تأثير نسبة الخلط من مخلفات تفل الزيتون وروث الأبقار في الاستخلاص التسلسلي لعنصري الحديد والزنك في تربة كلسية

*عبد الكريم جعفر **أكرم البلخي

(الإيداع: 7 تشرين الأول 2018، القبول: 30 كانون الأول 2018)

الملخص:

أجريت تجربة حقلية في مزرعة كلية الزراعة بأبي جرش، وذلك باستخدام معدلات مختلفة من تفل الزيتون وروث الابقار حسب مايلي: (شاهد، سماد معدني، سماد معدني + سماد ورقي، تفل زيتون طازج 100% + سماد أرضي، تفل زيتون طازج 75%+ روث أبقار 25%، تفل زيتون طازج 50%+ روث أبقار 50%، تفل زيتون طازج 25%+ روث أبقار 75%، تفل زيتون مخمر 100%، تفل زيتون مخمر 75%+ روث أبقار 25%، تفل زيتون مخمر50%+ روث أبقار 50%، تفل زيتون مخمر25%+ روث أبقار 75%، روث أبقار 100%), واضيف سماد ارضي حديد وزنك لكل المعاملات السابقة بمافيها الشاهد، وزراعة نبات القمح، وتم تتبع أشكال الحديد والزنك بطريقة الاستخلاص التسلسلي أفضت الدراسة إلى النتائج التالية: تفوق المعاملة تفل زيتون مخمر 100% في كمية أشكال الحديد والزنك التالية: (المتبادل والمرتبط بالكربونات والمرتبط بالمادة العضوية والمرتبط بأكاسيد الحديد والمنغنيز) حيث بلغت كمية الحديد (2.465، 7.900، 40.312، 295.007) مغ/كغ على الترتيب وبالنسبة للزنك كانت على الشكل التالي: (1.5346، 6.5034، 10.7820، 21.3637) مغ/كغ وبنفس الترتيب السابق. وحلت بالمرتبة الثانية المعاملة تفل زيتون مخمر 75%+25%روث أبقار حيث بلغت للحديد (2.135، 7.64، 36.28، 286.7) مغ/كغ وللزنك (1.3148، 5.9811، 9.9879، 20.92) بالترتيب السابق.

الكلمات المفتاحية: تفل زيتون، روث أبقار، استخلاص تسلسلي، حديد، زنك، تربة كلسية.

*طالب دكتوراه – قسم علوم التربة، كلية الزراعة، جامعة دمشق.

**أستاذ مساعد – قسم علوم التربة، كلية الزراعة، جامعة دمشق.

Effect of mixing ratio of Olive Solid Waste and Cow manure on Serial Extraction of Iron and Zinc in Calcareous Soil

*Abd Al Karim Jaafar **Akram Al Balkhi

(Received: 7 October 2018, Accepted: 30 December 2018)

Abstract:

A field experiment was conducted in the farm of Abu Jarash, Olive Solid Waste (OSW) and cow manure (CM) were added to the soil at the following rates:(control, mineral fertilizer, mineral fertilizer + foliar fertilizer, fresh OSW 100%, fresh OSW 75% +CM 25%, fresh OSW 50% + CM 50%, fresh OSW 25% + CM 75%, fermented OSW100%, fermented OSW 75% + CM 25%, fermented OSW 50%+ CM 50%, OSW fermented 25% + CM 75%, 100% CM), soil fertilizer of Iron and Zinc had been add with all the previous treatments as well as the control, planting of wheat plant. Iron and Zinc forms were followed by serial extraction. The study led to the following results:

fermented OSW treatment 100% has exceeded in the ratio of the following forms of iron and zinc: (Exchangeable and related with Carbonates, related with Organic matter and related with Iron Oxides and manganese) where the amount of Iron was (2.465,7.900, 40.312, 295.007) mg/kg respectively and for Zinc they were (1.5346, 6.5034, 10.7820, 21.3637) mg/kg in same previous order. The fermented OSW 75%+25 cow manure with the amount of Iron (2.135, 7.64, 36.28, 286.7) mg/kg and for Zinc they were (1.3148, 5.9811, 9.9879, 20.92) mg/kg in the same previous order.

Keywords: Olive Solid Waste, cow manure, Serial Extraction, Iron, Zinc, Soil Calcareous.

*PhD student, soil sciences Dep. Damascus Univ.

**Dr., soil sciences Dep. Damascus Univ.

1- المقدمة:

تؤثر المادة العضوية في ادمصاص العناصر الصغرى، حيث ترتبط العناصر بالمادة العضوية ارتباطاً قوياً بروابط قوية تساندية أو تشاركية، إذ تمكّن طريقة الربط هذه حماية العنصر من الدخول في تفاعلات تقلل من عدم إتاحته في التربة عودة وشمشم (2009). تشكل الأحماض الهيومية (ذات الأوزان الجزيئية المرتفعة) مع العناصر الصغرى معقدات عضوية معدنية تسمى بالشيلات chelates، ويزداد ذوبانها عند pH>7 إلا أن هذه المركبات تسلك سلوك الغرويات، وبذلك تكون قابليتها للتجمع كبيرة بفعل أيونات الكلسيوم والمغنزيوم (في الترب القاعدية) وبتأثير الحديد والألمنيوم (في الترب الحامضية) لذلك ينظر للحموض الهيومية على أنها ميسرة للعناصر الصغرى في التربة. وكذلك أحماض الفولفيك (ذات الاوزان الجزيئية المنخفضة نسبياً) فتشكل مخلبيات ذائبة في الظروف الحمضية والقاعدية في التربة، ويمكن أن تغسل من التربة أيضاً، كما أن الحديد والمنغنيز يميلان للارتباط بـ OH COOH، أما الزنك فتشكل معقدات مع القواعد الضعيفة والقوية. (Kidd, *et al*., 2007).

يرتفع محتوى الترب من الزنك المرتبط بالمادة العضوية مع ارتفاع محتواها من المادة العضوية وهذا يتوافق مع (Shober *et al*., 2007) ، الذي وجد أن الزنك المرتبط بالمادة العضوية يزداد مع إضافة السماد العضوي إلى التربة. وجد (Alidoust, *et al*., 2012) إنخفاض تراكيز الحديد المرتبطة بالمادة العضوية نتيجة امتصاصة من النبات كلما اقتربنا من الجذور وبذلك تعد المادة العضوية المصدر الرئيسي لتزويد النبات بهذين العنصرين حيث يطور النبات آلية معينة لامتصاص الحديد والزنك المرتبطان بالمادة العضوية.

