calcareous، where all this is reflected on the distribution of the element during the depths of pedon per soils study. The results of enrichment factor (EF) showed that lowest values were in the soil of Makhmor and highest values in the soil of Zakho.

Key words: Climatic conditions، Microelements، Enrichment factor.

المقدمة

يعتمد محتوى التربة من العناصر الصغرى بالدرجة الاساس على الصخور الام المشتقة منها تلك التربة، اذ تتباين نسب العناصر الثقيلة اعتمادا على نوعية الصخور الام، فمحتوى الصخور النارية القاعدية من العناصر الثقيلة يكون اغنى منه في الصخور الرسوبية كذلك يعتمد على درجة تجوية الصخور المكونة لها Aubert و Penta (1977)، كما اوضح Sumner (2000) ان تراكيز العناصر الصغرى تختلف حسب نوع التربة والمنطقة الجغرافية وان سبب هذا الاختلاف هو دور مادة الاصل والظروف المناخية السائدة في المنطقة مما يؤثر سلبا او ايجابا على جاهزية العناصر الصغرى وعمليات تحول هذه العناصر في التربة. في حين بين Krishna و Govil (2007) ان توزيع العناصر الصغرى والثقيلة في التربة يتأثر وفقا لطبيعة المادة الأم والظروف المناخية السائدة في المنطقة وحركتها النسبية معتمدة على خواص التربة مثل التوزيع الحجمي لدقائق التربة والمعادن وتصنيف التربة. ووجد Kabata (2011) بإن مصدر العناصر الصغرى في التربة قد يكون ناتجاً من تجوية الصخور الأم لذلك فإنَ توزيع هذه العناصر بين مكونات التربة يعكس تنوع العمليات البيدوجينية فضلاً عن العوامل الخارجية خصوصاً العوامل الانثروبوجينية (مثل الممارسات الزراعية ، التلوث الصناعي). وكذلك بين Asaah واخرون (2005) ان وجود هذه العناصر في التربة تكون مستمدة من مصادر مختلفة بما في ذلك التلوث بفعل الانسان والتجوية الطبيعية للصخور والمعادن الغنية بهذه العناصر. كما ان اضافة الاسمدة التي تحتوي على هذه العناصر الى التربة في المناطق الزراعية وبنظام ابتدائي قديم واستخدام الاسمدة التجارية والاسمدة العضوية هو مصدر اخر لهذه العناصر Gray و McLaren (1998). كما بين الطائي (2013) في دراسته على ترب شمال العراق ان هناك تباين في محتوى مقدات الترب من العناصر الصغرى بين رتبة واخرى ويعود السبب في ذلك الى طبيعة تلك الترب وظروف تكوينها والعمليات البيدوجينية السائدة في تلك المناطق والمرتبطة مع مستويات التجوية الناتجة عن الاختلاف في كمية الامطار السنوية في تلك المناطق. يؤثر المناخ بصورة مباشرة في درجة تطور التربة من خلال تأثيره في الخواص الفيزيائية والكيميائية والمعدنية للتربة ويعتبر عامل الأمطار ودرجات الحرارة من أهم العوامل المناخية المؤثرة في تكوين وتطور التربة وتختلف ترب المناطق الجافة عن ترب المناطق الرطبة في سيادة أنواع معينة من معادن الطين والمعادن المرافقة لها وما يترتب عليها من خصائص الشحنات السطحية. وقد وجدا صالح والخفاجي (2014) عند دراستهما لمستويات التجوية لترب شمال العراق إن أعلى مستويات للتجوية كانت في تربة زاخو وأدنى مستويات للتجوية كانت في تربة مخمور وان ارتفاع مستوى التجوية في تربة زاخو يدل على زيادة تأثر هذه الترب بعمليات التجوية والغسل بالمقارنة مع تربة مخمور وهذا متعلق بالتفاوت بالظروف المناخية (كميات الأمطار ودرجات الحرارة). أن معظم ترب شمال العراق ذات محتوى عالٍ نسبياً من الكاربونات تتراوح بين (50% – 18) والسبب في ذلك كون الترب مشتقة من الحجر الكلسي (Limestone)، كما ان هناك زيادة في كمية كربونات الكالسيوم مع العمق وهذا يرجع إلى حركة الكربونات الكالسيوم بفعل عمليات الغسل البطيئة التي تتم خلال فترات زمنية طويلة بسبب محدودية كميات الأمطار (الخفاجي 2011). وقد بين Jenne (1977) بأن العناصر الصغرى عادة ما تترسب على سطوح كاربونات الكالسيوم أو قد تكون متحدة في تركيبها مع الكاربونات أو تكون ممتزة على سطوح الكاربونات ، كما لاحظ بأن هناك ألفة عالية للعناصر الثقيلة (Zn،Sr،Pb،Ni،Mn،Fe،Cu،Cd،Co) عند تفاعلها مع الكاربونات. يوجد إختلاف كبير في العناصر الصغرى التي يحدث لها إحلال محل عنصر Ca في تراكيب الكالسايت نتيجة تنوع البيئات البيدوجينية الكيميائية في العقد الكلسية، فقد لاحظ كل من (Vochten و Geyes، 1974) بأن بلورات الكلس الثانوية أظهرت محتوى عالياً من العناصر الثقيلة يصل إلى تركيز 1000ملغم/كغم. ان الهدف من هذا البحث هو معرفة التفاوت الحاصل في تراكيز بعض العناصر الصغرى (Co، Ni ، Cu، Pb ، Zn، Zr) في ثلاث مناطق مختلفة بكميات الامطار (مخمور والقوش وزاخو) من شمالي العراق

