تأثير بعض المواد الهيومية في إتاحة الحديد في بعض الترب الكلسية من محافظة حمص

م.ريم برغوث* أ. د.محمود عودة**

(الايداع:10 شباط 2022،القبول:16 حزيران 2022)

الملخص:

نُفذت تجربة تحضين بهدف دراسة تأثير اضافة بعض المواد الهيومية (الحموض الفولفية والحموض الهيومية والهيوماكس التجاري) وفق المعدلات (0-500-1000-2000 مغ.كغ$^{-1}$) لكل منها في الجاهزية الحيوية للحديد في ثلاث ترب متباينة المحتوى من الكربونات الكلية.

أظهرت النتائج تحسناً ملحوظاً في إتاحة الحديد عند اضافة المواد الهيومية جميعها، حيث ارتفع تركيز الحديد المتاح بشكل معنوي ($LSD_{0.05}$)عند اضافة الحموض الفولفية مقارنةً بالشاهد في الترب الثلاث المدروسة، كما تبين وجود علاقة ارتباط سلبية معنوية بين محتوى الترب المدروسة من الكربونات الكلية ومحتواها من الحديد المتاح. ولدى المقارنة بين المواد الهيومية المدروسة فيما يخص التأثير في محتوى التربة من الحديد المتاح لوحظ تفوق معاملة الحموض الفولفية على معاملة الهيوماكس الذي تفوق بدوره على معاملة الحموض الهيومية.

الكلمات المفتاحية: تربة كلسية، حديد متاح، مواد هيومية.

*طالبة دكتوراه – كلية الزراعة – قسم التربة واستصلاح الأراضي – جامعة البعث.

** أستاذ – كلية الزراعة – قسم ال- قسماستصلاح الأراضي – جامعة البعث.

Effect of some humic substances on iron availability in some calcareous soils from Homs governorate

Eng.Reem Barghoth* **Dr. Mahmoud Oudeh****

(Received:10 Febuery 2022 ,Accepted:16 June 2022)

Abstract :

An incubation experiment was carried out in order to study the effect of adding some humic substances (fulvic acids, humic acids and commercial humax) according to the rates (0-500-1000-2000 $mg.kg^{-1}$) for each of them on the bioavailability of iron in three soils contain different amount of total carbonate.

The results showed a significant improvement in the availability of iron when adding all the humic substances, as the available iron concentration increased significantly ($LSD_{0.05}$) when adding fulvic acids compared to the control in the three studied soils.

It was also found that there was a negative significant correlation between the total carbonate content of the studied soil and its available iron content. When comparing the studied humic substances with regard to the effect on the available iron content in the soil, it was noted that the fulvic acid treatment was superior to the humax treatment, which in turn was superior to the humic acid treatment.

Keywords: calcareous soil, available iron, humic substances.

* **Ph. D. Student of Science of Soils. Faculty of Agriculture – Al-Baath University.**

** **Prof. Soil Department – Faculty of Agriculture – Al-Baath University- Syria.**

1- المقدمة Introduction:

تعرف الترب الكلسية Calcarious soils بأنها تلك الترب التي تحوي على نسبة عالية من الكربونات الكلية ذات المساحة السطحية النوعية العالية نتيجة لنعومة تلك الدقائق، والتي تؤثر سلباً في مجمل الخصائص الفيزيائية والكيميائية والخصوبية للتربة (Kadry, 1973). حيث يترافق وجود كربونات الكالسيوم في التربة مع ميل درجة pH التربة نحو القاعدية pH) (7.5-8.5 (Chen and Barak, 1982)، وكثيراً ما تعاني النباتات النامية في الترب الكلسية من نقص بعض العناصر المغذية كالفوسفور والحديد والزنك والمنغنيز والنحاس، وذلك نتيجةً لتأثير الكربونات الكلية فيpH التربة وزيادة تركيز أيون Ca^{+2} في محلول التربة (Kacar and Katkat, 2007).

يتراوح تركيز الحديد الكلي في التربة بين 0.1 – 10% (Taber, 2009)، ويعد عنصر الحديد من العناصر الصغرى الأساسية Essential Nutrient للنبات، حيث يؤدي دوراً أساسياً في عملية التنفس، ويسهم في اصطناع الكلوروفيل، كما يؤدي دوراً مهماً في تفاعلات التمثيل الضوئي واصطناع البروتينات وإرجاع النترات ;Mengel and Kirkby, 1987) (Taiz and Zeiger, 2002، وعلى الرغم من ارتفاع المحتوى الكلي للحديد في التربة، فإن معظم الترب تحتوي على تراكيز منخفضة جداً (0.1-0.01ppm) من الحديد الذائب في المحلول الأرضي. ويوجد الحديد في محلول التربة على صورة معدنية مثل: $Fe(OH)^{+2}$, Fe^{+2}, Fe^{+3}, $Fe(OH)_2^{+,}$, أو على صورة معقدات عضوية معدنية ذائبة.(عودة وشمشم، 2008).

تعتمد درجة ذوبان مركبات الحديد الثلاثي إلى حد كبير على درجة pH الوسط، ويتوقف تركيز الحديد في محلول التربة على ذوبان مركبات الحديد الثلاثي، التي يؤدي ذوبانها إلى زيادة تركيز أيونات الحديد الثلاثي (Fe^{+3}) وأشكالها المائية $[FeOH]^{+2}$, $[Fe(OH)_2]^{+}$ في محلول التربة، ويصل مستوى الحديد الذائب في التربة حده الأدنى عند درجة pH 8- 6,5، وعلى ذلك يكون نقص الحديد المتيسر في الترب الكلسية في الغالب نتيجة ارتفاع الـ pH (Lindsay, 1972). تتصف الترب الكلسية بانخفاض محتواها من الحديد المتاح للنبات لتعرض الحديد فيها لتفاعلات الاحتجاز (الترسيب والادمصاص) بفعل معادن الكربونات، وكثيراً ما تعاني النباتات النامية فيها من ما يسمى بالشحوب الكلسي Calcareous chlorosis (Sharama, 2004; Al-uqaili *et al.*, 2002). والذي يظهر في الترب ذات المستوى المنخفض من الحديد وتعد البيكربونات HCO_3^- من أهم العوامل المؤثرة في تفاقم ظاهرة الاصفرار الحديدي و خاصةً في الترب ذات المستوى المنخفض من الحديد والمرتفع من البيكربونات في محلول التربة (الحديثي والعاني، 2016 ; السامرائي، 2002). أوضح (Al-Uqaili *et al.*, 2002) إن احتجاز الحديد يتأثر بعدة عوامل منها الخصائص الكيميائية للتربة (OM,pH,CEC) والمعدنية التي تشمل نوع ومحتوى التربة من المعادن الأولية والثانوية والقدرة الادمصاصية للتربة ومستوى ومصدر الحديد المضاف (معدني أو مخلبي). ومما لاشك فيه أن عملية الادمصاص الفيزيائي أو الكيميائي على سطوح معادن الكربونات الفعالة (الكالسيت والدولوميت و المغنزيت) تعد من المسالك المهمة في احتجاز الحديد في الترب الكلسية. وقد أشارت العديد من الدراسات إلى وجود علاقة ارتباط موجبة بين ادمصاص الحديد المضاف على هيئة معدنية مع محتوى ونشاط معادن الكربونات السائدة في الترب الكلسية.

