

تأثير الرش بتركيز مختلفة من البوتاسيوم والنحاس في نمو وإنتاج البطاطا

نبيل جواد كاظم العامري
كلية الزراعة / جامعة بغدادعامر سلمان عبد الله الموسوي
مديرية زراعة محافظة القادسية

E.mail : amiralmusau1@yahoo.com

تاريخ قبول النشر : 2016/12/21

تاريخ استلام البحث : 2016/3/6

الخلاصة

أجريت دراسة حقلية على محصول البطاطا صنف بورين (Burren) في أحد الحقول الخاصة في محافظة الديوانية 180 كم جنوب بغداد في تربة (مزيجية رملية) لمعرفة تأثير الرش بالبوتاسيوم والنحاس في النمو الخضري والحاصل للعروة الربيعية 2015، وفق تصميم القطاعات الكاملة المعشاة (RCBD) لتجربة عاملية بثلاثة مكررات، تضمنت الدراسة 9 معاملات بضمنها معاملة المقارنة (بدون رش). رشت النباتات بالبوتاسيوم بتركيز 0 و 3000 و 6000 ملغم لتر⁻¹ ورمز لها K0 و K1 و K2 بالتتابع، والنحاس بتركيز 0 و 2.5 و 5 ملغم لتر⁻¹ ورمز لها Cu0 و Cu1 و Cu2 بالتتابع، وتداخلهما ولثلاث مرات اثناء فترة النمو، إذ كانت المرة الاولى بعد 45 يوماً من الزراعة والثانية بعد 15 يوم من الرشة الاولى، بينما كانت الرشة الثالثة بعد 15 يوم من الرشة الثانية. حصدت الاجزاء الخضرية عند النضج وقدر الوزن الجاف لها وتراكيز العناصر (N، P، K، Cu) في الاوراق، وجنيت الدرناات وقدر حاصل النبات الواحد ومعدل وزن الدرنة والحاصل الكلي والحاصل القابل للتسويق، وأجري التحليل الاحصائي للبيانات وقورنت متوسطات المعاملات وفق اختبار أقل فرق معنوي LSD على مستوى 0.05 وكانت النتائج كالاتي :

حققت معاملة الرش بالبوتاسيوم بهيئة K₂SO₄ عند مستوى 6000 ملغم K لتر⁻¹ أعلى زيادة معنوية في صفات النمو الخضري المقاسة وصفات الحاصل، قياساً بمعاملة المقارنة. كما حصلت زيادة معنوية للرش بالنحاس، إذ كانت معاملة الرش بالتركيز 5 ملغم Cu لتر⁻¹ هي الافضل في صفات النمو الخضري المقاسة، وصفات الحاصل، قياساً بمعاملة المقارنة. فيما حققت معاملات التداخل بين البوتاسيوم والنحاس زيادة معنوية في صفات النمو الخضري وصفات الحاصل، وكانت المعاملة Cu2*K2 هي الافضل في أغلب صفات النمو الخضري (عدد الافرع، المساحة الورقية، محتوى الكلوروفيل في الاوراق و الوزن الجاف للمجموع الخضري)، بينما كانت المعاملة Cu1*K2 هي الافضل في صفة ارتفاع النبات، والمعاملة Cu2*K1 هي الافضل في عدد الاوراق، قياساً بمعاملة المقارنة، اما صفات الحاصل (عدد الدرناات، حاصل النبات الواحد، الحاصل القابل للتسويق والحاصل الكلي للنبات) فقد تفوقت المعاملة Cu2*K2 على جميع معاملات التداخل الاخرى، فضلا عن معاملة المقارنة. اما بخصوص تأثير العاملين المدروسين وتداخلهما في محتوى الاوراق من العناصر (N و P و K) فقد سجلت جميع المعاملات سواء كانت معاملات منفردة للعاملين ام تداخلهما تفوقاً ملحوظاً قياساً بمعاملة المقارنة، لاسيما المعاملة Cu2* K2 مع وجود الفوارق بين تراكيز المعاملات، إذ كانت التراكيز العليا منها هي الأفضل في محتوى العناصر المقاسة في الاوراق.

الكلمات المفتاحية: البوتاسيوم، النحاس، تغذية ورقية، بطاطا

المقدمة

مازال دون مستوى طموح المعنيين، إذ بلغت المساحة المزروعة عام 2014 للعروتين الربيعية والخريفية 26750 هكتار وقدر المحصول فيها 402300 طن أي بمعدل 15 طن/هكتار (مديرية الاحصاء الزراعي، 2015)، وقد أجريت العديد من الدراسات لتحسين نمو نبات البطاطا وزيادة إنتاجه في

تُعد البطاطا *Solanum tuberosum* L. من أهم محاصيل الخضر التي تتبع العائلة الباذنجانية Solanaceae، وتأتي في المرتبة الرابعة عالمياً لمحصول استراتيجي اقتصادي بعد الحنطة والذرة والرز (Ezzat وآخرون، 2011). و محلياً فقد ازداد الاهتمام بزراعة البطاطا بشكل واضح أثناء العقدتين الأخيرين إلا إن الإنتاج

مكررات في كل مكرر تسع معاملات هي عبارة عن ثلاثة تراكيز للنحاس ($\text{Cu SO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 0 و 2.5 و 5 ملغم Cu لتر⁻¹، وثلاث تراكيز للبيوتاسيوم (K_2SO_4) 0 و 3000 و 6000 ملغم K لتر⁻¹، والتداخل بينهما. لتتضمن التجربة 27 وحدة تجريبية، مساحة كل وحدة تجريبية 2.25 م². وبواقع ستة مروز طول المرز 13.5 م، والمسافة بين مرز وآخر 0.75 م. بعد إجراء عملية التثبيت للدرنات الكاملة زرعت بتاريخ 2015/1/25 وفي أخاديد في الثلث العلوي من المرز وعلى جهة واحدة منه وبعمق 10 سم (الضبيبي والصحاف، 2010). وبواقع 12 درنة للوحدة التجريبية بمسافة 25 سم بين درنة وأخرى. رشت المحاليل الغذائية في ثلاث مراحل من نمو النبات، الأولى بعد 45 يوماً من الزراعة (مرحلة النمو الخضري) والثانية بعد 15 يوم من الأولى (مرحلة نشوء الدرنات) والثالثة بعد 15 يوماً من الثانية (مرحلة كبر الدرنات).

