تأثير طريقة إضافة الفسفور والبوتاسيوم ومستوى إضافتهما في نمو وحاصل الطماطة بالزراعة المحمية

حسن يوسف الدليمي يوسف محمد أبو ضاحي دنيا حسين المندلاوي
كلية الزراعة/جامعة بغداد

المستخلص:

أجريت تجربة حقلية للموسم الخريفي 2000-2001 لدراسة تأثير مستوى وطريقة إضافة السوبرفوسفات الثلاثي 20% P وكبريتات البوتاسيوم 41% K في نمو وحاصل الطماطة (Lycopersicon esculentum Mill) صنف كارملو في أحد البيوت البلاستيكية في كلية الزراعة-جامعة بغداد في أبي غريب. في تربة ذات نسجة مزيجية (Typic Tornifluent). استخدمت طريقتان للإضافة هي الإضافة الأرضية والإضافة بالرش على الأجزاء الخضرية للنبات مع استخدام أربعة مستويات لكل طريقة. للإضافة الأرضية استخدمت المستويات S_1 0+0 وS_2 75+100 وS_3 150+200 وS_4 225+300 من (K+P) كغم هـ$^{-1}$، فيما استخدمت F_1 0+0 وF_2 7.5+10 وF_3 15+20 وF_4 22.5+30 من (K+P) كغم.هـ$^{-1}$ كتغذية ورقية. أضيفت نصف الكمية من K+P بعد 30 يوماً من الزراعة، أما النصف الثاني منهما فأُضيفا بعد 60 يوماً من الزراعة. بالنسبة للرش فقد استخدمت 5 مواعيد. نفذت الرشة الأولى بعد 66 يوماً من الزراعة ثم توالت الرشات بحيث كانت الفترة الزمنية بين رشة وأخرى 30 يوماً. نفذت تجربة عاملية باستخدام تصميم القطاعات الكاملة المعشاة وبثلاثة مكررات. أظهرت النتائج تفوق التوليفة F_3S_3 وهي إضافة 150+200 كغم من K+P.هـ$^{-1}$ إضافة أرضية مع الرش 15+20 كغم من K+P.هـ$^{-1}$ رشاً على الأجزاء المغذية معنوياً في معظم الصفات المدروسة. وبلغت نسب الزيادة 51% و50% و29% و41% و36% للحاصل المبكر والحاصل الكلي ومتوسط وزن الثمرة ومتوسط تركيز الفسفور ومتوسط تركيز البوتاسيوم في النبات على الترتيب قياساً إلى معاملة المقارنة. كما تفوقت التوليفة نفسها معنوياً في كفاءة التسميد للإنتاج وبلغ متوسطها 50% قياساً إلى معاملة المقارنة، في حين أعطت المعاملة S_3 إضافة أرضية والمعاملة F_3 بالرش كفاءة تسميد للانتاج بلغ متوسطهما 21% 5.8% على الترتيب. يستنتج من هذه الدراسة أن التسميد الأرضي بالفسفور والبوتاسيوم مصحوباً بالرش بهما كتسميد تكميلي كان له دور مهم وتأثير كبير في زيادة حاصل الطماطة في الزراعة المحمية.

The Iraqi Journal of Agricultural Sciences 40 (4):38-50 (2009) Al-Dulaimi et al.

EFFECT OF LEVELS AND METHODS OF P AND K APPLICATION ON GROWTH AND YIELD OF TOMATO UNDER PLASTIC HOUSE

Hasan Y. Al-Dulaimi Yousef M. Abu Dahi Donia Almandalawi
College of Agriculture – University of baghdad

Abstract:

An experiment under plastic house was conducted during season 2000-2001 in a loam texture soil Typic Torrifluvent to study the effect of levels and methods of triple super phosphate fertilizer 20% P and potassium sulfate fertilizer 41% K as P- and K- sources on growth and yield of tomato lycopersicon esculentum Mill, Carmello cultivar at the College of Agriculture- Univ. of Baghdad- Abu-Ghraib. A factorial experiment in RCBD included two methods of application: soil application an foliar application. Four levels for each method $S_1O + O_1S_2$ 75+100, S_3 150-200, S_4 225-300 (P+K).ha^{-1} were applied to soil, half soil application fertilizer was carried out in band beside plants after 30 days of transplanting, whereas the second half after 60 days planting. The foliar spray of fertilizer was started 66 days after planting and repeated every 30 days five times. F_1 0+0, F_2 7.5+10, F_3 15-20, F_4 22.5+30 (P+K) kg.ha^{-1} were applied in foliar applications with five consecutive time. All treatments received 1000kg N.ha^{-1}. Urea 46% as N-source was used. Results showed that the combination treatment S_3F_3: 150-200 (P+K)kg.ha^{-1} added to soil +15+20 (P+K) kg.ha^{-1} as foliar had significant data in most growth characters, yield and P+K concentration in plants compared to percent of fertilizer efficiency for yield, fertilizer use efficiency, average fruit weight, P, K % in plant leaves, early yield and total yield were 51%, 8.6%, 29%, 40.9%, 36.1%, 50.2% and 50.0% respectively for the above mentioned characters compared to control treatment S_1F_1. It was concluded that the use of foliar and soil application together was important to get better yield of tomato.