تؤثر كل من الكربونات، والفوسفات، والمادة العضوية، والسلفيدات، وأكاسيد الحديد والمنغنيز والألمنيوم في أشكال العناصر الصغرى في التربة (Brown and Parks, 2001؛ Basta, 2000).

وجد كل من (Karczewska, *el al*., 1996؛ Ma and Rao, 1997؛ Narwal and Singh, 1998) أن قوام التربة الثقيل (الطين)، وpH، والمادة العضوية، وأكاسيد الحديد والمنغنيز، من أهم العوامل تأثيراً في إتاحة العناصر الصغرى للنبات. تكون العناصر المرتبطة بالكربونات حساسة لتغيرات رقم الـ pH، وتصبح قابلة للحركة عند انخفاض رقم الـpH، أما العناصر التي ترتبط مع أكاسيد الحديد والمنغنيز والمادة العضوية، فتصبح أكثر حركية عند زيادة ظروف الارجاع في المحيط، أما العناصر المرتبطة بالأشكال المتبقية كالسيليكات فتصبح متحركة فقط تحت تأثير الطقس على المدى الطويل (Filgueiras, *et al*., 2002).

يكون للترب التي تحتوي على كميات كبيرة من أكاسيد الحديد والمنغنيز القدرة على الاحتفاظ بكميات من العناصر، كما تؤدي دوراً مهماً في ضبط حركية العناصر في التربة (Rieuwerts, *et al*., 1998؛ Shuman, 1985؛ Yu, *et al*., 2004؛ Silveira, 2002)، حيث ترتبط العناصر الصغرى بأكاسيد الحديد والمنغنيز، إما بالادمصاص على سطحها، أو بالإحلال المتماثل في بنيتها البلورية (Miyata, *et al*., 2007). تعود الكميات المرتفعة للعناصر المرتبطة بأكاسيد الحديد بسبب أنها تفضل الادمصاص على أسطح هذه الاكاسيد (Parizanganeh, *et al*., 2007)، ويوجد العديد من الدراسات المشابهة التي تؤكد ميلها للادمصاص على أسطح هذه الأكاسيد(Ahdy and Youef, 2011).

وجد (Carmen and Murray, 2001)، أن ارتفاع قيم درجة الـ pH يزيد الإدمصاص والترسيب المصاحب للمعادن الثقيلة مع أكاسيد الحديد (Ferrihydrite).

تأثرت أشكال الحديد المتاحة (Fe_{EDTA}, Fe_{H2O} ,Fe_2, Fe_1) في التربة ، محتواها من الكربونات الكلية ، الكلس الفعال ،البيكربونات : pH ، بكلٍّ من الذائبة ، حيث تبين وجود علاقة ارتباط سلبية ذات معنوية عالية بين هذه الخصائص وتلك الأشكال شمشم وابراهيم، 2008.

أوضحت العديد من الدراسات، من ناحية أخرى أن المعادن الثقيلة ترتبط بقوة بأكاسيد الحديد والألمنيوم، والكالسيت، ومعادن الطين (Bolan, *et al.*, 1999). بين (López–Piñeiro, *et al.*, 2008) إلى أن استخدام تفل الزيتون زاد بشكل معنوي كل من الكربون العضوي والآزوت الكلي والفسفور المتاح وكذلك البوتاسيوم في التربة وبالتالي يمكن استخدامه كمصدر للمادة العضوية. وأشار (Seferoglu, 2011) إلى أن تفل الزيتون يحتوي على عناصر معدنية مغذية كالآزوت والفسفور والبوتاسيوم والمنغنيزيوم، وأشار (الشاطر وآخرون، 2011) إلى المحتوى المرتفع للأسمدة العضوية من العناصر الخصوبية الرئيسة Nو P و K وكذلك من الكربون العضوي ودورها في تخصيب التربة. كما تعتبر إدارة عملية التسميد من أهم العوامل في استدامة

أما **الاستخلاص التسلسلي:** يستخدم سلسلة من محاليل الاستخلاص، حيث يمتلك كل محلول استخلاص طبيعة كيميائية مختلفة، وتكمن نظرية الاستخلاص التسلسلي، بأن العناصر الاكثر حركية تستخلص في الطور الاول، وكلما انخفضت حركيتها تزول في الاطوار اللاحقة(Tack and Verloo, 1995؛ Jennifer, 1993؛ and Parker,2001 Ahnstrom)، حيث يزودنا الاستخلاص التسلسلي بمعلومات حول الاختلاف بقوة الرابطة بين العناصر والأطوار الصلبة في التربة، كما يقيّم حركيتها وإتاحتها للنبات في التربة. ففي الإجراءات المثالية يتم استخلاص وعزل العناصر الموجودة في الماء الشعري، ثم يليها الكاتيونات المرتبطة بمواقع التبادل، ثم يليها استخلاص الجزء المرتبط بالكربونات، ثم المرتبط بأكاسيد الحديد والمنغنيز، ثم المرتبط بالمادة العضوية، وأخيراً الأجزاء الأكثر مقاومة للاستخلاص، مثل المرتبطة بالسيليكا. وباستخدام محاليل استخلاص إضافية يمكن استخلاص العناصر المرتبطة بالبناء المعدني مثل أكاسيد الحديد عديمة الشكل، والأشكال الأكثر مقاومة لمحاليل الاستخلاص وهي الأشكال البلورية.

تعد طريقة (Tessier, *et al.*, 1979)، واحدة من طرائق الاستخلاص التسلسلي الأكثر استخداماً. واعتماداً على تلك الطريقة، فإن العناصر الصغرى تقسم إلى (ذائبة في الماء، ومتبادلة، ومرتبطة بالكربونات، ومرتبطة بأكاسيد الحديد والمنغنيز، ومرتبطة بالمادة العضوية، وجزء متبقي). حيث تعد الصورة المتبادلة سريعة الحركة وميسرة للنبات، بينما تمثل صورة المتبقي الجزء غير النشط، أما صور العناصر المرتبطة بالكربونات وأكاسيد الحديد والمنغنيز والمادة العضوية، فتعد نشطة نسبياً، ويعتمد نشاطها على خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية. وقد أضاف (McLaughlin, 2001)، أن أغلب العناصر الصغرى التي تضاف إلى التربة تدمص على سطوح مكونات التربة كصورة متبادلة، ثم تتحول إلى صور ثابتة مع الزمن.