على الرغم من الدور المهم للمادة العضوية في تزويد التربة بالعناصر المغذية الضرورية للنبات، إلا أنها في الوقت ذاته تؤدي دوراً لا يقل أهمية في التحولات التي تجري في التربة عبر زيادة جاهزية Availability كلٍ من Fe, Mn, Cu, Zn وغيرها من العناصر المغذية الأساسية في التربة وذلك عن طريق تشكيل معقدات عضوية معدنية Organo-Metal Complexes (فارس،1992؛ أبو نقطة، 1994؛ البلخي، 2007).

تؤدي الحموض الهيومية HAs دوراً مهماً في تغذية النبات من خلال زيادة جاهزية العناصر المغذية في التربة وتطوير النظام الجذري للنبات، وتزيد من نفاذية الأغشية الخلوية والفعالية الأنزيمية وانقسام الخلايا مما يشجع على امتصاص المغذيات (Mataraiev, 2002; Kaya *et al*, 2005).

يرى (Stevenson,1994) أن الحموض الهيومية هي الجزء الأكثر ثباتاً من المادة العضوية في التربة، ويمكن للمواد الهيومية أن تحطم الروابط بين الفوسفات وايونات الحديد في الترب الكلسية وبين الكالسيوم وايونات الحديد في الترب القلوية. وتؤدي إضافة المواد الدبالية إلى الترب الكلسية إلى اغنائها بالعناصر الغذائية وزيادة تحمل النبات للجفاف والحرارة المرتفعة، وتعمل على زيادة جاهزية العناصر المغذية الصغرى (Fe, Mn, Zn, Cu) للنبات إذ لها القدرة على خلب كاتيونات هذه العناصر (Senn and Kingman, 1973; Russo and Berlyn, 1990)

أشار (الشاذلي، 1999) إلى أن ذوبان مركبات الحديد وإتاحته للنبات تزداد بانخفاض درجة pH التربة وزيادة المادة العضوية وتنخفض بزيادة محتوى التربة من كربونات الكالسيوم. ويعتقد بأن المواد الهيومية تؤثر في إتاحة المغذيات الصغرى من خلال عملية الخلب Chelation التي تؤدي غالباً إلى زيادة إتاحة هذه العناصر (Mortvedt *et al.,* 1991, Mackawiak *et al.*, 2001)

لاحظ (Abu Nukta and Parkinson, 2007) عند دراسة تأثير إضافة المواد الهيومية في إتاحة المغذيات الصغرى في التربة عدم وجود فروق معنوية في تركيز العناصر الصغرى المتاحة (Zn, Cu, Mn, Fe) مقارنة بالشاهد لدى إضافة التراكيز المنخفضة (50، 100، 200، 400 مغ كغ$^{-1}$تربة) من هيومات البوتاسيوم (K–Humate)، وقد أدت زيادة تراكيز الهيومات المضافة (1500، 3000، 4500 مغ .كغ$^{-1}$ تربة) إلى انخفاض في تركيز العناصر الصغرى المتاحة مقارنة بالشاهد، ربما نتيجةً لتكون شيلات المعادن آنفة الذكر وعدم تحللها خلال ثلاثة أشهر مدة التجربة. مقابل ذلك وجد (Antonio *et al.*, 2006)أن إضافة المواد الدبالية تحسن امتصاص النبات للحديد، ولقد أدَّت اضافة الحموض الهيومية بمعدل (20,10,5) كغ /هـ لتربة كلسية إلى زيادة تركيز الأشكال المتاحة من كلٍ من (Fe , Zn, Cu) وزيادة إنتاجية نبات السبانخ (أبو نقطة وآخرون، 2010). ولاحظ (Tahir *et al.*, 2011) أن إضافة الحموض الهيومية HAs بمعدل 600 مغ. كغ$^{-1}$ تربة أدت إلى زيادة نمو نباتات القمح النامية في تربة كلسية.

أكد (Al–Uqaili *et al.*, 2002) عند دراستهم لثمان ترب كلسية وجود علاقة ارتباط موجبة بين ادمصاص الحديد ومحتوى التربة من معادن الكربونات، كما أشاروا إلى أن ادمصاص الحديد المعدني يفوق ادمصاص الحديد من المصادر المخلبية. وقد بين (الحديثي وآخرون، 2002) أن اضافة الحديد على صورة سلفات الحديدي $FeSO_4.7H_2O$ إلى بعض الترب الكلسية قد أدى إلى ادمصاص الحديد بمقدار 100%، في حين انخفضت الكمية المدمصة من الحديد إلى 87% عند اضافة الحموض الهيومية والفولفية مع المصدر المعدني.

يرى (Hama, 2007) أن لمدة التحضين تأثيراً معنوياً في تحلل المادة العضوية وجاهزية المغذيات الصغرى تحت ظروف مختلفة من درجات الحرارة والمحتوى الرطوبي. وفي تجربة تحضين أجراها (Turkmen and Sungur, 2014) لوحظ انخفاضاً في تركيز الأشكال المتاحة من العناصر الصغرى بزيادة معدل اضافة المواد الهيومية وزيادة فترة التحضين. وفي تجربة تحضين أخرى أجراها (عطيوي وأحمد، 2009) تبين أن المستويات المنخفضة من الحديد المضاف على شكل كبريتات الحديدي $FeSO_4.7H_2O$ (0.5 و 1 و2 ميلي مول Fe. كغ$^{-1}$) لم تستطع إشباع محلول التربة بمركبات هيدروكسيدات الحديد الذائبة خلال جميع فترات التحضين (1يوم، 3 يوم، أسبوع، شهر)، في حين أعطت المستويات العالية (4 و 8 و16 ميلي مول Fe. كغ$^{-1}$) من الحديد المضاف قدرة أكبر على اشباع محلول التربة بمركبات هيدروكسيدات واوكسيدات الحديد خلال الفترات القصيرة من التحضين.

2- مبررات البحث والهدف منه Objectives:

يعتقد بأن معظم الترب السورية هي ترب كلسية تعاني من ارتفاع محتواها من الكربونات الكلية مما يؤثر سلباً في جاهزية Availability العناصر المغذية للنبات عامةً والعناصر الصغرى خاصةً، الأمر الذي يتجلى انخفاضاً في معدل نمو النباتات النامية فيها وإنتاجها كماً ونوعاً.

انطلاقاً مما تقدم، ولندرة الدراسات حول سلوكية الحديد في الترب الكلسية المحلية فإن هذا البحث يهدف إلى دراسة تأثير بعض المواد الهيومية (الحموض الهيومية والحموض الفولفية والهيوماكس التجاري) في جاهزية عنصر الحديد في ترب متباينة في محتواها من الكربونات الكلية، وذلك من خلال تجربة تحضين.

3- مواد وطرائق البحث Materials and methods:

استخدم في هذا البحث ثلاثة أنواع من الترب المتباينة في محتواها من الكربونات الكلية، وتم أخذها من الطبقة السطحية (0-30cm) للتربة:

أ- التربة الأولى (S1) منخفضة المحتوى نسبياً من الكربونات الكلية ($CaCO_3$=10.25%)، من قرية المختارية (15 كم إلى الشمال من مدينة حمص) .

ب-التربة الثانية (S2) متوسطة المحتوى من الكربونات الكلية($CaCO_3$=16.75%)، من قرية مسكنة (9 كم إلى الجنوب من مدينة حمص).

ج-التربة الثالثة (S3) عالية المحتوى من الكربونات الكلية($CaCO_3$=26.33%)، من قرية المشرفة (18 كم إلى الشمال الشرقي من مدينة حمص).