Part of M.Sc. thesis of the third author **مستل من رسالة ماجستير للباحث الثالث**

المقدمة:

تعد الطماطة (Lycopersicon esculentum Mill) والتي تتبع العائلة الباذنجانية من محاصيل الخضر الستراتيجية نظراً لاستخداماتها المتعددة ولقيمتها الغذائية العالية إذ تتميز ثمارها بمحتواها العالي من فيتاميني A و C. وبالنظر للطلب المتزايد عليها فقد انتشرت زراعتها في مناطق متعددة من العراق وفي بيئات مناخية مختلفة وعلى مدار السنة (2 و9 و11). تعد الطماطة من المحاصيل المستنزفة للعناصر الغذائية لاسيما في ظروف الزراعة الكثيفة أو في ظروف الزراعة المحمية (28 و29 و31 و32). وللظروف البيئية والمناخية التي تتميز بها ترب المناطق الوسطى والجنوبية من العراق والتي تؤثر سلباً في جاهزية العناصر الغذائية، لذا تتطلب زراعة هذا المحصول ضرورة العناية بإضافة كميات مناسبة من الأسمدة واستخدام الطريقة الملائمة والوقت المناسب لتجهيز النبات بحاجاته من العناصر الغذائية مع المحافظة على خصوبة التربة في الوقت نفسه (1 و3). يعد البوتاسيوم أحد العناصر الغذائية الرئيسة وأحياناً الأكبر من حيث حاجة العديد من النباتات إليه والتي أكدت عليه العديد من المراجع والبحوث لتأثيره المباشر وغير المباشر في نمو النباتات وإنتاجها (2 و5 و29)، وعلى استجابة المحاصيل لإضافته (20 و21 و26 و27) ومنها الطماطة التي تعد من المحاصيل ذات المتطلبات العالية من البوتاسيوم (1 و3) على الرغم من أن محتوى بعض الترب من البوتاسيوم الجاهز قد يتجاوز المدى الحرج أو المتوسط وحتى إلى الكفاية أحياناً (10 و25). أما بالنسبة للفسفور فقد ذكر كل من أبو ضاحي (1) والصحاف (3). إن زيادة جاهزية الفسفور وامتصاصه بوساطة النباتات يعطي نتائج إيجابية على الحاصل ومكوناته من خلال تأثيره في تقوية وانتشار ونمو المجموع الجذري، مما يساعد في زيادة امتصاص العناصر الغذائية الضرورية للنباتات، فقد وجد Varis and George (33) عند تغذية الطماطة صنف Moneymaker بمستويات مختلفة من K و P أن معاملات التداخل بين K و P أدت إلى التبكير بالإزهار. إن الفسفور يعطي نتائج أفضل من البوتاسيوم من حيث عدد الثمار العاقدة ووزنها والحاصل لكل هكتار (14).

تهدف الدراسة إلى إيجاد أفضل توليفة من K+P المضافة إلى التربة وبالرش بعنصري الفسفور والبوتاسيوم في حاصل الطماطة صنف كارملو تحت ظروف الزراعة المحمية في البيوت البلاستيكية المدفأة.

المواد وطرائق العمل:

نفذت الدراسة في إحدى البيوت البلاستيكية (5م×36م) التابعة لكلية الزراعة-جامعة بغداد في تربة ذات نسجة مزيجة مصنفة تحت المجاميع العظمى إلى (Typic Torrifluvent). جمعت عينات من التربة بصورة عشوائية من العمق 0-30 سم ومن عدة مواقع مختلفة من داخل البيت البلاستيكي الذي نفذت فيه الدراسة ثم جففت هوائياً وطحنت بمطرقة من البولي إيثلين ومررت من خلال منخل قطر فتحاته 2 ملم ثم مزجت جيداً وأخذت منها عينة مركبة لغرض إجراء بعض التحاليل الكيميائية والفيزيائية الموضحة في جدول 1. تمت تهيئة تربة البيت البلاستيكي بحراثتها لعمق 40 سم ثم نعمت وسويت جيداً وأضيف إليها دمن الأغنام المخمر كسماد عضوي بحدود طن واحد للبيت. فتحت ثلاث سواقي على طول البيت البلاستيكي وعزلت المعاملات عن بعضها البعض بمادة البلاستيك لعمق نصف متر على امتداد البيت وكانت المسافة بين كتفي السواقي 90 سم وعرضها 70 سم. قسمت كل ساقية إلى 16 وحدة تجريبية بعدد المعاملات في كل متر طول الوحدة التجريبية منها 2م وعرضها 1.6 م وفصلت الوحدات التجريبية عن بعضها بوضع طبقة من البلاستيك لعمق نصف متر لمنع انتقال الأسمدة الكيميائية من معاملة إلى أخرى أثناء إجراء عملية الري. نفذت تجربة عاملية بتصميم القطاعات الكاملة المعشاة وبثلاثة مكررات. شملت المعاملات أربعة مستويات من الإضافة السمادية للفسفور والبوتاسيوم K+P إلى التربة هي 0+0 و75+100 و150+200 و225+300 كغم من K+P.هـ$^{-1}$ وأعطيت لها الرموز S_1 وS_2 وS_3 وS_4 على الترتيب. استخدم سماد السوبر فوسفات 20% P مصدراً للفسفور وكبريتات البوتاسيوم 41% K مصدراً للبوتاسيوم. أضيف سمادي الفسفور والبوتاسيوم بشكل خطوط موازية لخط الزراعة وبعمق 7 سم إذ أضيف نصفها بعد 30 يوماً من الزراعة، أما النصف الثاني منها فأضيف بعد 60 يوماً من

الزراعة. واستخدمت أيضاً أربعة مستويات من السمادين آنفي الذكر كتغذية ورقية رشاً على الأجزاء الخضرية للنبات هي 0+0 و 7.5+10 و 15+20 و 22.5+30 كغم من K+P.هـ$^{-1}$ وأعطيت لها الرموز F_1 وF_2 وF_3 وF_4 على الترتيب وأضيفت محاليل الرش بخمسة مواعيد أثناء موسم نمو النبات إذ نفذت الرشة الأولى بعد 66 يوماً من الزراعة ثم توالت الرشات بحيث كانت الفترة الزمنية بين رشة وأخرى 30 يوماً.

