

تأثير الرش بعنصر النحاس والتسميد البوتاسي في نمو وحاصل الباقلاء *Vicia faba* L.

بشير حمد عبد الله الدليمي

أنمار إسماعيل علي فياض الفهداوي*

كلية الزراعة - جامعة الأنبار

الخلاصة

نفذت تجربة حقلية في تربة ذات نسجه مزيجية طينية غرينية في الموسم الشتوي لعام 2014 في محافظة الأنبار - منطقة حصيبه الشرقية التابعة لقضاء الخالدية الواقعة على خط طول 43° ودائرة عرض 33° لمعرفة تأثير الرش بعنصر النحاس بأربعة تراكيز 0 و 10 و 20 و 30 ملغم Cu لتر⁻¹ وأربعة مستويات من البوتاسيوم 0 و 50 و 100 و 150 كغم K ه⁻¹ أضيفت إلى التربة في نمو وحاصل ونوعية الباقلاء صنف إسباني Luz De Otono. استخدم في تنفيذ التجربة ترتيب الألواح المنشقة Split-Plot وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (R.C.B.D) وبأربعة مكررات. وتلخصت نتائج التجربة بالآتي: - أثرت تراكيز النحاس معنوياً في جميع الصفات المدروسة وقد أعطى التركيز 30 ملغم Cu لتر⁻¹ أعلى متوسط لارتفاع النبات ونسبة البوتاسيوم في الأوراق وطول الجذر وعدد القرنات بالنبات ووزن 100 بذرة (140.75 غم) وحاصل بذور النبات (68.09 غم) ونسبة البروتين في البذور (28.97%) بينما أعطى التركيز 20 ملغم Cu لتر⁻¹ أعلى نسبة للنحاس في الأوراق، وأعطى التركيز 10 ملغم Cu لتر⁻¹ أعلى متوسط للمساحة الورقية في النبات. أثرت مستويات البوتاسيوم معنوياً في جميع الصفات المدروسة وقد أعطى المستوى 100 كغم K ه⁻¹ أعلى متوسط للمساحة الورقية في النبات وطول الجذر ووزن 100 بذرة (138.65 غم) وحاصل بذور النبات (71.76 غم. نبات⁻¹) بينما تفوق المستوى 150 كغم k ه⁻¹ في ارتفاع النبات وتركيز النحاس والبوتاسيوم في الأوراق وعدد القرنات بالنبات ونسبه البروتين في البذور (29.69%). أثر التداخل بين مستويات البوتاسيوم وتراكيز النحاس معنوياً في جمع الصفات المدروسة باستثناء نسبة البروتين في البذور. وقد أعطى التداخل بين المستوى العالي لكلا العنصرين (150 كغم k ه⁻¹ + 30 ملغم Cu لتر⁻¹) أعلى متوسط لعدد القرنات بالنبات (19.09 قرنه) وحاصل بذور النبات (83.41 غم. نبات⁻¹).

Effect of potassium fertilizer and foliar application with Copper in growth and yield of broad bean *Vicia Faba* L.

Basheer Hamad Abdullah AL Duleimi Anmar Ismael Ali Fayadh AL Fahdawi
College of Agriculture – University of AL-Anbar

Abstract

A field experiment was carried out in loamy-clay silty in winter season of 2014 in Anbar Governorate-Hisaiba region/Al-Khalidiyah district that located on 43°

* البحث مستل من رسالة ماجستير للباحث الثاني

longitude and 33° latitude, in order to know the effect of foliar application with four concentrations of copper 0, 10, 20, 30 mg Cu L⁻¹ and four concentration with potassium 0, 50, 100 and 150 Kg ha⁻¹ were added to the soil in growth, yield and its quality of broad bean- Spanish variety (cv. Luz De Otono). Split-plot arrangement. Was used in Randomized Complete Block Design (R.C.B.D.) with four replications. The experiment results were summarized as follows: Copper concentrations significantly affected in all studied traits. The concentration of 30 mg Cu L⁻¹ gave highest average of plant height, potassium ratio in leaves, root length, pod number, 100 seeds weight (140.75g) grain yield of plant (68.09g) percentage in seeds (28.97%), while 20 mg Cu L⁻¹ gave highest average of cu percentage in leaves and 10 mg Cu L⁻¹ gave highest average of leaf area. Potassium levels significantly affected in all studied traits. 100 kg K ha⁻¹ gave the highest average of, leaf area for plant, root length 100-seed weight (138.59g), seed yield in plant (71.76g), while 150 kg K.ha⁻¹ was superior in plant height, concentration of Cu and K in leaves, number of pod in plant and protein percentage in seeds (29.69%). The interaction between K levels and Cu significantly affected significantly in all studied traits, except the, protein percentage in seeds. The combination of 150 Kg K ha⁻¹ + 30 mg Cu L⁻¹ gave highest average of number of pod in plant (19.09 pod), seed yield in plant) 83.41g).

المقدمة

تعد الباقلاء *Vicia faba* L. أحد نباتات العائلة البقولية Fabaceae المهمة في العديد من بلدان العالم كونها مصدر مهم من مصادر المواد الغذائية للملايين من سكانها ولدى المجتمعات الفقيرة منها وذوي الدخل المحدود خاصة لاحتواء بذورها على نسبة عالية من البروتين عالي الجودة التي لها أثر مهم في تقليل نقص البروتين الحيواني في تلك المجتمعات فضلاً عن احتوائها على الكربوهيدرات وبعض العناصر المعدنية والفيتامينات. يعاني محصول الباقلاء من مشكلة كبيرة وهي ارتفاع نسبة الأزهار المتساقطة والتي تصل نسبتها 60-80% من الأزهار الكلية (17) وهذه النسبة العالية تؤدي إلى انخفاض إنتاجيته،

وأحد معالجات هذه المشكلة هي استخدام التغذية المتوازنة ولاسيما عنصري البوتاسيوم والنحاس. أن التسميد بعنصر البوتاسيوم له دور مهم في نمو النبات وإنتاجيته من خلال عملة على تنشيط أكثر من 80 أنزيم، وفي فتح وغلق الثغور وتنظيم الجهد الأزموزي للخلايا النباتية وزيادة نفاذيتها والمساهمة في عملية التمثيل الضوئي وانتقال نواتجه وانقسام الخلايا ومقاومة النبات للاضطجاع والأمراض النباتية، كما يساهم في تكوين الأحماض النووية والبروتينات والأنزيمات. أن حاجة النبات للبوتاسيوم تفوق حاجته لأي من العناصر الغذائية الأخرى عدا النتروجين، وقد يفوقه في بعض مراحل النمو (19). وأن نقصه يؤدي إلى إحداث خلل في العمليات الفسيولوجية والتي تنعكس سلباً في نمو وحاصل النبات ونوعيته.

كما ان للتغذية الورقية بالنحاس دور مهم في تحسين أداء النبات وان نقصه يسبب خلل في نمو النبات من خلال اشتراكه في عملية الفسفرة الضوئية في عملية التمثيل الضوئي وعمليات الأكسدة والاختزال في سلسلة

النقل الإلكتروني (Electron transport chain) في التنفس الهوائي (1 و 24 و 26)، فضلاً عن ذلك اشتراك النحاس في الأنزيمات التي تساعد في التفاعلات التي تختزل جزيئة الأوكسجين وتشمل هذه الأنزيمات أنزيم Lactase Cytochrome oxidase و Tyrosinase و Diamine oxidase و Ascorbic acid oxidase وهذه الأنزيمات تساهم في عمليات الأكسدة والاختزال التي تحدث في خلايا أنسجة النبات وتؤدي إلى تنشيط عمليات حيوية كالتنفس وتكوين الكلوروبلاست والبروتين واختزال النترات وتكوين فيتامين C (9 و 18 و 40)،

وللنحاس أهمية في عملية تكوين البروتين من خلال دوره في زيادة تثبيت النتروجين الجوي وكذلك من خلال رفع قدرة النبات على زيادة تكوين البروتين والأحماض النووية DNA و RNA المهمة في عملية تكوين البروتين فقد لوحظ تجميع للألمونيوم وكذلك انخفاض مستويات DNA في الأجزاء النباتية التي تعاني من نقص النحاس (12). وبناءً على أهمية ما تقدم طبقت تجربة حقلية في الموسم الشتوي لعام 2014 تضمنت دراسة أربعة مستويات من البوتاسيوم بتأثير أربعة تراكيز للتغذية الورقية بالنحاس بهدف تحديد أفضل مستوى من السماد البوتاسي والتغذية الورقية بالنحاس وصولاً إلى زيادة النمو الخضري والحاصل ومكوناته وتحسين نوعيته.