مواد وطرائق البحث

1- أختيار مواقع الدراسة :

شملت الدراسة ثلاث مناطق مختارة من محافظتي نينوى ودهوك في شمال العراق (مخمور ، القوش ، زاخو) وهذه المناطق تتفاوت فيها درجات الحرارة وكميات الأمطار السنوية، حيث تم حفر مقد واحد في كل منطقة من مناطق الدراسة بعمق 1 متر وعرض 80 سم مع مراعاة ان يكون المقد مواجه لأشعة الشمس وتم تقسيم المقد إلى ثلاثة أعماق (0 – 20 cm ، 20 – 40 cm ، 40 – 60 cm). وجمعت عينات التربة لكل مقد وللأعماق الثلاثة وجمعت العينات من الأسفل الى الأعلى مع ترقيمها. جففت عينات التربة هوائيا بعد نقلها الى المختبر وطحنت باستخدام مطرقة خشبية ثم نخلت بمنخل (2ملم) وحفظت العينات في علب بلاستيكية محكمة الغلق، وتم بعد ذلك اجراء بعض التحليلات الروتينية عليها.

جدول (1) بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية للمناطق المدروسة

عينات التربة Soil Sample	العمق Depth	المادة العضوية O.M	كربونات الكالسيوم $CaCO_3$	الرمل Sand	الغرين Silt	الطين Clay	النسجة Texture
	Cm	(غم.كغم$^{-1}$)					
مخمور	0 – 20	13.4	261.0	145	344	511	طينية
	20 – 40	9.8	276.0	212	260	528	طينية
	40 – 60	5.3	300.0	152	300	548	طينية
القوش	0 – 20	19.0	286.0	75	355	570	طينية
	20 – 40	17.4	312.5	68	360	572	طينية
	40 – 60	13.0	381.5	90	325	585	طينية
زاخو	0 – 20	13.3	67.5	86	433	481	طينية
	20 – 40	11.2	134.5	35	250	715	طينية
	40 – 60	10.5	184.5	38	262	700	طينية

2- التحليل الكيميائي باستخدام تقنية الأشعة السينية الوميضية:

تمت عملية التحليل بجهاز (XRF) بتحضير أقراص (Pellets) من عينات ترب الدراسة وذلك بأخذ (4gm) من التربة بأقطار أقل من (75 µm) وأضيف إليها (0.9 gm) من مادة مالئة من الشمع (Wax) لغرض تماسك النموذج ثم خلطت العينة جيدا ووضعت في جهاز كبس الأقراص مع استخدام ضغط جوي (15 بار) لمدة دقيقة واحدة وبعد ذلك وضعت داخل جهاز الأشعة السينية الوميضية (XRF) وحسب الطريقة المتبعة في المختبر .

تم تحليل عينات ترب الدراسة وباستخدام جهاز الأشعة السينية الوميضية (XRF) من نوع Spectro X- LAB 2000 الموجود في مختبرات قسم الجيولوجي في كلية الهندسة / جامعة أنقرة / تركيا. والهدف من التحليل هو التعرف على التركيب الكيميائي ومحتوى العناصر الرئيسية والثانوية لعينات ترب الدراسة.

3- معامل الوفرة (EF Enrichment Factor) : ولأجل التعرف على معامل الوفرة فقد تم اعتماد القيم حسب مفهوم Sposito،(2008) وفق المعادلة التالية :

$$EF\ element = \frac{Element\ in\ Soil}{Element\ in\ Crust}$$

هناك عدة اصناف لمعامل الوفرة فسرت من قبل (Birth، 2003) وكالتالي : EF<1 لا يوجد وفرة و 1-3 =EF يوجد وفرة بسيطة و 3-5 =EF يوجد وفرة معتدلة و 5-10 =EF وفرة معتدلة الى حد ما و 10-25=EF وفرة عالية و 25-50=EF وفرة عالية جدا و50 < EF وفرة عالية الى حد كبير.

النتائج والمناقشة

1- **التحليل الكلي للعناصر** :

اظهرت نتائج تحليل الأشعة السينية الوميضية (XRF) لعينات ترب الدراسة كما موضحة في الجدول (2) ان تراكيز العناصر الصغرى (Co، Ni ، Cu ، Pb ، Zn، Zr) تعكس تراكيب مادة الاصل الكلسية وان التفاوت الحاصل في تراكيزها وتوزيعها في المقدات يعود الى عمليات الغسل المرتبطة بالظروف المناخية وكميات الامطار.