1-مبررات البحث: objectives

نظراً لانتشار صناعة الزيتون في سورية وما يتخلف عنها من مخلفات عضوية ناتجة عن عصر ثماره وصعوبة طرائق التخلص منها، وكذلك ظهور مشكلة تثبيت العناصر الصغرى في الترب الكلسية وأهمية المادة العضوية في تيسر هذه العناصر للنبات، لذا فإن دراسة هذه المخلفات واستخدامها كسماد عضوي في تخصيب الترب الكلسية وتيسر العناصر الصغرى فيها، وإنتاجية محصول القمح وأهميته من الناحية الزراعية والاقتصادية والبيئية، وإضافة لذلك فإن لدراسة حركية العناصر الصغرى من خلال تحديد الاشكال المختلفة لهذه العناصر في التربة بصورتها الكلية والمرتبطة بأكاسيد الحديد والمنغنيز وكذلك المرتبطة بالمادة العضوية والكربونات الكلية وعدم الاقتصار على الشكل الكلي والجزء المستخلص بـ DTPA وتأثر هذه الاشكال المختلفة بمكونات التربة من pH وسعة تبادل الكاتيوني ومادة عضوية وكربونات كالسيوم، وقلة الدراسات في سورية التي تركز على الاشكال المختلفة للعناصر في التربة فإنه من المهم معرفة هذه الاشكال الأخرى وتحولاتها في التربة ومقدرة التربة الكامنة على تلبية متطلبات النبات ودراسة تأثير الخصائص الأساسية للتربة على أشكال العناصر المدروسة. وإذ إنّه ليس من المهم فقط المحتوى الكلي لعنصر معين، ولكن أيضاً الأشكال الكيميائية للعنصر وتركيزه ونسبة تراكيز باقي العناصر في محلول التربة، لذلك فمن الضروري دراسة برامج تخصيب التربة والنبات للتعرف على إتاحة المغذيات النباتية بواسطة وصف الصور المختلفة للعناصر: الذائبة والمتبادلة والمثبتة فضلاً عن تراكيزها الكلية.

3- هدف البحث:

تأثير نسب الخلط من تفل الزيتون وروث الأبقار في اشكال الحديد والزنك وتتبعها بطريقة الاستخلاص التسلسلي في تربة كلسية

4- مواد البحث وطرائقه:

- مواد البحث:

1-منطقة الدراسة: مزرعة أبي جرش حقول كلية الزراعة

1- التربة: نفذ البحث في تربة كلسية.

2- المخلفات العضوية: مخلفات تفل الزيتون طازج ومخمر إضافة لروث الأبقار، تضاف حسب نسب N فيها واحتياجات محصول القمح ويبين الجدولان (1) و (2) الصفات الفيزيائية والكيميائية للتربة والمخلفات العضوية المستعملة.

3- سماد معدني NPK+ (Fe, Zn) أرضي.

4- سماد ورقي للعناصر الصغرى المدروسة (Fe، Zn).

5- النبات المزروع: القمح.

تمت زراعة بذور القمح صنف شام3 بتاريخ 2016/12/29 وأخذت عينات التربة قبل الزراعة وبعد الحصاد حيث كان الحصاد بتاريخ 6/15 2017 وأخذت عينات من النباتات لإجراء التحاليل. تم تحديد كمية السماد المضافة من العناصر الكبرى حسب تحليل التربة وفقا للتوصية السمادية للهيئة العامة للبحوث الزراعية. كذلك تم إضافة الأسمدة العضوية بعد تنفيذ تجربة أصص لتحديد معامل الاستفادة للآزوت منها، وإضافة العناصر الصغرى المدروسة نثراً على شكل سلفات الحديدي أوسلفات الزنك، وكذلك رشاً على الأوراق من خلال محلول مائي من سلفات العنصرين الحديد والزنك.

جمع وتجهيز العينات

تم تحضير عينات المخلفات العضوية المضافة (تفل الزيتون الطازج والمخمر وروث الابقار) وكذلك أخذ عينات تربة قبل الزراعة وبعد الحصاد.

الجدول رقم (1): بعض صفات التربة المدروسة

التربة	التحليل الميكانيكي للتربة			القوام	pH معلق	EC مستخلص 5:1	الكثافة الظاهرية	الكثافة الحقيقية	المسامية الكلية	كربونات كلية	مادة عضوية	N كلي	P_2O_5 available *Joret–Hebert* Method	K_2O متاح
	رمل	سلت	طين		(2.5 :1)	dS/m	غ/سم3		%				ppm	
	%													
تربة مزرعة الكلية (أبي جرش)	29.80	30.95	39.25	لومي طيني	8.10	0.45	1.1	2.61	57.85	50.00	2.80	0.14	170	250

يتضح من الجدول (1) أن التربة ذات قوام لومي طيني وذات كثافة ظاهرية منخفضة ومسامية جيدة، كما تتميز التربة بـ pH مائل للقلوية 8.10 وغير مالحة حيث بلغت الناقلية الكهربائية للأملاح 0.45 dS/m. كما تتميز التربة بمحتواها المرتفع من الكربونات الكلية حيث بلغت 50%. إضافة لذلك يلاحظ أن التربة متوسطة المحتوى من المادة العضوية حيث بلغت نسبتها 2.80 % وربما يعود ذلك إلى الإضافات السنوية من المخلفات العضوية إلى التربة. أما بالنسبة لمحتوى التربة من العناصر الخصوبية فقد تمزيت بمحتوى متوسط من الآزوت الكلي حيث بلغت نسبته 0.14% وكذلك بمحتوى متوسط من الفسفور والبوتاسيوم القابل للإفادة حيث بلغت قيمها(170و250) مغ/كغ على التوالي

الجدول رقم (2): بعض الصفات الكيميائية والخصوبية لتفل الزيتون وروث الأبقار

المخلفات العضوية	pH معلق (2.5:1)	EC مستخلص (5:1) dS/m	مادة عضوية	OC	N	P	K	C/N
			%					
تفل زيتون طازج	5.60	2.62	92.73	53.78	1.2	0.37	0.24	44.82
تفل زيتون مخمر	6.10	3.38	76.08	44.13	1.5	0.50	2.04	29.42
روث الأبقار	7.70	1.30	41.52	24.08	1.70	0.540	1.13	14.16

كما يتضح من الجدول (2) أن الـ pH في كل من تفل الزيتون الطازج والمتخمر كان دون الـ 7، بينما كان في روث الأبقار 7.70 وبلغت EC 2.62 dS/m و 3.38 dS/m 1.30 dS/m في كل من التفل الطازج والتفل المخمر وروث الأبقار على التوالي، أما بالنسبة للمادة العضوية فكانت مرتفعة في التفل الطازج ومن ثم المخمر ومنخفضة في روث الابقار وهذا ربما يعود إلى فقد جزء من الكربون العضوي في التفل المخمر الذي خضع لعمليات التحلل الحيوي أثناء عملية التخمر، وبلغت في روث الأبقار 41.52%، كما

يلاحظ من الجدول (2) ارتفاع محتوى روث الأبقار من العناصر الخصوبية كالآزوت والفسفور مقارنة بالتفل سواء كان طازجا أم متخمراً.