تمت عملية الجني بتاريخ 22 / 5 / 2015 وأختيرت عشر نباتات بصورة عشوائية من كل معاملة قبل نهاية موسم النمو ثم أجريت القياسات التجريبية (ارتفاع النبات، عدد السيقان، المساحة الورقية، المحتوى النسبي للكوروفيل في الأوراق والوزن الجاف للمجموع الخضري)، إذ تم قياس المساحة الورقية للنبات بواسطة برنامج Digimizer بأخذ ورقة واحدة كاملة الاتساع من كل نبات ولعشرة نباتات اختيرت عشوائياً لكل معاملة وقيست مساحتها وضربت هذه المساحة في عدد أوراق النبات الواحد واستخرج متوسطها. كما قدر المحتوى النسبي للأوراق من الكلوروفيل بقياسه من خلال الورقة الرابعة من القمة النامية بواسطة جهاز (SPAD chlorophyll content measurement). وتم قياس الوزن الجاف للمجموع الخضري في نهاية موسم النمو وذلك بقطع عشر نباتات اختيرت عشوائياً لكل معاملة من منطقة اتصالها بالتربة، وقد تم تجفيفها بإدخالها الفرن الكهربائي Oven بدرجة حرارة 65 °م لحين ثبات الوزن. بعدها تم احتساب الوزن الجاف للمجموع الخضري للنبات باستخدام الميزان الحساس (الصحاف، 1989). وقياسات الحاصل ومكوناته (وزن الدرنة، حاصل النبات الواحد، الحاصل الكلي، الحاصل القابل للتسويق). وتم

وحدة المساحة باستعمال وسائل متعددة ومنها اضافة الأسمدة وهي وسيلة مهمة لتأمين إحتياج المحصول من العناصر الغذائية (الزوبعي، 2000)، وتُعد طريقة التسميد الورقي ذات كفاءة عالية في تغذية النباتات وذلك لسرعة إمتصاص العناصر الغذائية من قبل الأجزاء الخضرية، فضلاً عن إنها تجهز النبات بالمغذيات بصورة متجانسة (Brayan , 1999).

يُعد البيوتاسيوم والنحاس من العناصر الغذائية المهمة لنمو النبات، إذ ان البيوتاسيوم من المغذيات الضرورية وأهميته لا تقل عن أهمية النتروجين والفسفور وقد يفوق إحتياج النبات لهذا العنصر جميع المغذيات الأخرى في بعض مراحل نمو النبات (عواد، 1987)، وقد أكد العديد من الباحثين ان اضافة الأسمدة البيوتاسية للتربة أو رشها على النبات قد انعكس إيجاباً في نمو النبات ولاسيما في حالة الزراعة المستدامة والمكثفة وكذلك في حالة زراعة المحاصيل ذات الإحتياج العالي لهذا المغذي مثل البطاطا. كما يشترك النحاس في العمليات الحيوية لتكوين البروتين، ويلعب دوراً في عملية التمثيل الكربوني من خلال دوره في عملية تكوين الكلوروفيل، حيث ان نسبة عالية من النحاس الكلي توجد في البلاستيدات الخضراء. كما يشترك في سلسلة النقل الألكتروني التي تربط نظامي التفاعل الضوئي الكيمائي للتمثيل الكربوني ، وكونه عامل مساعد في تكوين الأحماض النووية DNA و RNA في الأعضاء النامية (حسن وآخرون، 1990)، مما يعمل على تحسين نمو النبات، وان جاهزية النحاس تتأثر بدرجة كبيرة بدرجة تفاعل التربة إذ تقل جاهزيته عند إرتفاع pH التربة عن 7 (النعيمي، 1980)، لذلك تهدف هذه الدراسة إلى امكانية زيادة نمو وإنتاج البطاطا عن طريق رش عنصري البيوتاسيوم والنحاس بتراكيز مختلفة على النبات.

المواد وطرائق العمل

نفذت هذه التجربة في محافظة القادسية 180 كم جنوب بغداد في حقل أحد المزارعين في ناحية سومر 30 كم شمال شرق مدينة الديوانية، للموسم الربيعي 2015. وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة في تجربة عاملية بثلاثة

ساخنة Hot Plate لوحظ بعدها تصاعد أبخرة و تغير لون العينات التدريجي حتى تم الحصول على محلول رائق عديم اللون ، أكمل حجم كل عينة إلى 50 مل بإضافة الماء المقطر بعد أن بردت العينات تم تقدير العناصر وفق الطرق الآتية:

1. تقدير النتروجين: قدر النتروجين الكلي بالتقطير بعد إضافة هيدروكسيد الصوديوم 10 مولاري بوساطة جهاز مايكروكلدال.
2. تقدير الفسفور: باستعمال مولبيدات الامونيوم والقياس بالمطياف الضوئي Spectrophotometer على طول موجي 882 فاتوميتر.
3. تقدير البوتاسيوم: باستعمال جهاز Flam photo meter
4. تقدير النحاس: باستعمال جهاز Atomic Absorption Spectrophotometer

قياس محتوى الاوراق من العناصر (N و P و k و Cu) بعد أخذ نماذج من الاوراق بعد الرشة الاخيرة بعشرة ايام إذ أخذت الورقة الرابعة من القمة النامية للساق الرئيسية لعشر نباتات عشوائياً من كل معاملة، وبعد اخذ الاوراق غسلت بالماء وجففت هوائياً ثم جففت في فرن كهربائي على درجة حرارة 65 °م ولحين ثبات الوزن، تم إجراء التحليلات المطلوبة في مختبر تحليلات الدراسات العليا في كلية الزراعة / جامعة بغداد، لتقدير محتوى الاوراق من العناصر المدروسة بعد ان طحنت العينات جيداً بطاحونة كهربائية. تم أخذ 0.2 غم من العينة المجففة المطحونة وهضمت وفق الطريقة المقترحة من Grasser و Parsons (1979) بإضافة 3 مل حامض الكبريتيك المركز وتركت العينات لمدة 24 ساعة ثم أضيف لها 1 مل من خليط (1:1) حامض الكبريتيك وحامض البروكلوريك المركزين ، وضعت دوارق الهضم على صفيحة