الكوبلت الكلي (Co):

فقد اظهرت كمية الكوبلت الكلية تباينا واضحا في ترب الدراسة حيث سجلت أقل قيمة في العمق السطحي (0 – 20 cm) لموقع مخمور (23 ملغم.كغم$^{-1}$) بينما كانت أعلى قيمة للكوبلت الكلي (48.6 ملغم.كغم$^{-1}$) والتي سجلت في العمق السفلي (40 – 60 cm) لموقع زاخو (جدول 2)، وبغض النظر عن الاعماق فان معدل ما تحويه الترب قيد الدراسة من الكوبلت الكلي أظهرت ايضا تباينا واضحا، حيث كانت أقل قيمة في تربة مخمور وبمعدل (23.76 ملغم.كغم$^{-1}$) وأعلى قيمة كانت في تربة زاخو وبمعدل (46.93 ملغم.كغم$^{-1}$) اما محتوى تربة القوش من الكوبلت الكلي كان بمعدل (40.26 ملغم.كغم$^{-1}$) (جدول 3)، والتباين في كمية الكوبلت الكلي في الترب المدروسة يعود الى العمليات البيدوجينية السائدة في كل منطقة من مناطق الدراسة، ففي تربة زاخو تزداد نسب المكونات الفتاتية والمقاومة على حساب فقدان المكونات والعناصر المتحركة نتيجة العمليات البيدوجينية وبذلك يكون محتواها من الكوبلت عالي عند مقارنتها مع تربتي القوش ومخمور وهذا جاء متوافقا مع نتائج دراسة (Schaetzl،2006) لخصائص التربة المتعلقة بعمليات التجوية والعمليات البيدوجينية في ترب ميشيغان وكذلك جاء متوافقا مع نتائج (صالح والخفاجي 2014) عند دراستهما لمستويات التجوية في مناطق شمال العراق، كذلك يلاحظ بأن التوزيع البيدوجيني للكوبلت الكلي خلال الاعماق وضمن المقد الواحد كان غير منتظم كما هو مبين في الجدول (2) ، ففي تربة مخمور كان اعلى محتوى للكوبلت الكلي في العمق تحت السطحي (40 – 20 cm) ثم يليه العمق السفلي (60 – 40 cm) وأقل محتوى كان في العمق السطحي (20 – 0 cm)، اما في تربة القوش فقد أظهر محتوى الكوبلت الكلي تدرجا واضحا حيث كان اعلى محتوى في العمق السطحي (20 – 0 cm) ثم يليه العمق تحت السطحي (40 – 20 cm) ثم العمق السفلي (60 – 40 cm)، في حين سلوك الكوبلت الكلي في تربة زاخو كان مغايرا عن سلوكه عن تربتي مخمور والقوش، حيث كان اعلى محتوى للكوبلت الكلي في العمق السفلي (60 – 40 cm) ثم يليه العمق السطحي (20 – 0 cm) ثم العمق تحت السطحي (40 – 20 cm)، وسبب عدم الانتظام يرجع الى ظروف كل بيدون لوحده من حيث التوزيع الحجمي لدقائق التربة والطوبوغرافية والظروف المناخية الخاصة بالسواقط فضلا عن دور تجوية مادة الاصل الكلسية حيث ينعكس كل ذلك على توزيع الكوبلت خلال اعماق البيدون الواحد في ترب الدراسة وهذا ما ذكره (Krishna and Govil،2007) .

النيكل الكلي (Ni) :

كمية النيكل الكلي في ترب الدراسة ظهر فيها تباينا حيث سجلت أقل قيمة في العمق السفلي (60 – 40 cm) لموقع مخمور (111.5 ملغم.كغم$^{-1}$) بينما كانت أعلى قيمة للنيكل الكلي في العمق تحت السطحي (40 – 20 cm) لموقع زاخو حيث بلغت (184.6 ملغم.كغم$^{-1}$) (جدول 2)، اما معدل ما تحويه الترب المدروسة من النيكل الكلي بعيدا عن الاعماق فقد أظهرت ايضا تباينا واضحا، حيث كانت أقل قيمة في تربة مخمور وقد بلغت بمعدل (113.26 ملغم.كغم$^{-1}$) تلتها تربة القوش وبمعدل (137.63 ملغم.كغم$^{-1}$) في حين كانت أعلى قيمة في تربة زاخو حيث بلغت كمعدل (181.60 ملغم.كغم$^{-1}$) (جدول 3)، يمكن تفسير هذا التباين في كمية النيكل الكلي الى الاختلاف في المحتوى الطيني للترب، حيث ان تربة زاخو محتواها من الطين عالي مقارنة مع تربتي القوش ومخمور (جدول 1) مما يجعل محتواها من النيكل الكلي يكون عالي بسبب امتلاك الطين مساحة سطحية كبيرة ومشحونة بشحنات سالبة فان هذا يجعلها تحتفظ بعناصر غذائية موجبة وكذلك مواد سمية (Newman،1984) . اما التوزيع البيدوجيني للنيكل الكلي ضمن المقد الواحد فقد أظهر تباينا ما بين الاعماق، ففي تربتي مخمور والقوش كان سلوك النيكل الكلي واضحا حيث احتوى العمق السطحي (20 – 0 cm) على كميات اعلى من العمق تحت السطحي (40 – 20

40 cm) وكانت أقل قيمة في العمق السفلي (60 cm – 40)، اما في تربة زاخو فقد كان سلوك النيكل الكلي مغايرا قليلا حيث كان اعلى محتوى للنيكل في العمق تحت السطحي (40 cm – 20) يليه العمق السطحي (20 cm – 0) واخيرا العمق السفلي (60 cm – 40)، ويعود السبب الى تباين خصائص ترب الاعماق ضمن البيدون الواحد وقد يكون هناك اضافة لهذا العنصر من مصادر اخرى الى التربة وخصوصا التلوث البيئي (الغبار الساقط) ويبدو هذا واضحا من خلال زيادة هذا العنصر في الاعماق السطحية.

