مقارنة معاملات التسميد الأرضي بالشيلات والسلفات لعنصري الحديد والنحاس في إنتاجية العدس *Lens culinaris* L. المزروع في تربة كلسية

محمود الخطيب[1] وعزيزة عجوري[1] ويوسف خضري[1] وأحمد شمس الدين شعبان*[2]

(1). قسم علوم التربة واستصلاح الأراضي، كلية الزراعة، جامعة حلب، حلب، سورية.
(2). قسم هندسة التقانات الحيوية، كلية الهندسة التقنية، جامعة حلب، حلب، سورية.
(*للمراسلة: د. أحمد شمس الدين شعبان. البريد الإلكتروني: shaabany57@gmail.com).

تاريخ الاستلام: 2019/01/27 تاريخ القبول: 2019/04/15

الملخص

نفذت تجربة أصص في كلية الهندسة الزراعية بجامعة حلب خلال الموسمين 2017/2016 و2018/2017 بهدف مقارنة معاملات التسميد الأرضي بالحديد Fe والنحاس Cu في إنتاجية العدس صنف إدلب 1 المزروع في تربة كلسية. نفذت تجربة عاملية وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة، وضمت معاملات التجربة 5 معاملات للتسميد الأرضي وهي: الشاهد (بدون تسميد أرضي)، إضافة سلفات النحاس وشيلات النحاس بمعدل (2 كغ/هكتار) لكل منهما، إضافة سلفات الحديد وشيلات الحديد بمعدل 5 كغ/هكتار. أظهرت النتائج وجود استجابة معنوية لنبات العدس عند إضافة الحديد والنحاس بصورة شيلات، أدت إلى تراكم هذه العناصر في التربة وكذلك في أنسجة النبات وفي البذور. فبلغ تركيز الحديد 5.21، 5.04، 4.39 جزء بالمليون في معاملات شيلات الحديد وسلفات الحديد وشيلات النحاس على التوالي متفوقة على الشاهد. ولوحظ أعلى تركيز للنحاس في التربة لدى المعاملة بشيلات النحاس (1.18 جزء بالمليون) متفوقة بذلك على جميع المعاملات. وتراوح تركيز الحديد في أنسجة النبات بين 29.98–33.34 جزء بالمليون في الموسم الأول وبين 29.46 –33.99 جزء بالمليون في الموسم الثاني، أما تركيز عنصر النحاس فكان بين 20.59–25.25 جزء بالمليون و20.42–25.46 جزء بالمليون لكل من الموسمين الأول والثاني على التوالي. وتراوح تركيز الحديد في بذور العدس بين 34.45–38.32 جزء بالمليون في الموسم الأول وبين 34.02–38.13 جزء بالمليون في الموسم الثاني، أما تركيز عنصر النحاس فكان بين 18.35–23.16 جزء بالمليون و18.15–23.20 جزء بالمليون لكل من الموسمين الأول والثاني على التوالي. ولدى دراسة الإنتاجية كمتوسط لموسمي النمو لوحظ أعلى زيادة في الغلة الحيوية (45.6% و23.8%) عند إضافة شيلات الحديد وشيلات النحاس على التوالي مقارنة بالشاهد. كما زادت الغلة البذرية بنسبة 9.3، 13.6، 27.1، 32.9% عند إضافة سلفات النحاس وسلفات الحديد وشيلات النحاس وشيلات الحديد على التوالي مقارنة مع الشاهد.

الكلمات المفتاحية: Fe، Cu، شيلات، سلفات، العدس.

المقدمة:

تعد المغذيات الصغرى للنبات micronutrients من العناصر الضرورية لنمو النبات التي يحتاجها بكميات قليلة مثل الحديد والنحاس التي تؤثر كثيراً في العمليات الحيوية والفيزيولوجية داخل النبات، إذ تعد أساسية لنموه وتطوره وتزيد من مقاومته للأمراض وتدخل في تركيب الأنزيمات أو تكون عوامل مساعدة، ويؤثر توفرها تأثيراً إيجابياً في تحسين نمو النبات وزيادة إنتاجه كماً ونوعاً (Whitehead, 2000). إن عدم اتباع الإدارة الجيدة في إضافة أسمدة العناصر إلى التربة ربما يؤدي إلى عدم حصول النبات على حاجاته منها فينعكس ذلك سلباً على المحصول كمًا ونوعًا (Lombim, 1983).

يعاني القطر العربي السوري بشكل عام من زيادة كربونات الكالسيوم في أغلب أراضيه، إلا أن هذه الكربونات تشكل في بعض المناطق الجزء الأساسي من التربة مما يؤدي إلى محدودية استخدام التربة. وتشكل الترب الناشئة على الصخور الكلسية 23% من المساحة الإجمالية للقطر (عليوي، 1984).

يصنف الحديد ضمن العناصر الصغرى الضرورية بالنسبة لاحتياجات النبات إليه ولكنه يعتبر من العناصر الكبرى جيوكيميائياً، إذ يوجد ضمن القشرة الأرضية بكمية كبيرة فهو يحتل المرتبة الرابعة في نسبته بالقشرة الأرضية، والتي قد تصل إلى حوالى 5%، بعد الأكسيجين والسيليكون والألومنيوم. ويمتص النبات الحديد على صورة حديدوز Fe^{++} وقليلاً على صورة حديديك. ويدخل الحديد في العديد من العمليات الأنزيمية فقد بين Kobraee *et al.*, (2011) أن نقص الحديد يسبب ضعف النمو والتمثيل الضوئي وتراكم المادة الجافة. وإن نقص الحديد في الترب يعد عاملاً محدداً للغلة ويقلل من إنتاجية المحصول بشكل معنوي ومن نوعيته (Salwa *et al.*, 2011). وبين كل من Ghasemian *et al.*, (2010) و Kobraee *et al.*, (2011) أن نقص الحديد تظهر أعراضه على الأوراق الحديثة مترافقاً مع اضطراب استقلاب النبات. وتظهر أعراض نقص الحديد والناتج عن نقص الكمية المتاحة في التربة عندما يقل تركيزه داخل النبات عن 20 جزءاً في المليون (kabata-pendias and pendias, 1992)، ومحتوى الحديد في النبات يتراوح بين 50-25 جزء في المليون وفي النباتات الفتية بين 400-300 جزء في المليون (Kamprath *et al.*, 1965). كما يعدّ الحديد من العناصر غير المتحركة داخل النبات وبالتالي تظهر أعراض نقصه على الأوراق حديثة النمو. ويمكن تعويض نقص الحديد بإضافة المركبات المخلبية إلى التربة، إلا أنه عند إضافته للتربة بصورة سلفات الحديد سيتحول إلى صورة مرسبة لا يستطيع النبات امتصاصها غالباً، والطريقة التي يُنصح بها كما ذكر (F.A.O, 1982) هي رش أملاح الحديد (سلفات الحديدوز) على أوراق النبات، ونقص الحديد اكثر وضوحاً في الأراضي الكلسية (**عجوري**، 1993).