كما تم استخدام ثلاثة أنواع من المواد الهيومية (HS)هي: الحموض الفولفية Fulvic Acids (FA)، والحموض الهيومية Humic Acids (HA)، و الهيوماكس التجاري Humax (HX).

أضيفت المركبات آنفة الذكر وفق المعدلات الآتية: (0, 500, 1000, 2000 $mg.kg^{-1}$) وذلك وفق الجدول رقم(1):

الجدول رقم (1): رموز معدلات الاضافة المستخدمة

المعدل	رمز الاضافة		
	الحموض الفولفية FA	الحموض الهيومية HA	الهيوماكس HX
0 $mg.kg^{-1}$	FA_0	HA_0	HX_0
500 $mg.kg^{-1}$	FA_1	HA_1	HX_1
1000 $mg.kg^{-1}$	FA_2	HA_2	HX_2
2000 $mg.kg^{-1}$	FA_3	HA_3	HX_3

ولقد جرى استخلاص الحموض الهيومية و الحموض الفولفية المستخدمة من الهيوماكس التجاري وفقاً لـ (Page, 1982).

و أضيف عنصر الحديدFe للتربة على شكل سلفات الحديدي $FeSO_4.7H_20$ بمستويين:

(Fe_0 = 0, Fe_1 = 10) $mg.kg^{-1}$

تم وضع التربة (<2mm) في أطباق بتري بمعدل 50 غ لكل طبق، وتمت اضافة المواد الهيومية آنفة الذكر مع الترطيب بالماء ومن ثم تم تحضين التربة عند درجة حرارة المخبر (حوالي 25^0C) ورطوبة السعة الحقلية لمدة عشرين يوماً. ولقد بلغ عدد المعاملات في كل تربة 12 معاملة بواقع ثلاثة مكررات للمعاملة الواحدة، وبالتالي يكون العدد الإجمالي للوحدات التجريبية مساوٍ لـ (36) وحدة تجريبية في كل تربة، وبلغ إجمالي عدد الوحدات التجريبية في الترب الثلاث (108) وحدة تجريبية، ولقد أُتبع في تصميم هذه التجربة تصميم القطاعات العشوائية الكاملة Completely Randomized Blocks

Design، وجرى تحليل النتائج المتحصل عليها باستخدام برنامج Anova وحساب قيمة أقل فرق معنوي LSD عند مستوى دلالة قدره5% ($L.S.D_{0.05}$).

هذا ولقد أجريت الاختبارات التالية على الترب المستخدمة في الدراسة: التحليل الميكانيكي باستخدام طريقة الهيدرومتر Hydrometer method (Bouyoucos, 1962)، وتفاعل التربة (Soil pH) في معلّق مائي 2.5:1 (تربة: ماء) باستخدام جهاز قياس الـpH pH–meter (McLean,1987 ; McKeague,1978)، والموصلية الكهربائية(EC) Electrical Conductivity في مستخلص مائي للتربة 5:1 (تربة: ماء) بواسطة جهاز قياس الموصلية الكهربائية Conductivity meter (Baruah and Barthakur ,1997) ، و المادة العضوية Soil Organic Matter بطريقة الأكسدة الرطبة بديكرومات البوتاسيوم في وسط شديد الحموضة (Walkly and Black, 1934) . كما تم تقدير الكربونات الكلية بطريقة المعايرة الحجمية (في عودة وشمشم، 2008)، والكلس الفعال Active lime: بطريقة دورينو–غاليه (Drouineau,1942). وتم استخلاص الحديد المتاح Available Fe بمحلول DTPA وتقديرهما بجهاز الامتصاص الذري نوع A.S.S6800 Shimadzo (Lindsay and Norvell, 1978), كما تم تقدير محتوى التربة الكلي من الحديد باستخدام الجهاز ذاته وذلك بعد هضم التربة بحمض $HClO_4$ المركز.

4– النتائج Results :

يبين الجدول رقم (2) الخصائص الأساسية للترب الثلاث المدروسة، ويتضح من هذا الجدول فيما يخص محتوى الترب المدروسة من الكربونات الكلية أن التربة (S1) المأخوذة من قرية المختارية منخفضة المحتوى (نسبياً)، بينما التربة (S2) المأخوذة من قرية مسكنة فهي متوسطة المحتوى، والتربة (S3) المأخوذة من قرية المشرفة فهي عالية المحتوى من الكربونات الكلية. وتراوح محتوى الترب المدروسة من الكلس الفعال بين 2.25% في التربة (S1) و7.08% في التربة (S3).أما تفاعل التربة (الـ pH) فلقد تراوح بين 7.94في التربة (S1) و8.35 في التربة (S3). وكانت الترب الثلاث المدروسة جميعها ذات محتوى منخفض من الأملاح الكلية الذائبة، وذات قوام رملي طيني لومي و محتوى منخفض من الحديد المتاح.

الجدول رقم (2): بعض خصائص الترب المستخدمة في التجربة

رمز التربة	التحليل الميكانيكي				pH (1:2.5) معلق مائي	EC (1:5) مستخلص مائي	$CaCO_3$	Active lime	Available Fe	Total Fe
	الرمل	السلت	الطين	قوام التربة						
	%					µS/cm	%		$mg.kg^{-1}$	
S1	50.2	22.6	27.2	رملي طيني لومي	7.94	265,6	10.25	2.25	0.40	84.81
S2	60.4	14	25.6	رملي طيني لومي	8.02	169.25	16.75	3.58	0.50	86.75
S3	53.4	20.9	25.7	رملي طيني لومي	8.35	203.00	26.33	7.08	0.35	84.83

يبين الجدول (3) تأثير اضافة المواد الهيومية في محتوى التربة (S1) من الحديد المتاح بعد مرور 20 يوم على تحضين هذه التربة، ويتضح من هذا الجدول عند دراسة تأثير اضافة الحموض الفولفية حصول ارتفاع معنوي في محتوى هذه التربة من الحديد المتاح بتأثير المعاملة (FA_3) مقارنةً بالشاهد، إذ ارتفع محتوى التربة من الحديد المتاح من ($0.64\ mg.kg^{-1}$) في معاملة الشاهد (HS_0) ليصل إلى ($3.23\ mg.kg^{-1}$) في المعاملة (FA_3)، ولم تؤد اضافة الحديد مع الحموض الفولفية إلى إحداث فروق معنوية في إتاحة الحديد في التربة (S1)، ويتضح من دراسة التأثير المتبادل بين الحموض الفولفية والحديد

المضاف في محتوى هذه التربة من الحديد المتاح لوحظ تفوق المعاملتين (FA_3Fe_0,FA_3Fe_1) حيث ارتفع محتوى هذه التربة من الحديد المتاح من($0.52\ mg.kg^{-1}$) في الشاهد لتصل إلى ($2.18,4.27\ mg.kg^{-1}$) في المعاملتين (FA_3Fe_0,FA_3Fe_1) على التوالي.