طرائق البحث:

1- التحاليل الفيزيائية للتربة:

التحليل الميكانيكي بطريقة الهيدرومتر – الكثافة الظاهرية بطريقة الاسطوانة – الكثافة الحقيقية بالبكنومتر والمسامية حسابياً.

2- التحاليل الكيميائية للتربة والمخلفات العضوية:

pH : معلق 2.5:1 للتربة و 5:1 للمخلفات العضوية والقياس بمقياس الـــpH، حسب الطريقة التي ذكرها (Richards, 1954)

- **EC** : مستخلص 5:1 للتربة والمخلفات العضوية والقياس بجهاز الناقلية الكهربائية Ec. حسب الطريقة التي أوضحها وفقاً لطريقة (Richards, 1954.)
- **الكربونات الكلية:** بجهاز الكالسيمتر
- **المادة العضوية:** للتربة بالأكسدة بديكرومات البوتاسيوم، والمخلفات العضوية: بالترميد.
- **الكربون العضوي:** للتربة والمخلفات العضوية بالأكسدة بديكرومات البوتاسيوم. (Wackily and Black) الموصوفة في (Jackson, 1973).
- **الآزوت الكلي:** طريقة كلداهل، ثم قُدِّر وفقاً لطريقة(Page *et al.*, 1982)
- **الفسفور المتاح:** بطريقة Joret-Hebert.
- **البوتاسيوم المتاح:** بطريقة اسيتات الأمونيوم، ثم استخدام جهاز (Flame photometer)
- **الفسفور والبوتاسيوم الكليين:** بالهضم بالترميد ثم القياس بالطريقة اللونية للفسفور وعلى جهاز اللهب للبوتاسيوم
- **الحديد والزنك الكليين:** (3:1) حمض الازوت وحمض كلور الماء(بالهضم بالماء الملكي) (Morabito, 1995).
- **الحديد والزنك المتبادلين:** بـ DTPA

2- تقدير أشكال الحديد والزنك المدروسة بطريقة الاستخلاص التسلسلي وفق طريقة (Tessier, 1979) واعتماداً على هذه الطريقة تقسم اشكال العنصر إلى ذائب ومتبادل ومرتبط بالكربونات ومرتبط بأكاسيد الحديد والمنغنيز ومرتبط بالمادة العضوية ومتبقي وتعتمد طريقة الاستخلاص التسلسلي على تباين اشكال العناصر في انحلاليتها، حيث يتم إضافة محلول الاستخلاص الأول للتربة (كلوريد المغنزيوم بتركيز 1M+ رج مدة ساعة ثم تثفيل وترشيح لاستخلاص الشكل المتبادل)، ثم اضافة المحلول الثاني (خلات الصوديوم 1M+ رج مدة خمس ساعات ثم تثفيل وترشيح لاستخلاص الشكل المرتبط بالكربونات)، ثم المحلول الثالث(هيدروكسيد أمين هيدروكلوريك+ رج مدة 6 ساعات على حرارة 95 ثم تثفيل وترشيح لاستخلاص الشكل المرتبط بأكاسيد الحديد والمنغنيز)، ثم المحلول الرابع (حمض الازوت N0.02+ ماء أوكسجيني 30%+ خلات الامونيوم رج 2.45 ساعة ثم تثفيل وترشيح لاستخلاص الشكل المرتبط بالمادة العضوية)، مع مراعاة غسل التربة بين كل مرحلة وأخرى جيداً بالماء المقطر لإزالة آثار المحلول السابق،

ويبين الجدول(3) أهم الكواشف المستخدمة في الاستخلاص الانتقائي حسب Tessier وزملاؤه (1979).

الشكل المستخلص	الكاشف	ظروف التجربة
المتبادل	8 ml of 1 M $MgCl_2$ (pH 7)	1 h at 25°C
المرتبط بالكربونات	8 ml of 1 M NaOAc (pH 5 with acetic acid)	5 h at 25°C
المرتبط بأكسيد الحديد والمنغنيز	20 ml of $NH_2OH{\cdot}HCl$ (0.04 mol l^{-1} in 25% w/v (HOAc (pH~2)	6 h at 96°C
المرتبط بالمادة العضوية	3 ml of 0.02 M HNO_3 + 5 ml of 30% m/v H_2O_2	2 h at 85°C
	+3 ml of 30% m/v H_2O_2	3 h at 85°C
	+5 ml of 3.2 M NH_4Oac	30 min at 25°C

وتم حفظ المحاليل المستخلصة بعبوات بلاستيك وذلك بعد اضافة 1% من حمض الآزوت، ثم تقدير أشكال العناصر الصغرى التالية (Zn, Fe,) في مختلف عينات التربة باستخدام جهاز الامتصاص الذري باستخدام لهب هواء– استيلين عند أطوال امواج 228,8 نانوميتر للزنك و348.3 نانوميتر للحديد.

المعاملات:

1. شاهد / + سماد أرضي (Fe, Zn)
2. سماد معدني + سماد أرضي (Fe, Zn)
3. سماد معدني + سماد ورقي (Fe, Zn)
4. تفل زيتون طازج 100% + سماد أرضي (Fe, Zn)
5. تفل زيتون طازج 75%+ روث أبقار 25% + سماد أرضي (Fe, Zn)
6. تفل زيتون طازج 50%+ روث أبقار 50% + سماد أرضي (Fe, Zn)
7. تفل زيتون طازج 25%+ روث أبقار 75% + سماد أرضي (Fe, Zn)
8. تفل زيتون مخمر 100% + سماد أرضي (Fe, Zn).
9. تفل زيتون مخمر 75%+ روث أبقار 25% + سماد أرضي (Fe, Zn)
10. تفل زيتون مخمر50%+ روث أبقار 50% + سماد أرضي (Fe, Zn).
11. تفل زيتون مخمر25%+ روث أبقار 75% + سماد أرضي (Fe, Zn)
12. روث أبقار 100%+ سماد أرضي (Fe, Zn)

– خُططت الأرض ثم وزعت المعاملات بشكل عشوائي حسب تصميم القطاعات العشوائية الكاملة، وثلاثة مكررات لكل معاملة.