المواد وطرائق العمل

نفذت تجربة حقلية في الموسم الشتوي لعام 2014 في محافظة الأنبار منطقة حصيبه الشرقية التابعة لقضاء الخالدية لدراسة استجابة نمو وحاصل الباقلاء صنف أسباني (Luz De Otono) للرش بعنصر النحاس والتسميد البوتاسي. أستخدم في تنفيذ التجربة ترتيب الألواح المنشقة (Split-Plots) وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) وبأربعة مكررات، أذ احتلت مستويات السماد البوتاسي الألواح الرئيسية (Main Plot) وهي 0 و 50 و 100 و 150 كغم K⁻¹ هـ، بينما احتلت مستويات الرش بالنحاس الألواح الثانوية (Sub Plot) وهي 0 و 10 و 20 و 30 ملغم Cu لتر⁻¹. تم إضافة مستويات السماد البوتاسي دفعة واحدة عند الزراعة على شكل كبريتات البوتاسيوم K₂SO₄ (51%K)،

إما مستويات الرش بالنحاس فقد أضيفت على دفعتين الأولى بعد 40 يوماً من الزراعة والثانية في بداية مرحلة الأزهار وعلى شكل كبريتات النحاس المائية CuSO₄.5H₂O (63.54%Cu) لكل وحدة تجريبية وحتى البلل التام لأوراق النباتات، أجريت عملية الرش في وقت الصباح الباكر بواسطة مرشة ظهرية سعة 20 لتر وبضغط (4) بار، تمت إضافة مادة ناشرة وهي محلول التنظيف الزاهي لمحلول الرش وبكمية 15 سم³ لكل 100 لتر ماء لتقليل الشد السطحي للماء وضمان البلل التام للأوراق بهدف زيادة كفاءة امتصاص محلول الرش، حرثت أرض التجربة حراشيتين متعامدتين ثم نعمت وسويت وبعد ذلك أخذت عينات عشوائية من حقل التجربة وعلى عمق 0-30 سم لدراسة بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لأرض التجربة (الجدول 1).

قسمت أرض التجربة إلى وحدات تجريبية، كل واحد منها احتوت على أربعة خطوط، طول الخط 3 م والمسافة بين خط وآخر 50 سم وبين جورة وأخرى 25 سم لتصبح مساحة الوحدة التجريبية 6 م² وكانت المسافة

بين كل وحدة تجريبية 1 م والمسافة بين المكررات 2 م. سمدت التجربة بالسماذ الفوسفاتي وبمستوى 150 كغم P_2O_5 ه⁻¹ وعلى دفعه واحد أثناء أعداد الأرض للزراعة (3) تمت الزراعة في 2014\11\15 وذلك بحفر شق على طول الوحدة التجريبية وبعمق تراوح بين 5-6 سم ثم وضعت بذرتين في الجورة الواحدة وبعد ذلك غطيت البذور بطبقة مناسبة من التربة. بعد اكتمال الإنبات أجريت عملية الخف لإبقاء نبات واحد في الجورة لتصبح الكثافة النباتية 80000 نبات ه⁻¹.

جدول 1 بعض الصفات الكيميائية والفيزيائية لتربة أرض التجربة قبل الزراعة وعلى عمق 0-30سم:

الصفة	النيتروجين (غم/كغم ه ⁻¹)	الفوسفور (غم/كغم ه ⁻¹)	البوتاسيوم (غم/كغم ه ⁻¹)	المادة العضوية (غم/كغم ه ⁻¹)	الرقم الهيدروجيني (PH)	النتروجين (غم/كغم ه ⁻¹)	الزinc (غم/كغم ه ⁻¹)	المنغنيز (غم/كغم ه ⁻¹)	النحاس (غم/كغم ه ⁻¹)	الزنك (غم/كغم ه ⁻¹)
القيمة	490	260	مزيج طينية غرينية	9.7	2.7	7.9	70	9.8	65	0.4

أجري التحليل في مختبرات وزارة العلوم والتكنولوجيا-بغداد

أضيف السماذ النتروجيني على شكل يوريا (N%46) وبواقع 60 كغم N ه⁻¹ (11) على دفعتين الأولى بعد إجراء عملية الخف مباشرة والثانية عند مرحلة التزهيز. تم تعشيب حقل التجربة 4 مرات يدويا خلال موسم النمو، وبعد مرور أربعة عشر يوما من الرش الأخيرة للنحاس (والتي كانت في بداية تكوين الأزهار) أخذت ستة نباتات بصورة عشوائية من كل وحدة تجريبية لدراسة صفة المساحة الورقية (دسم². نبات⁻¹) والتي تم قياسها بطريقة الأقراص، أذ اخذ 60 قرص بقطر 1.5 سم من 60 ورقة من أوراق النباتات الستة ثم جففت الأوراق والأقراص كلاً على حده واخذ وزنها الجاف ثم قدرت المساحة الورقية باستخدام المعادلة التالية:

$$\text{المساحة الورقية للنبات} = \frac{\text{الوزن الجاف لأوراق النبات}}{\text{الوزن الجاف لـ 60 قرص}} \times \text{مساحة 60 قرص} \quad (31)$$

كما تم تقدير تركيز النحاس في الأوراق (ملغم كغم⁻¹ مادة جافة) وذلك بأخذ 1 غم من العينة الجافة للأوراق ومن ثم تم تقدير نسبة النحاس باستعمال جهاز Spectrophotometer وفقاً للطريقة التي ذكرها (36). كما قدرت نسبة البوتاسيوم في الأوراق (ملغم كغم⁻¹ مادة جافة) باستخدام جهاز Flame photometer نوع Automatic 2000 PGI إنكليزي المنشأ بالطريقة التي ذكرها (25). وعند الحصاد أخذت جميع نباتات المرزبين الوسطيين لكل وحدة تجريبية بعد استبعاد النباتات الطرفية منها لدراسة الصفات الأتية: ارتفاع النبات (سم) الذي قيس من قاعدة النبات عند مستوى سطح الأرض وحتى نهاية الساق الرئيس ثم اخذ معدلها.

طول الجذر الرئيس (سم) تم حفر حفرة دائرية حول جذور النباتات المأخوذة من المرزبين الوسطيين وعلى عمق أكثر من 30 سم وبعد ذلك تم قلعها من التربة وغسلها جيداً بالماء ثم قيس طول الجذر الرئيس لكل منها ثم اخذ معدلها. عدد القرنات نبات⁻¹ أخذت كمعدل لعدد القرنات في نباتات الخطوط الوسطية. وزن 100 بذرة (غم) أخذت 100 بذرة بصورة عشوائية من بذور كل وحدة تجريبية وتم وزنها بالميزان الإلكتروني الحساس.

حاصل البذور للنبات الواحد (غم) تم حساب كـمعدل لوزن البذور في نباتات الخطوط الوسطية). نسبة البروتين في البذور (%) تم تقدير نسبة النتروجين في البذور باستخدام جهاز Semi-micro kjeldal المذكورة في الطريقة الرسمية للمحللين الكيميائيين (21) وبعد ذلك تم حساب نسبة البروتين في البذور وكالاتي:

$$\text{نسبة البروتين} = \text{نسبة النتروجين} (\%) \times 6.25$$

التحليل الإحصائي: حللت البيانات للصفات المدروسة وفقاً للتصميم المستخدم في التجربة واستخدم اختبار أقل فرق معنوي L.S.D للمقارنة بين المتوسطات الحسابية عند مستوى احتمال 0.05 (6) وباستعمال البرنامج الإحصائي Genstat الجاهز بالحاسبة الإلكترونية.