يعد عنصر النحاس ضرورياً للنبات إذ يحتاجه النبات بشكل مباشر أو غير مباشر في العديد من الأنشطة الأنزيمية. وتظهر أعراض نقصه على النبات عندما تقل نسبته الصالحة في التربة اقل من 0.2 مع/كغ تربة، ويعوض نقص النحاس بإضافة سلفات النحاس إلى التربة. كما تختلف الترب فيما بينها في محتواها من النحاس الكلي، الذي يتراوح بين 4 و100 جزء في المليون (شمشم وعودة، 2011). ويمتص النبات النحاس على صورة Cu^{++}، Cu^{+}، ويزداد تقييد (تكبيل) النحاس في التربة في مدى PH 7-8. كما يتراوح تركيز النحاس في النباتات المختلفة من 5 إلى 30 جزء في المليون ومستوى النقص في النبات يتراوح بين (2-5) جزء في المليون (kabata-pendias and pendias, 1992).

تعد البقوليات مصدراً هاماً للبروتينات والعناصر المعدنية للإنسان فهي غنية بالبروتينات والكربوهيدرات والألياف وكذلك الدهون (Pendias and Pandias, 1986; Ibanez *et al.*, 1998)، ويعد العدس من أهم المحاصيل البقولية المزروعة في سورية،

وتعاني زراعته من العديد من المشاكل، وتشير نتائج المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية (2016) إلى أن المساحة المزروعة به كانت 142803 هكتار أنتجت 153665 طن بمتوسط إنتاجية 1076 كغ/هكتار في موسم 2005. أما في الفترة (2010– 2014) فقد انخفضت المساحة المزروعة من 133903 هكتار إلى 113876 هكتار، كما بلغ متوسط الإنتاجية: 590، 804، 973، 1110، 657 كغ/هكتار لكل من مواسم 2010، 2011، 2012، 2013، 2014 على التوالي. وتحتل محافظتي حلب والحسكة ما نسبته 79% من المساحة المزروعة في سورية لموسم 2014 (48% لمحافظة حلب و31% لمحافظة الحسكة). ويعتبر العدس من المحاصيل الحساسة لنقص العناصر، لذلك يراعى عند زراعته وجود العناصر الصغرى بتراكيز مناسبة ليعطي انتاجاً وفيراً (عجوري، 1993). وللعناصر الصغرى أهمية كبيرة في تغذية النبات ونموه بشكل عام حيث تعمل على زيادة مردودية المحاصيل من 15–30% وفي بعض الحالات أدت لزيادة المردود بمقدار 50%، وعدم توفرها للنبات يكون اما لنقصها في التربة، او انها موجودة ولكن ظروف التربة اعاقت اتاحتها للنبات (Malakouti, 2008).

تستخدم الأسمدة المعدنية في الزراعة الحديثة بكميات وافرة من قبل المزارعين بهدف زيادة غلة المحاصيل. وتتحقق زيادة محصول العدس بعدة طرق لعل من أهمها تحسين الخدمات الزراعية وإدارة المحصول كإضافة العناصر الخصوبية (المغذيات) والتي تلعب دوراً هاماً في زيادة الغلة. إذ أكد العديد من الباحثين الحصول على زيادة غلة محصول العدس نتيجة لإضافة العناصر الصغرى والكبرى. وجد Singh, (2001) أن إضافة العناصر الصغرى ساهم في زيادة غلة القرون بنسبة 17%، كما ساهمت إضافة العناصر الصغرى في التخلص من أعراض النقص وزادت من محتوى الكلوروفيل ومن امتصاص العناصر الصغرى. كما فسر Lincoin and Zeiger, (2002) و Barker and Pilbeam, (2006) زيادة الغلة البذرية إلى الدور المهم للعناصر الصغرى ولاسيما النحاس والحديد في زيادة انبات حبوب اللقاح وتقليل إجهاض البويضات. لأن نسبة الخصب في الأزهار تتأثر بعوامل عدة منها ما يتعلق بالتركيب الوراثي ومنها ما يتعلق بالتغذية وقد بين Arshad وزملاؤه (2011) أن الغلة الحبية ازدادت بمعدل 35% مع إضافة النحاس.

حدّد Zeidan *et al.*, (2006) الانخفاض في غلة العدس الناجم عند نقص العناصر الصغرى (Fe، Mn، Zn) في تربة رملية فقيرة فوجدوا أن إضافة العناصر الصغرى صحح من أعراض النقص وأدى لزيادة ارتفاع النبات وعدد الأفرع وعدد القرون وكذلك غلة البذور ووزن 1000 بذرة والإنتاجية من وحدة المساحة. إلا أن إضافة كل عنصر لوحده أدى لانخفاض قيم تلك الصفات. وأشار Ziaeian and Malakouti, (2001) أن التسميد بالحديد والزنك والمنغنيز سبب زيادة معنوية في الكمية الممتصة لها والتركيز الكلي في المجموع الخضري.

استخدم Verma and Powday, (2008) تركيز 2 كغ/هكتار من سلفات النحاس لدراسة استجابة العدس في تربة تعاني من نقص النحاس مع تواليف من إضافات أسمدة عضوية ومعدنية NPK فلم يتأثر امتصاص النحاس من قبل العدس معنوياً مع إضافة NPK أو إضافة NPK مع مواد عضوية Vermicompast. بينما لاحظ Kale, (2002) و Chaoui *et al.*, (2003) وجود زيادة في النمو والكلوروفيل الكلي والمحتوى من السكريات في نباتات العدس وذلك نتيجة زيادة إتاحة بعض العناصر في التربة وامتصاصها مثل Fe و NPK و Zn.

تنتشر في سورية الترب الكلسية في المناطق الجافة والتي تعاني من نقص في العناصر الصغرى المتاحة لاسيما الحديد وأحياناً النحاس. ونظراً لقلة الدراسات والبحوث التطبيقية حول تأثير الحديد والنحاس بطريقة التسميد الأرضي على محصول العدس في سورية

فقد أتت أهمية هذه الدراسة في معرفة أثر التسميد الأرضي بالعناصر الصغرى في نمو وإنتاجية العدس على الترب الناشئة على الصخور كلسية. وبالتالي يهدف البحث إلى مقارنة كفاءة التسميد الأرضي بمركبات الحديد والنحاس السلفاتية والشيلاتية في التربة الناشئة على صخور كلسية على نمو العدس وإنتاجيته.

مواد البحث وطرائقه:

موقع تنفيذ التجربة:

تم تنفيذ تجربة أصص في جامعة حلب خلال موسمي 2017/2016 و2018/2017 في تربة ناشئة على صخور كلسية من منطقة السفيرة.

تحضير التربة وتحاليلها:

تم إحضار التربة من الموقع المذكور وتم تهيئتها من خلال نخلها في مناخل قطر فتحاتها (2 مم) وخلطها جيداً لتجانس التربة، ثم أخذت عينة من التربة المتجانسة لغرض إجراء بعض التحاليل الفيزيائية والكيميائية والخصوبية قبل البدء بتنفيذ التجارب من أجل توصيفها والموضحة نتائجها في الجدول (1) حيث تم تقدير: التحليل الميكانيكي بطريقة الهيدرومتر (Bouyoucos, 1962)، والرقم الهيدروجيني (pH) في معلق تربة (2.5:1) حسب (McLean, 1982). والناقلية الكهربائية (EC) في مستخلص تربة (5:1) وفق (Richards, 1954)، والمادة العضوية بطريقة (Walkley, 1947)، والكربونات الكلية باستخدام جهاز الكالسيمتر (Hesse, 1971)، والكلس الفعال بطريقة (Drouineau, 1942). كما تم تقدير الآزوت الكلي بطريقة كلداهل (Bremner and Mulvaney, 1982). والفوسفور المتاح بطريقة (Olsen *et al.*, 1954). وكذلك تم تقدير التركيز المتاح من عنصري الحديد والنحاس بطريقة الاستخلاص بمركبي DTPA وTEA (Tri Ethanol Amine) والقياس على جهاز الامتصاص الذري (A.A.S) وفق (Lindsay and Norvell, 1978).