جدول 1 بعض الصفات الكيماوية والفيزيائية لتربة الحقل لعمق 0-30 سم

الصفة	القيمة	pH
تفاعل التربة	8.00	
التوصيل الكهربائي EC	2.20	الوحدة القياسية
المادة العضوية	0.58	ديسييمنز. م ⁻¹
كاربونات الكالسيوم	1.05	غم. كغم ⁻¹ تربة
الأيونات الذائبة	8.30	ملي مول. لتر ⁻¹
	2.40	
	100.00	
	11.60	
الأيونات الجاهزة	20.00	ملغم. كغم ⁻¹ تربة
	4.50	
	85.12	
مفصولات التربة	59.50	%
	10.00	
	30.50	
نسجة التربة		مزيجية رملية

مستوى لارتفاع النبات بلغ 45.05 سم. أما بالنسبة إلى تأثير النحاس يلاحظ من الجدول ذاته وجود تفرقاً معنوياً واضحاً في صفة ارتفاع النبات لمستويات النحاس المستعملة إذ بلغ أعلى ارتفاع للنبات 56.94 سم عند التركيز 5 ملغم Cu لتر⁻¹ في المعاملة (Cu2)، قياساً بمعاملة

النتائج والمناقشة

تشير نتائج جدول (2) الى وجود تأثير معنوي لتراكيز البوتاسيوم المستعملة في ارتفاع النبات، سيما التركيز العالي منه (6000 ملغم K لتر⁻¹) التي أعطت متوسط ارتفاع للنبات بلغ 60.16 سم، قياساً بمعاملة المقارنة والتي اعطت أقل

المقارنة رش ماء فقط Cu0 التي بلغ 48.83 سم. أما بالنسبة للتداخل بين مستويات البوتاسيوم والنحاس فقد كان معنوياً في التأثير على ارتفاع النبات، إذ بين الجدول ذاته أن التداخل بين معاملات التراكيز العالية منهما عند المعاملة

المقارنة رش ماء فقط Cu0 التي بلغ 48.83 سم. أما بالنسبة للتداخل بين مستويات البوتاسيوم والنحاس فقد كان معنوياً في التأثير على ارتفاع النبات، إذ بين الجدول ذاته أن التداخل بين معاملات التراكيز العالية منهما عند المعاملة

جدول 2 : تأثير رش البوتاسيوم والنحاس وتداخلهما في ارتفاع النبات (سم)

معدلات رش النحاس	تراكيز رش البوتاسيوم (ملغم/ لتر)			تراكيز رش النحاس (ملغم/ لتر)
	6000	3000	0	
48.83	54.50	50.66	41.33	0
55.88	63.66	59.50	44.50	2.5
56.94	62.33	59.16	49.33	5.0
	60.16	56.44	45.05	معدلات رش البوتاسيوم
قيم LSD : للنحاس *4.66 ، للبوتاسيوم *4.66 ، للتداخل النحاس *البوتاسيوم *8.07 0.05				

المعاملتين 5 و 2.5 ملغم/ لتر إذ بلغ عدد الأفرع 4.69 و 4.40 فرع النبات¹ بالتتابع، قياساً بمعاملة المقارنة 3.99 فرع النبات¹. وكان للتداخل بين العاملين تأثيراً معنوياً في عدة معاملات، إذ أعطت المعاملة Cu2*K2 أكبر عدد للأفرع بلغ 5.22 فرع النبات¹ قياساً بمعاملة المقارنة (Cu0*K0) التي أعطت أقل عدد للأفرع وصل 3.21 فرع النبات¹.

يلاحظ من نتائج جدول (3) ان للرش بالمستويين 6000 و 3000 جزء بالمليون من البوتاسيوم كان لهما تأثيراً معنوياً في زيادة عدد الأفرع قياساً بالنباتات غير المعاملة، بلغ عدد الأفرع للمعاملتين 4.81 و 4.69 فرع النبات¹ بالتتابع، قياساً بمعاملة المقارنة إذ بلغ 3.58 فرع النبات¹. أما بالنسبة لتأثير الرش بالنحاس في هذه الصفة المقاسة كانت الفروق معنوية عند

جدول 3 : تأثير رش البوتاسيوم والنحاس وتداخلهما في معدل عدد الافرع النبات¹

معدلات رش النحاس	تراكيز رش البوتاسيوم (ملغم/ لتر)			تراكيز رش النحاس (ملغم/ لتر)
	6000	3000	0	
3.99	4.44	4.33	3.21	0
4.40	4.77	4.66	3.77	2.5
4.69	5.22	5.10	3.77	5.0
	4.81	4.69	3.58	معدلات رش البوتاسيوم
قيم LSD : للنحاس *0.68 ، للبوتاسيوم *0.68 ، للتداخل النحاس *البوتاسيوم *1.18 0.05				

ورقية بلغت 874.04 دسم² نبات¹ قياساً بمعاملة المقارنة (Cu0) 581.62 دسم² نبات¹. كما كان للتداخل بين العاملين في هذه الصفة تأثيراً ملحوظاً في المساحة الورقية التي كانت أعلاها عند المعاملة Cu2*K2 إذ بلغت 972.00 دسم² نبات¹، قياساً بمعاملة المقارنة التي سجلت أقل مساحة ورقية للنبات بلغت 409.53 دسم² نبات¹.