جدول (2) التحليل الكيميائي العنصري لترب الدراسة باستخدام تقنية XRF

Zr	Zn	Pb	Cu	Ni	Co	العمق Depth	عينات التربة Soil Sample
(ملغم.كغم$^{-1}$)						**Cm**	
182.3	58.0	12.0	24.2	115.4	23.0	0 – 20	مخمور
139.2	53.2	8.4	25.6	112.9	24.6	20 – 40	
135.4	51.1	9.8	22.0	111.5	23.7	40 – 60	
174.2	81.1	14.9	33.0	147.8	47.2	0 – 20	القوش
161.0	68.8	13.5	33.8	135.9	42.9	20 – 40	
144.3	66.2	11.5	29.5	129.2	30.7	40 – 60	
223.5	86.2	16.7	37.1	182.1	47.2	0 – 20	زاخو
227.8	87.2	15.8	39.9	184.6	45.0	20 – 40	
210.3	85.1	16.6	35.0	178.1	48.6	40 – 60	

النحاس الكلي (Cu) : كمية النحاس الكلي في ترب الدراسة ظهر فيها تباينا واضحا حيث سجلت أقل قيمة في العمق السفلي (60 cm – 40) لموقع مخمور (22 ملغم.كغم$^{-1}$) بينما كانت أعلى قيمة للنحاس الكلي (39.9 ملغم.كغم$^{-1}$) والتي سجلت في العمق تحت السطحي (40 cm – 20) لموقع زاخو (جدول 2)، وبغض النظر عن الاعماق فان معدل ما تحويه الترب قيد الدراسة من النحاس الكلي فقد أظهرت ايضا تباينا واضحا كما في حالة الكوبلت والنيكل، حيث كانت أقل قيمة في تربة مخمور وبمعدل (23.93 ملغم.كغم$^{-1}$) ثم تربة القوش بمعدل (32.10 ملغم.كغم$^{-1}$) اما أعلى قيمة كانت في تربة زاخو بمعدل (37.33 ملغم.كغم$^{-1}$) (جدول 3)، ان اختلاف كمية النحاس الكلي في ترب الدراسة سببه المحتوى الطيني للترب، فقد وجد علي (1987) في دراسته على توزيع النحاس ان محتوى التربة من النحاس ارتبط مع نسجة التربة، حيث كان محتوى الترب الرملية الخفيفة من النحاس قليل في حين ارتفع في الترب المزيجية، اما محتوى الترب ذات النسجة الناعمة من عنصر النحاس يكون اعلى ويعود ذلك الى ارتباط عنصر النحاس بمعادن الطين أكثر من ارتباطه بالرمل لذلك فان زيادة المحتوى الطيني يسهم معنويا في زيادة محتوى التربة من النحاس وهذا يبدو واضحا في ترب الدراسة حيث كان اعلى محتوى للنحاس في تربة زاخو (الطين كمعدل 729.5 غم/كغم)ثم تربة القوش (الطين كمعدل 582 غم/كغم) وأقل محتوى للنحاس كان في تربة مخمور (الطين كمعدل 547 غم/كغم). اما نمط توزيع النحاس الكلي مع العمق لمقدات ترب الدراسة فقد كان سلوك النحاس الكلي سلوكا مشابها (جدول 2)، حيث احتوت الاعماق تحت السطحية (40 cm – 20) على كميات اعلى من الاعماق السطحية (20 cm – 0) و اقل محتوى للنحاس كان في الاعماق السفلية (60 cm – 40) ولكل ترب الدراسة، ويعود السبب الى تباين خصائص ترب الاعماق ضمن البيدون الواحد واختلاف توزيع وكمية المادة العضوية وكمية الطين مما يؤثر على كمية النحاس الكلية وهذه النتائج تتفق مع ما توصل اليه (جمال 1980 و الطائي 2013)

جدول (3) تأثير مواقع الدراسة على كمية العناصر المدروسة (ملغم.كغم$^{-1}$)

Zr	Zn	Pb	Cu	Ni	Co	عينات التربة
b 152.30	c 54.10	c 10.06	c 23.93	c 113.26	b 23.76	مخمور
b 159.83	b 72.03	b 13.30	b 32.10	b 137.63	a 40.26	القوش
a 220.53	a 86.16	a 16.36	a 37.33	a 181.60	a 46.93	زاخو