– أضيف الحديد على شكل سلفات الحديدي بمعدل 10 كغ Fe /هـ نثراً و1 كغ Fe/هـ رشاً

– أضيف الزنك على شكل سلفات الزنك بمعدل 10 كغ Zn/هـ نثراً و 0.5 كغ Zn /هـ رشاً.

5–النتائج والمناقشة:

1– تأثير تفل الزيتون وروث الابقار في اشكال الحديد في التربة

بين الجدول رقم (4): قيم اللأشكال المختلفة للحديد المستخلصة بطريقة الاستخلاص التسلسلي مقدرة بـ مغ/كغ و%.

الحديد									
المعاملات	الكلي ppm	المتبادل	المرتبط بالكربونات	المرابط بالمادة العضوية	المرتبط بأكاسيد الحديد والمنغنيز	المتبقي	السعة التبادلية الكاتيونية	المادة العضوية	
							mq/100g soil	%	
شاهد	1194d	1.120^{fg}	7.83 ^{a}	29.94^{a}	262.6^{c}	893.03^{a}	19.63 ^{c}	2.683 ^{cde}	مغ/كغ
	0.11964	0.10	0.656	2.489	22.019	74			%
معدني+ Fe, Zn أرضي	1229^{cd}	1.010g	7.86^{a}	30.07^{a}	263.9^{bc}	926.3^{a}	19.77 ^{bc}	2.543 ^{e}	مغ/كغ
	0.1229	0.10	0.639	2.446	22.032	75			%
معدني+ ورقي Fe, Zn	1251^{bc}	1.19fg	7.84^{a}	30.84^{a}	263.1^{c}	948.4^{b}	20.00 ^{bc}	2.503 ^{e}	مغ/كغ
	0.1251	0.10	0.626	2.463	22.27	75			%
تفل زيتون طازج 100%+ Fe, Zn أرضي	1294^{ab}	1.960bc	7.50^{a}	32.82^{a}	284.7 ^{b}	966.7^{b}	20.40 ^{bc}	2.633 ^{de}	مغ/كغ
	0.1294	0.13	0.581	2.538	22.19	75			%
تفل زيتون طازج 75%+25% روث أبقار+ Fe, Zn أرضي	1286^{ab}	1.876c	6.93^{a}	32.86^{a}	283.7^{b}	960.9^{b}	20.63 ^{bc}	2.817 ^{bcd}	مغ/كغ
	0.1286	0.14	0.539	2.554	22.41	74			%
تفل زيتون طازج 50%+50% روث أبقار+ Fe, Zn أرضي	1273^{abc}	1.576d	6.78^{a}	30.18^{a}	273.5^{bc}	960.6^{b}	20.23 ^{bc}	2.937 ^{b}	مغ/كغ
	0.1273	0.13	0.533	2.372	21.43	75			%
تفل زيتون طازج 25%+75% روث أبقار+ Fe, Zn أرضي	1264^{abc}	1.499d	6.67^{a}	30.00^{a}	271.0^{bc}	955.21^{b}	20.23 ^{bc}	2.973 ^{b}	مغ/كغ
	0.1264	0.11	0.527	2.372	21.16	76			%
تفل زيتون مخمر 100%+ Fe, Zn أرضي	1302^{a}	2.465a	7.90^{a}	40.31^{b}	295.0^{a}	956.71^{bc}	23.37 ^{a}	3.213 ^{a}	مغ/كغ
	0.1302	0.16	0.606	3.094	22.08	74			%

3.010^{ab}	20.57 ^{bc}	956.64^{bc}	286.7^{ab}	36.28^{ab}	7.64^{a}	2.135b	1289^{ab}	مغ/كغ	تفل زيتون مخمر 75%+25% روث أبقار+ Fe, Zn أرضي
		75	21.63	2.816	0.592	0.14	0.1289	%	
2.973 ^{b}	21.20 ^{b}	958.254^{bc}	280.1^{ab}	34.02^{ab}	7.18a	1.852c	1281^{ab}	مغ/كغ	تفل زيتون مخمر 50%+50% روث أبقار+ Fe, Zn أرضي
		75	21.97	2.655	0.560	0.13	0.1281	%	
2.973 ^{b}	21.03 ^{bc}	951.593^{bc}	273.201^{bc}	33.25 ^{a}	7.08^{a}	1.446^{de}	1268^{abc}	مغ/كغ	تفل زيتون مخمر 25%+75% روث أبقار+ Fe, Zn أرضي
		76	21.21	2.621	0.558	0.12	0.1268	%	
2.050	20.83 ^{bc}	948.712^{bc}	266.7^{bc}	30.57^{a}	6.52b	1.252^{ef}	1254^{bc}	مغ/كغ	روث ابقار Fe, Zn+100% أرضي
		76	21.35	2.438	0.520	0.10	0.1254	%	
0.2356	1.464	50.51	23.05	7.628	1.213	0.1981	46.72	LSD%5	

ويشير اختبار أقل فرق معنوي LSD عند مستوى 5% إلى تفوق المعاملة تفل الزيتون المخمر 100% لكل من أشكال الحديد (المتبادل والمرتبط بالكربون والمرتبط بالمادة العضوية والمرتبط بأكاسيد الحديد والمنغنيز)، حيث بلغت كمية الحديد (2.465، 7.900، 40.312، 295.007) مغ/كغ بنفس الترتيب، وكان ترتيب أشكال الحديد فيها كنسبة مئوية على الشكل التالي: متبقي، مرتبط باكاسيد الحديد والمنغنيز، مرتبط بالمادة العضوية، مرتبط بالكربونات ومتبادل (74، 22.08، 3.094، 0.606،0.16.) %.

ثم معاملة تفل الزيتون المخمر 75%+روث ابقار 25% ثم معاملة تفل زيتون طازج 100% لكل من اشكال الحديد (المتبادل، المرتبط بالكربون، المرتبط بالمادة العضوية والمرتبط بأكاسيد الحديد والمنغنيز)، حيث بلغت للحديد (1.852، 7.180، 34.025، 273.201) مغ/كغ، وبنفس الترتيب، وكان ترتيب أشكال الحديد فيها كنسبة مئوية على الشكل التالي: متبقي، مرتبط باكاسيد الحديد والمنغنيز، مرتبط بالمادة العضوية، مرتبط بالكربونات ومتبادل (74.668، 22.042، 2.538، 0.581، 4.379) %، مقارنة مع الشاهد.