النتائج والمناقشة

ارتفاع النبات (سم)

يتضح من النتائج في الجدول 2 وجود زيادة في ارتفاع النبات مع زيادة تركيز النحاس، أذ أعطت النباتات المرشوشة بالتركيز العالي للنحاس (30 ملغم Cu لتر⁻¹) أعلى متوسط لارتفاع النبات بلغ 81.01 سم ولم تختلف معنوياً عن نباتات التركيز 20 ملغم Cu لتر⁻¹ إذ بلغت 79.78 سم، بينما كان الاختلاف معنوياً مع التركيز 10 ملغم Cu لتر⁻¹ والتي بلغت 78.14 سم ومعاملة المقارنة التي أعطت أقل معدل لارتفاع النبات بلغ 70.36 سم. ان سبب تفوق التركيز العالي للنحاس في ارتفاع النبات يعود إلى دورة في زيادة نسبة البوتاسيوم في الأوراق (الجدول 5) ومن المعروف أن للبوتاسيوم دور إيجابي ومباشر في تحفيز الخلايا على الانقسام والاستطالة وخصوصاً الخلايا المرستيمية في القمم النامية للسيقان التي تنعكس في زيادة ارتفاع النبات.

جاءت هذه النتيجة متماشية مع نتائج دراسات أخرى بينت التأثير المعنوي لإضافة النحاس في زيادة ارتفاع النبات (10 و 27 و 32). يتبين من نتائج الجدول 2 وجود زيادة في متوسط ارتفاع النبات مع زيادة مستوى إضافة البوتاسيوم، أذ أعطت النباتات المسمدة بالمستوى 150 كغم K هـ⁻¹ أعلى متوسط للصفة بلغ 81.71 سم ولم تختلف معنوياً عن نباتات المستويين 100 و 50 كغم K هـ⁻¹ إذ بلغت 78.32 و 76.85 سم بالتتابع، بينما كان الاختلاف معنوياً مع معاملة المقارنة التي سجلت أقل متوسط لصفة ارتفاع النبات بلغ 72.41 سم. أن هذه الزيادة في ارتفاع النبات ترجع إلى دور البوتاسيوم الإيجابي والمباشر في تحفيز الخلايا على الانقسام والاستطالة ولاسيما الخلايا المرستيمية في القمم النامية للسيقان مما ينعكس ذلك على زيادة ارتفاع النبات. اتفقت هذه النتيجة مع نتائج بحوث أخرى أظهرت التأثير المعنوي لإضافة البوتاسيوم في زيادة ارتفاع النبات ولمحاصيل بقولية متعددة (4 و 5 و 15 و 22 و 28 و 38). يوضح الجدول 2 معنوية التداخل بين تراكيز النحاس ومستويات البوتاسيوم، أذ حققت النباتات المسمدة بالمستوى 150 كغم K هـ⁻¹ والمرشوشة بالتركيز 20 ملغم Cu لتر⁻¹ أعلى متوسط لارتفاع النبات بلغ 86.03 سم مقارنة بمعاملات التداخل الأخرى وبنسبة زيادة بلغت 30.72% مقارنة بالنباتات المسمدة بالمستوى 50 كغم K هـ⁻¹ غير المرشوشة بالنحاس التي أعطت أقل متوسط لصفة ارتفاع النبات بلغ 65.81 سم.

جدول 2 تأثير الرش بعنصر النحاس والتسميد البوتاسي والتدخل بينهما في متوسط ارتفاع النبات (سم) لمحصول الباقلاء

مستويات البوتاسيوم (كغم K هـ ⁻¹)	تركيز النحاس (ملغم Cu لتر ⁻¹)				متوسط البوتاسيوم
	0	10	20	30	
0	71.32	75.43	70.91	71.96	72.41
50	65.81	75.25	80.88	85.47	76.85
100	73.32	76.29	81.28	82.40	78.32
150	71.01	85.59	86.03	84.20	81.71
متوسط النحاس	70.36	78.14	79.78	81.01	
L.S.D 0.05	K	Cu	K*Cu		
	6.24	2.52	7.27		

المساحة الورقية للنبات (دسم². نبات⁻¹)

تشير نتائج الجدول 3 إلى تفوق نباتات التركيز 10 ملغم Cu لتر⁻¹ معنوياً بأعلى متوسط للصفة بلغ 337.6 دسم². نبات⁻¹ ولم تختلف معنوياً مع نباتات التركيز 20 ملغم Cu لتر⁻¹ والتي بلغت مساحتها الورقية 328.3 دسم². نبات⁻¹ بينما كان الاختلاف معنوياً مع النباتات المعاملة بالتركيز 30 ملغم Cu لتر⁻¹ والتي بلغت 319.9 دسم². نبات⁻¹ والتي بدورها اختلفت معنوياً عن نباتات المقارنة التي أعطت أقل متوسط للمساحة الورقية بلغ 308.3 دسم². نبات⁻¹. أن سبب زيادة المساحة الورقية عند التركيز 10 ملغم Cu لتر⁻¹ ربما يعود إلى تفوقه في عدد التفرعات الرئيسة بالنبات وهذا ينعكس في زيادة عدد البراعم بالنبات ومن ثم زيادة عدد الأوراق وبالتالي زيادة المساحة الورقية بالنبات. وانفقت هذه النتيجة مع نتائج دراسات أخرى بينت التأثير المعنوي لإضافة النحاس في المساحة الورقية (10 و 32). يتبين من نتائج الجدول 3 أن النباتات المسمدة بالمستوى 100 كغم K هـ⁻¹ قد أعطت أعلى متوسط للصفة بلغ 342.4 دسم². نبات⁻¹ ولم تختلف معنوياً عن نباتات المستوى 50 كغم K هـ⁻¹ بما يعادل 326.9 دسم². نبات⁻¹ بينما كان الاختلاف معنوياً ونسبة زيادة بلغت 9.25 و 9.91% بالتتابع قياساً بالمستوى 150 كغم K هـ⁻¹ ومعاملة المقارنة التي سجلت أوطأ متوسط للمساحة الورقية بلغ 311.5 دسم². نبات⁻¹.

أن سبب زيادة المساحة الورقية عند المستوى 100 كغم K هـ⁻¹ يعود إلى دور البوتاسيوم في زيادة انقسام واستطالة خلايا النبات ومنها خلايا الورقة. بينت دراسات أخرى وجود تأثير معنوي للبوتاسيوم في زيادة المساحة الورقية للنبات (5 و 14 و 30). إما بالنسبة للتدخل بين مستويات البوتاسيوم وتركيز النحاس فكان تأثيره معنوياً في المساحة الورقية. أذ حققت النباتات المسمدة بالمستوى 100 كغم K هـ⁻¹ والمرشوشة بالتركيز 20 ملغم Cu لتر⁻¹ أعلى متوسط للمساحة الورقية بلغ 359.2 دسم². نبات⁻¹ مقارنة بمعاملات التدخل الأخرى وبزيادة معنوية بلغت نسبتها 26.12% عن النباتات غير المسمدة بالبوتاسيوم والمرشوشة بالتركيز 30 ملغم Cu لتر⁻¹ التي أعطت أوطأ متوسط للمساحة الورقية بلغ 284.8 دسم². نبات⁻¹.