لغرض تسهيل إذابة سماد السوبر فوسفات فقد طحن أولاً باستخدام طاحونة القهوة وبعد الطحن أخذت منها الكمية اللازمة وخلطت مع الكمية المطلوبة في كل رشة ونقعت لمدة يومين لغرض إذابتها ثم أخذ المحلول الذائب مع استخدام مصفي للتخلص من المواد المالئة الموجودة أصلاً في السماد الفوسفاتي.

زرعت البذور في 2000/9/10 وشتلت وهي بعمر 45 يوماً بواقع 10 نباتات في الوحدة التجريبية وكانت المسافة بين نبات وآخر 40سم. ربيت النباتات رأسياً. أجريت عمليات خدمة المحصول من ترقيع وتسليق وتقليم وتعشيب باستمرار خلال مدة نمو النباتات. تم الري حسب الحاجة باستعمال أنابيب مطاطية تروي كل وحدة تجريبية منفصلة عن الأخرى. أضيفت كمية ثابتة من السماد النتروجيني مقدارها 1000 كغم N.هـ$^{-1}$ على شكل أمونيا 4.6 N_2O. وقد أضيفت الدفعة الأولى منه مع الدفعة الأولى من كل من K+P بعد 30 يوماً. من الزراعة والجزء الباقي على ثمان دفعات متساوية بين دفعة وأخرى 21 يوماً وذلك بعدد الريات المستخدمة. أخذت النماذج النباتية للتحليل دائماً بعد 15 أيام من عملية الرش طبقاً لما ذكره الصحاف (3 و4) وذلك بأخذ الورقة الخامسة أسفل القمة النامية لأنها تكون في أوج نشاطها.

أجريت تحاليل التربة وفقاً للطرائق المذكورة في (14 و18) وأجرى التحليل الإحصائي وقورنت الفروقات بين المتوسطات الحسابية طبقاً لأقل فرق معنوي عند مستوى احتمالية 0.05 (7).

وتم حساب كفاءة التسميد للإنتاج وفقاً للمعادلة المذكورة في (34):

$$\text{كفاءة التسميد للإنتاج \%} = \frac{\text{حاصل المعاملة المسمدة - حاصل معاملة المقارنة}}{\text{حاصل معاملة المقارنة}} \times 100$$

$$\text{وكفاءة استعمال السماد} = \frac{\text{حاصل المعاملة المسمدة - حاصل معاملة المقارنة}}{\text{كمية السماد المضافة}} \times 100$$

أما بالنسبة لتقدير عنصري الفسفور والبوتاسيوم في الثمار فقد جمعت ثلاث ثمار من ثلاثة نباتات من كل وحدة تجريبية ومن المكررات الثلاثة في كل عنقود من العناقيد الزهرية طيلة فترة نمو الطماطة وحفظت في المخزن المبرد في قسم البستنة وبعد انتهاء موسم نمو الطماطة جففت الثمار وذلك بتقطيعها إلى شرائح صغيرة ثم وضعت في صواني في فرن التجفيف على درجة 70°مئوية وكانت تقلب بين فترة وأخرى وتركت حتى ثبات الوزن ثم طحنت بطاحونة كهربائية وحفظت في أوانٍ نظيفة لحين إجراء عملية التحاليل عليها.

جدول 1. بعض الصفات الكيميائية والفيزيائية لتربة البيت البلاستيكي قبل الزراعة

الصوديوم	سنتي مول.كغم$^{-1}$ شحنة	1.0
البوتاسيوم	سنتي مول.كغم$^{-1}$ شحنة	1.4
الكالسيوم	سنتي مول.كغم$^{-1}$ شحنة	2.1
المغنيسيوم	سنتي مول.كغم$^{-1}$ شحنة	1.1
الكلورايد	سنتي مول.كغم$^{-1}$ شحنة	1.0
الكبريتات	سنتي مول.كغم$^{-1}$ شحنة	1.9
البيكاربونات	سنتي مول.كغم$^{-1}$ شحنة	1.6
الكاربونات	سنتي مول.كغم$^{-1}$ شحنة	0.0
النتروجين الجاهز	ملغم.كغم$^{-1}$	224
الفسفور الجاهز	ملغم.كغم$^{-1}$	118
البوتاسيوم الجاهز	ملغم.كغم$^{-1}$	309
معادن الكاربونات	ملغم.كغم$^{-1}$	254
الكلس النشط	ملغم.كغم$^{-1}$	31
مفصولات التربة	غم.كغم$^{-1}$	–
الطين	غم.كغم$^{-1}$	250
الغرين	غم.كغم$^{-1}$	440
الرمل	غم.كغم$^{-1}$	310
النسجة	مزيجة	–
الكثافة الظاهرية	ميكاغرام.م$^{-3}$	1.24
الرطوبة عند شد	33Kpa	22.3
الرطوبة عند شد	1500Kpa	11.2
الماء الجاهز	%	11.1

قدرت الصفات أعلاه حسب الطرائق الموصوفة في Black (17 و18).

النتائج والمناقشة:

تركيز الفسفور في الأوراق:

تظهر نتائج جدول 2 وجود فروقات معنوية في تركيز الفسفور في المادة الجافة للأوراق لمدد النمو الثلاث بعد 76 يوماً و136 يوماً و196 يوماً من الزراعة نتيجة إضافة سمادي الفسفور والبوتاسيوم إلى التربة وأن أعلى نسبة لمتوسط الفسفور في الأوراق بلغت 0.46% و0.45% و0.39% للمدد 76 يوماً و136 يوماً و196 يوماً للمستويات S_4 وS_3 وS_3 على الترتيب وبنسبة زيادة قدرها 39.4% و25.0% و18.2% على الترتيب قياساً إلى متوسط معاملة المقارنة S_1.