الجدول 1. يوضح بعض الصفات الكيميائية والفيزيائية للتربة قبل الزراعة

pH	EC 5:1 ميلليموز\سم	الآزوت الكلي %	الفوسفور المتاح جزء بالمليون	الحديد جزء بالمليون	النحاس جزء بالمليون	كربونات الكالسيوم الكلية %	الكلس الفعال %	المادة العضوية %	الطين %	السلت %	الرمل %
8.2	1.5	0.099	4.238	4.12	0.82	21.83	9.62	0.73	26	31.5	42.5

تبين من خلال التحاليل أن التربة قاعدية متملحة حسب تصنيف الفاو لعينة التربة المختبرة (1:5) وليس لعجينة التربة المشبعة المعمول بها وفق تصنيف مخبر الملوحة الأمريكي، متوسطة المحتوى من كربونات الكالسيوم الكلية وعالية المحتوى من الكلس الفعال وفقيرة بالمادة العضوية حسب وزارة الزراعة (عجوري وآخرون، 2012)، ومتوسطة المحتوى من الحديد والنحاس المتاح. وذات محتوى منخفض من الفوسفور القابل للامتصاص وفقيرة المحتوى من الآزوت الكلي حسب الفاو (عجوري وآخرون، 2012). والتربة ذات قوام لومي، ارتفاع pH التربة سيترافق معه تشكيل مركبات ضعيفة الذوبان مثل هيدروكسيد الحديد، فكلما ارتفع رقم الأكسدة كان الذوبان أصعب. كما أن وجود حمض الفوسفور يؤدي إلى ترسيب الحديد في التربة على شكل فوسفات الحديد (القرواني وآخرون، 2012).

المعاملات والتصميم التجريبي:

نفذت التجربة العاملية وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة بواقع 4 مكررات في أصص بلاستيكية بحجم يتسع لـ 4 كغ تربة ذات

قطر 30 سم وارتفاع 30 سم وقطر قاعدتها 20 سم مثقبة من الأسفل بثلاث ثقوب. وتضمنت معاملات التجربة 5 معاملات التسميد الأرضي لمحصول العدس عند زراعة العدس وهي: الشاهد (بدون تسميد أرضي)، رش سلفات النحاس بمعدل (2 كغ/هكتار $CuSO_4.H_2O$)، رش شيلات النحاس بمعدل (2 كغ/هكتار Cu–EDDHA)، رش سلفات الحديد بمعدل (5 كغ/هكتار $Fe_2SO_4.7H_2O$)، رش شيلات الحديد بمعدل (5 كغ/هكتار Fe– EDDHA). وهذه المعدلات تم اعتمادها على ضوء أبحاث سابقة، فالنباتات تحتاج الحديد بمعدل أكبر من النحاس.

الأسمدة المستعملة وطريقة الإضافة:

استعمل سماد السوبر فوسفات P_2O_5 (46%) كمصدر للفسفور وبمقدار 40 كغ/هكتار وبمعدل 0.08 غ/أصيص، وقد أضيفت هذه الأسمدة إلى تربة الأصص قبل الزراعة دفعة واحدة ولجميع المعاملات ومن ضمنها معاملة المقارنة. كما تم إضافة اليوريا كمصدر للنتروجين على دفعتين بمقدار 150 كغ/هكتار وبمعدل 0.3 غ/أصيص وذلك كون التربة لم تزرع من قبل بأي محصول بقولي، كما يفضل إعطاء دفعة أولية تنشيطية للمحصول البقولي. أما السماد الأرضي فقد تم استخدام مركبات سيلفاتية (سلفات النحاس المائية 2 كغ/هكتار وسلفات الحديد المائية 5 كغ/هكتار)، ومركبات شيلاتية (Cu–EDDHA 2 كغ/هكتار و Fe– EDDHA 5 كغ/هكتار) مع الزراعة.

الزراعة وعمليات خدمة المحصول:

استعملت بذار العدس صنف (إدلب 1) وهو طراز منتخب من الصنف المحلي الأوربي عن طريق المركز الدولي للبحوث الزراعية (ايكاردا) والتي تم الحصول عليها من الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، زرعت التجربة بمعدل 7 بذور لكل أصيص على أعماق متساوية في الموسم الأول بتاريخ 2017/1/7 وفي الموسم الثاني بتاريخ 2017/12/28. ثم خفت إلى 3 نباتات في الأصيص الواحد بعد 15 يوماً من الإنبات وكانت نسبة الإنبات 88%. تمت رعاية المحصول طول موسم النمو. وتم الحصاد بتاريخ 2017/5/1 و2018/4/28 لكل من الموسمين الأول والثاني على التوالي.

القياسات:

تم قياس الغلة الحيوية بوزن كامل المجموع الهوائي لجميع النباتات في الأصيص، ثم عدت القرون وفرطت للحصول على البذور، وتم عد البذور ووزنها لحساب الغلة البذرية في الأصيص، وتم حساب دليل الحصاد من خلال المعادلة التالية (بلة، 1996):

$$\text{دليل الحصاد} = \frac{\text{الغلة البذرية}}{\text{الغلة الحيوية}} \times 100$$

تم استخلاص عينات التربة ليتم تحليل الكميات المتبقية من عنصري Fe ، Cu. وأخذت عينات نباتية (بذور + تبن) ليتم تحليل عنصري النحاس والحديد وتقدير كميتهما في تلك الأنسجة النباتية.

التحليل الإحصائي:

تم إجراء تحليل التباين ANOVA ومقارنة المتوسطات الحسابية باستعمال قيمة أقل فرق معنوي LSD عند مستوى 5%، كما تم دراسة علاقات الارتباط باستخدام برنامج Genstat v12.0.

النتائج والمناقشة:

1-تركيز الحديد والنحاس في التربة:

تظهر نتائج التحليل الاحصائي في (الجدول 2) تباين تركيز الحديد في التربة بشكل معنوي لموسمي التجربة، ففي الموسم الأول تفوقت معاملة التسميد بمعدل 5 كغ/هكتار من مركب شيلات الحديد (5.21 جزء بالمليون) على جميع المعاملات الأخرى، كما تفوقت معاملة التسميد بمعدل 5 كغ/هكتار من مركب سلفات الحديد (5.04 جزء بالمليون) على بقية المعاملات، بدورها تفوقت معاملة التسميد بمعدل 2 كغ/هكتار من مركب شيلات النحاس (4.39 جزء بالمليون)على معاملتي التسميد بمعدل 2 كغ/هكتار من مركب سلفات النحاس والشاهد واللتان لم يلاحظ وجود فروق معنوية بينهما. أما في الموسم الثاني فقد لوحظ نفس منحنى النتائج تقريباً، إذ تفوقت معاملة شيلات الحديد على كافة المعاملات، كما تفوقت معاملة سلفات الحديد على معظم المعاملات المتبقية باستثناء شيلات النحاس، بدورها تفوقت معاملة شيلات النحاس على معاملة الشاهد، والتي لم يلاحظ وجود فروق معنوية بينها وبين معاملة سلفات النحاس (الجدول 2). أما لدى دراسة تركيز عنصر النحاس المتاح في التربة فقد لوحظ أعلى تركيز لدى معاملة شيلات النحاس (1.18 جزء بالمليون) متفوقة بذلك على جميع المعاملات، بينما لم يلاحظ وجود فروق معنوية بين بقية المعاملات إذ بلغ تركيز النحاس في سلفات النحاس (0.84 جزء بالمليون) وفي معاملة الشاهد (0.73 جزء بالمليون) وفي معاملة سلفات الحديد (0.77 جزء بالمليون) وفي معاملة شيلات الحديد (0.80 جزء بالمليون). أما في الموسم الثاني فقد لوحظ تفوق معاملة التسميد بشيلات النحاس (1.07 جزء بالمليون) على جميع المعاملات الأخرى التي لم يلاحظ فيما بينها اية فروق معنوية إذ بلغ تركيز النحاس (0.83، 0.87، 0.88، 0.91) جزء بالمليون لكل من معاملات الشاهد وسلفات الحديد وسلفات النحاس وشيلات الحديد على التوالي (الجدول 2)

إن ارتفاع تركيز عنصري النحاس والحديد في المعاملات التي تمت اضافتها على شكل شيلات (الحديد والنحاس) يعزى إلى ارتباط هذه المعادن في الشيلات ارتباطاً قوياً، ويشغل كاتيون العنصر مكان جزيئة الشيلات، ويرتبط معها بروابط مشتركة وتساندية وتمكن هذه الطريقة في الربط من حماية العنصر في الدخول في تفاعلات، وبالتالي تقف الشيلات حاجزاً أمام انخفاض إتاحة العنصرين. أما السلفات فتدخل في هذه التفاعلات مما يؤدي إلى تقليل إتاحتها للنبات وليس انعدام إتاحتها. فبارتفاع رقم الحموضة بالتربة الكلسية تتشكل مركبات ضعيفة الذوبان كهيدروكسيدات الحديد والنحاس وكربونات وفوسفات الحديد والنحاس وبالتالي تقل إتاحة العنصرين في التربة، وهذا توافق مع ما توصل اليه (شمشم وعودة، 2011). ولاحظ ذلك Alpaslan و Taban (1996) حين أجرى تجربة لمقارنة 12 شكلاً من أشكال الحديد المستخدم كسماد بما فيها سلفات الحديد وشيلات الحديد بصيغة Fe–EDDHA وخلصت إلى اعتباره السماد الأكثر فعالية.

الجدول 2. تركيز الحديد والنحاس في التربة (جزء بالمليون)

المعاملات	تركيز الحديد في التربة		تركيز النحاس في التربة	
	الموسم الأول	الموسم الثاني	الموسم الأول	الموسم الثاني
الشاهد	^{d}4.72	^{d}4.78	^{b}0.73	^{b}0.83
Cu SO_4	^{d}4.806	^{cd}4.92	^{b}0.84	^{b}0.88
Cu –EDDHA	^{c}4.39	^{bc}5.05	^{a}1.18	^{a}1.071
Fe SO_4	^{b}5.04	^{b}5.079	^{b}0.77	^{b}0.87
Fe –EDDHA	^{a}5.21	^{a}5.24	^{b}0.80	^{b}0.905

LSD0.05	0.0923	0.153	0.328	0.096

2- تركيز الحديد والنحاس في النبات:

أظهرت نتائج تحليل عنصر الحديد المتاح في أنسجة النبات في نهاية الموسم الأول تفوق معاملة شيلات الحديد (33.34 جزء بالمليون) على بقية المعاملات، كما تفوقت معاملة سلفات الحديد (31.63 جزء بالمليون) على معاملتي سلفات النحاس والشاهد (الجدول 3). أما في الموسم الثاني فقد لوحظ ارتفاع معنوي في تباين في انسجة النبات تركيز الحديد في الموسم الأول وبلغ أقصاه 33.49جزء بالمليون لدى التسميد بشيلات الحديد متفوقاً بذلك على جميع المعاملات الأخرى .كما تفوقت معاملة سلفات الحديد بمتوسط تركيز بلغ 31.63جزء بالمليون على معاملتي سلفات النحاس 30.5جزء بالمليون والشاهد29.98جزء بالمليون ولم يلاحظ وجود فروق معنوية بين بقية المعاملات. أما في الموسم الثاني فقد تفوقت معاملة شيلات الحديد (33.99 جزء بالمليون) أيضاً على جميع المعاملات، في حين تفوقت معاملة سلفات الحديد على بقية المعاملات الأخرى ولم يكن يوجد اية فروق معنوية الا مع معاملة الشاهد(29.46جزء بالمليون) (الجدول 3).

وهذا توافق مع دراسة أجراها Ziaeian and Malakouti (2001) أن التسميد بالحديد سبب زيادة معنوية في انسجة النبات،وبالأضافة إلى أن وجود العائل الشيلاتي له دور مهم، حيث تتمثل الآلية الرئيسية لتزويد المركبات الشيلاتية للنبات بالعناصر الصغرى،بأن ينجذب المركب الشيلاتي باتجاه جذر النبات خلال حركته مع ماء التربة إلى الفراغات البينية لخلايا الجذر حيث يتم امتصاص الكاتيون من خلال الاقنية الخلوية للجذر ثم ينتقل إلى جميع أجزاء النبات، بينما يتحرك العامل السيلاتي بعيداً عن جذر النبات ليقوم بربط كاتيون اخر من جديد وتعد شيلات الحديد هي اكثر ثباتاً من بين شيلات كاتيونات العناصر الصغرى الأخرى، تليها شيلات النحاس.

وهذا ما وجدناه لدى دراسة تركيز النحاس في انسجة النبات حيث لوحظ اعلى قيمة (25.25 و 25.64)جزء بالمليون في معاملة شيلات النحاس في الموسم الأول والثاني على التوالي ،حيث تفوقت هذه المعاملات على جميع المعاملات المتبقية، هذا وقد لوحظ تفوق معاملة سلفات النحاس في الموسمين على جميع المعاملات المتبقية بدون وجود أي فروق معنوية (الجدول 3) وذلك لظروف التربة الكلسية حيث تتعرض العناصر للفقد اما بالترسيب او الاذابة ولارتفاع درجة الحموضة دور أساسي في ذلك. وهذا توافق مع دراسة أجراها (Verma and Powday, 2008) قام بإضافة 2 كغ/هكتار من سلفات النحاس لدراسة استجابة العدس فلم يتأثر امتصاص النحاس من قبل العدس معنوياً .