جدول 3 تأثير الرش بعنصر النحاس والتسميد البوتاسي والتداخل بينهما في متوسط المساحة الورقية (دسم²). نبات¹- لمحصول الباقلاء

مستويات البوتاسيوم (كغم K هـ ¹)	تراكيز النحاس (ملغم Cu لتر ¹)				متوسط البوتاسيوم
	0	10	20	30	
0	306.3	356.6	298.1	284.8	311.5
50	296.7	339.8	325.5	345.6	326.9
100	341.8	331.7	359.2	336.9	342.4
150	288.4	322.2	330.4	312.4	313.4
متوسط النحاس	308.3	337.6	328.3	319.9	
L.S.D 0.05	K	Cu	K*Cu		
	19.27	13.13	28.50		

تركيز النحاس في الأوراق (ملغم Cu كغم¹ مادة جافة)

تشير نتائج الجدول 4 إلى تفوق النباتات المرشوشة بالتركيز 20 ملغم Cu لتر¹ بإعطائها أعلى متوسط للصفة بلغ 52.75 ملغم Cu لتر¹ مادة جافة ولم تختلف معنوياً عن النباتات المرشوشة بالتركيزين 30 و 10 ملغم Cu لتر¹ والتي هي بحدود 52.69 و 52.31 ملغم Cu لتر¹ بالتتابع في حين كان الاختلاف معنوياً و بزيادة بلغت نسبتها 3.94% عن معاملة المقارنة التي أعطت أقل متوسط للصفة بلغ 50.75 ملغم Cu لتر¹. أن سبب تفوق التركيز 20 ملغم Cu لتر¹ في تركيز النحاس في أوراقها ربما يعود إلى زيادة في نسبة الكلوروفيل في الأوراق وبالتالي زيادة كفاءه الأوراق في امتصاص الضوء وبالتالي زيادة القوة الاختزالية (NADPH) والطاقة (ATP) اللازمة لامتصاص العناصر بصورة نشطة ولاسيما عنصر النحاس. تماشت هذه النتيجة مع (7) الذي وجد زيادة في محتوى النحاس في النبات بزيادة مستوى أضافته. أظهرت نتائج الجدول أن هناك زيادة في تركيز النحاس في الأوراق مع زيادة مستويات السماد البوتاسي ليصل إلى أعلى متوسط له عند المستوى العالي للبوتاسيوم (150 كغم K هـ¹) والذي بلغ 55.06 ملغم كغم¹ مادة جافة،

جدول 4 تأثير الرش بعنصر النحاس والتسميد البوتاسي والتداخل بينهما في متوسط تركيز النحاس في الأوراق (ملغم كغم¹ مادة جافة) لمحصول الباقلاء

مستويات البوتاسيوم (كغم K هـ ¹)	تراكيز النحاس (ملغم Cu لتر ¹)				متوسط البوتاسيوم
	0	10	20	30	
0	46.00	50.75	49.50	48.25	48.62
50	53.00	48.50	51.75	51.75	51.25
100	53.50	54.50	52.50	53.75	53.56
150	50.50	55.50	57.25	57.00	55.06
متوسط النحاس	50.75	52.31	52.75	52.69	
L.S.D 0.05	K	Cu	K*Cu		
	3.27	1.93	4.46		

ولم يختلف هذا المستوى معنوياً عن المستوى 100 كغم^{هـ} 1⁻ البالغ 53.56 ملغم كغم^{هـ} 1⁻ غير أن الاختلاف كان معنوياً مع المعاملات الأخرى وبنسبة زيادة بلغت 7.43 و 13.24% قياساً بالمستوى 50 كغم^{هـ} 1⁻ ومعاملة المقارنة التي سجلت أوطأ متوسط للصفة بلغ 48.62 ملغم كغم^{هـ} 1⁻ مادة جافة.

أن زيادة تركيز النحاس في الأوراق بزيادة مستوى إضافة البوتاسيوم يعود إلى أن نباتات المستوى العالي للبوتاسيوم (150 كغم^{هـ} 1⁻) كانت تمتلك أعلى نسبة للبوتاسيوم في أوراقها (الجدول 5) وهذا ربما يحفز هذه النباتات لزيادة امتصاص النحاس للوصول إلى حالة التوازن الغذائي الأمثل بين العنصرين بالإضافة إلى دور البوتاسيوم في زيادة نفاذية أغشية خلايا نسيج الورقة من خلال تنظيم الأس الهيدروجيني والبيئة التنافذية داخل الخلايا مما ينعكس في زيادة انتقال المغذيات (8 و 20 و 33 و 39). بينت نتائج الجدول 4 معنوية التداخل بين التسميد البوتاسي والتغذية الورقية بالنحاس، إذ أعطت النباتات المسمدة بالمستوى 150 كغم^{هـ} 1⁻ والمرشوشة بالتركيز 20 ملغم Cu لتر^{هـ} 1⁻ أعلى متوسط للصفة بلغ 57.25 ملغم كغم^{هـ} 1⁻ مادة جافة ولم تختلف معنوياً عن النباتات المسمدة بنفس المستوى من البوتاسيوم والمرشوشة بالتركيز 30 ملغم Cu لتر^{هـ} 1⁻ فقد بلغ 57.00 ملغم كغم^{هـ} 1⁻ في حين كان الاختلاف معنوياً مع بقية معاملات التداخل الأخرى وبزيادة بلغت نسبتها 24.45% قياساً بمعاملة المقارنة لكلا العنصرين التي أعطت أوطأ متوسط لتركيز النحاس في الأوراق بلغت 46.00 ملغم كغم^{هـ} 1⁻ مادة جافة.

نسبة البوتاسيوم في الأوراق (ملغم كغم^{هـ} 1⁻)

تشير نتائج الجدول 5 إلى تفوق النباتات المرشوشة بالتركيز العالي للنحاس (30 ملغم Cu لتر^{هـ} 1⁻) بإعطائها أعلى متوسط لنسبة البوتاسيوم في الأوراق بلغ 2.39 ملغم كغم^{هـ} 1⁻ ولم تختلف معنوياً عن نباتات التركيزين 20 و 10 ملغم Cu لتر^{هـ} 1⁻ والذي بلغ حوالي 2.26 و 2.20 ملغم كغم^{هـ} 1⁻ غير أن جميع التراكيز اختلفت معنوياً عن معاملة المقارنة التي أعطت أقل متوسط للصفة بلغ 1.75 ملغم Cu لتر^{هـ} 1⁻. اتفقت هذه النتيجة مع (23) الذي بينوا الدور الإيجابي للنحاس في زيادة نسبة البوتاسيوم بالأوراق. كما تشير نتائج الجدول 5 إلى تفوق النباتات المسمدة بالمستوى 150 كغم^{هـ} 1⁻ معنوياً بأعلى متوسط للصفة بلغ 2.56 ملغم كغم^{هـ} 1⁻ ولم تختلف معنوياً عن النباتات المسمدة بالمستوى 100 كغم^{هـ} 1⁻ إذ بلغ 2.26 ملغم كغم^{هـ} 1⁻ غير أن الاختلاف كان معنوياً مع المستوى 50 كغم^{هـ} 1⁻ فقد بلغ 2.02 ملغم كغم^{هـ} 1⁻ ونباتات المقارنة التي أعطت أقل متوسط للصفة بلغ 1.76 ملغم كغم^{هـ} 1⁻.

أن زيادة نسبة البوتاسيوم في أوراق النباتات بزيادة مستوى إضافته يرجع إلى زيادة جاهزيته بمحلل التربة في منطقة الجذور وبالتالي زيادة امتصاصه من قبل النبات والتي انعكست في رفع نسبته في الأوراق بما يتلاءم مع حاجة النبات الية. جاءت هذه النتيجة متماشية مع نتائج بحوث أخرى بينت وجود تأثير معنوي للسماذ البوتاسي في زيادة نسبة البوتاسيوم في الأوراق ولمحاصيل بقولية مختلفة (3 و 4 و 5 و 11 و 30). يوضح الجدول

5 معنوية التداخل بين مستويات البوتاسيوم وتركيز النحاس في هذه الصفة. أعطت النباتات المسمدة بالمستوى 150 كغم ه⁻¹ ذات التغذية بالتركيز 20 ملغم Cu لتر⁻¹ أعلى متوسط لنسبة البوتاسيوم في أوراقها بلغ 3.07 ملغم كغم⁻¹ ولم تختلف معنوياً عن النباتات المسمدة بالمستويين 150 و 100 كغم ه⁻¹ والمرشوشة بالتركيز 30 ملغم Cu لتر⁻¹ والتين بلغت 2.90 و 2.86 ملغم كغم⁻¹ بالتتابع، بينما كان الاختلاف معنوياً مع معاملات التداخل الأخرى وبنسبة زيادة بلغت 113.19% قياساً بمعاملة المقارنة لكلا العنصرين التي أعطت أقل متوسط للصفة بلغ 1.44 ملغم كغم⁻¹.