ويُعزى انخفاض تركيز الفسفور في الأوراق مع تقدم عمر النبات هو لانتقاله من الأوراق إلى الثمار ومن ثم إلى البذور لأهمية الفسفور في عملية الإنبات لتوفيره للطاقة اللازمة لعمل أنزيمات التحليل التي تقوم بتحليل المواد المعقدة المخزونة في البذور إلى المواد الأولية البسيطة من السكريات والأحماض الأمينية والأحماض الدهنية التي تحفز جنين البذرة لعملية الإنبات (1، 3). أما زيادة تركيز الفسفور في بداية نمو النبات فهذا يعود إلى أن إضافة سمادي الفسفور والبوتاسيوم تؤدي إلى زيادة جاهزية الفسفور وامتصاصه بوساطة الجذور (22 و23 و24).

تظهر نتائج جدول 2 أيضاً أن هناك فروقات معنوية في تركيز الفسفور في الأوراق نتيجة عملية الرش وأن أعلى نسبة لمتوسط تركيز الفسفور بلغت 0.43% و0.47% و0.39% لتراكيز الرش F_4 وF_4 وF_3 على الترتيب وبنسبة زيادة قدرها 22.9% و38.2% و25.8%، على الترتيب قياساً إلى معاملة المقارنة F_1 الرش بالماء فقط وهذا يوضح أهمية التغذية الورقية كتسميد تكميلي للإضافات الأرضية لما قد يتعرض له عنصرا الفسفور والبوتاسيوم من عمليات الحجز والتثبيت ودور الأوراق في امتصاص العناصر الغذائية ومنها الفسفور مما أدى إلى زيادة تركيزه في الأوراق (12 و13 و16 و24).

تظهر نتائج جدول 2 أيضاً وجود فروقات معنوية بين التسميد الأرضي بسمادي الفسفور والبوتاسيوم والتغذية الورقية بهما في تركيز الفسفور في الأوراق لمدد النمو الثلاث وقد أعطت المعاملة S_4F_4 أعلى نسبة فسفور بلغت 0.50% للمدة 76 يوماً و0.51% للمعاملة S_2F_4 و0.41% للمعاملة S_3F_3 للمدتين 136 يوماً و196 يوماً على الترتيب وبنسب زيادة قدرها 100%، و155% و156% قياساً إلى معاملة المقارنة S_1F_1، وتعزى هذه إلى تأثير التغذية الورقية في امتصاص الفسفور، فضلاً عن امتصاصه بوساطة الجذور، مما أدى إلى زيادة تركيزه في الأوراق، أي أن هذه الطريقة أعطت استفادة أكبر للسماد المستخدم وذلك من خلال تجزئة السماد بحيث يضاف جزء منه للتربة والآخر يضاف رشاً على النبات وتتفق هذه النتائج مع (2 و8).

تركيز البوتاسيوم:

يبين جدول 2 أيضاً وجود فروقات معنوية في تركيز البوتاسيوم في المادة الجافة للأوراق نتيجة إضافة سمادي الفسفور والبوتاسيوم إلى التربة وأن أعلى نسبة لمتوسط البوتاسيوم في الأوراق بلغت 3.09% و3.42% و2.23% عند المستويات S_4 ,S_2 ,S_3 للمدد 76 يوماً و136 يوماً و196 يوماً على الترتيب قياساً إلى معاملة المقارنة S_1، وتعود هذه الزيادة إلى امتصاص البوتاسيوم الجاهز بوساطة الجذور من التربة ومن ثم زيادة تركيزه في الأوراق وهذا يتفق مع باحثين آخرين (1 و3 و30). كذلك كان هناك تأثير معنوي للرش على الأجزاء الخضرية للطماطة بعنصري الفسفور والبوتاسيوم في تركيز البوتاسيوم في الأوراق وأعطت تراكيز الرش F_4 ,F_3, F_3 أعلى تركيز للبوتاسيوم في الأوراق بلغت 2.98% و3.38% و2.20% لمدد النمو 76 يوماً و136 يوماً و196 يوماً على الترتيب، وبلغت نسب الزيادة 14.1% و21.5% و13.4% قياساً إلى معاملة المقارنة F_1 على الترتيب. وتعود هذه الزيادة إلى رفع كفاءة النبات للاستفادة من البوتاسيوم المضاف عن طريق الأوراق وسهولة امتصاصه من قبل الأوراق، مما أدى إلى زيادة تركيزه فيها (30). كذلك تبين نتائج جدول 2 وجود فروقات معنوية بين التسميد الأرضي بعنصري الفسفور والبوتاسيوم والرش بهما في تركيز البوتاسيوم في الأوراق لمدد النمو الثلاث الآنفة الذكر وقد أعطت المعاملة S_4F_3 أعلى نسبة لتركيز البوتاسيوم عند المدة 76 يوماً من الزراعة بلغت 3.21% وبنسبة زيادة بلغت 55.8% قياساً إلى المعاملة S_3F_3 . أعلى نسبة لتركيز البوتاسيوم في الأوراق بلغت 3.95%، و2.45% عند المدتين 136 يوماً و196 يوماً وبنسبتي زيادة بلغتا 119% و53% قياساً إلى معاملة المقارنة S_1F_1، وتعزى هذه إلى أن إضافة سمادي P وK إلى التربة وبالرش معاً قد حسنت الحالة التغذوية لهذين العنصرين للنبات ومن ثم زيادة امتصاص البوتاسيوم عن طريق الجذور والأوراق ومن ثم تراكمه في الأوراق (2).