يتضح من نتائج جدول (4) أن رش البوتاسيوم أحدث تأثيراً معنوياً في معدل المساحة الورقية للنبات إذ حقق التركيز الأعلى 6000 ملغم/ لتر أعلى مساحة ورقية بلغت 840.08 دسم² نبات¹، قياساً بمعاملة المقارنة التي بلغت المساحة الورقية فيها 574.61 دسم² نبات¹. وكذلك كان للنحاس تأثيراً معنوياً في صفة المساحة الورقية، إذ حققت المعاملة 5.0 ملغم/ لتر أعلى مساحة

جدول 4: تأثير رش البوتاسيوم والنحاس وتداخلهما في معدل المساحة الورقية للنبات (دسم²)

معدلات رش النحاس	تراكيز رش البوتاسيوم (ملغم/ لتر)			تراكيز رش النحاس (ملغم/ لتر)
	6000	3000	0	
581.62	733.60	602.33	409.53	0
779.26	814.66	898.73	624.40	2.5
874.04	972.00	960.23	689.90	5.0
	840.08	820.43	574.61	معدلات رش البوتاسيوم
قيم LSD: للنحاس *154.51 ، للبوتاسيوم *154.51 ، للتداخل النحاس *البوتاسيوم *267.62 0.05				

بينما كان للتداخل ما بين العاملين البوتاسيوم والنحاس تأثيراً واضحاً في الفروق المعنوية لمعظم المعاملات، إذ حققت المعاملة Cu2*K2 أعلى مستويات الكلوروفيل في الأوراق 53.07 SPAD في حين كانت المعاملة Cu0*K0 أوطأها مستوى في هذه الصفة، إذ بلغت 43.19 SPAD.

توضح النتائج المبينة في الجدول (5) أن تأثير رش البوتاسيوم على النبات منفرداً لم يرتقي إلى درجة المعنوية على محتوى الكلوروفيل في الأوراق، أما تأثير الرش بالنحاس في هذه الصفة كان معنوياً، إذ يلاحظ تفوق المعاملتين 5.0 و 2.5 ملغم/ لتر اللتان حققنا أعلى المستويات 53.24 و 50.91 SPAD، قياساً بمعاملة المقارنة التي بلغت 46.99 SPAD،

جدول 5: تأثير رش البوتاسيوم والنحاس وتداخلهما في الكلوروفيل الكلي في الأوراق (مقاساً بوحدة SPAD)

معدلات رش النحاس	تراكيز او معدلات رش البوتاسيوم (ملغم/ لتر)			تراكيز رش النحاس (ملغم/ لتر)
	6000	3000	0	
46.99	49.01	48.78	43.19	0
50.91	51.35	50.62	50.76	2.5
53.24	53.07	49.65	51.00	5.0
	51.15	49.68	48.31	معدلات رش البوتاسيوم
قيم LSD : للنحاس *3.31 ، للبوتاسيوم *N.S ، للتداخل النحاس *البوتاسيوم *5.74 0.05				

وزناً للمجموع الخضري بلغ 93.44 غم نبات¹، كما كان للتداخل بين العاملين تأثيراً معنوياً في جميع المعاملات التي أجريت على هذه الصفة والتي كان أعلاها في المعاملة Cu2*K2 إذ بلغ الوزن الجاف فيها 115.00 غم نبات¹، بينما معاملة المقارنة (Cu0*K0) بلغت 75.00 غم النبات¹.

يبين الجدول (6) أن لإضافة البوتاسيوم رشاً على الأوراق تأثيراً معنوياً في المعاملة 6000 ملغم/ لتر التي حققت وزناً جافاً بلغ 110.77 غم نبات¹ قياساً بمعاملة المقارنة التي حققت 87.66 غم نبات¹. وكذلك كان للنحاس التأثير المعنوي في هذه الصفة لاسيما التركيز العالي منه، إذ حققت المعاملة 5.0 ملغم/ لتر أعلى وزن بلغ 106.66 غم النبات¹ في حين حققت المعاملة أقل

جدول 6: تأثير رش البوتاسيوم والنحاس وتداخلهما في معدل الوزن الجاف للنبات (غم)

معدلات رش النحاس	تراكيز رش البوتاسيوم (ملغم/ لتر)			تراكيز رش النحاس (ملغم/ لتر)
	6000	300	0	
93.44	105.33	100.00	75.00	0
103.77	112.00	106.33	93.00	2.5
106.66	115.00	110.00	95.00	5.0
	110.77	105.44	87.66	معدلات رش البوتاسيوم
قيم LSD: للنحاس *12.148 ، للبوتاسيوم *12.148 ، للتداخل النحاس *البوتاسيوم *21.04 0.05				

إيجابياً على إمتصاص الماء والمغذيات (Mahler، 2004). وأن زيادة محتوى الأوراق من الكلوروفيل (جدول 6) بتأثير رش عنصر النحاس زاد من كفاءة النبات في تثبيت CO₂ بعملية التمثيل الكربوني والتي أثرت في زيادة الكربوهيدرات المتمثل بالوزن الجاف للنبات (جدول 6)، والكربوهيدرات لها دور في توفير الطاقة اللازمة في إنقسام الخلايا وزيادة النمو مما زاد من المساحة الورقية وإرتفاع النبات وكذلك عدد الأوراق في النبات.

لقد كان لإضافة النحاس بطريقة الرش على نبات البطاطا دور مهم في التأثير على عدد الدرناات للنبات، إذ تشير نتائج جدول 7 إلى تفوق المعاملتين 5.0 و 2.5 ملغم/ لتر على معاملة المقارنة واللذان حققنا 7.72 و 7.30 درنة نبات¹، قياساً بالمقارنة (6.43 درنة النبات¹). وقد عملت إضافة البوتاسيوم 6000 و 3000 ملغم/ لتر على زيادة عدد الدرناات للنبات معنوياً إلى 7.86 و 7.26 درنة نبات¹ بالتتابع، قياساً بمعاملة المقارنة التي بلغت 6.24 درنة نبات¹. كما دلت النتائج في الجدول ذاته على وجود تأثير معنوي لتداخل عوامل البحث في معدل عدد الدرناات للنبات، إذ لوحظ تفوق المعاملتين Cu2*K2 و Cu1*K2 معنوياً، فقد حققنا 8.83 و 8.36 درنة نبات¹ بالتتابع قياساً بمعاملة المقارنة Cu0* K0 التي بلغت 6.06 درنة نبات¹.