جدول 5 تأثير الرش بعنصر النحاس والتسميد البوتاسي والتداخل بينهما في متوسط نسبة البوتاسيوم في الأوراق (ملغم كغم⁻¹) لمحصول الباقلاء

متوسط البوتاسيوم	تركيز النحاس (ملغم Cu لتر ⁻¹)				مستويات البوتاسيوم (كغم ك ه ⁻¹)
	30	20	10	0	
1.76	1.63	1.87	2.10	1.44	0
2.02	2.15	1.65	2.24	2.05	50
2.26	2.86	2.44	2.00	1.75	100
2.56	2.90	3.07	2.47	1.79	150
	2.39	2.26	2.20	1.75	متوسط النحاس
		K*Cu	Cu	K	L.S.D 0.05
		0.58	0.24	0.44	

طول الجذر الرئيس (سم)

يتضح من الجدول 6 وجود زيادة في طول الجذر مع زيادة تركيز الرش بالنحاس، أذ أعطت النباتات المرشوشة بالتركيز 30 ملغم Cu لتر⁻¹ أعلى متوسط للصفة بلغ 16.68 سم ولم تختلف معنوياً عن التركيز 20 ملغم Cu لتر⁻¹ إذ بلغ 16.48 سم بينما كان الاختلاف معنوياً مع التركيز 10 ملغم Cu لتر⁻¹ فقد بلغ 16.26 سم ومعاملة المقارنة التي أعطت أقل متوسط لطول الجذر بلغ 15.68 سم. اتفقت هذه النتيجة مع (32) الذين اثبتوا دور النحاس المهم في زيادة طول الجذر من خلال دوره في زيادة انقسام خلايا الجذر.

يتبين من الجدول أن النباتات المسمدة بالمستوى 100 كغم ه⁻¹ قد أعطت أعلى متوسط لطول الجذر بلغ 17.78 سم متفوقة بذلك معنوياً على جميع المعاملات الأخرى وبنسبة زيادة بلغت 10.43 و 6.59 و 22.19% قياساً بالمستويين 150 و 50 كغم ه⁻¹ ومعاملة المقارنة التي سجلت أوطأ متوسط لطول الجذر بلغ 14.55 سم بالتتابع. أن هذه الزيادة تعزى إلى دور البوتاسيوم في زيادة المساحة الورقية (الجدول 3) والتي قد ينعكس عنها زيادة في منتجات عملية التمثيل الكربوني وبالتالي مساهمة المجموع الخضري بقدر أكبر من الغذاء المصنع لتغذية الجذر لزيادة انقسام واستطالة خلاياه، أذ يعتمد الجذر في غذاءه اللازم لعملية التنفس وبناء الخلايا على منتجات عملية التمثيل الضوئي في الجزء الخضري للنبات (2). اتفقت هذه النتيجة مع (5 و 13) الذين

وجدوا أن إضافة البوتاسيوم إلى التربة أثرت معنوياً في زيادة طول الجذر. يتبين من الجدول أن النباتات المسمدة بالمستوى 100 كغم⁻¹ K⁺ والمرشوشة بالتركيزين 30 و 20 ملغم Cu لتر⁻¹ قد أعطت أعلى متوسط لطول الجذر بلغ 18.31 و 18.30 سم بالتتابع وتفاوتاً معنوياً على معاملات التداخل الأخرى وبنسبة زيادة بلغت 31.53 و 31.46% بالتتابع قياساً بالنباتات غير المسمدة بالبوتاسيوم والمرشوشة بالتركيز 20 ملغم Cu لتر⁻¹ التي أعطت أوطأ متوسط للصفة بلغ 13.92 سم.

جدول 6 تأثير الرش بعنصر النحاس والتسميد البوتاسي والتداخل بينهما في متوسط طول الجذر الرئيس (سم) لمحصول الباقلاء

متوسط البوتاسيوم	تركيز النحاس (ملغم Cu لتر ⁻¹)				مستويات البوتاسيوم (كغم K هـ ⁻¹)
	30	20	10	0	
14.55	15.45	13.92	14.82	14.02	0
16.68	16.75	17.20	16.50	16.30	50
17.78	18.31	18.30	17.27	17.25	100
16.10	16.25	16.50	16.47	15.17	150
	16.68	16.48	16.26	15.68	متوسط النحاس
		K*Cu	Cu	K	L.S.D 0.05
		0.85	0.42	0.50	

عدد القرنات بالنبات

يتضح من الجدول 7 أن النباتات ذات التغذية بالتركيز العالي للنحاس (30 ملغم Cu لتر⁻¹) قد أعطت أعلى متوسط للصفة بلغ 14.95 قرنة. نبات⁻¹ ولم تختلف معنوياً مع نباتات التركيزين 20 و 10 ملغم Cu لتر⁻¹ والتي بلغت 13.55 و 13.95 قرنة. نبات⁻¹ بالتتابع غير أن جميعها تفوق معنوياً على نباتات المقارنة التي أعطت أقل معدل بلغ 10.36 قرنة. نبات⁻¹. أن تفوق التركيز 30 ملغم Cu لتر⁻¹ في عدد القرنات يرجع إلى تفوقه في نسبة البوتاسيوم في الأوراق (الجدول 5) وفي ارتفاع النبات وطول الجذر (الجدولين 2 و 3) ومن المعلوم أن البوتاسيوم له دور واضح في زيادة كفاءة النبات على نقل منتجات عملية التمثيل الضوئي من أجزاء النبات لصالح الأزهار الناشئة والتي انعكست إيجاباً في زيادة نسبة الخصب في الأزهار ومن ثم زيادة عدد القرنات بالنبات.

اتفقت هذه النتيجة مع (10 و 34) الذين بينوا وجود تأثير معنوي لإضافة النحاس في مكونات الحاصل. يتضح من الجدول نفسه وجود زيادة في عدد القرنات بالنبات مع زيادة مستوى إضافة البوتاسيوم وقد أعطت النباتات المسمدة بالمستوى العالي للعنصر (150 كغم K هـ⁻¹) أعلى متوسط للصفة بلغ 15.37 قرنة. نبات⁻¹ ولم تختلف معنوياً عن النباتات المسمدة بالمستوى 100 كغم K هـ⁻¹ والتي هي بحدود 13.37 قرنة. نبات⁻¹ في حين اختلفت معنوياً مع نباتات المستوى 50 كغم K هـ⁻¹ ومعاملة المقارنة التي سجلت أوطأ متوسط

لعدد القنرات بالنبات بلغ 11.45 قرنة، ومن هذه النتائج يتضح أن المعاملة الأولى تفوقت بنسبة بلغت 34.23% عن معاملة المقارنة. أن تفوق المستوى 150 كغم¹ هـ K في هذه الصفة يعود إلى تفوقه في ارتفاع النبات (الجدول 2) وتركيز النحاس واليوتاسيوم في الأوراق (الجدولين 4 و 5) إذ أن العنصرين لهما دور إيجابي في تأخير شيخوخة الأوراق وبالتالي أطاله فترة التمثيل وانتقال نواتج التمثيل إلى مواقع النشوء الجديدة في المرحلة التكاثرية للنبات (9 و 29) والذي ينعكس في زيادة نسبة الخصب في الأزهار ومن ثم زيادة عدد القنرات بالنبات. تماشت هذه النتيجة مع نتائج دراسات أخرى بينت التأثير الإيجابي لليوتاسيوم في زيادة عدد القنرات بالنبات (4 و 5 و 16 و 22 و 28).