الجدول رقم(3): تأثير اضافة بعض المواد الهيومية في محتوى التربة S1 من الحديد المتاح ($mg.kg^{-1}$)

HS	Fe		Mean
	Fe_0	Fe_1	
HS_0	0.52	0.76	0.64 b
FA_1	0.99	0.79	0.89 b
FA_2	0.27	1.45	0.86 b
FA_3	2.18*	4.27*	3.23 a
MEAN	0.99 a	1.82 a	
L.S.D 0.05 Factor A(HS)1.34 Factor B(Fe)0.95 A*B1.9			
HS_0	0.52	0.76	0.64 b
HA_1	0.32	0.96	0.64 b
HA_2	0.65	1.63	1.14 b
HA_3	1.58	2.59*	2.09 a
MEAN	0.77 b	1.49 a	
L.S.D 0.05 Factor A(HS)0.87 Factor B(Fe)0.62 A*B1.23			
HS_0	0.52	0.76	0.64 b
HX_1	0.47	1.28	0.88 b
HX_2	0.36	1.5	0.93 b
HX_3	1.5	4.19*	2.85 a
MEAN	0.71 a	1.93 a	
L.S.D 0.05 Factor A(HS)1.82 Factor B(Fe) 1.29 A*B2.57			

اشتراك قيمتين ضمن عمود أو صف المتوسطات بحرف أو أكثر دليل عدم وجود فروق معنوية بينهما

*: وجود فروق معنوية عند مستوى دلالة 5%

ولدى دراسة تأثير اضافة الحموض الهيومية لوحظ حصول ارتفاع معنوي في محتوى التربة من الحديد المتاح بتأثير (HA_3 المعاملة) مقارنةً بالشاهد، حيث ارتفع هذا المحتوى من ($0.64\ mg.kg^{-1}$) في معاملة الشاهد(HS_0) ليصل إلى ($2.09\ mg.kg^{-1}$) في المعاملة (HA_3)، في حين لم يلاحظ فروق معنوية بين المعاملتين (HA_1,HA_2) من جهة والشاهد من جهة أخرى، كما ارتفع محتوى التربة (S1) من الحديد المتاح عند اضافة الحديد مع الحموض الهيومية حيث ارتفع متوسط محتوى التربة من الحديد المتاح من ($0.7\ mg.kg^{-1}$) في المعاملة ($HAFe_0$) إلى ($1.49\ mg.kg^{-1}$) في المعاملة ($HAFe_1$)، ويتضح من دراسة التأثير المتبادل بين الحموض الهيومية والحديد المضاف في محتوى هذه التربة من الحديد المتاح لوحظ تفوق المعاملة (HA_3Fe_1) حيث ارتفع محتوى هذه التربة من الحديد المتاح من($0.52\ mg.kg^{-1}$) في الشاهد لتصل إلى ($2.59\ mg.kg^{-1}$) في المعاملة (HA_3Fe_1).

وكذلك عند دراسة تأثير اضافة الهيوماكس لوحظ حصول ارتفاع معنوي في محتوى التربة من الحديد المتاح بتأثير المعاملة (HX_3) حيث ارتفع الحديد المتاح من ($0.64\ mg.kg^{-1}$) في معاملة الشاهد (HS_0) ليصل إلى ($2.85\ mg.kg^{-1}$) في

المعاملة (HX_3)، ولم يلحظ فروق معنوية بين المعاملتين (HX_1,HX_2) من جهة والشاهد من جهة أخرى. ولم تؤد اضافة الحديد مع الهيوماكس إلى إحداث فروق معنوية في إتاحة الحديد في التربة (S1) وهذا يتوافق مع نتائج (عطيوي وأحمد، 2009) التي بينت أن المستويات المنخفضة من الحديد المضاف على شكل كبريتات الحديدي $FeSO_4.7H_2O$ (0.5 و 1و2 ميلي مول Fe. كغ $^{-1}$) لم تستطع اشباع محلول التربة بمركبات هيدروكسيدات الحديد الذائبة خلال جميع فترات التحضين.

ويتضح من دراسة التأثير المتبادل بين الهيوماكس والحديد المضاف في محتوى هذه التربة من الحديد المتاح تفوق المعاملة (HX_3Fe_1)، حيث ارتفع محتوى هذه التربة من الحديد المتاح من($0.52\ mg.kg^{-1}$) في الشاهد ليصل إلى ($4.19\ mg.kg^{-}$ ^{1}) في المعاملة (HX_3Fe_1)، ويمكن أن يعزى السبب في ذلك إلى مساهمة الهيوماكس في خفض الكمية المدمصة من الحديد، وهذا يتوافق مع نتائج (الحديثي وآخرون،2002) الذين أشاروا إلى أن اضافة الحديد على صورة سلفات الحديدي $FeSO_4.7H_2O$ إلى بعض الترب الكلسية قد أدى إلى ادمصاص الحديد بمقدار 100%، في حين انخفضت الكمية المدمصة من الحديد إلى87% عند اضافة الحموض الهيومية والفولفية مع المصدر المعدني.

يبين الجدول (4) تأثير اضافة المواد الهيومية في محتوى التربة (S2) من الحديد المتاح بعد مرور 20 يوم على تحضين هذه التربة، ويتضح من هذا الجدول عند دراسة تأثير اضافة الحموض الفولفية تفوق المعاملتين (FA_3) (FA_2) حيث ارتفع محتوى هذه التربة من الحديد المتاح من($0.46\ mg.kg^{-1}$) في معاملة الشاهد (HS_0) ليصل إلى ($1.1\ mg.kg^{-}$ ^{1}, $1.08\ mg.kg^{-1}$) في المعاملتين (FA_2, FA_3) على التوالي كما يلاحظ ارتفاع معنوي في المعاملة (FA_1) مقارنة بالشاهد، إذ ارتفع محتوى التربة من الحديد المتاح من ($0.46\ mg.kg^{-1}$) في معاملة الشاهد ليصل إلى ($0.83\ mg.kg^{-}$ ^{1}) في المعاملة (FA_1)، كما ارتفع محتوى التربة (S2) من الحديد المتاح عند اضافة الحديد مع الحموض الفولفية حيث ارتفع محتوى التربة من الحديد المتاح من ($0.53\ mg.kg^{-1}$) في المتوسط ($FAFe_0$) إلى ($1.2\ mg.kg^{-1}$) في المتوسط ($FAFe_1$)، عند دراسة التأثر المتبادل بين المواد الهيومية والحديد المضاف في محتوى هذه التربة من الحديد المتاح لوحظ تفوق المعاملتين (FA_2Fe_1,FA_3Fe_1) حيث ارتفع محتوى التربة من الحديد المتاح من ($0.46\ mg.kg^{-1}$) في المعاملة (HS_0Fe_0) ليصل إلى ($1.59,1.51\ mg.kg^{-1}$) في المعاملتين (FA_2Fe_1, FA_3Fe_1) على التوالي.

وعند دراسة تأثير اضافة الحموض الهيومية لوحظ حصول ارتفاع معنوي في محتوى التربة من الحديد المتاح بتأثير (المعاملة HA_3) مقارنة بالشاهد، حيث ارتفعت من ($0.46\ mg.kg^{-1}$) في معاملة الشاهد ليصل إلى ($0.97\ mg.kg^{-1}$) في المعاملة (HA_3) ، في حين لم يلاحظ فروق معنوية بين المعاملتين (HA_1,HA_2) من جهة والشاهد من جهة أخرى، كما ارتفع محتوى التربة (S2) من الحديد المتاح عند اضافة الحديد مع الحموض الهيومية حيث ارتفع محتوى التربة من الحديد المتاح من ($0.49\ mg.kg^{-1}$) في المتوسط ($HAFe_0$) إلى ($0.75\ mg.kg^{-1}$) في المتوسط ($HAFe_1$). عند دراسة التأثر المتبادل بين المواد الهيومية والحديد المضاف في محتوى هذه التربة من الحديد المتاح لوحظ تفوق المعاملة (HA_3Fe_1) حيث ارتفع محتوى التربة من الحديد المتاح من($0.46\ mg.kg^{-1}$) في المعاملة (HS_0Fe_0) ليصل إلى ($1.35\ mg.kg^{-1}$) في المعاملة (HA_3Fe_0) ، وهذا يتوافق مع نتائج (أبو نقطة وآخرون، 2010)، الذين أشاروا إلى أن اضافة الحموض الهيومية لتربة كلسية إلى زيادة تركيز الأشكال المتاحة من كلٍ من(Fe , Zn, Cu) .