* المتوسطات التي تشترك بأحرف متشابهة لا توجد فروقات معنوية بينها

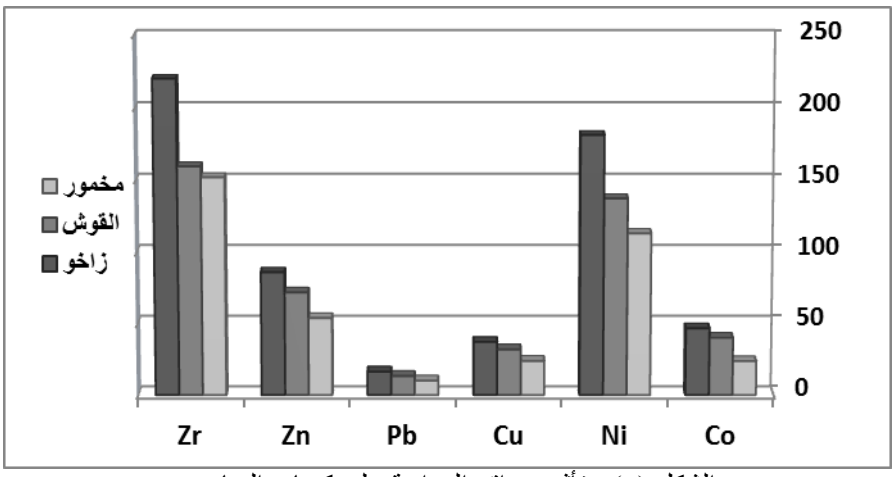
الرصاص الكلي (Pb) : كمية الرصاص الكلي أظهرت تباينا واضحا في ترب الدراسة حيث سجلت أقل قيمة في العمق تحت السطحي (40 cm – 20) لموقع مخمور (8.4 ملغم.كغم$^{-1}$) بينما كانت أعلى قيمة للرصاص الكلي بلغت (16.7 ملغم.كغم$^{-1}$) والتي سجلت في العمق السطحي (20 cm – 0) لموقع زاخو (جدول 2)، وبغض النظر عن الاعماق فان معدل الرصاص الكلي هي الاخرى ظهر فيها تباين في ترب الدراسة وكما هو الحال في العناصر الاخرى (جدول 3)، حيث سجلت أقل قيمة في تربة مخمور وبمعدل (10.06 ملغم.كغم$^{-1}$) ، ثم تلتها تربة القوش بمعدل (13.30 ملغم.كغم$^{-1}$) وأعلى قيمة كانت في تربة زاخو بمعدل (16.36 ملغم.كغم$^{-1}$)، سبب هذا التباين في قيم الرصاص الكلي يعود بالدرجة الاساس لمحتوى الطين في التربة ، ففي دراسة (Banat،1977) لجيوكيميائية العناصر الثقيلة Mn،Pb، Cu، Zn وتوزيعها في ترسبات نهر دجلة في المنطقة المحصورة بين الموصل وبغداد، حيث توصلت الدراسة الى ان هذه الرواسب تحوي على تراكيز عالية من عنصري Cu، Pbفي الجزء الطيني من رواسب نهر دجلة وعزا ذلك الى امتزاز هذه العناصر على المعادن الطينية أثناء الترسيب. وهذا يبدو واضحا في قيم الرصاص الكلي في الترب المدروسة. أما التوزيع البيدوجيني للرصاص الكلي أظهر ايضا تباينا في الاعماق

(جدول 2) ، ففي تربتي مخمور وزاخو كان اعلى محتوى للرصاص الكلي في العمق السطحي (0 – 20 cm) يليه العمق السفلي (40 – 60 cm) ثم العمق تحت السطحي (20 – 40 cm) في حين تربة القوش كان فيها اعلى محتوى للرصاص في العمق السطحي (0 – 20 cm) يليه العمق تحت السطحي (20 – 40 cm) ثم العمق السفلي (40 – 60 cm) والسبب في زيادة العنصر في الاعماق السطحية للترب المدروسة يعود الى تلوث التربة بمصادر مختلفة كعوادم السيارات وايضا الغبار الساقط وتراكمها على سطح التربة.