تشير نتائج الجدول إلى معنوية التداخل بين مستويات اليوتاسيوم وتركيز النحاس في هذه الصفة. إذ حققت النباتات المسمدة بالمستوى العالي لكلا العنصرين (150 كغم¹ هـ K + 30 ملغم Cu لتر¹) أعلى متوسط لعدد القنرات بالنبات بلغ 19.09 قرنة. نبات¹ ولم تختلف معنوياً عن النباتات المسمدة بنفس المستوى من اليوتاسيوم والمرشوشة بالتركيز 20 ملغم Cu. لنت¹ والبالغة 16.72 قرنة. نبات¹ بينما كان الاختلاف معنوياً مع جميع معاملات التداخل الأخرى وبنسبة زيادة بلغت 96.39% قياساً بالنباتات المسمدة بالمستوى 100 كغم¹ هـ K غير المرشوشة بالنحاس التي أعطت أوطأ متوسط لعدد القنرات بالنبات بلغ 9.72 قرنة. نبات¹.

جدول 7 تأثير الرش بعنصر النحاس والتسميد اليوتاسي والتداخل بينهما في متوسط عدد القنرات بالنبات لمحصول الباقلاء

متوسط اليوتاسيوم	تركيز النحاس (ملغم Cu لتر ¹)				مستويات اليوتاسيوم (كغم K هـ ¹)
	30	20	10	0	
11.45	12.51	10.77	12.24	10.28	0
12.62	13.10	12.36	15.08	9.93	50
13.37	15.10	14.36	14.31	9.72	100
15.37	19.09	16.72	14.18	11.49	150
	14.95	13.55	13.95	10.36	متوسط النحاس
		K*Cu	Cu	K	L.S.D 0.05
		3.28	1.42	2.41	

وزن 100 بذرة (غم)

يتضح من الجدول 8 وجود زيادة في وزن 100 بذرة مع زيادة مستوى الرش بالنحاس، إذ أعطت النباتات المرشوشة بالتركيز العالي للنحاس (30 ملغم Cu لتر¹) أعلى متوسط للصفة بلغ 140.75 غم متفوقة بذلك معنوياً على بقية التراكيز وبزيادة بلغت نسبتها 3.58 و 5.34 و 9.46% قياساً بالتركيزين 20 و 10 ملغم Cu لتر¹ ومعاملة المقارنة التي أعطت أقل متوسط لوزن 100 بذرة بلغ 128.58 غم. أن تفوق التركيز العالي للنحاس في هذه الصفة يعود إلى تفوقه في ارتفاع النبات (الجدول 2) وهذا يعني توفر خزين غذائي أكثر

في النبات الذي ينتقل لاحقاً بعد نشوء البذور ليزيد من امتلائها إضافة إلى ذلك فإن هذه المعاملة قد تفوقت في طول الجذر (الجدول 6) وهذا ينعكس في زيادة معدل امتصاص الماء والعناصر الغذائية التي لها دور في تحفيز نشاط الأنزيمات وعملية انقسام واستطالة خلايا البذرة وبالتالي زيادة وزن البذرة. اتفقت هذه النتيجة مع نتائج دراسات أخرى بينت الدور الإيجابي لإضافة النحاس في زيادة وزن البذرة (7 و 10 و 34).

يتضح من الجدول 8 أن النباتات المسمدة بالمستوى 100 كغم⁻¹ هـ¹ قد أعطت أعلى متوسط للصفة بلغ 138.65 غم ولم تختلف معنوياً عن نباتات المستويين 150 و 50 كغم⁻¹ هـ¹ فقد بلغتا 135.74 و 134.95 غم بالتتابع، في حين اختلفت معنوياً مع معاملة المقارنة التي سجلت أقل متوسط لوزن 100 بذرة بلغ 129.48 غم، كما يتبين أن جميع مستويات البوتاسيوم 50 و 100 و 150 كغم⁻¹ هـ¹ تفوقت معنوياً على معاملة المقارنة K0 وبنسب زيادة بلغت 4.22 و 7.08 و 4.83% بالتتابع. أن تفوق المستوى 100 كغم⁻¹ هـ¹ في هذه الصفة يعود إلى تفوقه في المساحة الورقية (الجدول 3) وبالتالي زيادة انتقال نواتج التمثيل الضوئي إلى البذور النامية ليزيد من معدل امتلائها ومن ثم زيادة وزنها فضلاً عن تفوق هذا المستوى في طول الجذر (الجدول 6) وهذا يعني زيادة كفاءه النبات في امتصاص الماء والمغذيات التي لها دور في زيادة انقسام الخلايا واستطالتها وامتلائها ومن ثم زيادة حجمها.

وفي هذا المجال أشار (20) إلى أن وزن البذرة عبارة عن داله لمعدل التمثيل الضوئي وانتقال نواتجه. كما اتفقت هذه النتيجة مع نتائج بحوث أخرى وجدت تأثيراً معنوياً لأضافه البوتاسيوم في زيادة وزن البذرة (14 و 15 و 22 و 28). بينت نتائج الجدول معنوية التداخل بين التسميد البوتاسي والتغذية الورقية بالنحاس. أذ أعطت النباتات المسمدة بالمستوى 50 كغم⁻¹ هـ¹ والمرشوشة بالتركيز 30 ملغم Cu لتر⁻¹ أعلى متوسط لوزن 100 بذرة بلغ 143.30 غم ولم تختلف معنوياً مع النباتات المسمدة بالمستوى 100 كغم⁻¹ هـ¹ والمرشوشة بالتركيزين 30 و 20 ملغم Cu لتر⁻¹ اللتين بلغتا 142.85 و 140.91 غم بالتتابع،

جدول 8 تأثير الرش بعنصر النحاس والتسميد البوتاسي والتداخل بينهما في متوسط وزن 100 بذرة (غم) لمحصول الباقلاء

متوسط البوتاسيوم	تراكيز النحاس (ملغم Cu لتر ⁻¹)				مستويات البوتاسيوم (كغم K هـ ⁻¹)
	30	20	10	0	
129.48	138.21	125.70	135.40	118.61	0
134.95	143.30	142.37	126.06	128.08	50
138.65	142.85	140.91	138.68	132.16	100
135.74	138.65	134.53	134.31	135.49	150
	140.75	135.88	133.61	128.58	متوسط النحاس
		K*Cu	Cu	K	L.S.D 0.05
		6.09	2.77	4.19	

غير أن الاختلاف كان معنوياً مع بقية معاملات التداخل الأخرى وبزيادة معنوية بلغت نسبتها 20.81% قياساً بمعاملة المقارنة لكلا العنصرين التي سجلت أقل متوسط للصفة بلغ 118.61 غم.

حاصل بذور النبات (غم. نبات⁻¹)

يتضح من الجدول 9 وجود زيادة في حاصل بذور النبات مع زيادة تركيز الرش بالنحاس حتى أعطت النباتات التي رشت بالتركيز 30 ملغم Cu لتر⁻¹ أعلى متوسط لحاصل البذور بلغ 68.09 غم. نبات⁻¹ وقد تفوقت معنوياً على جميع المعاملات الأخرى وبنسبة زيادة بلغت 5.81 و 7.56 و 21.61% قياساً بالتركيزين 20 و 10 ملغم Cu لتر⁻¹ ومعاملة المقارنة التي سجلت أقل متوسط للصفة بلغ 55.99 غم. نبات⁻¹ بالتتابع، فضلاً عن ذلك فإن جميع تراكيز النحاس تفوقت معنوياً في هذه الصفة على معاملة المقارنة. أن سبب تفوق التركيز 30 ملغم Cu لتر⁻¹ في هذه الصفة يعود إلى تفوقه في عدد القرات بالنبات ووزن 100 بذرة (الجدولين 7 و 8) فضلاً عن تفوقه في ارتفاع النبات ونسبة البوتاسيوم في الأوراق وطول الجذر (الجدول 2 و 5 و 6) كل ذلك انعكس إيجاباً في زيادة حاصل بذور النبات. اتفقت هذه النتيجة مع نتائج دراسات أخرى بينت الدور الإيجابي للنحاس في زيادة حاصل بذور النبات ولمحاصيل حقلية مختلفة (7 و 10 و 34 و 35 و 37). يبين الجدول 9 أن النباتات المسمدة بالمستوى 100 كغم K ه⁻¹ قد أعطت أعلى متوسط لحاصل بذور النبات بلغ 71.76 غم. نبات⁻¹ ولم تختلف معنوياً عن نباتات المستوى 150 كغم K ه⁻¹ البالغة 67.34 غم. نبات⁻¹ بينما كان الاختلاف معنوياً وبنسبة زيادة بلغت 18.55 و 37.73% قياساً بنباتات المستوى 50 كغم K ه⁻¹ ومعاملة المقارنة التي سجلت أقل متوسط للصفة بلغ 52.10 غم. نبات⁻¹ بالتتابع.