بينما كانت قيم الشاهد بالنسبة لكل من الحديد ولنفس الاشكال: المتبادل، المرتبط بالكربون، المرتبط بالمادة العضوية والمرتبط بأكاسيد الحديد والمنغنيز) (1.120، 7.833، 29.940، 262.552) مغ/كغ وبنفس الترتيب وكان ترتيب أشكال الحديد فيها كنسبة مئوية على الشكل التالي: متبقي، مرتبط باكاسيد الحديد والمنغنيز، مرتبط بالمادة العضوية، مرتبط بالكربونات ومتبادل (74.725، 22.019، 2.489، 0.656، 2.716) %.

يمكن أن تعود زيادة نسبة الحديد المتبادل في معاملة تفل الزيتون المخمر100% مقارنة بروث الأبقار والمعاملات الأخرى إلى تحلل المخلفات العضوية في التفل المخمر مما انعكس على زيادة نسبة الحموض الهيومية والفولفية في التفل المخمر ودور هذه الحموض في زيادة الشكل المتبادل من الحديد وذلك عن طريق خفض pH التربة وتقليل تثبيت الحديد في التربة إضافة إلى دور هذه المواد في تشكيل مركبات مخلبية مع الحديد أكثر إتاحة تحد من تشكيل الأوكسيدات والهيدروكسيدات

ومنافسة شوارد الكالسيوم والمغنزيوم لعنصر الحديد على مواقع التبادل وبالتالي زيادة نسبته في التربة وهذا يتوافق مع نتائج (Abollino, *et al*., 2006).

كما يلاحظ زيادة تركيز الحديد المرتبط بالكربونات في معاملة التفل المخمر 100% مقارنة بالمعاملات الأخرى حيث بلغ 7.9 مغ/كغ وبنسبة مئوية من الحديد الكلي بلغت0.13% مقارنة بالمعاملات الأخرى، وتعود هذه النسبة المئوية المرتفعة للشكل المرتبط بالكربونات لعنصر الحديد، نتيجة الحد من تشكيل الأوكسيدات والهيدروكسيدات (Abollino, *et al*., 2006). كما تعود زيادة الحديد المرتبط بالمادة العضوية إلى زيادة نسبة المادة العضوية في التفل المخمر، وتشكيل معقدات عضوية مع الحديد، بينما تعود زيادة الشكل المرتبط بأكاسيد الحديد والمنغنيز إلى زيادة السعة التبادلية للتربة في هذه المعاملة مقارنة بالمعاملات الأخرى. وتتفق هذه النتائج مع ما أورده كل من (Alidoust, *et al*., 2012؛ Wong, *et al*., 2002)و(شمشم ونصرا، 2017) حيث أشارو إلى أن جميع أشكال الحديد (ما عدا المتبقي) تنخفض مع زيادة قيم كل من (pH، والكربونات الكلية، والكلس الفعال)، وازدياد الحديد الكلي والحديد المرتبط بأكاسيد الحديد والمنغنيز والحديد المرتبط بالمادة العضوية، بزيادة سعة التبادل الكاتيوني CEC، كما ازدادت قيم الحديد المرتبط بالمادة العضوية بزيادة محتوى التربة من المادة العضوية.

أما بالنسبة للشكل المتبقي من الحديد والذي جرى تقديره بالفرق بين الشكل الكلي ومجموع الأشكال الأخرى، فقد بلغت أعلى نسبة له في المعاملة روث الابقار 100% حيث بلغت 75.659%، وأقل نسبة في معاملة تفل زيتون مخمر 100% حيث بلغت 73.443%. وتعتبر هذه الكميات من الحديد بدون استخلاص، وعموماً يلاحظ ارتفاع نسبي لمتوسط هذا الشكل (كنسبة مئوية) من الحديد الكلي في التربة ويمكن أن يعزى ذلك إلى العوامل المناخية وغيرها. وتتفق هذه النتائج مع Tuzen, (Usero, *et al*., 1998 ؛ 2003).

تأثير تفل الزيتون وروث الأبقار في أشكال الزنك في التربة

بين جدول (5) قيم الأشكال المختلفة للزنك المستخلصة بطريقة الاستخلاص التسلسلي مقدرة بـ مغ/كغ و%. ويشير اختبار أقل فرق معنوي LSD عند مستوى 5% إلى تفوق المعاملة تفل الزيتون المخمر 100% لكل من أشكال الزنك (المتبادل والمرتبط بالكربون والمرتبط بالمادة العضوية والمرتبط بأكاسيد الحديد والمنغنيز)، حيث بلغت كمية الزنك (1.5346، 6.5034، 10.7820، 21.3637) مغ/كغ بنفس الترتيب السابق، وكان ترتيب أشكال الزنك فيها كنسبة مئوية على الشكل التالي: متبقي، مرتبط باكاسيد الحديد والمنغنيز، مرتبط بالمادة العضوية، مرتبط بالكربونات ومتبادل (10.1230، 1.6401، 21.4456، 6.5034 و1.2657) %. ويعود تفوق هذه المعاملة في اشكال الزنك المختلفة إلى تخمر وتحلل المواد العضوية الامر الذي انعكس زيادة في زيادة نسبة الحموض الهيومية والفولفية في هذه المعاملة وارتباط الزنك بحموضها الهيومية والفولفية مما ادى الى زيادة المتبادل منه مقارنة بالمعاملات الاخرى وهذا يتوافق مع (Shober, *et al*., 2007)، كما يلاحظ زيادة تركيز الزنك المرتبط بالكربونات في معاملة التفل المخمر 100% مقارنة بالمعاملات الأخرى حيث بلغ 6.5034. مغ/كغ وبنسبة مئوية من الزنك الكلي بلغت0.012% مقارنة بالمعاملات الأخرى، ويمكن تفسير ذلك بصورة

مشابهة للحديد حيث تعود هذه النسبة المئوية المرتفعة للشكل المرتبط بالكربونات لعنصر الزنك، نتيجة الحد من تشكيل الأوكسيدات والهيدروكسيدات (Abollino, *et al.*, 2006).

كما تعود زيادة الزنك المرتبط بالمادة العضوية إلى تشكيل معقدات عضوية مع الزنك، بينما تعود زيادة الشكل المرتبط بأكاسيد الحديد والمنغنيز إلى زيادة السعة التبادلية للتربة في هذه المعاملة مقارنة بالمعاملات الأخرى. وتتفق هذه النتائج مع ما أورده (شمشم ونصرا، 2017).