الجدول رقم(4): تأثير اضافة بعض المواد الهيومية في محتوى التربة S2 من الحديد المتاح ($mg.kg^{-1}$)

HS	Fe		Mean
	Fe0	Fe1	
HS_0	0.46	0.46	0.46c
FA_1	0.4	1.25*	0.83b
FA_2	0.61	1.59*	1.10a
FA_3	0.64	1.51*	1.08a
MEAN	0.53b	1.20a	
L.S.D 0.05 Factor A(HS)0.226 Factor B(Fe)0.159 A*B 0.319			
HS0	0.46	0.46	0.46b
HA_1	0.41	0.7	0.56b
HA_2	0.48	0.48	0.48b
HA_3	0.59	1.35*	0.97a
MEAN	0.49b	0.75a	
L.S.D 0.05 Factor A(HS)0.225 Factor B(Fe) 0.159 A*B 0.318			
HS_0	0.46	0.46	0.46b
HX_1	0.39	1.37*	0.88ab
HX_2	0.67	1.02*	1.07a
HX_3	0.42	1.72*	0.85ab
MEAN	0.49b	1.14a	
L.S.D 0.05 Factor A(HS) 0.57 Factor B(Fe) 0.4 A*B0.8			

اشتراك قيمتين ضمن عمود أو صف المتوسطات بحرف أو أكثر دليل عدم وجود فروق معنوية بينهما

*: وجود فروق معنوية عند مستوى دلالة 5%

ويتبين من دراسة تأثير اضافة الهيوماكس حصول ارتفاع معنوي في محتوى التربة من الحديد المتاح بتأثير المعاملة (HX_3) حيث ارتفع الحديد المتاح من ($0.46\ mg.kg^{-1}$) في معاملة الشاهد ليصل إلى ($1.07\ mg.kg^{-1}$) في المعاملة (HX_3)، و لم يلاحظ وجود فرق معنوي بين المعاملتين (HX_1,HX_2) في حين تفوقتا على الشاهد. كما ارتفع محتوى التربة (S2) من الحديد المتاح عند اضافة الحديد مع الهيوماكس حيث ارتفع محتوى التربة من الحديد المتاح من ($0.46\ mg.kg^{-1}$) في المتوسط ($HXFe_0$) إلى ($1.14\ mg.kg^{-1}$) في المعاملة ($HXFe_1$) ، كما ارتفع محتوى التربة من الحديد المتاح عند اضافة الحديد بشكل معنوي حيث ارتفع تركيز الحديد المتاح من ($0.49\ mg.kg^{-1}$) في المتوسط (Fe_0) ليصل إلى (1.14 $mg.kg^{-1}$) في المعاملة (Fe_1).

ويتضح من دراسة التأثر المتبادل بين الهيوماكس والحديد المضاف في محتوى هذه التربة من الحديد المتاح تفوق المعاملتين (HX_1Fe_1,HX_3Fe_1) حيث ارتفع محتوى التربة من الحديد المتاح من($0.46\ mg.kg^{-1}$) في المعاملة (HS_0Fe_0) ليصل إلى ($1.37,1.72\ mg.kg^{-1}$) في المعاملتين (HX_1Fe_1,HX_3Fe_1) على التوالي، ويمكن أن يعزى السبب في ذلك إلى ربط الحديد مخلبياً وتقليل تفاعلاته داخل نظام التربة، وهذا يتوافق مع (Mackawiak *et al.*, 2001) الذي أشار إلى دور المواد الهيومية في إتاحة العناصر الصغرى من خلال عملية الخلب Chelation التي تؤدي غالباً إلى زيادة إتاحة هذه العناصر.

يبين الجدول (5) تأثير اضافة المواد الهيومية في محتوى التربة (S3) من الحديد المتاح بعد مرور 20 يوم على تحضين هذه التربة، ويتضح من هذا الجدول غياب التأثير المعنوي لاضافة المواد الهيومية في التربة (S3) في محتواها من الحديد المتاح. ولعل السبب في ذلك يعود إلى تكون شلات الحديد وعدم تحللها خلال فترة التحضين (Abu Nukta and Parkinson,2007) ، وعند دراسة تأثير اضافة الحديد في محتوى هذه التربة من الحديد المتاح لوحظ وجود ارتفاع معنوي في محتوى التربة من الحديد المتاح عند اضافة الحديد مع الهيوماكس حيث ارتفع محتوى التربة من الحديد المتاح من ($0.25\ mg.kg^{-1}$) في المعاملة (Fe_0) ليصل ($0.93\ mg.kg^{-1}$) في المعاملة (Fe_1). وقد يعزى ذلك إلى قدرة الحديد المضاف على اشباع محلول التربة بمركبات هيدروكسيدات واوكسيدات الحديد خلال فترة التحضين، وهذا يتوافق مع نتائج (عطيوي وأحمد، 2009).

الجدول رقم(5): تأثير اضافة بعض المواد الهيومية في محتوى التربة S3 من الحديد المتاح ($mg.kg^{-1}$)

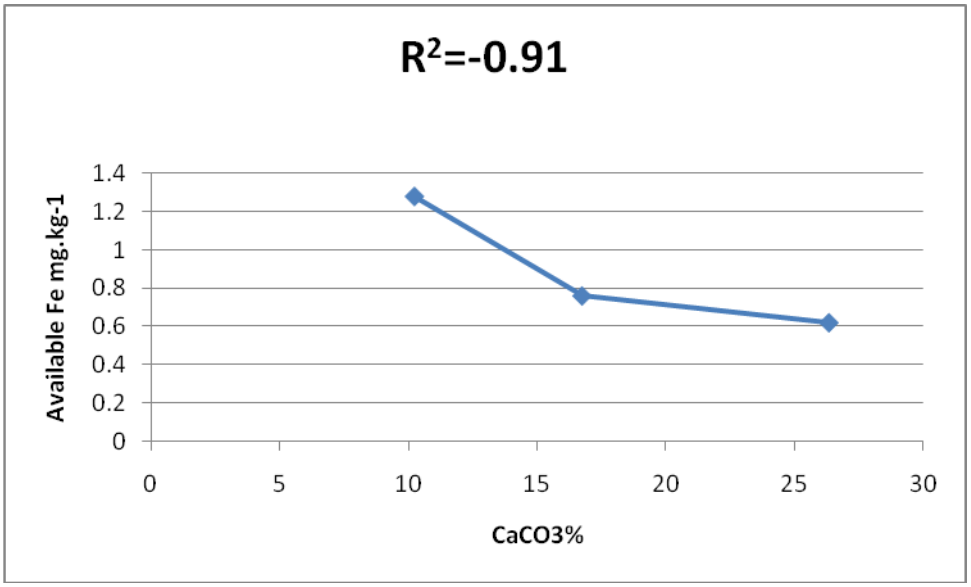
HS	Fe		Mean
	Fe_0	Fe_1	
HS_0	0.41	0.59	0.50 a
FA_1	1.06	0.83	0.95 a
FA_2	0.47	1.01	0.74 a
FA_3	0.67	0.89	0.78 a
MEAN	0.65 a	0.83 a	
L.S.D 0.05 Factor A(HS)0.89 Factor B(Fe)0.63 A*B 1.26			
HS_0	0.41	0.59	0.50 a
HA_1	0.48	0.57	0.53 a
HA_2	0.42	0.72	0.57 a
HA_3	0.68	0.78	0.73 a
MEAN	0.50 a	0.67 a	
L.S.D 0.05 Factor A(HS) 0.34 Factor B(Fe)0.25 A*B 0.49			
HS_0	0.41	0.59	0.50 a
HX_1	0.11	1.25	0.68 a
HX_2	0.22	1.03	0.63 a
HX_3	0.25	0.84	0.55 a
MEAN	0.25 b	0.93 a	
L.S.D 0.05 Factor A(HS)0.63 Factor B(Fe) 0.45 A*B0.89			