يتضح من هذه الدراسة انخفاض تركيز البوتاسيوم في الأوراق مع تقدم عجز النبات وهذا يعود لانتقال العنصر إلى الثمار، فضلاً عن حدوث تخفيف نتيجة زيادة حجم المجموع الخضري (4 و5 و6). كما أظهرت النتائج انخفاض تركيز العنصرين بشكل عام عند مستوى الإضافة الرابع إلى التربة أو بالرش بالتركيز الرابع وكذلك تداخلهما والذي قد يعزى إلى تأثيرهما سلبياً بسبب حدوث اختلال في التوازن الغذائي إذ أن زيادة جاهزية عنصر ما في محلول التربة سيؤثر بلا شك سلبياً في امتصاص عنصر أو عناصر أخرى مشابهة لها في الشحنة والذي بدوره قد ينعكس سلبياً على أيض النبات وهذا يتفق مع ما أشار إليه كل من (19 و25).

الوزن الجاف للنبات:

تبين نتائج جدول 3 وجود فروقات معنوية في الوزن الجاف للبنات نتيجة إضافة سمادي الفسفور والبوتاسيوم إلى التربة وقد تفوق متوسط المستوى S_4 معنوياً على بقية المستويات وأعطى أعلى متوسط بلغ 16.63 طن متري.هـ$^{-1}$ وبزيادة قدرها 42.6% قياساً إلى متوسط معاملة المقارنة S_1، وتعزى هذه الزيادة المعنوية إلى زيادة جاهزية الفسفور والبوتاسيوم مع زيادة مستويات الإضافة منهما والذي انعكس إيجابياً في تحقيق توازن غذائي أفضل بينهما وكذلك إلى تحقيق توازن غذائي أفضل مع النتروجين مما أدى إلى تكوين مجموع جذري جيد وقوي ومتفرع ومتغلغل في التربة انعكس على زيادة كفاءة النبات في امتصاص المغذيات ومن ثم في زيادة عدد تفرعات النبات وزيادة أوراقه وزيادة مساحتها السطحية كلها أدت إلى زيادة المادة الجافة للنبات (1 و3 و6). كما تظهر النتائج في جدول 3 وجود فروقات معنوية نتيجة عملية الرش بعنصر الفسفور والبوتاسيوم وقد تفوق متوسط تركيز الرش F_4 معنوياً على بقية معاملات الرش الأخرى وأعطى أعلى متوسط بلغ 14.95 طن متري.هـ$^{-1}$ وبنسبة زيادة معنوية قدرها 14.1% قياساً إلى متوسط معاملة المقارنة F_1، وقد يعزى ذلك إلى سرعة وكفاءة امتصاص عنصري الفسفور والبوتاسيوم عن طريق الأوراق وانتقالها إلى داخل أجزاء النبات الأخرى مما انعكس إيجابياً في زيادة المادة الجافة للنبات (1 و3)، وذلك لدور الأوراق المهم في امتصاص العناصر الغذائية ومنها عنصري الفسفور والبوتاسيوم وتحقيق توازن أفضل بينها وبين النتروجين، مما يشجع على زيادة انقسام الخلايا واستطالتها وزيادة مساحتها الورقية كل ذلك انعكس إيجابياً في زيادة المادة الجافة للنبات، كما أن البوتاسيوم يسهم في تكوين الخلايا السكلارانكيمية، مما يزيد من سمك السيقان وتقويتها ومن ثم زيادة نسبة المادة الجافة للنبات (1 و6 و9 و10).

فيما يتعلق بالتداخل بين إضافة عنصري الفسفور إلى التربة وبالرش، فتظهر نتائج جدول 3 أيضاً وجود فروقات معنوية بين المعاملات وقد تفوقت التوليفة S_4F_4 على بقية التوليفات وأعطت أعلى نسبة للمادة الجافة للنبات بلغت 18.4 طن متري.هـ$^{-1}$ وبنسبة زيادة معنوية بلغت 68.8% قياساً إلى معاملة المقارنة S_1F_1 والذي يعزى إلى زيادة جاهزية عنصري الفسفور والبوتاسيوم ومن ثم زيادة امتصاصهما عن طريق الجذور والأوراق بزيادة مستوى وتركيز المضاف منها مما انعكس إيجابياً في زيادة حجم المجموع الخضري ومن ثم في زيادة نسبة المادة الجافة للنبات والتي قد تعود أيضاً إلى أهمية العنصرين في عملية التمثيل الضوئي والتنفس والعمليات الأيضية الأخرى (1 و3).

جدول 2. تأثير إضافة الفسفور والبوتاسيوم عن طريق التربة والرش في تركيز الفسفور والبوتاسيوم % بعد 76 يوماً و136 يوماً و196 يوماً من الزراعة

أ- في تركيز الفسفور %.

الرش / الأرضي	بعد 76 يوماً						بعد 136 يوماً						بعد 196 يوماً					
	F_1	F_2	F_3	F_4	المتوسط	LSD 0.05 للأرضي	F_1	F_2	F_3	F_4	المتوسط	LSD 0.05 للأرضي	F_1	F_2	F_3	F_4	المتوسط	LSD 0.05 للأرضي
S_1	0.25	0.34	0.36	0.37	0.33	0.3	0.20	0.39	0.40	0.45	0.36	0.03	0.16	0.37	0.39	0.38	0.33	0.02
S_2	0.35	0.37	0.38	0.39	0.37		0.37	0.41	0.45	0.51	0.44		0.35	0.37	0.40	0.40	0.38	
S_3	0.37	0.39	0.41	0.45	0.41		0.39	0.42	0.50	0.49	0.45		0.36	0.39	0.41	0.38	0.39	
S_4	0.41	0.42	0.49	0.50	0.46		0.40	0.41	0.41	0.42	0.41		0.36	0.35	0.35	0.33	0.35	
المتوسط	0.35	0.38	0.41	0.43			0.34	0.41	0.44	0.47			0.31	0.37	0.39	0.37		
LSD 0.05 للرش 0.03			للتداخل 0.06				للرش 0.03			للتداخل 0.06			للرش 0.02			للتداخل 0.05		

ب- في تركيز البوتاسيوم %.