الجدول 3. تركيز الحديد والنحاس في النبات (جزء بالمليون)

المعاملات	تركيز الحديد في االنبات		تركيز النحاس في النبات	
	الموسم الأول	الموسم الثاني	الموسم الأول	الموسم الثاني
الشاهد	^{c}29.98	^{c}29.46	^{c}20.59	^{b}20.42
$Cu SO_4$	30.50^{c}	^{bc}30.36	^{b}21.85	^{b}21.5
Cu –EDDHA	^{bc}30.78	^{bc}30.68	^{a}25.25	^{a}25.46

Fe SO_4	[b]31.63	[b]31.63	[bc]20.96	[b]20.73
Fe –EDDHA	**[a]33.34**	**[a]33.99**	**[bc]21.64**	**[b]21.09**
LSD0.05	**1.0878**	**1.456**	**1.148**	**1.687**

3- تركيز الحديد والنحاس في البذور:

بلغ تركيز الحديد في البذور في الموسم الأول (34.45، 34.71، 34.84) جزء بالمليون لكل من معاملات الشاهد وسلفات النحاس وشيلات النحاس على التوالي دون وجود فروق معنوية فيما بينها ويفسر ذلك لعدم إضافة الحديد بأي شكل، بينما أدى التسميد بسلفات الحديد إلى زيادة في تركيز الحديد في البذور إذ بلغ (35.77 جزء بالمليون) ولكن الزيادة كانت اكبر عند إضافة شيلات الحديد إذ بلغ تركيز الحديد في البذور (38.32 جزء بالمليون) وهذا توافق مع دراسة أجراها Okaz *et al.*, (1994) وخضع ذلك أيضاً لظروف التربة الكلسية التي تحدثنا عنها سابقاً التي تمكن النبات من الاستفادة من العناصر الصغرى على شكل شيلات بشكل افضل منه على شكل سلفات، ولوحظ الأمر نفسه في الموسم الثاني إذ تفوقت معاملة شيلات الحديد (38.13 جزء بالمليون)على جميع المعاملات الأخرى و تفوقت معاملة التسميد بالسلفات على بقية المعاملات دون وجود فروق معنوية (الجدول 4).

الجدول 4. تركيز الحديد والنحاس في البذور (جزء بالمليون)

المعاملات	تركيز الحديد في البذور		تركيز النحاس في البذور	
	الموسم الأول	الموسم الثاني	الموسم الأول	الموسم الثاني
الشاهد	[c]34.45	[c]34.02	[b]18.35	[b]18.15
Cu SO_4	[c]34.71	[bc]34.69	[b]19.68	[b]20.16
Cu –EDDHA	[c]34.84	[bc]35.1	[a]23.16	[a]23.20
Fe SO_4	[b]35.77	[b]35.67	[b]18.89	[b]18.56
Fe –EDDHA	[a]38.32	[a]38.13	[b]19.28	[b]18.7
LSD0.05	**0.856**	**1.379**	**2.507**	**2.411**

ولدى دراسة تركيز النحاس في البذور فقد لوحظ تفوق معاملة شيلات النحاس في كلا موسمي التجربة على جميع المعاملات الأخرى، ولم يلاحظ وجود فروق معنوية بين بقية المعاملات حيث بلغ تركيز النحاس بالبذور في الموسم الأول (18.35، 18.89، 19.28، 19.68، 23.16) جزء بالمليون وفي الموسم الثاني (18.15، 18.56، 18.7، 20.16، 23.2) جزء بالمليون وذلك لكل من معاملات الشاهد وسلفات الحديد وشيلات النحاس وشيلات النحاس على التوالي (الجدول 4) بالبذور وهذا ما توافق مع الدراسات المرجعية إذ أدت اضافة النحاس إلى زيادة محتوى البذور منه بحدود 8-30% وفق ما وجده (Bobrzecka *et al.*, 1992) و14% وفق (Warechowska, 2009).

4- عدد القرون وعدد البذور:

أدت معظم معاملات التسميد الأرضي زيادة في عدد القرون على النبات في كلا موسمي التجربة، ففي الموسم الأول تفوقت كل من معاملات شيلات الحديد (35.5 قرن) وشيلات النحاس (35 قرن) وسلفات الحديد (32 قرن) على معاملة الشاهد، كما تفوقت معاملتي الرش بشيلات الحديد أو النحاس على بقية المعاملات بشكل معنوي، بينما لم يلاحظ وجود فروق معنوية أخرى. وترجع هذه الزيادة إلى انه يؤدي دوراً فعالاً في العمليات الحيوية في النبات والنحاس ايضاً يلعب دوراً هاماً في مرحلة الازهار والعقد (شمشم وعودة، 2011). أما في الموسم الثاني فقد تفوقت معاملة التسميد بشيلات الحديد (37.5) قرن على جميع المعاملات، بينما تفوقت معاملة شيلات النحاس على معاملة الشاهد فقط (28.5 قرن) بشكل معنوي ولم يلاحظ وجود فروق معنوية أخرى (الجدول 5)، وهذا توافق مع

Singh, (2001) أن إضافة العناصر الصغرى بما فيها الحديد والنحاس ساهم في زيادة غلة القرون.

الجدول 5. عدد القرون وعدد البذور في معاملات التسميد الأرضي في الاصيص

المعاملات	عدد القرون		عدد البذور	
	الموسم الأول	الموسم الثاني	الموسم الأول	الموسم الثاني
الشاهد	$^{c}29$	$^{c}28.5$	$^{d}36$	$^{b}40$
$Cu\ SO_4$	$^{bc}30.5$	$b^{c}31.5$	$^{c}42.5$	$^{b}43$
Cu –EDDHA	$^{a}35$	$^{b}34$	$^{b}49.5$	$^{a}49.5$
$Fe\ SO_4$	$^{b}32$	$^{bc}32$	$^{c}43$	$^{b}44$
Fe –EDDHA	$^{a}35.5$	$^{a}37.5$	$^{a}53.5$	$^{a}50.5$
LSD0.05	**2.965**	**3.36**	**3.83**	**4.08**

بلغ متوسط عدد البذور في الموسم الأول لمعاملة الشاهد 36 بذرة وتفوقت عليها جميع المعاملات و أزداد إلى 42.5 و43 بذرة في كل من معاملتي سلفات النحاس وسلفات الحديد على التوالي، وارتفعت بشكل معنوي لدى استخدام الشيلات فبلغت 49.5 بذرة في معاملة شيلات النحاس و53.5 بذرة في معاملة شيلات الحديد التي تفوقت على جميع المعاملات مما يعود ويدلل على الدور الهام لكل من عنصري الحديد والنحاس في العمليات الحيوية للنبات وهذا تشابه مع ما توصل اليه Koksal *et al.*, (1999) حيث أدت إضافة شيلات الحديد إلى زيادة في عدد البذور والإنتاجية الكلية بنسبة 47%.

أما في الموسم الثاني فقد بلغ متوسط عدد البذور 50.5 و44.5 بذرة لكل من معاملتي شيلات الحديد وشيلات النحاس على التوالي، حيث تفوقت هاتان المعاملتان على جميع المعاملات دون وجود فروق معنوية فيما بينها (الجدول 5)

5-الغلة البذرية والغلة الحيوية:

لوحظ أعلى غلة بذرية في الموسم الأول 1.81غ/أصيص في معاملة شيلات الحديد التي تفوقت على جميع المعاملات مع معاملة شيلات النحاس 1.73غ/أصيص ودون وجود فروق معنوية فيما بينهما وبصورة أقل معاملتي سلفات الحديد 1.59 غ/أصيص وسلفات النحاس 1.53غ/أصيص على معاملة الشاهد (الجدول 6) وايضاً دون وجود فروق معنوية فيما بينهما وهذا ما أكده Sharief and Said (1998) من أن إضافة عنصري الحديد والنحاس كل عنصر على حدى زاد من الغلة البذرية في وحدة المساحة،. وكذلك Khalil and Kalifa, (1991) من أن إضافة الحديد والزنك والمنغنيز مع العناصر الكبرى زاد من غلة البذور بشكل معنوي حتى نسبة 58%.