اشتراك قيمتين ضمن عمود أو صف المتوسطات بحرف أو أكثر دليل عدم وجود فروق معنوية بينهما

*: وجود فروق معنوية عند مستوى دلالة 5%

5- المناقشة Discussion:

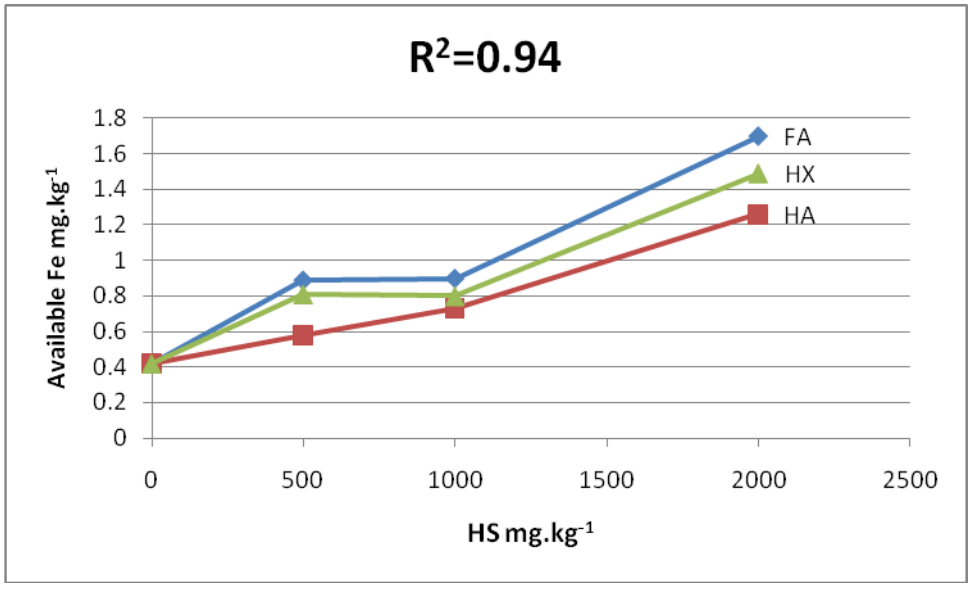
يبين الشكل (1) علاقة الارتباط بين محتوى الترب المدروسة من الكربونات الكلية ومحتواها من الحديد المتاح. ويتضح من هذا الشكل وجود علاقة ارتباط سلبية معنوية جداً (R^2=-0.91) بين محتوى التربة من الكربونات الكلية ومحتواها من الحديد المتاح وذلك بغض النظر عن المادة العضوية المضافة، وتتوافق هذه النتيجة مع النتائج التي توصل إليها (Al-Uqaili *et al.*, 2002) الذين أشاروا إلى وجود علاقة ارتباط موجبة بين ادمصاص الحديد والمحتوى معادن الكربونات في الترب الكلسية، فارتفاع محتوى التربة من الكربونات الكلية يترافق مع انخفاض جاهزية الحديد وإتاحته للنبات نتيجة لارتفاع pH التربة و تعرض الحديد في التربة لتفاعلات الاحتجاز (الترسيب والادمصاص) بفعل معادن الكربونات، كما تؤدي زيادة محتوى التربة من كربونات الكالسيوم والمغنيزيوم إلى تحويل كاتيونات الحديدي Fe^{+2} الذائبة إلى صورة غير ذائبة مثل أكسيد الحديد أو هدروكسيد الحديد(Sharama, 2004) .



الشكل رقم (1): العلاقة بين محتوى التربة من الكربونات الكلية ومحتواها من الحديد المتاح

يبين الشكل (2) تأثير نوع وتركيز المادة الهيومية المضافة في محتوى التربة من الحديد المتاح بغض النظر عن محتوى التربة من الكربونات الكلية. ويتضح من هذا الشكل وجود علاقة ارتباط ايجابية قوية جداً (R^2= 0.94) بين محتوى التربة من الحديد المتاح وتركيز المواد الهيومية المضافة، فلقد أدت اضافة المواد الهيومية جميعها إلى رفع محتوى التربة من الحديد المتاح، وتتوافق هذه النتيجة مع نتائج (Ramasamy *et al.*,2006). ويعتقد بأن المواد الهيومية تحسن من إتاحة الحديد عبر العديد من الآليات أهمها خفض درجة pH التربة والحيلولة دون دخول الحديد في تشكيل مركبات ضعيفة الذوبان عن طريق ارتباط الحديد بالمادة العضوية على صورة معقدات (حديد عضوي)(زيدان، 2004 ; البلخي، 2007)، حيث تعمل المادة العضوية على تحريره بصورة تدريجية إلى الوسط بصورة متوازنة، اضافة إلى دور المواد الهيومية في إرجاع الحديد الثلاثي (Fe^{+3}) إلى ثنائي(Fe^{+2}) (Shumman , 1989) .

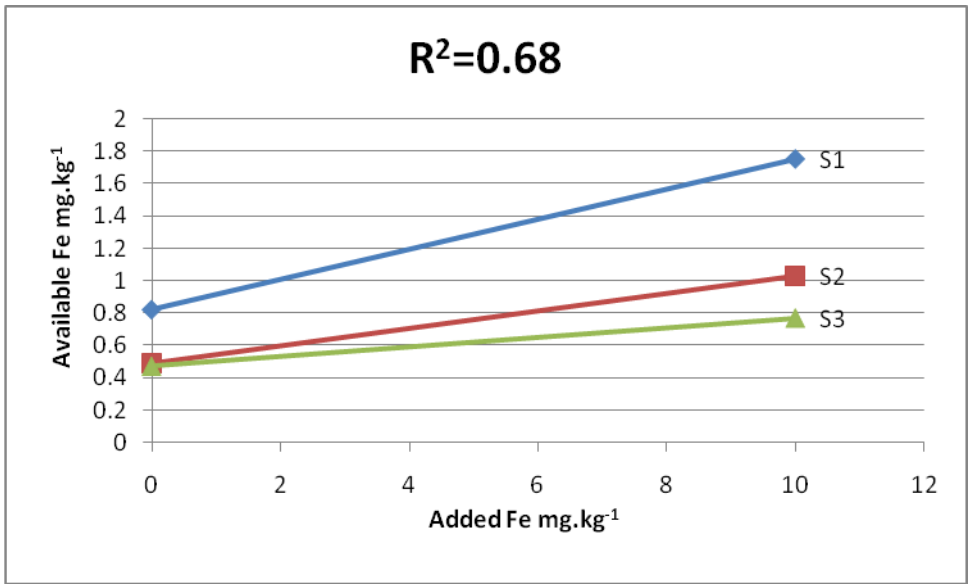
تُظهر المقارنة بين المواد العضوية المستخدمة في الدراسة تفوق الحموض الفولفية على الهيوماكس والحموض الهيومية، ويمكن وضع الترتيب التالي للمواد العضوية المستخدمة من حيث تأثيرها في جاهزية الحديد: الحموض الفولفية > الهيوماكس > الحموض الهيومية.