الرش / الأرضي	F_1	F_2	F_3	F_4	المتوسط	LSD 0.05 للأرضي	F_1	F_2	F_3	F_4	المتوسط	LSD 0.05 للأرضي	F_1	F_2	F_3	F_4	المتوسط	LSD 0.05 للأرضي
S_1	2.06	2.23	2.47	2.88	2.41	0.25	1.80	2.70	2.82	3.00	2.58	0.16	1.60	1.99	2.00	2.05	1.91	0.12
S_2	2.71	2.72	2.82	2.92	2.79		3.00	3.45	3.62	3.62	3.42		2.00	2.05	2.15	2.13	2.08	
S_3	2.72	2.73	2.88	3.05	2.85		3.11	3.29	3.95	3.06	3.35		2.03	2.23	2.45	2.20	2.23	
S_4	2.96	3.13	3.21	3.05	3.09		3.20	3.00	3.13	3.01	3.08		2.13	2.11	2.20	2.10	2.11	
المتوسط	2.61	2.70	2.85	2.98			2.78	3.10	3.38	3.17			1.94	2.10	2.20	2.10		
LSD 0.05 للرش 0.25			للتداخل 0.50				للرش 0.16			للتداخل 0.32			للرش 0.12			للتداخل 0.24		

جدول 3. تأثير إضافة الفسفور والبوتاسيوم عن طريق التربة والرش في الوزن الجاف للنبات طن متري.هـ$^{-1}$

الرش / الأرضي	F_1	F_2	F_3	F_4	المتوسط	LSD 0.05 للأرضي
S_1	10.90	11.53	11.70	12.50	11.66	0.60
S_2	12.80	13.40	14.00	14.20	13.6	
S_3	13.10	14.00	14.60	14.70	14.1	
S_4	15.60	15.90	16.80	18.40	16.63	
المتوسط	13.10	13.10	14.28	14.95		
LSD 0.05 للرش	0.60				للتداخل 1.20	

تركيز الفسفور والبوتاسيوم في الثمار:

تبين نتائج جدولي 4 و5 وجود فروقات معنوية في النسبة المئوية للفسفور والبوتاسيوم نتيجة إضافة سمادي العنصرين إلى التربة وقد تفوق متوسط المعاملة S_3 معنوياً على متوسط المعاملة S_4 في تركيز الفسفور وعلى بقية متوسط المعاملات في تركيز البوتاسيوم وأعطت أعلى تركيز بلغ 0.59% و4.67% للفسفور والبوتاسيوم على الترتيب وبنسبة زيادة بلغت 20.4% و23.8% للفسفور والبوتاسيوم على الترتيب قياساً إلى متوسط المعاملة S_1 إذ أن إضافة سمادي العنصرين إلى التربة أدت إلى زيادة جاهزيتهما في النبات ومن ثم انتقالهما من الأوراق إلى الثمار والتي تعد المخزن لانتقال العناصر الغذائية والمواد الأخرى المصنعة في الأوراق (1، 30). كما تبين النتائج في الجدولين آنفاً تفوق جميع متوسطات معاملات الرش معنوياً على متوسط المعاملة F_1 وهي الرش بالماء فقط، وقد أعطى متوسط معاملة الرش F_4 أعلى متوسط لتركيز الفسفور والبوتاسيوم في الثمار بلغ 0.55% و4.43% وبنسبة زيادة قدرها 10% و11.8% على الترتيب قياساً إلى متوسط معاملة الرش F_1 وهي معاملة الرش بالماء فقط. كما تظهر النتائج في جدولي 4 و5 وجود فروقات معنوية لتداخل طريقتي إضافة العنصرين إلى التربة وبالرش

في النسبة المئوية للفسفور والبوتاسيوم في الثمار وقد أعطت التوليفة S_3F_3 أعلى نسبة مئوية لتركيز الفسفور والبوتاسيوم في الثمار بلغت 0.61% و4.80% على الترتيب لتركيز الفسفور والبوتاسيوم في الثمار وقد يعزى ذلك إلى أن إضافة العنصرين معاً إلى التربة والرش أدت إلى زيادة جاهزيتهما في التربة وكذلك إلى زيادة امتصاصهما بوساطة الأوراق ثم انتقالهما بعد ذلك من الأوراق المصدر إلى الثمار المخزن وهذا يتفق مع ما أشار إليه كل من (2 و9 و10 و11) من أن التجهيز المناسب والمتوازن من P وK قد حسن النمو الخضري والجذري مما انعكس إيجابياً في زيادة امتصاص العنصرين وانتقالهما إلى الثمار.

جدول 4. تأثير إضافة الفسفور والبوتاسيوم عن طريق التربة والرش في تركيز الفسفور في الثمار %

الرش / الأرضي	F_1	F_2	F_3	F_4	المتوسط	LSD 0.05 للأرضي
S_1	0.33	0.52	0.52	0.58	0.49	0.03
S_2	0.51	0.55	0.56	0.59	0.55	
S_3	0.55	0.58	0.61	0.60	0.59	
S_4	0.60	0.50	0.45	0.44	0.50	
المتوسط	0.50	0.54	0.54	0.55		
LSD 0.05 للرش	0.03				للتداخل	0.06

عملية التمثيل الضوئي والتنفس والعمليات الأيضية الأخرى (1 و3).