أما في الموسم الثاني فقد تفوقت معاملتا شيلات الحديد وشيلات النحاس على بقية المعاملات كما الموسم الأول ،وبلغ متوسط الغلة البذرية(1.4 و 1.52 و 1.61 و 1.84 و 1.92) غ/أصيص لكل من معاملات الشاهد وسلفات النحاس وسلفات الحديد وشيلات النحاس وشيلات الحديد على التوالي(الجدول 6).

لدى دراسة الغلة الحيوية لوحظ تفوق معاملة شيلات الحديد في الموسم الأول وبلغت 15.45 غ/أصيص على بقية المعاملات، وتفوقت معاملة شيلات النحاس التي بلغت 13.45غ/أصيص على معاملة سلفات النحاس 11.93 غ/أصيص وسلفات الحديد 11.98 غ/أصيص التي لم يلاحظ أي فروق معنوية فيما بينهم، وكذلك على معاملة الشاهد 9.84 غ/أصيص، وهذا ماوجده Sharief and Said, (1998) بعد إضافة الحديد والنحاس مما أدى إلى زيادة في الغلة الحيوية وعدد الأفرع، أما في الموسم الثاني فقد تفوقت معاملة شيلات الحديد 15.64غ/أصيص على جميع المعاملات بشكل معنوي ويعزى إلى دوره الهام في العمليات الحيوية للنبات ، وتفوقت

معاملة شيلات النحاس بشكل معنوي علي معاملة سلفات النحاس وسلفات الحديد اللذان لم يستطع النبات الاستفادة منهما لتعرضهما لظروف التربة الكلسية وارتفاع درجة حموضتها، ولم يوجد أي فروق معنوية بينهما وبين معاملة الشاهد.

الجدول 6. الغلة البذرية والحيوية (غ/أصيص) في معاملات التسميد الأرضي في الاصيص

المعاملات	الغلة البذرية غ/اصيص		الغلة الحيوية غ/اصيص	
	الموسم الأول	الموسم الثاني	الموسم الأول	الموسم الثاني
الشاهد	^{c}1.39	^{c}1.4	^{d}9.84	^{c}11.51
Cu SO_4	^{b}1.53	^{bc}1.52	^{c}11.93	^{c}11.92
Cu –EDDHA	^{a}1.73	^{a}1.84	^{b}13.45	^{b}13.19
Fe SO_4	^{b}1.59	^{b}1.61	^{c}11.98	^{c}12.22
Fe –EDDHA	^{a}1.81	^{a}1.92	^{a}15.45	^{a}15.64
LSD0.05	0.13	0.189	1.32	0.842

التحليل التجميعي:

بينت نتائج التحليل التجميعي لموسمي التجربة وجود فروق معنوية بين المعاملات المدروسة لكافة الصفات (الجدول 7)، فقد لوحظ أعلى محتوى للحديد المتاح في التربة (5.23 جزء بالمليون) عند المعاملة بشيلات الحديد التي تفوقت على بقية المعاملات. تلتها معاملتي سلفات الحديد وشيلات النحاس التي لم يلاحظ بينهما فروق معنوية إلا أنهما تفوقتا على معاملتي سلفات النحاس والشاهد، كما تفوقت معاملة سلفات النحاس على الشاهد. أما النحاس المتاح في التربة فقد لوحظ أعلى تركيز له عند إضافة شيلات النحاس (1.13 جزء بالمليون) متفوقة بذلك على كافة المعاملات المتبقية والتي لم يسجل فيما بينها أية فروق معنوية، حيث بلغت كمية النحاس المتاح 0.79، 0.82، 0.85، 0.86 جزء بالمليون وذلك لكل من معاملات الشاهد وسلفات الحديد وشيلات الحديد وسلفات النحاس على التوالي. أما في أنسجة النبات فقد بلغ تركيز الحديد 29.72 جزء بالمليون في معاملة الشاهد و30.43 جزء بالمليون في معاملة سلفات النحاس دون وجود فروق معنوية بينهما، بينما تفوقت بقية المعاملات على الشاهد. لم يلاحظ وجود فروق معنوية بين معاملتي سلفات النحاس وشيلات النحاس (30.73 جزء بالمليون)، إلا أن معاملتي سلفات الحديد (31.63 جزء بالمليون) وشيلات الحديد (33.74 جزء بالمليون) قد تفوقتا على معاملتي النحاس، كما تفوقت شيلات الحديد على سلفات الحديد. ولدى مقارنة تركيز الحديد في البذور لوحظ نفس منحى النتائج التي ظهرت لصفة تركيز الحديد في أنسجة النبات. من ناحية أخرى بلغ تركيز النحاس في أنسجة النبات 25.35 جزء بالمليون وفي البذور 23.18 جزء بالمليون وذلك في معاملة شيلات النحاس التي تفوقت على جميع المعاملات في كلتا الصفتين، بينما كان تركيز النحاس الأدنى في معاملة الشاهد والذي بلغ 20.51 و18.25 جزء بالمليون لكل من تركيز النحاس في أنسجة النبات وفي البذور على التوالي (الجدول 7).

الجدول 7. التحليل التجميعي للصفات الخصوبية والإنتاجية المدروسة خلال موسمي الزراعة

المعاملات	عدد قرون	عدد بذور	وزن بذور	كتلة حيوية	Cuالبذور	Cuالنبات	Fe البذور	Fe النبات	Cuالمتاح	Fe المتاح
			غ/أصيص		جزء بالمليون					
الشاهد	28.8c	38.0c	1.40c	10.68c	18.25c	20.51d	34.23d	29.72d	0.79b	4.75d
Cu SO_4	31.0c	42.8b	1.53b	11.93bc	19.92b	21.68b	34.7cd	30.43cd	0.86b	4.86c
Cu –EDDHA	34.5ab	49.5a	1.78a	13.22b	23.18a	25.35a	34.97c	30.73c	1.13a	4.99b

5.06b	0.82b	31.63b	35.72b	20.85cd	18.73c	12.10bc	1.59b	43.5b	32.0bc	**Fe SO_4**
5.23a	0.85b	33.74a	38.22a	21.36bc	18.99bc	15.55a	1.86a	52.0a	36.5a	**Fe –EDDHA**
1.17	**0.7**	**0.566**	**0.899**	**0.234**	**0.109**	**3.393**	**4.224**	**0.137**	**1.446**	**LSD 5%**