الشكل رقم (2): تأثير نوع المادة الهيومية المضافة في محتوى التربة من الحديد المتاح

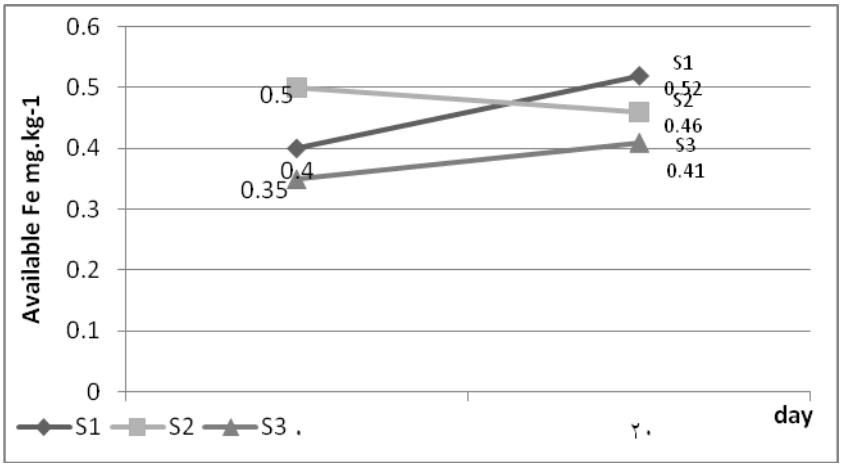
يبين الشكل (3) تأثير اضافة الحديد في محتوى الترب المدروسة من الحديد القابل للإفادة، ويتضح من هذا الشكل وجود علاقة ارتباط ايجابية قوية بين تركيز الحديد المضاف للتربة من جهة ومحتوى التربة من الحديد المتاح من جهة أخرى (R^2=0.68) . وهذا يتوافق مع (عبود،2016) الذي وجد أن اضافة كبريتات الحديدي $FeSO_4.7H_2O$ بمعدل 8 كغ/هـ أدت إلى زيادة تركيز الحديد المتاح في التربة بنسبة 15%.

يبدو جلياً من هذا الشكل تأثير محتوى التربة من الكربونات الكلية في درجة استجابة التربة للتركيز المضاف من الحديد وبالتالي بقاء الحديد بحالة متاحة للنبات، ولدى المقارنة بين الترب الثلاث من حيث درجة الاستجابة لاضافة الحديد يلاحظ تفوق التربة (S1) على التربة (S2) التي تفوقت بدورها على التربة (S3) من حيث استجابتها للحديد المضاف للتربة. فلقد ارتفع تركيز الحديد المتاح في التربة(S1) بمقدار 1.13مرة، وفي التربة (S2) بمقدار 1.1 مرة، وفي التربة (S3) بمقدار 0.63 مرة تحت تأثير اضافة الحديد لهذه الترب.



الشكل رقم (3): تأثير اضافة الحديد في محتوى التربة من الحديد المتاح

يبين الشكل (4) تأثير فترة التحضين وإضافة المواد الهيومية والحديد في إتاحة الحديد في الترب المدروسة . حيث لوحظ ارتفاع تركيز الحديد المتاح في التربة (S1) عند التحضين لفترة 20 يوم، فلقد ارتفع محتوى التربة من الحديد المتاح من ($0.4\ mg.kg^{-1}$) إلى ($0.52\ mg.kg^{-1}$) بعد تحضين الشاهد، و ارتفع المحتوى الأساسي للتربة (S3) من الحديد المتاح من($0.35\ mg.kg^{-1}$) إلى ($0.5\ mg.kg^{-1}$) بعد تحضين الشاهد ، وهذا يتوافق مع نتائج (Hama, 2007) الذي أشار إلى التأثير المعنوي لمدة التحضين في إتاحة العناصر الصغرى. في حين انخفض محتوى التربة (S2) الأساسي من الحديد المتاح من ($0.5\ mg.kg^{-1}$) إلى ($0.46\ mg.kg^{-1}$) بعد تحضين الشاهد، وهذا يتوافق مع نتائج (Turkmen and Sungur, 2014) حيث لاحظا انخفاضاً في تركيز العناصر الصغرى بزيادة فترة التحضين.



الشكل رقم (4): تأثير التحضين محتوى التربة من الحديد المتاح

6-الاستنتاجات Conclusions:

انطلاقاً من النتائج التي تم التوصل إليها في هذا البحث يمكن وضع الاستنتاجات التالية:

1- تؤدي اضافة المواد الهيومية (الحموض الهيومية، الحموض الفولفية، الهيوماكس) للترب الكلسية إلى تحسن ملحوظ في جاهزية الحديد .

2- هناك علاقة ارتباط سلبية بين محتوى التربة من الكربونات الكلية ومحتواها من الحديد القابل للإفادة.

3- تتعلق درجة استجابة محتوى التربة من الحديد القابل للإفادة لاضافة الحديد المعدني إلى التربة إلى حد بعيد بمحتوى التربة من الكربونات الكلية.

4- إن تأثير الحموض الفولفية في جاهزية الحديد يفوق تأثير الهيوماكس والحموض الهيومية، ويمكن وضع الترتيب التالي لهذه المواد من حيث تأثيرها في جاهزية الحديد: الحموض الفولفية > الهيوماكس > الحموض الهيومية .

7- التوصيات Recommends:

يُنصح بإضافة الحموض الفولفية والهيوماكس بمعدل($2000\ mg.kg^{-1}$) لتحسين جاهزية عنصر الحديد في الترب الكلسية.

8-**المراجع References**:

1- أبونقطة، فلاح (1994): كتاب علم التربة ص 163-184 جامعة دمشق.

2- أبو نقطة، فلاح والبلخي، أكرم والشاطر، محمد سعيد (2010): تأثير الأسمدة العضوية في إتاحة بعض العناصر الصغرى في التربة وانتاجية السبانخ- مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية- المجلد26: العدد(2) ص15-26.

3- البلخي، أكرم (2007): دراسة تفاعلات بعض المواد العضوية الطبيعية والمنتجة ومعقداتها في تخصيب التربة وإنتاجية المحاصيل . رسالة دكتوراه، جامعة دمشق ص 133.

4- الحديثي، عبد اللطيف وابراهيم، عبد الرزاق وحمدالله، زاهي (2002): تأثير الأحماض الدبالية في تفاعلات امتزاز الحديد في الترب الكلسية. مجلة العلوم الزراعية العراقية، المجلد 33،العدد (6)،ص 51-58.

5- الحديثي، أكرم والعاني ،أحمد(2016): امتزاز الحديد المتماثل حرارياً من مصادر مختلفة للحديد في تربة كلسية. مجلة الانبار للعلوم الزراعية، مجلد 14، العدد 2 ص 53- 60.