الخارصين الكلي (Zn): كمية الخارصين الكلي فهي لا تختلف عن العناصر الاخرى فقد ظهر فيها تباينا واضحا في ترب الدراسة، حيث سجلت أقل قيمة في العمق السفلي (40 – 60 cm) لموقع مخمور (51.1 ملغم.كغم$^{-1}$) بينما كانت أعلى قيمة للخارصين الكلي (87.2 ملغم.كغم$^{-1}$) والتي سجلت في العمق تحت السطحي (20 – 40 cm) لموقع زاخو (جدول 2)، اما معدل الخارصين الكلي في الترب المدروسة وبغض النظر عن الاعماق كان متباينا، حيث كانت أقل قيمة في تربة مخمور وبمعدل (54.10 ملغم.كغم$^{-1}$) يليها تربة القوش بمعدل (72.03 ملغم.كغم$^{-1}$) وأعلى قيمة كانت في تربة زاخو (86.16 ملغم.كغم$^{-1}$) (جدول 3)، ان مادة أصل التربة وعمليات تكوين التربة والمادة العضوية هي العوامل التي تتحكم بشكل كبير في كمية الخارصين في التربة وكذلك يسهم المحتوى الطيني بشكل ملحوظ في زيادة محتوى التربة من الخارصين وخصوصا عندما تحتوي التربة على معادن الفيرميكيولايت والجبسايت (Vega واخرون 2007). وأكد الخفاجي (2011) في دراسته للتركيب المعدني لبعض الترب الكلسية في شمال العراق أن معدن الفيرميكيولايت كان سائدا في تربة زاخو، لذلك يمكن تفسير ارتفاع كمية الخارصين في تربة زاخو وانخفاضه تدريجيا في تربة القوش ثم تربة مخمور الى كمية الطين في مناطق الدراسة وكذلك الى كمية المعادن الطينية الحاملة لهذا العنصر في الترب المدروسة. اما نمط توزيع الخارصين الكلي مع العمق لمقدات ترب الدراسة كما مبينة في الجدول (2) فقد سجلت الاعماق السطحية (0 – 20 cm) بالنسبة لتربتي مخمور والقوش أعلى التراكيز ثم تدرجت بالانخفاض في الاعماق تحت السطحية (20 – 40 cm) ثم الاعماق السفلية (40 – 60 cm) اما تربة زاخو فكانت ذات سلوك مختلف قليلا عن تربتي مخمور والقوش، اذ سجل العمق تحت السطحي (20 – 40 cm) أعلى التراكيز يليه العمق السطحي (0 – 20 cm) واخيرا العمق السفلي (40 – 60 cm)، هذا التباين الواضح يعود الى طبيعة كل تربة وظروف تكوينها والعمليات البيدوجينية السائدة في كل تربة والمرتبطة مع مستويات التجوية الناتجة عن الاختلاف في كمية الامطار السنوية الساقطة ودرجات الحرارة وهذه النتائج تتفق مع ما توصل اليه كل من (راهي واخرون، 1987) و (الطائي 2013،).

الزركون الكلي (Zr): كمية الزركون الكلي أظهرت تباينا واضحا في ترب الدراسة حيث سجلت أقل قيمة في العمق السفلي (40 – 60 cm) لموقع مخمور (135.4 ملغم.كغم$^{-1}$) بينما كانت أعلى قيمة للزركون الكلي (227.8 ملغم.كغم$^{-1}$) والتي سجلت في العمق تحت السطحي (20 – 40 cm) لموقع زاخو (جدول 2)، وبغض النظر عن الاعماق فان معدل ما تحويه الترب قيد الدراسة من الزركون الكلي هي الاخرى سلكت نفس سلوك العناصر الاخرى (جدول 3) فقد ظهرت أقل قيمة في تربة مخمور وبمعدل (152.30 ملغم.كغم$^{-1}$) تلتها تربة القوش بمعدل (159.83 ملغم.كغم$^{-1}$) وأعلى قيمة كانت في تربة زاخو (220.53 ملغم.كغم$^{-1}$)، يعود الاختلاف في القيم الى ان الزركون يوجد بشكل معدن الزركونيوم ($ZrSiO_4$) المقاوم لعمليات التجوية كما يرتبط مع المكونات الفتاتية (المعادن الطينية) وهذه تشير الى وجوده بحجم دقائق الطين بسبب عمليات التجوية الفيزيائية التي أدت الى تفتيته، بالاضافة الى ان جزء كبير من الزركونيوم يرتبط بالمعادن الطينية اما بهيئة امتزاز او تبادل ايوني أو احلال محل الالمنيوم (Goldschmidt، 1958 ; Wedepohl، 1978). اما التوزيع البيدوجيني للزركون الكلي في الاعماق فقد سلك نفس سلوك الخارصين الكلي ضمن المقد الواحد، فقد سلكت تربتي مخمور والقوش نفس السلوك حيث احتوت الاعماق السطحية (0 – 20 cm) على كميات اعلى من الاعماق تحت السطحية (20 – 40 cm) ثم الاعماق السفلية (40 – 60 cm) في حين سلكت تربة زاخو سلوكا مغايرا اذ سجل العمق تحت السطحي (20 – 40 cm) أعلى التراكيز يليه العمق السطحي (0 – 20 cm) واخيرا العمق السفلي (40 – 60 cm) ويعود السبب الى تباين خصائص ترب الاعماق ضمن البيدون الواحد واختلاف طبيعة كل تربة وظروف تكوينها والعمليات البيدوجينية السائدة في كل تربة والمرتبطة مع مستويات التجوية الناتجة عن الاختلاف في كمية الامطار السنوية الساقطة ودرجات الحرارة (الطائي، 2013).

نستنتج مما تقدم وكما هو موضح في الجدول (3) والشكل (1) ان العناصر المدروسة يكون محتواها تصاعديا من تربة مخمور ثم تربة القوش والى تربة زاخو، والسبب قد يعود الى طبيعة المادة الام والظروف المناخية السائدة في المنطقة مما يؤثر على محتوى العناصر في التربة وهذا ما ذكره (Summner، 2000) و (Krishna and Govil، 2007). وهذا مؤشر إلى الاختلاف والتفاوت الحاصل في درجات التجوية والغسيل والعمليات البيدوجينية وتطور الترب في مناطق الدراسة بسبب التفاوت في كمية الأمطار الساقطة سنويا اذ تمثل تربة زاخو رتبة (Vertisols) والمتمثلة بأعلى متوسط سقوط للأمطار السنوية فيها (543.95 ملم/سنة) وتليها تربة القوش من رتبة (Aridisols) ثم تربة مخمور من رتبة (Aridisols) والتي بلغ متوسط سقوط الامطار السنوية فيها (241.75 ملم/سنة) البيانات المناخية في الجدول (5 و 6).