يتضح من نتائج الجداول (2 و 3 و 4 و 5 و 6) والتي بينت صفات النمو الخضري لنبات البطاطا، ان رش النباتات بمستويات من البوتاسيوم قد أثر معنوياً في الصفات المقاسة للنمو الخضري للنباتات، ويعود السبب الى أن البوتاسيوم ينشط أكثر من 96 إنزيماً منها إنزيمات تصنيع البروتين وإنزيمات الأكسدة والأختزال والإنزيم المسؤول عن عملية التمثيل الكربوني في النباتات (Krauss، 1993)، كما أن توفر أيون البوتاسيوم يؤدي إلى إنتفاخ الخلايا الحارسة للأوراق الحديثة (Mengel و Arneke، 1982). مما يتيح للنبات إمتصاص CO₂ والمساهمة في التمثيل الكربوني وتكوين الكربوهيدرات. كما يُلاحظ أن تراكيز النحاس التي أجريت معاملاتها على النباتات رشاً قد أدت إلى تحسين معظم الصفات المقاسة، وهذا قد يفسر أن رش النباتات بالنحاس قد وفر احتياجاتها المطلوبة منه، مما إنعكس إيجابياً على نموها، وأن هذا العنصر مكون أساسي للبروتينات التي تدخل في تركيب الإنزيمات التي تُنظم معظم التفاعلات الكيمحياتية في النبات، فضلاً عن دوره في عمل الإنزيمات المسؤولة عن تكوين صبغة الكلوروفيل (Knezek، 1991)، كما يُعد عنصر النحاس أساسى لعمل بعض إنزيمات التنفس وكذلك ضرورياً لعمل الإنزيمات التي تؤكسد المركبات الفينولية (Rehm و Schmitt، 2002).. ويساعد النحاس في قيام الجذور بوظائفها وينعكس ذلك

جدول 7: تأثير رش البوتاسيوم والنحاس وتداخلهما في معدل عدد الدرنات/ النباتات

معدلات رش النحاس	تراكيز رش البوتاسيوم (ملغم/ لتر)			تراكيز رش النحاس (ملغم/ لتر)
	6000	3000	0	
6.34	6.40	6.56	6.06	0
7.30	8.36	7.20	6.36	2.5
7.72	8.83	8.03	6.30	5.0
	7.86	7.26	6.24	معدلات رش البوتاسيوم
قيم LSD : للنحاس *0.584 ، للبوتاسيوم *0.584 ، للتداخل النحاس *البوتاسيوم *1.012 0.05				

غم نبات¹ قياساً بأقل حاصل 736.32 غم نبات¹ ظهر عند معاملة المقارنة. وأظهرت نتائج الجدول نفسه وجود تأثير معنوي للتداخل بين البوتاسيوم والنحاس في هذه الصفة، إذ سجلت المعاملة Cu2*K2 أعلى قيمة لمعدل حاصل النبات الواحد بلغت 1068.50 غم نبات¹ (فضلاً عن معاملات التداخل الأخرى) قياساً بأقل المعدلات 655.60 غم نبات¹ التي ظهرت في معاملة المقارنة (Cu0*K2).

إزداد حاصل النبات الواحد من درنات البطاطا من خلال رش النباتات بالبوتاسيوم، إذ يُشير الجدول (8) إلى تفوق المعاملة 6000 ملغم/ لتر على معاملة المقارنة في إعطاء أعلى حاصل للنبات الواحد بلغ 945.74 غم نبات¹ قياساً بأقل حاصل 709.12 غم نبات¹ الذي حققته معاملة المقارنة. كما كان للنحاس التأثير المعنوي في معدل حاصل النبات الواحد إذ تبين من نتائج الجدول ذاته تفوق المعاملة 5.0 ملغم/ لتر في إعطاء أعلى حاصل للنبات الواحد بلغ 904.58

جدول (8) : تأثير رش البوتاسيوم والنحاس وتداخلهما في معدل حاصل النبات الواحد من الدرنات (غم)

معدلات رش النحاس	تراكيز رش البوتاسيوم (ملغم/ لتر)			تراكيز رش النحاس (ملغم/ لتر)
	6000	3000	0	
736.32	779.07	774.30	655.60	0
864.82	989.67	878.47	726.37	2.5
904.58	1068.50	890.87	745.40	5.0
	945.74	850.87	709.12	معدلات رش البوتاسيوم
قيم LSD : للنحاس *42.81 ، للبوتاسيوم *42.81 ، للتداخل النحاس *البوتاسيوم *74.15 0.05				

بالتتابع، في حين أعطت معاملة المقارنة أقل معدلاً للحاصل الكلي بلغ 39.27 طن هكتار¹. كما بينت النتائج في الجدول ذاته أن للتداخل ما بين عاملي البحث تأثير معنوي في جميع معاملاتهما على صفة الحاصل الكلي قياساً بمعاملة المقارنة، إذ كان للمعاملة Cu2*K2 أعلى حاصل متحقق بلغ 56.98 طن هكتار¹ قياساً بمعاملة المقارنة (Cu0*K2) التي سجلت أقل حاصل للنبات 34.96 طن هكتار¹.

أكدت النتائج المبينة في الجدول (9) إرتفاع معدل الحاصل الكلي عند المعاملة 6000 ملغم/ لتر إلى 50.44 طن هكتار¹ متفوقاً على المعاملة 3000 ملغم/ لتر التي بلغت 45.21 طن هكتار¹ فضلاً عن معاملة المقارنة التي أعطت أقل حاصل بلغ 37.81 طن هكتار¹، وقد تفوقت المعاملتين 5.0 و 2.5 كما هو مبين في نتائج الجدول ذاته في إعطاء أعلى معدل حاصل للبطاطا بلغ 48.08 و 46.13 طن هكتار¹

جدول 9: تأثير رش البوتاسيوم والنحاس وتداخلهما في معدل الحاصل الكلي من الدرناات (طن هكتار⁻¹)

معدلات رش النحاس	تراكيز او معدلات رش البوتاسيوم (ملغم/ لتر)			تراكيز او معدلات رش النحاس (ملغم/ لتر)
	6000	3000	0	
39.27	41.55	41.29	34.96	0
46.13	52.80	46.85	38.73	2.5
48.08	56.98	47.51	39.75	5.0
	50.44	45.21	37.81	معدلات رش البوتاسيوم
قيم LSD : للنحاس *2.28 ، للبوتاسيوم *2.28 ، للتداخل النحاس *البوتاسيوم *3.95 0.05				