جدول 5. تأثير إضافة الفسفور والبوتاسيوم عن طريق التربة والرش في تركيز البوتاسيوم في الثمار %

الرش / الأرضي	F_1	F_2	F_3	F_4	المتوسط	LSD 0.05 للأرضي
S_1	3.00	3.76	4.11	4.20	3.77	
S_2	3.95	4.39	4.27	4.60	4.30	
S_3	4.44	4.75	4.80	4.70	4.67	
S_4	4.45	4.53	4.44	4.20	4.40	
المتوسط	3.96	4.36	4.41	4.43		
LSD 0.05 للرش	0.24				للتداخل	0.48

المادة الجافة في الثمار:

تشير نتائج جدول 6 إلى وجود فروقات معنوية بين المستويات المضافة عن طريق التربة في النسبة المئوية للمادة الجافة في الثمار وقد تفوق متوسط الإضافة الأرضية S_3 معنوياً على بقية متوسطات المعاملات الأرضية الأخرى إذ بلغ 4.70% وبنسبة زيادة قدرها 15.9% قياساً إلى متوسط معاملة المقارنة S_1 وأن هذه الزيادة تعود إلى زيادة جاهزية عنصري P وK نتيجة إضافتهما معاً إلى التربة ومن ثم امتصاصهما بوساطة الجذور مما أدى إلى توازن جيد في محتواهما في داخل النبات وانعكاس ذلك إيجابياً في أيض النبات ومنها عملية التمثيل الضوئي ومن ثم انتقال نواتجهما إلى الثمار (5 و9 و11) كما تشير نتائج جدول 6 إلى وجود فروقات معنوية بين تراكيز الرش في النسبة المئوية للمادة الجافة في الثمار وقد تفوق متوسط تركيز الرش F_3 معنوياً على التركيز بين F_1 وF_2 وأعطى أعلى متوسط للمادة الجافة في الثمار بلغ 4.78 وبزيادة قدرها 10.4% قياساً إلى متوسط معاملة المقارنة F_1 وهي الرش بالماء فقط. وهذا يبين أهمية التغذية الورقية للطماطة بعنصري P وK إذ يحدث امتصاص بصورة مباشرة بهذه الطريقة مما يزيد من تركيزهما في الأوراق مما أثر إيجابياً في معظم العمليات الفسلجية التي تحدث فيها ولاسيما عملية التمثيل الضوئي ومن ثم انتقال نواتجهما إلى الثمار (2 و6). كما تشير نتائج جدول 6 إلى وجود فروقات معنوية لتداخل إضافة سمادي P وK إلى التربة وبالرش في النسبة المئوية للمادة الجافة في الثمار وقد تفوقت التوليفة S_3F_3 معنوياً على بقية التوليفات وأعطت نسبة مئوية للمادة الجافة في الثمار قدرها 5.34% وبزيادة مقدارها 29.9%

قياساً إلى معاملة المقارنة S_1F_1 والذي يعود إلى التوازن الغذائي الجيد الذي يؤديه الرش بالعنصرين K+P معاً انعكس إيجابياً في رفع كفاءة عملية التمثيل الضوئي ومن ثم زيادة نمو المجموع الخضري مع زيادة المساحة الورقية وعددها ومن ثم زيادة المادة الجافة للنبات (2 و11).

جدول 6. تأثير إضافة الفسفور والبوتاسيوم عن طريق التربة والرش في نسبة المادة الجافة في الثمار %

الرش / الأرضي	F_1	F_2	F_3	F_4	المتوسط	LSD 0.05 للأرضي
S_1	4.11	4.18	4.25	4.52	4.27	0.11
S_2	4.20	4.50	4.90	5.01	4.65	
S_3	4.33	4.12	5.34	5.00	4.70	
S_4	4.65	4.70	6.61	4.33	4.57	
المتوسط	4.32	4.38	4.78	4.72		
LSD 0.05 للرش	0.11				للتداخل	0.23

الحاصل المبكر:

تشير نتائج جدول 7 إلى وجود فروقات معنوية بين متوسطات مستويات إضافة سمادي P وK إلى التربة وقد تفوق متوسط المستوى S_4 معنوياً على متوسطي المستويين S_1 وS_2 وأعطى أعلى متوسط للحاصل المبكر بلغ مقداره 29.80 طن متري.هـ$^{-1}$ وبزيادة معنوية قدرها 16.7% قياساً إلى متوسط المستوى S_1 معاملة المقارنة من دون إضافة العنصرين P وK إلى التربة. كما تشير نتائج جدول 7 إلى وجود فروقات معنوية لتراكيز الرش بالعنصرين معاً في متوسطاتها وتفوق متوسط التركيز F_4 معنوياً على متوسط F_1 وهو الرش بالماء فقط، في حين لم تلاحظ أية فروقات معنوية بين متوسطات أي من تراكيز الرش بالعنصرين وأعطى متوسط الرش بالتركيز F_4 أعلى تلك المتوسطات بلغ 29.55 طن متري.هـ$^{-1}$ وبزيادة معنوية قدرها 17.8% قياساً إلى متوسط معاملة الرش F_1 بالماء فقط.

وهذه النتائج تتفق مع ما أشار إليه كل من الباحثين (4 و5 و6) والذين أكدوا على أهمية التغذية الورقية في زيادة الحاصل المبكر للطماطة وكذلك في زيادة حاصل الخيار والبطيخ.

كما تشير نتائج جدول 7 إلى وجود فروقات معنوية لتداخل إضافة سمادي الفسفور والبوتاسيوم إلى التربة وبالرش في الحاصل المبكر للطماطة وقد أعطت التوليفة S_3F_3 أعلى حاصل مبكر بلغ 30.80 طن متري.هـ$^{-1}$ وبزيادة معنوية قدرها 51% قياساً إلى معاملة المقارنة S_1F_1 وذلك لأهمية الفسفور والبوتاسيوم في التبكير بالإزهار وزيادة عدد الأزهار وزيادة نسبة العقد وعدم تساقط الثمار العاقدة، فضلاً عن مساهمة العنصرين في نقل نواتج التمثيل من الأوراق إلى الثمار ومن ثم زيادة الحاصل المبكر (1 و3).