الشكل (1) : تأثير مواقع الدراسة على كميات العناصر

2- معامل الوفرة (EF Enrichment Factor):

بالنسبة لعنصر الكوبلت (Co) وحسب هذا التصنيف وكما هو ملاحظ في جدول (4) لا يوجد وفرة في العمقين الاول والثالث في تربة مخمور اما في العمق الثاني فيوجد فيه وفرة بسيطة وفي تربتي القوش وزاخو فيوجد الكوبلت بوفرة بسيطة ولجميع الاعماق، عنصر النيكل (Ni) وكما مبين من نفس الجدول يوجد وفرة بسيطة منه في تربتي مخمور والقوش ولجميع الاعماق اما تربة زاخو فيوجد وفرة بسيطة لعنصر النيكل في العمقين الاول والثاني باستثناء العمق الثالث حيث يوجد فيه وفرة معتدلة، بالنسبة لعنصر النحاس (Cu) لا يوجد وفرة منه في تربة مخمور باستثناء العمق الثاني حيث يوجد وفرة بسيطة لعنصر النحاس اما لتربتي القوش وزاخو فيوجد وفرة بسيطة من النحاس ولجميع الاعماق، عنصر الرصاص (Pb) ومن حيث معامل الوفرة حيث لا يوجد وفرة من هذا العنصر في تربة مخمور ولجميع الاعماق وكذلك لا يوجد وفرة منه في تربة القوش باستثناء العمق الاول حيث يوجد فيه وفرة بسيطة اما تربة زاخو فيوجد وفرة بسيطة ولجميع الاعماق، بالنسبة لعنصر الزنك (Zn) فلا يوجد وفرة من هذا العنصر في تربة مخمور ولجميع الاعماق على العكس من تربتي القوش وزاخو حيث يوجد وفرة بسيطة من الزنك ولجميع الاعماق، اما عنصر الزركون (Zr) فلا يوجد وفرة منه في كل من تربتي مخمور والقوش ولجميع الاعماق اما تربة زاخو فيوجد فيها وفرة بسيطة من هذا العنصر. وبغض النظر عن الاعماق فان معدل معامل الوفرة للعناصر المدروسة في ترب الدراسة ظهر فيها تفاوت في القيم وسلكت القيم سلوكا مشابها في جميع المناطق حيث سجلت اقل القيم في تربة مخمور تلتها تربة القوش وأعلى القيم كانت في تربة زاخو والسبب في ذلك كما ذكرنا سابقا يعود إلى الاختلاف والتفاوت الحاصل في درجات التجوية والغسيل والعمليات البيدوجينية في مناطق الدراسة بسبب التفاوت في كمية الأمطار الساقطة سنويا اذ تمثل تربة زاخو رتبة (Vertisols) والمتمثلة بأعلى متوسط سقوط للأمطار السنوية فيها (543.95 ملم/سنة) وتليها تربة القوش من رتبة (Aridisols) ثم تربة مخمور من رتبة (Aridisols) والتي بلغ متوسط سقوط الامطار السنوية فيها (241.75 ملم/سنة) (جدول 5).

جدول (4) معامل الوفرة حسب مفهوم (Sposito،2008) للترب المدروسة

عينات التربة	العمق	Co	Ni	Cu	Pb	Zn	Zr
	Cm	(ملغم.كغم$^{-1}$)					
مخمور	0 – 20	0.958	2.060	0.968	0.810	0.892	0.898
	20 – 40	1.025	2.016	1.024	0.567	0.818	0.685
	40 – 60	0.987	1.991	0.880	0.662	0.786	0.666
القوش	0 – 20	1.966	2.639	1.320	1.006	1.247	0.858
	20 – 40	1.787	2.426	1.352	0.912	1.058	0.793
	40 – 60	1.279	2.307	1.180	0.777	1.018	0.710
زاخو	0 – 20	1.966	2.251	1.484	1.128	1.326	1.100
	20 – 40	1.875	2.296	1.596	1.067	1.341	1.122
	40 – 60	2.025	3.180	1.400	1.121	1.309	1.035

المصادر

1. جمال، محمد علي (1980). مستوى صور المولبدنيوم والنحاس وجاهزيتهما للنبات في بعض الترب الرسوبية الكلسية. رسالة ماجستير . جامعة بغداد. كلية الزراعة.
2. الخفاجي، قحطان درويش (2011). دراسة التركيب المعدني للتربة وعلاقته بخصائص الشحنات السطحية في بعض الترب الكلسية من شمال العراق. رسالة ماجستير، كلية الزراعة والغابات، جامعة الموصل.