تكون كميات البوتاسيوم المضافة مناسبة (Kirkby و Mengel، 1982). كذلك من الممكن ان تعزى الزيادة الحاصلة في الصفات الكمية للحاصل عند التراكيز المستعملة من النحاس 2.5 و 5 جزء بالمليون الى دور النحاس في عملية التمثيل الكربوني الذي أدى بدوره إلى زياده ملحوظة في صفات النمو الخضري، كما تقدم في الجداول 2 و 3 و 4 و 5 و 6 مما أدى إلى زيادة المواد المصنعة وانتقالها إلى الدرناات ومن ثم زيادة الحاصل. تبين نتائج الجدول (10) أن نسبة النيتروجين في الأوراق زادت بإضافة البوتاسيوم رشاً على المجموع الخضري للنبات إذ تفوقت المعاملتان 3000 و 6000 ملغم/ لتر في هذه الصفة عندما سجلتا 3.79 و 3.70% بالتتابع قياساً بمعاملة المقارنة التي سجلت أقل النسب 2.51%، اما فيما يخص الرش بعنصر النحاس منفرداً على المجموع الخضري فتشير نتائج الجدول نفسه إلى وجود تأثيراً في النسبة المئوية للنيتروجين على الأوراق إلا أنها لا ترتقي إلى مستوى المعنوية، أما معاملات التداخل بين العاملين فإنها تفوقت على معاملة المقارنة جميعاً، وقد كان أعلاها تأثيراً المعاملة $Cu_2 * K_2$ مسجلة أعلى نسبة مئوية من النيتروجين في الأوراق بلغت 4.05% قياساً بمعاملة المقارنة ($Cu_0 * K_0$) البالغة 2.37%.

قد تعزى الزيادة المتحققة في حاصل البطاطا عند استعمال البوتاسيوم إلى أن هذا العنصر قد أدى إلى تشجيع نمو الدرناات من خلال رفع كفاءة الأوراق في عملية التمثيل الكربوني وزيادة إنتقال المواد المصنعة إلى الدرناات ، وكذلك إلى الدور الذي يلعبه البوتاسيوم في حركة الكربوهيدرات من موقع تكوينها إلى أماكن تخزينها (Havlin و آخرون، 2005) ، كما قد يعزى إلى دور البوتاسيوم المهم أيضاً في عملية تكوين النشا وزيادة نشاط إنزيم Starch synthetase وإنزيمات النقل والتمثيل داخل النبات ومن ثم زيادة معدلات التمثيل الكربوني ونقل الكربوهيدرات، والذي انعكس بدوره على زيادة تراكم المادة الجافة في الدرناات وزيادة الحاصل الكلي، وأن إمتصاص البوتاسيوم من خلال الثغور وطبقة الكيوتكل يساعد في تلبية متطلبات النبات من هذا العنصر، إذ أن نباتات البطاطا تحتاج الى تجهيز مستمر من البوتاسيوم لنقل نواتج التمثيل الكربوني إلى الدرناات، لذا فإن الرش بالبوتاسيوم يؤدي إلى زيادة حاصل الدرناات من البطاطا (Rao و Rao، 2000). ومن الممكن أن الزيادة المتحققة في حاصل الدرناات والآتية من مساهمة السماد البوتاسي ربما تعود إلى زيادة النسبة المئوية للنيتروجين المجهز للنبات الذي يُستهلك بصورة جيدة في مجال زيادة النمو الخضري والإنتاج عندما

جدول 10: تأثير رش البوتاسيوم والنحاس وتداخلهما في تركيز النيتروجين % في الأوراق

معدلات رش النحاس	تراكيز رش البوتاسيوم (ملغم/ لتر)			تراكيز رش النحاس (ملغم/ لتر)
	6000	3000	0	
3.19	3.50	3.78	2.37	0
3.25	3.57	3.55	2.63	2.5
3.54	4.05	4.04	2.54	5.0
	3.70	3.79	2.51	معدلات رش البوتاسيوم
قيم LSD: للنحاس N.S ، للبوتاسيوم *0.31 ، للتداخل النحاس*البوتاسيوم *0.54 0.05				

أوراق النبات إذ إزدادت النسبة المئوية في المعاملة 5.0 ملغم/ لتر مسجلة 0.24% قياساً بمعاملة المقارنة التي سجلت أقل نسبة في هذه الصفة قدرها 0.20% أما فيما يخص التداخل الثنائي لعاملي البحث البوتاسيوم والنحاس فقد أرتفعت النسبة المئوية للفسفور في الأوراق معنوياً في المعاملة $Cu_2 * K_2$ تليها في التأثير المعاملة $Cu_2 * K_1$ إلى 0.28 و 0.25% بالتتابع، بينما سجلت المعاملة $Cu_0 * K_0$ أدنى هذه النسب بلغت 0.17%.

تشير نتائج جدول (11) إلى وجود تأثير معنوي من خلال رش البوتاسيوم على النسبة المئوية للفسفور في أوراق النبات فقد سجلت المعاملة 6000 ملغم/ لتر أعلى هذه النسب والبالغة 0.23% مماثلة للمعاملة 3000 ملغم/ لتر التي سجلت ذات النتيجة، في حين سجلت معاملة المقارنة أقل نسبة من هذه الصفة والتي بلغت 0.18%. أما تأثير رش النحاس في الصفة المقاسة وكما تشير نتائج الجدول ذاته الى وجود تأثير معنوي في النسبة المئوية للفسفور في

جدول 11: تأثير رش البوتاسيوم والنحاس وتداخلهما في تركيز الفسفور % في الأوراق

معدلات رش النحاس	تراكيز رش البوتاسيوم (ملغم/ لتر)			تراكيز رش النحاس (ملغم/ لتر)
	6000	3000	0	
0.20	0.21	0.21	0.17	0
0.21	0.21	0.24	0.18	2.5
0.24	0.28	0.25	0.19	5.0
	0.23	0.23	0.18	معدلات رش البوتاسيوم
قيم LSD: للنحاس *0.01 ، للبوتاسيوم *0.01 ، للتداخل النحاس*البوتاسيوم *0.02 0.05				

4.38% تليها المعاملة 2.5 ملغم التي سجلت 4.10% في حين أعطت المعاملة أقل نسبة في هذه الصفة المقاسة بلغت 3.64%. أما معاملات التداخل الثنائي للعاملين في هذه الصفة فقد تفوقت المعاملة $Cu_2 * K_2$ معنوياً مسجلة أعلى نسبة للبوتاسيوم في أوراق النبات بلغت 5.22% بينما سجلت المعاملة $Cu_0 * K_0$ أقل النسب في هذه الصفة 2.87%.