الجدول رقم (5): قيم الأشكال المختلفة للزنك المستخلصة بطريقة الاستخلاص التسلسلي مقدرة بـ مغ/كغ و%.

الزنك									
المعاملات		الكلي ppm	المتبادل	المرتبط بالكربونات	المرابط بالمادة العضوية	المرتبط بأكاسيد الحديد والمنغنيز	المتبقي	السعة التبادلية	المادة العضوية
								mq/100g soil	%
شاهد	مغ/كغ	65^{a}	0.6210^{f}	3.3691^{e}	7.6914^{de}	17.20^{d}	35.7497^{a}	19.63^{c}	2.683^{cde}
	%	0.0065	0.9607	8.1680	18.6401	1.4428	54.98		
معدني+ Fe, Zn أرضي	مغ/كغ	68^{a}	0.6101^{f}	4.5772^{cd}	7.9643^{cde}	17.77^{cd}	36.6996^{ab}	19.77^{bc}	2.543^{e}
	%	0.0068	0.9017	11.2086	19.5054	1.4457	53.96		
معدني+ ورقي Fe, Zn	مغ/كغ	72^{b}	0.6667^{ef}	5.0210^{bcd}	7.3267^{e}	17.30^{d}	41.6345^{ab}	20.00^{bc}	2.503^{e}
	%	0.0072	0.9256	12.4011	18.0944	1.3820	57.81		
تفل زيتون طازج 100%+ Fe, Zn أرضي	مغ/كغ	106^{c}	1.2100^{b}	5.6560^{ab}	9.6549^{ab}	20.54^{ab}	69.1737^{bc}	20.40^{bc}	2.633^{de}
	%	0.0106	1.1395	12.6999	21.4456	1.5873	65.25		
تفل زيتون طازج 75%+25% روث أبقار+ Fe, Zn أرضي	مغ/كغ	95^{d}	0.9710^{c}	5.7747^{ab}	8.9112^{bcd}	20.57^{ab}	59.0183^{bc}	20.63^{bc}	2.817^{bcd}
	%	0.0095	1.0187	13.5271	20.742	1.5990	62.11		
تفل زيتون طازج 50%+50% روث أبقار+ Fe, Zn أرضي	مغ/كغ	90^{e}	0.8210^{d}	5.5904^{abc}	8.7612^{bcde}	20.67^{ab}	45.0721^{bc}	20.23^{bc}	2.937^{b}
	%	0.0090	0.9125	13.2638	20.7720	1.6236	50.07		
تفل زيتون طازج 25%+75% روث أبقار+ Fe, Zn أرضي	مغ/كغ	87e	0.6946^{def}	4.4751^{d}	8.5749^{bcde}	20.08^{ab}	53.4261^{abc}	20.23^{bc}	2.973^{b}
	%	0.0087	0.7960	10.4879	20.1339	1.5882	61.40		
تفل زيتون مخمر 100%+ Fe, Zn أرضي	مغ/كغ	121^{a}	1.5346^{a}	6.5034^{a}	10.7820^{a}	21.36^{a}	80.9588^{c}	23.37^{a}	3.213^{a}
	%	0.0121	1.2657	14.4128	24.0726	1.6401	66.900		

3.010 ab	20.57 bc	74.0398c	20.92ab	9.9879ab	5.9811ab	1.3148b	112g	مغ/كغ	تفل زيتون مخمر 75%+25% روث أبقار+
		66.09	1.6222	23.0254	13.7716	1.1691	0.0112	%	Fe, Zn أرضي
2.973 b	21.20 b	71.3376bc	19.90abc	9.4152abc	4.9537bcd	0.9663c	107h	مغ/كغ	تفل زيتون مخمر 50%+50% روث أبقار+
		66.66	1.5530	21.9830	11.5943	0.9063	0.0107	%	Fe, Zn أرضي
2.973 b	21.03 bc	64.4848bc	19.13bcd	9.3028abc	4.2229de	0.7712de	98i	مغ/كغ	تفل زيتون مخمر 25%+75% روث أبقار+
		65.79	1.5083	22.3394	10.1569	0.7865	0.0098	%	Fe, Zn أرضي
22.050bc	20.83 bc	45.8259bc	18.95 bcd	9.1680bcd	4.3145de	0.9936c	79g	مغ/كغ	روث ابقار 100%+ Fe, Zn أرضي
		19.2151	1.5106	22.1111	10.4440	1.2527	0.0079	%	
0.2356	1.464	4.159	2.205	1.562	1.047	0.1298	3.464	$LSD_{\%5}$	

6- المقترحات والتوصيات:

من خلال النتائج تم التوصل إلى مايلي:

استخدام تفل الزيتون المتخمر 100% كسماد بدون خلط مع مخلفات الأبقار لتسميد القمح وذلك بهدف زيادة تركيز أشكال الحديد والزنك المرتبطة بالكربونات والمادة العضوية وأكاسيد الحديد والمنغنيز.

1-المراجع:

- **الشاطر، محمد سعيد والدليمي، حسن والبلخي، أكرم. (2011)** تأثير بعض الاسمدة العضوية في بعض الخصائص الخصوبية الاساسية للتربة وإنتاجيتها من محصول السلق. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية. المجلد (27) العدد(1).
- **شمشم، سمير وابراهيم، سماهر (2008).** تقدير بعض أشكال الحديد لترب مختلفة من محافظة حمص، مجلة بحوث جامعة حلب، العدد 67.
- **عودة، محمود وشمشم، سمير (2009).** كتاب خصوبة التربة وتغذية النبات. منشورات جامعة البعث.

نصرا، ريم وشمشم، سمير (2017). تأثير الخصائص الأساسية للترب في اشكال بعض الغناصر الصغرى لترب مختارة من محافظة حمص. إطروحة دكتوراه، جامعة البعث، سورية.

- **Abollino O,. Giacomino A,. Malandrino M,. Mentasti E,. Aceto M and Barberis R,** (2006). Assessment of metal availability in a contaminated soil by sequential extraction. Water, Air, and Soil Pollution. 137: 315–338. DOI: 10.1007/s11270-005-9006-9 Springer.
- **Ahdy H. H. and Youssef D. H.,** (2011). Fractionation analysis of some heavy meals in sediments of the north-western part of the Red Sea, Egypt. Chem. Ecol. 27(5):427-443.
- **Ahnstrom, Z S. & Parker, D.R.** (2001). Cadmium reactivity in metal-contaminated soils using a coupled stable isotope dilution-sequential extraction procedure. Environmental Science & Technology, 35, 121-126.
- **Alidoust D., Suzuki S., Matsumura S. and Yoshida M.** (2012). Chemical speciation of heavy metals in the fractionated rhizosphere soils of sunflower cultivated on a humic Andosol. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 43(17):2314-2322.