3. راهي ، حمدالله سليمان، اسماعيل ابراهيم خضير، محمد علي جمال، سلمان خلف عيسى (1987). توزيع صور المنغنيز والزنك والنحاس في ترب أسكي كلك. مجلة العلوم الزراعية زانكو. المجلد (5) العدد (4) ص (41-54).
4. صالح، عادل مولود والخفاجي ، قحطان درويش (2014)، دراسة التغاير في مستويات التجوية لبعض الترب المتكونة تحت ظروف مناخية مختلفة من شمال العراق. مجلة زراعة الرافدين- المجلد42، العدد3.
5. الطائي، أحمد سمير (2013). التوزيع البيدوجيني للحديد والمنغنيز والزنك والنحاس في مفصولات ترب (Aridisols) من شمال العراق. رسالة ماجستير، كلية الزراعة والغابات، جامعة الموصل.
6. علي ، لطيف حميد (1987). التلوث الصناعي . مديرية دار الكتب للطباعة والنشر ، جامعة الموصل - العراق
7. Asaah، A. Victor، Akinlolu F. Abimbola and Cheo E. Suh (2005). Heavy Metal Concentrations and Distribution in Surface Soils of the Bassa Industrial Zone 1، Douala، Cameroon. The Arabian Journal for Science and Engineering، Volume 31، Number 2 A
8. Aubert، H. and Pinta، M.، 1977: Trace elements in soils. Development in soil science . Elsevier scientific publishing Co.، Amsterdam ، p395.
9. Banat، K.، (1977). Geochemical study of heavy metals and major ions from the Tigris River between Baghdad and Mosul. Jour. Geol. Soc. Iraq، Special Essue ، pp. 47-56.
10. Goldschmidt، V. M. (1958): Geochemistry. Oxford University Press، edited by Atex Muir. 730p.
11. Gray، C. W. and McLaren، R. G. (1998). Reports، A.H.C.; Condron، L.M. Sorption and Desorption of Cadmium from New Zealand soil: effect of pH and contact time. Australian Journal of Soil Research. 36، 199 – 216
12. Jenne، E، A.، (1977). Trace Element Sorption By Sediment And Soils-Sites And Processes، In Molybdenum In The Environment، Vol. 2، Chappell، W. R. and Petersen، K. K.، eds.، Marcel Dekker، New York، 555.
13. Kabata-Perdias A. (2011). Book of Trace Elements in Soil and Plants، French Editions.
14. Krishna AK، Govil PK (2007) Soil Contamination due to Heavy Metals from an Industrial Area of Surat، Gujarat، Western India. Environ Moni Assess 124، 263-275.
15. Newman، A. C. D. (1984): The Significance of Clays in Agriculture and Soils. Phil. Trans. R. Soc. Lond. Vol. 311، pp. 375-389.
16. Schaetzl، R. J.، Mikesell، L. R.، Velbel، M. A. (2006): Soil Characteristics Related to Weathering and Pedogenesis across a Geomorphic Surface of Uniform Age in Michigan. Physical Geography، Vol. 27، pp. 170-188.
17. Sposito، G.، (2008). The Chemistry of Soils. Oxford Univ. Press، New York.
18. Sumner M.E. (ed). (2000). Handbook of Soil Science، Taylor and Francis، Boca Raton، FL.
19. Vega F.A.، Covelo E.F.، Vazques J.J.، Abdrade L. (2007). Infl uence of mineral and organic components on copper ، lead and zinc sorption by acid soils. J. Environ. Sci. Health. Part A-Toxic/Hazard. Subst. Environ. Eng. 42:2167-2173.
20. Vochten، R. C. and Geyes، J. G.، (1974). Pyrite and calcite in septarian concretions from the Rupelian clay at Rumst (Belgium) and their geochemical composition، Chem. Geol.، 14، 123،.
21. Wedepohl، K. H. (1978). Handbook of Geochemistry Spring. Verlag، Berlin، Vol. 11/1-5.

الجدول (5) كمية الامطار الشهرية والسنوية لمنطقة مخمور وزاخو(ملم) للسنوات (2009 - 1995)

الموقع	معدلات كميات الامطار الشهرية												مجموع الامطار السنوية
	كانون2	شباط	اذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	اب	أيلول	ت1	ت2	كانون1	
مخمور	54.99	53.60	30.35	28.28	8.95	1.45	0.3	0.0	2.44	13.18	18.44	29.75	241.75
زاخو	141.77	79.13	64.93	36.49	17.63	1.59	0.0	0.0	0.0	21.35	74.53	107.27	543.95

الجدول (6) معدلات درجات الحرارة الشهرية والسنوية لمنطقة مخمور و زاخو(م°) للسنوات (2008 - 1999)

الموقع	معدلات درجات الحرارة الشهرية												المعدل السنوي
	كانون2	شباط	اذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	اب	أيلول	ت1	ت2	كانون1	
مخمور	9.23	11.43	15.88	21.31	27.80	33.37	36.61	36.50	31.42	25.71	16.47	10.97	23.16
زاخو	8.92	9.87	13.64	18.32	24.54	29.40	34.24	33.22	28.60	22.95	14.17	11.37	21.76