انعكست الفروق الواضحة في تراكيز العناصر الخصوبية سواء في التربة أو أنسجة النبات أو البذور على الأداء الإنتاجي للعدس، فقد سجل أعلى عدد للقرون (36.5) في معاملة شيلات الحديد متفوقة بذلك على معظم المعاملات المتبقية باستثناء معاملة شيلات النحاس (34.5). هذا وقد تفوقت المعاملة الأخيرة على كل من معاملتي سلفات النحاس (31.0) والشاهد (28.8)، بينما لم يلاحظ وجود فروق معنوية بينها وبين معاملة سلفات الحديد (32.0) والتي تفوقت. بينت النتائج أيضاً أن أعلى عدد للبذور بلغ 52.0 و49.5 في كل من معاملتي شيلات الحديد وشيلات النحاس على التوالي، واللتان تفوقتا على المعاملات المتبقية دون ظهور فروق معنوية بينهما. كما تفوقت معاملتي سلفات الحديد (43.5) وسلفات النحاس (42.8) على الشاهد (38.0) دون وجود فروق معنوية بينهما. لوحظ نفس منحى النتائج الأخيرة في صفة وزن البذور حيث بلغ متوسط وزن البذور في الأصيص 1.4 غ لمعاملة الشاهد، وارتفعت بشكل معنوي إلى 1.53 و1.59 غ في معاملتي سلفات النحاس وسلفات الحديد على التوالي، كما ارتفع معنوياً لدى استخدم شيلات النحاس وشيلات الحديد فبلغ 1.78 و1.86 غ لكل منهما على التوالي. وبالمحصلة بلغت الكتلة الحيوية 15.55 غ/أصيص لدى إضافة شيلات الحديد متفوقة بذلك على جميع المعاملات، تلتها معاملة شيلات النحاس بمتوسط كتلة حيوية بلغ (13.22 غ/أصيص) متفوقة بذلك على معاملة الشاهد فقط. بينما لم يلاحظ وجود فروق معنوية أخرى ولا سيما بين معاملات سلفات الحديد (12.1 غ/أصيص) وسلفات النحاس (13.22 غ/أصيص) والشاهد (10.68 غ/أصيص) (الجدول 7).

الاستنتاجات:

لوحظ وجود استجابة معنوية لنبات العدس عند إضافة عنصري الحديد والنحاس بصورة شيلات في زيادة بعض عناصر الغلة. إذ أدت إضافة الحديد والنحاس بصورة شيلات إلى تراكم هذه العناصر في النبات وفي البذور وكذلك في التربة.

1. تفوقت إضافة شيلات الحديد في زيادة الغلة البذرية والحيوية على إضافة شيلات النحاس. كما لوحظ زيادة في عدد القرون وعدد البذور على نبات العدس نتيجة إضافة الحديد بصورة شيلات بشكل معنوي عن إضافة النحاس بصورة شيلات.
2. بلغت نسبة الزيادة في الغلة الحيوية كمتوسط للموسمين 45.6% عند إضافة شيلات الحديد و23.8% عند إضافة شيلات النحاس مقارنة بالشاهد.
3. زادت الغلة البذرية بنسبة 9.3، 13.6% عند إضافة سلفات النحاس وسلفات الحديد على التوالي مقارنة بالشاهد، وارتفعت نسبة الزيادة إلى 27.1% بإضافة شيلات النحاس و32.9% بإضافة شيلات الحديد مقارنة مع الشاهد.

التوصيات:

ينصح بإضافة عنصري الحديد والنحاس إلى نبات العدس المزروع في الترب الكلسية بالصورة الشيلاتية، والابتعاد عن التسميد بالمركبات السلفاتية للعنصرين من أجل زيادة الغلة وللتخلص من مشاكل تثبيت هذه العناصر في التربة نتيجة ارتفاع pH التربة وتعويض النقص في العناصر الصغرى.

المراجع:

بلة، عدنان (1996). فسيولوجيا المحاصيل الحقلية، منشورات جامعة تشرين، 330 صفحة.

عجوري، عزيزة (1993). دراسة أثر العناصر النادرة (الحديد – المنغنيز – التوتياء) على استجابة العدس للتسميد الفوسفاتي في ظروف الأراضي السورية. أطروحة دكتوراه. قسم التربة واستصلاح الأراضي. كلية الهندسة الزراعية. جامعة حلب. 290 صفحة.

عجوري، عزيزة، وعبد الغني خورشيد وهناء قصاص وأحمد واعظ (2012). الخصوبة وتغذية النبات، الجزء العملي– منشورات جامعة حلب، كلية الزراعة، ص:41 و54.

عليوي، محمد فياض (1984). خريطة التربة السورية وتصنيف الأراضي في القطر العربي السوري. المركز العربي لدراسات المناطق والأراضي الجافة. (ACSAD).

عودة، محمود وسمير شمشم (2011). خصوبة تربة وتغذية نبات. منشورات جامعة البعث، كلية الهندسة الزراعية، ص240.

القرواني، محي الدين، وعبد الغني خورشيد وعزيزة عجوري (2012). الخصوبة وتغذية النبات، الجزء النظري – منشورات جامعة حلب، كلية الزراعة– ص 193.

المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية (2016). وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي. مديرية الإحصاء والتخطيط، دمشق، سورية.

Alpaslan, M.; and S. Taban (1996). Zinc-iron relation in rice (*Oryza sativa* L.). Ankara University J. Agric. Sci., 2: 43-47.

Arshad, M.; Murtaza G., Ali M.A., Shafiq M., Dumat C., Ahmad N. (2011)- Wheat growth and phytoavailability of copper and zinc as affected by soil texture in saline-sodic conditions. Pakistan Journal of Botany, 43 (5), 2433-2439. ISSN 2070-3368

Barker, A.V.; and D.J Pilbeam (2006). Plant nutrition. Department of plant, Soil and Insect Sciences. University of Massa, Chusetts. Pp: 293 – 328.

Bobrzecka, D.; D. Domska; and A. Krauze (1992). Plony ziarna oraz jakość białka pszenicy w warunkach dolistnego dokarmiania azotemi miedzią. Mat. VII Sympozjum „Mikroelementy w rolnictwie", Wrocław, 16-17 września. Pp. 202-205.

Bouyoucos, J. (1962). Hydrometer method improved for making particle- size analysis of soil. Agronomy Journal. 53: 464-465.

Bremner, J.M.; and C.S. Mulvaney (1982). Nitrogen total. P. 595-624. *In*: A.L. page (ed), Methods of soil analysis. Agronomy, No.9, part2: chemical and microbiological properties, 2nd ed., American Society of Agronomy, Madison, WI, USA.

Chaoui, T.; M. Zibiliske; and T. Ohno (2003). Effects of earthworm casts and compost on soil microbial activity and plant nutrient availability. Soil Biol. Biochem. 35: 295-305.

Drouineau, G. (1942). Dosage rapid du calcireactif du sol. Nouvellesdonniessur la reportation de la nature des fractions calcaires. Annals of Agronomy. 12: 411-450.

FAO, (1982). Statistical Bureau of the Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Ghasemian, V.; A. Ghalavand; A. Soroosh-Zadeh; and A. Pirzad (2010). The effect of iron, zinc and manganese on quality and quantity of soybean seed. Journal of Phytology. 2(11): 73-79.

Hesse, R. (1971). A text book of soil chemical analysis. Chemical publishing Co. Inc. New York, USA.

Ibanez, M.V.; F. Rincon; M., Amaro; and B. Martinez (1998). Intrinsic variability of mineral composition of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Food Chem., 63: 55–60.

Kabata – Pendias, A.; and H. Pendias (1992). Trace elements in soils and plants. 2nd Edition. CRC Press. Boca Raton, Ann Arbor.

Kale, R.D. (2002). Vermicomposting technology in India: An answer to shortages in nutrient supply. In: Earthworms in the processing and utilization of organic wastes. (Eds: C.A. Edwards) J.G. Press, Prism book publications.