أن سبب زيادة حاصل بذور النبات بتأثير المستوى 100 كغم K ه⁻¹ يعود إلى تفوقه في وزن 100 بذرة (الجدول 8) وتميزه في عدد القرات بالنبات (الجدول 7) فضلاً عن تفوقه في المساحة الورقية وطول الجذر (الجدولين 3 و 6) كل ذلك ساهم بشكل مباشر وغير مباشر في زيادة حاصل بذور النبات. جاءت هذه النتيجة متماشية مع نتائج دراسات أخرى بينت التأثير الإيجابي للبوتاسيوم في حاصل البذور ولمحاصيل بقولية مختلفة (3 و 5 و 15 و 28). يتضح من نتائج الجدول معنوية التداخل بين مستويات البوتاسيوم وتراكيز النحاس في هذه الصفة. أذ حققت النباتات المسمدة بالمستوى العالي لكلا العنصرين (150 كغم K ه⁻¹ + 30 ملغم Cu لتر⁻¹) أعلى متوسط لحاصل بذور النبات بلغ 83.41 غم. نبات⁻¹ ولم تختلف معنوياً عن النباتات المسمدة بالمستوى 100 كغم K ه⁻¹ والمرشوشة بالتركيزين 30 و 20 ملغم Cu لتر⁻¹ والبالغتين 80.72 و 81.25 غم. نبات⁻¹ بالتتابع، غير إنها اختلفت معنوياً مع جميع معاملات التداخل الأخرى وبزيادة مقدارها 34.78 غم (71.51%) قياساً بالنباتات غير المسمدة بالبوتاسيوم والمرشوشة بالتركيز 20 ملغم Cu لتر⁻¹ التي أعطت أقل متوسط لحاصل البذور بلغ 48.63 غم. نبات⁻¹. أن معنوية التداخل تشير إلى حصول توازن غذائي أمثل بين العنصرين فأنعكس ذلك في زيادة نشاط جميع العمليات الحيوية الجارية في النبات والتي انعكست في زيادة حاصل بذور النبات.

جدول 9 تأثير الرش بعنصر النحاس والتسميد البوتاسي والتداخل بينهما في متوسط حاصل بذور النبات (غم) لمحصول الباقلاء

متوسط البوتاسيوم (كغم K هـ ⁻¹)	تراكيز النحاس (ملغم Cu لتر ⁻¹)				متوسط النحاس
	0	10	20	30	
0	52.44	55.57	48.63	51.78	52.10
50	56.66	58.97	70.03	56.44	60.53
100	61.35	63.72	81.25	80.72	71.76
150	53.50	74.94	57.50	83.41	67.34
	55.99	63.30	64.35	68.09	
L.S.D 0.05	K	Cu	K*Cu		
	8.00	3.60	9.67		

نسبة البروتين في البذور (%)

تشير نتائج الجدول 10 إلى وجود زيادة في نسبة البروتين في البذور مع زيادة تركيز الرش بالنحاس، أذ أعطت النباتات المرشوشة بالتركيز العالي للنحاس (30 ملغم Cu لتر⁻¹) أعلى متوسط لنسبة البروتين في بذورها بلغ 28.97% وبزيادة معنوية بلغت نسبتها 3.03 و 4.17 و 14.63% قياساً بالتركيزين 20 و 10 ملغم Cu لتر⁻¹ ومعاملة المقارنة التي أعطت أقل متوسط للصفة بلغ 25.22% بالتتابع. للنحاس أهمية في عملية تكوين البروتين من خلال دوره في زيادة تثبيت النتروجين الجوي وكذلك من خلال رفع قدرة النبات على زيادة تكوين البروتين والأحماض النووية DNA و RNA المهمة في عملية تكوين البروتين أذ لوحظ تجمع للألمونيوم وكذلك انخفاض مستويات الـ DNA في الأجزاء النباتية التي تعاني من نقص النحاس كما انه ضروري في عملية اختزال النترات (12 و 20). أن هذه النتيجة جاءت متماشية مع نتائج دراسات أخرى بينت دور النحاس الإيجابي في زيادة نسبة البروتين في البذور (7 و 27 و 34 و 37).

يتضح من الجدول 10 وجود زيادة في نسبة البروتين في البذور مع زيادة مستوى إضافة البوتاسيوم حتى أعطت النباتات المسمدة بالمستوى 150 كغم K هـ⁻¹ أعلى متوسط لنسبة البروتين في بذورها بلغ 29.69% ولم تختلف معنوياً مع نباتات المستوى 100 كغم K هـ⁻¹ ونسبة 28.66% غير ان الاختلاف كان معنوياً مع المستوى 50 كغم K هـ⁻¹ بنسبة 26.89% ومعاملة المقارنة التي أعطت أقل متوسط للصفة بلغ 24.89%. أن زيادة نسبة البروتين بإضافة البوتاسيوم قد يرجع إلى تأثير العنصر الإيجابي في تحفيز قدرة خلايا النباتات لامتصاص النتروجين الذي يشترك في بناء الأحماض الأمينية ومن ثم تكوين البروتين (8 و 9 و 20) إضافة إلى ذلك فأن للبوتاسيوم تأثير معنوي في زيادة المساحة الورقية (الجدول 3) وبالتالي زيادة منتجات عملية التمثيل الضوئي والتي تدخل في مجرى عملية التنفس ومن خلال المركبات الوسيطة الناتجة عن عملية الأكسدة لهذه المنتجات تتكون الأحماض الأمينية التي تساهم في بناء البروتين. جاءت هذه النتيجة متماشية مع نتائج بحوث

أخرى بينت التأثير الإيجابي للبوتاسيوم في زيادة نسبة البروتين في بذور الماش واللوبياء وفول الصويا (5 و 11 و 22 و 28).

جدول 10 تأثير الرش بعنصر النحاس والتسميد البوتاسي والتداخل بينهما في متوسط نسبة البروتين في البذور (%) لمحصول الباقلاء

متوسط البوتاسيوم	تراكيز النحاس (ملغم Cu لتر ⁻¹)				مستويات البوتاسيوم (كغم K هـ ⁻¹)
	30	20	10	0	
24.89	26.46	25.66	25.28	22.16	0
26.89	28.65	28.23	27.52	23.14	50
28.66	30.30	28.42	28.53	17.39	100
29.69	30.48	30.20	29.91	28.18	150
	28.97	28.12	27.81	25.22	متوسط النحاس
		K*Cu	Cu	K	L.S.D 0.05
		N.S	0.83	1.13	