يتضح من نتائج جدول (12) ان لرش البوتاسيوم تأثير معنوي في النسبة المئوية للبوتاسيوم في الاوراق، اذ تفوقت المعاملة 6000 ملغم/ لتر معنوياً على باقي المعاملات فقد سجلت 4.74% تليها المعاملة 3000 ملغم/ لتر التي بلغت 4.21%، بينما سجلت معاملة المقارنة 3.18% وهي تمثل أقل نسبة مقاسة لهذه الصفة، كما كان للنحاس في هذه الصفة تأثيراً معنوياً إذ إرتفعت هذه النسبة في المعاملة 5.0 ملغم/ لتر الى

جدول 12: تأثير رش البوتاسيوم والنحاس وتداخلهما في تركيز البوتاسيوم % في الاوراق

معدلات رش النحاس	تراكيز رش البوتاسيوم (ملغم/ لتر)			تراكيز رش النحاس (ملغم/ لتر)
	6000	3000	0	
3.64	4.22	3.84	2.87	0
4.10	4.79	4.28	3.24	2.5
4.38	5.22	4.51	3.43	5.0
	4.74	4.21	3.18	معدلات رش البوتاسيوم
قيم LSD : للنحاس *0.28، للبوتاسيوم *0.28 ، للتداخل النحاس * البوتاسيوم *0.50 0.05				

بلغ 6.85 جزء بالمليون، بينما سجلت المعاملة أقل محتوى لهذه الصفة إذ بلغ 3.41 جزء بالمليون .. أما معاملات التداخل بين عملي البحث فقد كان تأثيرهما واضحا من خلال ما حققته من زيادة معنوية في محتوى الأوراق من النحاس، فقد سجلت معاملة التداخل $Cu2 * K2$ أعلى محتوى لهذه الصفة إذ بلغ 8.33 جزء بالمليون قياساً بمعاملة المقارنة التي سجلت أقل محتوى من هذه الصفة 2.93 جزء بالمليون .

تبين نتائج التحليل الإحصائي من خلال الجدول (13) أن محتوى أوراق النبات من النحاس قد زاد معنوياً من خلال الرش بالبوتاسيوم إذ سجلت المعاملة 6000 ملغم/ لتر 5.71 جزء بالمليون ، قياساً بمعاملة المقارنة التي سجلت أقل محتوى من هذه الصفة في الأوراق بلغت 4.00 جزء بالمليون، أما معاملة الرش بالنحاس في هذه الصفة المقاسة زادت معنوياً وبشكل ملحوظ إذ سجلت المعاملة 5.0 ملغم/ لتر أعلى المستويات

جدول 13: تأثير رش البوتاسيوم والنحاس وتداخلهما في تركيز النحاس % في الاوراق

معدلات رش النحاس	تراكيز رش البوتاسيوم (ملغم/ لتر)			تراكيز رش النحاس (ملغم/ لتر)
	6000	3000	0	
3.41	3.49	3.81	2.93	0
4.88	5.30	4.94	4.41	2.5
6.85	8.33	7.58	4.65	5.0
	5.71	5.44	4.00	معدلات رش البوتاسيوم
قيم LSD : للنحاس *0.66، للبوتاسيوم *0.66 ، للتداخل النحاس *البوتاسيوم *1.15 0.05				

6%، ومع ما توصل اليه (Rosen و Eliason 1996) إذ ذكرا أن المستوى الملائم للبوتاسيوم في أوراق نباتات البطاطا يتراوح بين 4-6% . وقد تعزى الزيادة المعنوية للرش بالبوتاسيوم والرش بالنحاس وتداخلهما على محتوى الاوراق من عنصر الفسفور الى دور هذين العاملين في زيادة النمو وكفاءة إمتصاص عنصر الفسفور وتركيزه في الاجزاء الخضرية للنبات ، والنتائج التي تم التوصل اليها تقع ضمن المديات الطبيعية لما توصل اليه (ابو ضاحي واليونس ، 1988) إذ

من خلال ماتقدم من نتائج يتضح التأثير المعنوي للرش بالبوتاسيوم والتداخل بينه وبين النحاس في محتوى الاوراق من النتروجين جدول (10)، وهذا قد يعود الى دور البوتاسيوم في زيادة صفات النمو الخضري المقاسة والوزن الجاف للنبات ويحسن من كفاءة امتصاص النتروجين، والنتائج التي تم التوصل اليها تتلائم مع ما تم الحصول عليه من قبل (ابو ضاحي واليونس ، 1988) إذ ذكرا ان المحتوى الاعتيادي للبوتاسيوم في أنسجة البطاطا يتراوح بين 2-

والأسمدة. جامعة بغداد - وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، العراق. الزوبعي، سلام زكم. 2000. تحديد ائزان النتروجين والفسفور والبوتاسيوم للبطاطا (*Solanum tuberosum* L.). إطروحة دكتوراه - كلية الزراعة - جامعة بغداد.

الصحاف، فاضل حسين. 1989. تغذية النبات التطبيقي. مطبعة دار الحكمة. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة بغداد.

الضبيبي، منصور حسن محمد وفاضل حسين الصحاف. 2010. تأثير الرش ببعض العناصر المغذية في الصفات الكمية والنوعية للبطاطا (*Solanum L. tuberosum*). مجلة الزراعة العراقية. 15 (1) : 56-68.

عواد، كاظم مشحوت. 1987. التسميد وخصوبة التربة. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي - جامعة البصرة. مديرية الاحصاء الزراعي، الجهاز المركزي للإحصاء / العراق. 2015.

النعمي، سعدالله نجم. 1980. الأسمدة وخصوبة التربة. جامعة الموصل - وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. مطبعة الموصل، العراق.

Brayan, C. 1999. Foliar Fertilization. Sec Rets of Succes. Proc. Symp- Bond Foliar Application- 10-14 June.. Adalaid. Australia Publaid Univ. p30-36.

Ezzat, A. S.; A. A. El-Awady and H. M. I. Ahmed. 2011. Improving utilization efficiency by potato (*Solanum tuberosum* L.). Nature and Sci. 9(7):722-729.