Kamprath, E.J.; E. Collins; and A. Cox (1965). Trace elements for North Carolina crops. North Carolina Agr. Ext. Cire. 455.

Khalil, N.A.; and R. Khalifa (1991). Response of lentil (*lens culinaris* Med.) growth and yield to macro and micronutrient application. Bull. of Fac. of Agric. Cairo Univ., 42: 701-712.

Kobraee, S.; K. Shamsi; and B. Rasekhi (2011). Effect of micronutrients application on yield and yield components of soybean. Annals of Biological Research. 2(2): 476-482.

Koksal, I.; H. Dumanoglu; N.T. Günel; and M. Aktal (1999). The effects of different amino acid chelate foliar fertilizers on yield, fruit quality, shoot growth and Fe,Zn, Cu, Mn concentration of leaves in williams pear cultivar (*Pyrus communis*L.). Tr. J.of Agriculture and Forestry. 23: 351-358.

Lincoin, T.; and E. Zeiger (2002). Direct, residual and cumulative effect of copper and organic manure application in Maize – ground nut cropping system. Journal of the Indian Society of Soil Science. 50(3): 315- 317.

Lindsay W.L., and W.A. Norvell (1978). Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. Soil Science Society American Journal. 42: 421-428.

Lombin, G. (1983). Evaluation the micronutrient fertility of Nigeria semiarid Savanna soil. 1-Copper and manganese, Soil Sci., 135: 377-348. KA

Malakouti, M.J. (2008).The effect of microelements in ensuring efficient use of macronutrients. Turkish journal of Agriculture and Forestry. 32(3): 215-220.

Mcleane, O. (1982). soil pH and lime requirement. p. 199-224, *In*: A.L. page (ed), methods of soil analysis, part 2: chemical and microbiological properties. American Society for Agronomy, Madison, WI, USA.

Okaz, A.M.A.; E.A. EL–gareib; W. Kadry; A.Y. Negm; and F.A.F. Zahran (1994). Micronutrient application to lentil plants grown on newly reclaimed sandy soils. Proc. 6th conf. Agron., Al–Azhar Univ., Cairo، Egypt, Sept. 2: 737-752.

Olsen S.R.; C.V. Cole; F.S. Watanabe; and L.A. Dean (1954). Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. U.S. Dep. Agric.Circ.939.USA.

Pendias A.K.; and H. Pendias (1986). Trace elements in soils and plants. CRC Press, Boca Raton, FL.

Richards, L.A. (1954). Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. USDA Agric. Handbook 60. Washington, D.C.

Salwa, A.I.E.; M.B. Taha; and M.A.M. Abdalla (2011). Amendment of soil fertility and augmentation of the quantity and quality of soybean crop by using phosphorus and micronutrients. International Journal of Academic Research. 3(2): part 3.

Sharief, A.E.; and EL.M. Said (1998). Response of lentil (*lens culinaris* Med.) productivity to phosphorus fertilizer levels and some micronutrients Proc. 8th Conf. Agron., Suez Canal Univ., Ismailia، Egypt, 28-29 Nov. Pp: 326 -334.

Singh, A.L. (2001). Yield losses in groundnut due to micronutrient deficiencies in calcareous soil of India. In W. J. Horst, Schenk, M.K Buerkert *et al.* (eds). Plant Nutrition–Food Security and Sustainability of Agro ecosystems. Kluwer Acadmic Publishers. Printed in the Nether Lands. Pp: 838-839.

Verma, P.; and S.N. Panday (2008). Effect of integrated organic and inorganic fertilizers use on uptake of Zn and Cu and growth of lentil (*Lens culinaris* Medic) plants. Res. Environ. Life Sci., 1(2): 53-54.

Walkley, A. (1947). A critical examination of a rapid method for determining organic car-bon in soils: effect of variations in digestion conditions and of organic soil constituent. Soil Science. 63: 251-263.

Warechowska, M. (2009). Wpływ zróżnicowanego nawożenia miedzią na zawartość miedzi i białka w ziarnie pszenicy jarej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 541: 449-455.

Whitehead, D.C. (2000). Nutrient elements in grassland: soil – plant – animal relationships. (AB1, Walling Ford, UK).

Zeidan, M.S.; M. Hozayn; and M.E.E. Abd EL-salam (2006). Yield and quality of lentil as affected by micronutrient deficiencies in sandy soils. Journal of Applied Science Research. 2(12): 1342-1345.

Ziaeian, A.H.; and M.J. Malakouti (2001). Effect of Fe, Mn, Zn and Cu fertilization on yield and grain quality of wheat in the calcareous soils of Iran: In W. J. Horst, Schenk, M. K., Buerkert et al. (eds) plant Nutrition–Food Security and Sustainability of Agro ecosystems. Kluwer Acadmic Publishers, Printed in the Nether lands. Pp: 840 -841.

Comparing Chellatic and Sulfuric Fertilization by Fe and Cu Treatments on Lentil (*Lens culinaris* L.) Productivity Grown in Calcareous Soil

Mahmoud Khateeb[(1)] Aziza Ajouri[(1)] Yousef Khoudary[(1)] and Ahmad Shams Aldien Shaaban[*(2)]

(1). Soil Science and Land Reclamation Department, Faculty of Agriculture, Aleppo University, Aleppo, Syria.
(2). Department of Biotechnology Engineering, Faculty of Technical Engineering, University of Aleppo, Aleppo, Syria.
(*Correspondent Author: Dr. Ahmad Shams Al-Dien Shaaban shaabany57@gmail.com).

Received: 27/01/2019 Accepted: 15/04/2019

Abstract

A pot experiment was carried out at the Faculty of Agricultural Engineering, University of Aleppo, during the 2016/2017 and 2017/2018 seasons in order to study the efficiency of fertilization by Fe and Cu on the productivity of lentil, variety (Idleb1) on calcareous soil. Completely randomized block design was used with five treatments: Copper sulfate and copper chelate with application level of (2 kg/ha), iron sulfate and iron chelate with concentration of (5 kg/ha), and control. Lentil plants had significant response to Fe and Cu when added as chelate. Fe concentrations in soil were 5.21, 5.04, 4.39 ppm for iron chelate, iron sulfate and copper chelate respectively, these treatments had superiority comparing with control. Highest concentration for Cu in soil was 1.18 ppm at copper chelate treatment, and it had a significant difference with other treatments. The concentration of Fe in plant tissues varied between (29.98-33.34 ppm) at first season and between (29.46-33.99 ppm) at second season. Whereas, the concentration of Cu in plant tissues varied between (20.59-25.25 ppm) at first season and between (20.42-25.46 ppm) at second season. The concentration of Fe in seed varied between (34.45-38.32 ppm) at first season and between (34.02-38.13 ppm) at second season. Whereas, the concentration of Cu in seed varied between (18.35-23.16 ppm) at first season and between (18.15-23.20 ppm) at second season. Also, the mean of two seasons showed highest increasing in biological yield (45.6%, 23.8%) for application of Fe chelates and Cu chelates respectively comparing with control. The grain yield increased by ratio 9.3, 13.6, 27.1 and 32.9% for Cu sulfate, Fe sulfate, Cu chelate and Fe chelate respectively compared with control.

Key Words:, Fe, Cu, Chellat, sulfate, Lentil.