المصادر

- 1- ابو ضاحي، يوسف محمد ومؤيد أحمد اليونس، 1988. دليل تغذية النبات. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي - جامعة بغداد.
- 2- احمد، رياض عبد اللطيف، 1984. الماء في حياة النبات. مديرية دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل، العراق. ع.ص.: 512.
- 3- الحلبوسي، أسامة حسين مهدي محمد، 2005. تأثير التسميد النتروجيني والفوسفاتي والرش بالبوتاسيوم في صفات محصول فول الصويا *Glycine max L.* رسالة ماجستير. قسم المحاصيل الحقلية-كلية الزراعة-جامعة الأنبار.
- 4- الحلبوسي، أسامة حسين مهدي، 2013. تأثير مستويات من السماد الفوسفاتي والبوتاسي والتغذية الورقية بالحديد والبورون في النمو والحاصل والمكونات الفعالة في الحلبة. أطروحة دكتوراه. قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة-جامعة الأنبار.
- 5- الدليمي، محمد علي احمد درج، 2015. استجابة نمو فول الصويا وحاصلة والصفات النوعية للسماد البوتاسي والتغذية الورقية بالزنك. رسالة ماجستير، قسم المحاصيل الحقلية. كلية الزراعة-جامعة الأنبار.
- 6- الراوي، خاشع محمود وعبد العزيز خلف الله، 1980. تصميم وتحليل التجارب الزراعية. مديرية دار الكتب للطباعة والنشر. جامعة الموصل. ع.ص.: 487.
- 7- الزوبعي، عبد الرزاق علي حمادي، 2008. تأثير التسميد بالبوتاسيوم والرش بالنحاس في امتصاص بعض المغذيات ونمو وحاصل الذرة الصف (*Zea mays L.*). رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة بغداد.

- 8-الشيبيني، جمال محمد، 2007. البوتاسيوم في الأرض والنبات. معهد بحوث الأراضي والمياه والبيئة.
- 9-الصحاف، فاضل حسين، 1989. تغذية النبات التطبيقي. مطبعة دار الحكمة للطباعة والنشر-جامعة بغداد.
- 10-المحمدي، شامل إسماعيل نعمة، 2011. استجابة نمو وحاصل بعض أصناف حنطة الخبز. *Triticum L. astivum* للتغذية الورقية بالنحاس. مجلة الأنبار للعلوم الزراعية، المجلد: 8 العدد(4) عدد خاص بالمؤتمر. 431-417.
- 11-المحمدي، مروة سلمان هلال، 2012. تأثير مستويات من السماد النتروجيني والبوتاسي في نمو وحاصل تركيبتين وراثيتين لمحصول الماش *Vigna radiate L*. رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة الأنبار.
- 12-النعمي، سعد الله نجم عبد الله، 1999. الأسمدة وخصوبة التربة. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي - جامعة الموصل-دار الكتب للطباعة.
- 13-حسين، ليلى على وكريمة محمد وهيب، 2010. العلاقة بين نمو الجذر وحاصل العنصر بتأثير فترات الري ومستويات البوتاسيوم. مجلة العلوم الزراعية العراقية، 41(3):30-45.
- 14-حنشل، ماجد علي. 2004. تأثير مستويات التسميد البوتاسي في حاصل ونوعية بذور البزاليا صنف اينورد. مجلة الأنبار للعلوم الزراعية 2(2): 214-219.
- 15-خيرو، أوس ممدوح، 2009. تأثير التسميد الأرضي والورقي بالبوتاسيوم في نمو وحاصل اللوبياء *Vigna sinensis*. مجلة ديالى للعلوم الزراعية 1(2):50-42.
- 16-عبد الهادي، سعدون، جمال احمد عباس وكاظم محمد عبد الله، 2010. تأثير رش المحلول المغذي والتسميد البوتاسي في نمو وحاصل الصنف المحلي لنبات البزاليا الخضراء. *Pisium Sativum L*. مجلة الكوفة للعلوم الزراعية، 2(1):13-24.
- 17-علي، حميد جلوب، طالب احمد عيسى وحامد محمود جدعان، 1990. محاصيل البقول. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي جامعة بغداد. ع.ص. 259.
- 18-عمادي، طارق حسن، 1991. العناصر الغذائية الصغرى في الزراعة. دار الحكمة للطباعة والنشر - وزارة التعليم العالي والبحث العلمي - جامعة بغداد - كلية الزراعة.
- 19-عواد، كاظم مشحوت، 1987. التسميد وخصوبة التربة. مديرية دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل. ع.ص.: 393.
- 20-عيسى، طالب احمد، 1990. فسيولوجيا نباتات المحاصيل(مترجم). وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة بغداد. ع.ص. 496.
- 21- A.O.A.C., 1980. Official Methods of Analysis of the Association of official Analysis chemist's. PP. 211-223.
- 22- Ali, A. 'M. A. Nadeem, A. T. M. Tahir and M. A. Hussain, 2007. Effect of different Potash levels on the growth, yield and Protein contents chickpea (*cicer arietinum L*). pak.J.Bot.39) 2):523-527.

- 23- Anderson, L. L. and D. G. Bullock, 1998. Variable rate fertilizer application for corn and soybean. J. of plant-nutrition (USA) .V. 21(7) P. 1355-1361.
- 24- Arnon, D. I., 1950. Functional aspects of copper in plants .P: 89- 114In copper metabolism .The Jone Hopkins press, Baltimore.
- 25- Black, C. A., 1965. Methods of Soil analysis .Amer. Soc. Of Agron .Inc .USA.
- 26- Boardman, N. K., 1975. Trace elements in Photosynthesis .P: 199-212. In: Trace elements in Soil – Plant – Animal System .Nicholas, E. D., Egan, D. J. D. and Egan, A. R. Academic press .
- 27- Henryka, S., 1997. Physiological aspects of nitrogen fixation response to copper nutrition in several grain legume species .Developments in plant and Soil Science. Vol, :78 233-237.
- 28- Hussain, F., A. U. Malik, M. A. Huji and A. L. Malghani, 2011. Growth and yield response of two Cultivars of Mung been (*Vigna radiate L*) to different potassium levels .The J. of Animal and plant science. 21 (3): 622-625.
- 29- LPI, international potash institute, 2000. Potassium increases Salinity tolerance file: A: / IPI Serves the word.
- 30- Jaspinder ,S. K. and H. S. Grewal, 2005. Effect of split application of potassium on growth, yield and potassium accumulation by soybean .Agroeco system J. 39(30):(217-222.
- 31- Johnson, H., 1967. Alkaloids. Encyclopedia of food sources. 3.450-455.
- 32- Kalaikandhan, P., P. V. Jayareng, R. sivasankar and S. Mathivanan .2014. The effect of copper and on the morphological parameters of *Sesuvium portulacastrum L* .Internrtion Journal of Current Research and Academic Revieww, 2347-3215:105-120.
- 33- Geoge, E. F.; M. A. Hall and G. D. Klerk, 2008. Plant propagation by tissue culture. 3rd Edition, 65-113. 65.2008 Springer.
- 34- Mohsen, A., S. Dowidar, S. Abo-Hamad and B. Khalaf, 2013. Role of cyanobacteria in amelioration of toxic effects of copper in *Trigonella F0enum gracum*. AJcs 7(10):1488-1493.
- 35- Magomedalieu, Z. G., A. B. Solmanov, and E. I. chelo, 1993. Agrokhimiya, 2 81
- 36- Olsen, S. B. and L.E. Sommers, 1982. Phosphorus in page A.L. (eds .(Methods of soil Analysis Am. Soc. Agron. Inc., Madison., Wis., pp: 403-429.
- 37- Poongothai, S. and K. K. Mathan, 2002. Direct, Residual and cumulative effect of copper and organic manure application in maize – groundnut cropping system .Journal of the Indian Society of Soil Science Vol. 50. No. ,3 PP: 315-317.
- 38- Rosolem, C. A., J. Nakagawa. and N. J. Junqueira, 1985. Effect of rate method and praticale size of for malated fertilizer on soybean. (628-634). (C.A.Field Crop Abst.38(12):838).
- 39- Tisdale, L., L. Nelson, D. Beaton and L. Havlin, 1993. Soil Fertility and Fertilizer. 5th edition.
- 40- Vallee, B. I. and W.E. Wacker. 1970. "The proteins" Ed. H. Neurath 2nd V. 5 Acad. Prees – New York PP. 192.