- **Basta, N.T.** (2000). Examples and case studies of beneficial reuse of municipal by products. P.451-504. In J.F., Power and W.A. Dick Land application of agricultural, industrial and municipal by products. SSSA Book Ser.6.
- **Bolan, N.S., Naidu R., Khan M.A.R, Tillman R.W., and Syres J.K.** (1999). The effects of anion sorption on sorption and leaching of cadmium. Aust. J. Soil Res. 37:445-460.
- **Brown, G.E., Parks G.A.** (2001). sorption of trace elements on mineral surfaces. Modern perspectives from spectroscopic studies and comments on sorption in the marine environment. Int. Geol. Rev. 49:963-1073.
- **Carmen E.M. and B.M Murray.** (2001). Cd, Cu, Pb, and Zn coprecipitates in Fe oxide formed at different pH: aging effects on metal solubility and extractability by citrate. Environ Toxicol Chem. 20:122-126.
- **Filgueiras A.V., Lavilla I., Bendicho C.** (2002). Chemical sequential extraction for metal partitioning in environmental solid samples. Journal of Environment Monitoring, 4: 823–857.
- **Jackson, M.L.** 1973. Soil chemical and analysis prentice Hall of India private limited- New Delhi.
- **Jennifer M.J.** (1993). Sequential Extraction Method. A Review and Evaluation. Env. Geochem and Health Vo. 15:2 – 3.
- **Karczewska A.** (1996). Metal species distribution in top- andsub-soil in an area affected by copper smelter emissions. Appl. Geochem. 11, 35–42.
- **Kidd P.S., Dominguez-Rodriguez M.J., Diez J., Monterosso C.** (2007). Bioavailability and plant accumulation of heavy metals and phosphorus in agricultural soils amended by longterm application of sewage sludge. Chemosphere 66, p.1458-1467, www.elsevier.com.
- **Liu H., Probst A., and Liao B.** (2005) Metal contamination of soils and crops affected by the Chenzhou lead/zinc mine spill (Hunan, China). Science of the Total Environment. 339:153-166.
- **Lopez-Pineiro, A., Albarran, A., Nunes, J.M. and Barreto, C. (2008).** Short and medium-term effects of two-phase olive mill waste application on olive grove production and soil properties under semiarid Mediterranean conditions. Bioresour Technol, 99, 7982– 7987.
- **Ma L.Q., Rao N.** (1997). Chemical fractionation of cadmium, copper, nickel and zinc in contaminated soils. Journal of Environmental Quality, 26: 259-264.
- **McLaughlin M.J.** (2001). Ageing of metals in soils changes bioavailability. Environ. Risk Assess. 4:1-6.
- **Miyata N., Tani Y., Sakata M., Iwahori K.** (2007). Microbial manganese oxide formation and interaction with toxic metal ions. J. Biosci. Bioengineer., 104, 1–8.
- **Morabito R.** (1995). Extraction techniques in speciation analysis of environmental samples. Fresenius J Anal Chem 351: 378-385.

- **Narwal R.P. and B.R. Singh.** (1998). Effect of organic materials on partitioning, extractability and plant uptake of metals in an alum shale soil. Water Air Soil Pollut. 103:405–421.
- **Page, A. L., Miller, R. H. and Keeney, D. R. (1982).** Methods of soil analysis, part (2) 2nded. Agronomy g –Wisconsin, Madison. Amer. Soc. Agron. Inc. Publisher.
- **Parizanganeh A., Lakhan V.C. and Jalalian H.** (2007). A geochemical and statistical approach for assessing heavy metal pollution in sediments from southern Caspian coast. Internat. J. Env. Sci. Technol. 4:351-358.
- **Rauret G., Rubio R. and López-Sanchez J. F.** (1989). "Optimiza-tion of Tessier Procedure for Metal Solid Speciation in River-Sediments," *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, Vol. 36, No. 2, pp. 69-83. doi:10.1080/03067318908026859
- **Richards, A.G A.** 1954. Diagnosis and Improvements of saline and alkali soils, VSDA. Agriculture Handbook 60.160p.
- **Rieuwerts J. S., Thornton I., Farago M. E., & Ashmore M. R.** (1998). Factors influencing metal bioavailability in soils: preliminary investigations for the development of a critical loads approach for metals. *Chemical Speciation and Bioavailability, 10*(2), 61-75.
- **Seferoğlu S, Kılınç I.(2002).** An investigation on use of olive vegetation water as fertilizer for wheat. 13th Internatıonal Scientific Centre of Fertilizers (CIEC) Tokat. Proceedings, pp. 350-359.
- **Shober A. L., Stehouwer R. C. and MacNeal K. E.** (2007). Chemical fractionation of trace elements in biosolid-amended soils and correlation with trace elements in crop tissue. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 38(7-8):1029-1046.
- **Shuman L.M.** (1985). Fractionation method for soil microelements. Soil Sci., 140: 11-22.
- **Silveira M.L., Alleoni L.R.F., Camargo O.A., Casagrande J.C.** (2002). Copper adsorption in oxidic soils after removal of organic matter and iron oxides. Common. Soil Sci. Plant Anal. 33, 3581-3592.
- **Tack F.M.G. and Verloo M.G.** (1995). Chemical Speciation and fractionation in soil and Sediment Heavy Metal Analysis: A review, International Journal of Environmental Analytical Chemistry 59:225 – 238.
- **Tessier A., Campbell P. G. C. and Bisson M.** (1979). "Sequential Extraction Procedure for the Speciation of Particulate Traces Metal," *Analytical Chemistry*, Vol. 51, No. 7, pp. 844-851. doi:10.1021/ac50043a017
- **Usero J., Gamero M., Morillo J., Gracia I.** 1998. Comparative study of three sequential extraction procedures for metals in marine sediments. Environment International; 24:478– 496.
- **Wong J.W.C., Li K.L., Zhou L.X., Selvam A.** (2007). The sorption of Cd and Zn by different soils in the presence of dissolved organic matter from sludge. Geoderma137:310–317.
- **Yu S., He Z.L., Huang C.Y., Chen G.C., Calvert D.V.** (2004). Copper fractionation and extractability in two contaminated variable charge soils. Ganoderma 123, 163-175.