6- السامرائي، اسماعيل (2002): دور الأسمدة الحيوية في معالجة اصفرار نقص الحديد في نبات الحنطة . مجلة الزراعة العراقية. العدد 8 . ص 7-16.

7- الشاذلي، سعيد (1999): تكنولوجيا تسميد وري أشجار الفاكهة في الأراضي الصحراوية ، جامعة عين شمس ، كلية الزراعة، قسم البساتين، المكتبة الأكاديمية.

8- زيدان، رياض (2004): تأثير استخدام المخصب العضوي هيومات Humat في الإنتاجية ومقاومة نبات البندورة للأمراض الفطرية تحت ظروف الزراعة المحمية. مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية، المجلد 26، العدد 2. ص27-36.

9- عبود، هادي(2016): تأثير مصادر اضافة الحديد في نمو وانتاج الباذنجان (Solanum melogena.L). مجلة جامعة بابل/العلوم الصرفة والتطبيقية، العدد(1) المجلد/24/ص 178-191.

10- عطيوي، علي أحمد وأحمد، حافظ (2009): تأثير اضافة الحديد على حالة الاتزان الكيميائي لمركبات الحديد في التربة. مجلة العلوم التقني ، المجلد 22، العدد 1، ص 152-164

11-عودة، محمود وشمشم، سمير (2008): خصوبة التربة و تغذية النبات (القسم العملي) – منشورات جامعة البعث – كلية الهندسة الزراعية.

12- فارس، فاروق (1992): أساسيات علم الأراضي – منشورات جامعة دمشق .

المراجع الأجنبية:

1- Abu Nukta, F and R. Parkinson(2007): Effect of humic substances on micronutrients availability in soils.Damas Univ. Agri. Sci. J. 21(2):163-178.

2- Al-Uqaili, J, K; A. A. Al-haderhi, and A. K. A .Jarallah(2002): Adsorption-desorption of iron in some calcareous soils. Basrah J.Agric. Sci. 15(2):49-64.

3- Antonio, S. S; Juan, S. A; Margarita, J; Juana, J and Dolores, B (2006): Improvement of iron uptake in table grape by addition of humic substances. journal of plant nutrition, Volume 29, Issue.

4- Baruah, T .C and Barthakur H.P (1997): A textbook of soil analysis. Vicas Publishing House PVT LTD.

5- Bouyoucos ,G.J (1962): Hydrometer method improved for making particle – size analysis of soil .Agron.J.53:464 – 465.

6-Chen, Y., Barak, P., (1982): Iron nutrition of plants in calcareous soils. Advances in Agronomy 35, 217-240.

7-Drouineau, G. (1942): Dosage rapid du calcire actif du col. Nouvelles donnies sur la reportation de la nature des fractions calcaires .Ann .Agron. 12:411- 450

8-Hama,K.H.K. (2007): Dynamics of organic matter decomposition and its effect on some micronutrients availability in some sulaimani soils governorate. Thesis for Doctor degree soil Department. College of Agriculture. University of Sulaimani.

9-Kacar, B. and Katkat, A. V.(2007): Plant Nutrition. Nobel Publication No. 849. Science and Biology Publication Series,Ankara.

10-Kadry , T.(1973): Distribution of calcareous soil in the Near East region Their reclamation and land use measures and achievement .F. A. O. Soil Bull.No .21 . pp:17-27 .

11-Kaya , M.; M. Atak; K. M. Knawar; C. Y. Ciftici and S. Ozcan . (2005): Effect of presowing seed Treatment with zinc and foliar spray of Humic acid on yield of common bean (*Phaseolus vulgaris L.*) Int. J. Agri. Boil. , 7 (6) : 875 – 878 .

12-Lindsay W.L.(1972): Zinc in soils and plant nutrition. Adv. Agron. 24 , 147-186.

13- Lindsay,W.l.and Norvell,W.A.,(1978):Development of DTPA soil test for zinc,iron.manganese,and copper.Soil Sci. Soc. Am.J. 42:421-428.

14-Mackowiak, C. L.; Grossl, P. R. and Bughee, B. G. (2001): Beneficial effects of humic acid and micronutrient availability to wheat. Soil Sei. Soc. Am. J.65, 1744-1750.

15-Mataraiev, I. A.(2002): Effect of humate on diseases plants resistance. Ch. Agri.J. 1: 15-16.

16-McKeague, J.A. (ed.).(1978): Manual on soil sampling and methods of analysis. Second edition. Canadian Soil Survey Committee. Canadian Society of Soil Science. Ottawa, Ontario. 212 pp

17-Mclean,E.,O. (1987): Soil pH and lime requirement.P.199-224, in A.L . page(ed). Methods of analysis, part2:Chemical and microbiological properties. Am.Soc .Argon. ,Madison ,WI,USA.

18-Mengel, K., and E.A.Kirkby.(1982): Principle of Plant Nutrition .Intern. Potash . Inst., Bern , Switzerland.

19-Mortvedt, J. J.; Cox, F. R.; Shuman, L. M. and Welch, R. M. (1991): Micronutrients in Agriculture. Soil Sci. Soc. of Am. Book Series, Madison, WI; USA.

20- Page, A.L., R.H. Miller and D.R. Keenege. (1982): Methods of Soil Analysis part 2. Am. Soc. Agron. Inc. Pub. Madison, Wisconson, U.S.A.

21-Ramasamy, N., Kandasamy, S., Thiyageshwari, S., and Murugesa, B. P. (2006): Influence lignite humic acid on the micronutrient availability and yield of blackgram in an Alfisol. 18th world congress of soil science. Philadelphia, PA, USA.

22-Russo, R. O. and G.P. Berlyn. (1990): The use of organic biostimulants to help low input sustainable agriculture. J. Sustainable Agric., 1(2): 19-42.

23-Senn, T. L. and A. R. Kingman. (1973): A review of humus and humic acids. South Carolina Agricultural Experiment Station, Clemson. SC. Research Series Report No. 145.

24-Sharma,B.D.,H.Arora ,R. Kumar and V. K. Nayyar. (2004): Relationships between soil characteristics and total and DTPA-extractable micronutrients in Inceptisols of Punjab. Commum. Soil Sci. Plant Anal.35:799-818.

25- Shuman , L. M.,(1989):Effect of liming on the distribution of Mn , Cu, Fe in soil fraction . Soil Sci.Soc.Am.J.52:1236-1240.

26- Stevenson, F.J. (1994): Humus chemistry: Genesis, composition, reactions, 2nd edition. John Wiley and Sons, Inc, New York.

27-Taber,H.G.(2009): Plant Analysis Sampling Procedures and Micronutrient Characteristics with Emphasis on VegetableCrops.

28- Tahir,M.M ;M. Khurshid; M.Z Khan; M.K Abbasi and M.H Kazmi (2011): Lignite-derived humic acid effect on growth of wheat plants in different soil, Soil Science Society of China, 21(1): 124-131.

29-Taiz, L. and Zeiger, E. (2002): Plant physiology, 2nd ed. Sinauer, Sunderland.

30-Turkmen,C. and Sungur,A.(2014): Influence of Humic Acid on Availability of Zn, Cu, Mn, Fe in Soils . Asian Journal of Chemistry26(13):3977-3980.

31-Walkley, A. and Black, I.A. (1934): An examination of the Degtjareff method for determination soil organic matter, and a proposed modification of the chromice acid titration method. Soil Sci.34:29-38.