Havlin, J. L., J. D. Beaton, S. L. Tisdale and W. L. Nelson. 2005. Soil Fertility and Fertilizers: 7th Ed. An introduction to nutrient

أشاروا الى ان المحتوى الطبيعي للفسفور في الانسجة النباتية يتراوح بين 0.2-0.5%، وكذلك لما وجدته (Rosen و Eliason, 1996) إذ ذكرا ان المستوى الملائم للفسفور في أوراق البطاطا يتراوح بين 0.25-0.5%.

كما قد تُعزى زيادة محتوى الاوراق من البوتاسيوم والنحاس من خلال الرش بالبوتاسيوم والرش بالنحاس وتداخلهما قياساً بمعاملة المقارنة الى دور هذين العاملين في التأثير المباشر في الاغشية الخلوية، إذ يزيدان نفاذيتها ويسهلان حركة المغذيات الى المواقع التي تتطلب وجودها، والنتائج التي تم التوصل اليها تتلاءم مع ما أورده كل من (Rosen و Eliason, 1996) من أن المستوى الملائم للبوتاسيوم في أوراق نبات البطاطا يتراوح بين 4-6%.

نستنتج مما تقدم الآتي:

- حقق المستوى الأعلى من البوتاسيوم 6000 ملغم/ لتر رشاً على الأوراق زيادة واضحة في صفات النمو الخضري وصفات الحاصل المقاسة قياساً بالمستوى 3000 ملغم/ لتر ومعاملة المقارنة التي أعطت أدنى النتائج في هذه الصفات.
- حققت معاملات الرش بالنحاس على الأوراق زيادة واضحة في صفات النمو الخضري والحاصل لنبات البطاطا تناسبت طردياً مع زيادة تركيز العنصر، إذ كانت المعاملة 5.0 ملغم/ لتر الأكثر تأثيراً في الصفات المقاسة، تليها المعاملة 2.5 ملغم/ لتر، قياساً بمعاملة المقارنة .
- كان للتداخل بين العاملين البوتاسيوم والنحاس الأثر الواضح والتفوق في جميع الصفات المقاسة، إذ حققت المعاملة $Cu_2 * K_2$ أعلى النتائج في أغلب تلك الصفات، قياساً بمعاملات التداخل الأخرى، والتي تفوقت جميعها على معاملة المقارنة.

المصادر

أبو ضاحي، يوسف محمد ومؤيد احمد اليونس. 1988. دليل تغذية النبات. جامعة بغداد. مديرية دار الكتب للطباعة والنشر. جامعة الموصل.
حسن، نوري عبد القادر وحسن الدليمي ولطيف العيثاوي. 1990. خصوبة التربة

- in leaves of phaseolus vulgaris. Plant Physiology. 54: 402-408.
- Rao, C.S. and A.S. Rao. 2000. Minimal exchangeable potassium status of 15 smectitic soils in relation to potassium, uptake and plant mobilization rate of soil reserve potassium. Communication in Soil Science and Plant Analysis. 31:913-921.
- Rehm, G. and M. Schmitt. 2002. Copper for crop production. http://www.extention.umn.edu/distribution/crop_systems.
- Rosen ,C.J., and R. Eliason. 1996. Nutrient management for commercial fruit & vegetable crops in Minnesota , University of Minnesota , DG-05886-GO.
- managem- ent. Upper Saddle River, New Jersey.
- Knezek, B. 1991. Copper. [http://www.msu.edu/Course/Css/822.Copper.html](http://www.msu.edu/Course/Css/822/Copper.html).
- Krauss, A. 1993b. Role of potassium fertilizer nutrient efficiency. Proceeding of the regional symposium. Tahrán, 19-22.
- Mahler, R.L. 2004. Nutrient plants require for growth. University of Idaho Agriculture Experiments Station. P: 1- 4.
- Mengel, K. and E. Kirkby . 1982. Principles of Plant Nutrition. 3rd. ed. Int. Potash Instiute Bern, Switzerland
- Mengel, K. and W.W. Arneke. 1982. Effect of potassium on the water potential. The pressure potential, the osmotic potential and cell elongation

The Effect of Different Concentrations of Potassium and Copper Foliar Application on Growth and Yield of Potato.

Amir S. . Al- Musawy
Directorate of Agriculture

N. J. Al- Amiry
College of Agriculture /
University of Baghdad

Abstract

This study has been conducted at the city of Diwaniyah located 180 km south of Baghdad to examine the effect of potassium and copper floral application on the growth and yield of potato plants (var.Burren) during the 2015 spring season. Factorial experiment has been carried out in Random Complete Block Design (RCBD) with three replications and Nine treatments have been used which have three potassium concentrations at 0, 3000, and 6000 mg KL⁻¹ designated respectively and three copper concentrations at 0, 2.5, and 5 mg CuL⁻¹ designated respectively in addition to their interactions. The treatments are applied at three different timeframes which are 45 days after sowing, 15 days after the first spraying, and 15 days after the second spraying. Vegetative growth have been collected at the maturation stage then dried to obtain dry weight and N, P, K, and Cu have been estimated in plant leaves. Tubers are harvested to measure number and yield/plant, tubers average weight,

total marketing yield and yield. The obtained data are statistically analyzed and averages are compared according to the least significant differences (LSD) at 5% level of significance and the results were as follows:

The yield components which include tubers number as compared with the control treatment.

Copper foliar application significantly increase vegetative traits of the yield. The K2 treatment has given the highest significant increase of main stem vegetative growth of the components which include tubers number as compared with the control treatment.

The interaction treatments have given a significant result in terms of the both the vegetative and yield traits where K2* Cu2 give the most significant increase in term of vegetative growth while K2* Cu1 significantly increase the plant height and K1* Cu2 significantly affect the number of leaves. As for the yield component, K2*Cu2 show to have the most significant result in all traits under investigation.

Finally, in terms of affecting leaf content of N, P, K, both treatments and their interactions especially K2*Cu2 have a significant impact as compared with the control treatment where the highest the concentration is the highest the impact will be.

Keywords : Potassium, Copper, Foliar Application, Potato

- The research is part of H. Diploma. for 1st author .