جدول 7. تأثير إضافة الفسفور والبوتاسيوم عن طريق التربة والرش في الحاصل المبكر طن متري.هـ$^{-1}$

الرش / الأرضي	F_1	F_2	F_3	F_4	المتوسط	LSD 0.05 للأرضي
S_1	20.44	25.88	27.11	28.89	25.53	1.51
S_2	25.28	27.22	27.55	29.45	27.33	
S_3	26.11	27.67	30.80	29.49	28.54	
S_4	28.51	30.01	30.31	30.37	29.80	
المتوسط	25.08	27.70	28.96	29.55		
LSD 0.05 للرش	1.51				للتداخل	3.01

الحاصل الكلي:

تشير نتائج جدول 8 إلى وجود فروقات معنوية بين متوسطات مستويات سمادي الفسفور والبوتاسيوم المضافة إلى

التربة وقد تفوق متوسط المستوى S_3 معنوياً على متوسط المستويين S_1 ,S_2 وأعطى أعلى متوسط للحاصل الكلي للطماطة بلغ 150.7 طن متري.هـ$^{-1}$ وبنسبة زيادة معنوية قدرها 21.1% قياساً إلى معاملة المقارنة S_1 والذي يعزى لتحسن الحالة التغذوية بسبب إضافة عنصري P وK معاً إلى التربة مما أدى إلى توازن غذائي جيد بينهما وكذلك إلى توازن غذائي أفضل بينهما وبين بقية المغذيات مما انعكس إيجابياً على أيض النبات ومن ثم زيادة المجموع الخضري والجذري وزيادة كفاءة عملية التمثيل الضوئي، فضلاً عن زيادة عدد الأزهار في العنقود وزيادة عدد العناقيد وزيادة عدد الثمار العاقدة وزيادة وزنها بسبب انتقال نواتج التمثيل من الأوراق إلى الثمار، كل ذلك أدى إلى زيادة الحاصل الكلي للطماطة (14 و15 و16).

إن رش عنصري P وK معاً على الجزء الخضري للنبات أدى إلى فروقات معنوية بين متوسطات تراكيز الرش في الحاصل الكلي للطماطة وقد تفوق متوسط تركيز الرش F_3 معنوياً على بقية متوسطات التراكيز وأعطى أعلى متوسط للتركيز F_3 بلغ 147.4 طن متري.هـ$^{-1}$ وبنسبة زيادة معنوية قدرها 5.8% مقارنة بمتوسط تركيز معاملة القياس F_1 وذلك لما أدته عملية الرش بالعنصرين معاً على الأجزاء الخضرية من زيادة تركيزهما في النبات والذي انعكس إيجابياً على أيض النبات ومن ثم زيادة المواد المصنعة في الأوراق والتي انتقلت بدورها إلى الثمار مما أدى إلى زيادة الحاصل والذي يعد المحصلة النهائية لجميع العمليات الفسلجية والحيوية التي تحدث في النبات (8).

كما تشير نتائج جدول 8 إلى وجود فروقات معنوية لتداخل طريقة إضافة عنصري P وK إلى تربة وطريقة التغذية الورقية بالعنصرين معاً أيضاً وقد تفوقت التوليفة S_3F_3 معنوياً على بقية التوليفات الأخرى وأعطت أعلى حاصل كلي بلغ 169.8 طن متري.هـ$^{-1}$ وبزيادة معنوية قدرها 50% مقارنةً بمعاملة القياس S_1F_1 وهذه النتائج جاءت متطابقة مع ما توصل إليه باحثون آخرون (18 و27 و29).

جدول 8. تأثير إضافة الفسفور والبوتاسيوم عن طريق التربة والرش في الحاصل الكلي طن متري.هـ$^{-1}$

الرش / الأرضي	F_1	F_2	F_3	F_4	المتوسط	LSD 0.05 للأرضي
S_1	131.1	125.9	129.0	129.5	124.3	2.31
S_2	141.0	144.2	145.0	158.8	147.3	
S_3	144.4	146.3	169.8	142.2	150.7	
S_4	158.3	155.8	145.6	134.3	148.5	
المتوسط	139.2	143.0	147.4	141.2		
LSD 0.05 للرش	2.31				للتداخل 4.61	

كفاءة السماد للإنتاج:

تظهر نتائج جدول 9 أن مستوى الإضافة S_3 من سمادي P وK معاً إلى التربة قد أعطى أعلى متوسط لكفاءة السماد للإنتاج بلغ 33.2% وبنسبة زيادة قدرها 232% مقارنة بمتوسط مستوى معاملة القياس S_1. كما أعطى متوسط مستوى التركيز F_3 بالرش بالعنصرين P وK على الأجزاء الخضرية للطماطة أعلى متوسط لكفاءة السماد للإنتاج بلغ 30.2% وبنسبة زيادة قدرها 44.1% مقارنة بمتوسط معاملة القياس F_1، في حين أعطت توليفة التداخل S_3F_3 أعلى قيمة لكفاءة السماد للإنتاج بلغت 50.1%.

يتضح من هذه النتائج أن إضافة P وK بالطريقتين معاً عن طريق التربة وبالرش قد أعطت أعلى قيمة لكفاءة السماد للإنتاج من خلال تحقيق أفضل توازن بين العنصرين من ناحية وكذلك بين العنصرين وبقية العناصر الغذائية الأخرى انعكس إيجابياً في زيادة الحاصل ومن ثم في زيادة كفاءة السماد للإنتاج وهذه النتائج تتفق مع باحثين آخرين (2 و5 و9 و10 و11).

جدول 9. تأثير إضافة الفسفور والبوتاسيوم عن طريق التربة والرش في كفاءة السماد للإنتاج %

الرش / الأرضي	F_1	F_2	F_3	F_4	المتوسط	LSD 0.05 للأرضي
S_1	0.0	11.3	14.1	14.5	10.0	
S_2	24.7	27.5	28.2	40.4	30.2	
S_3	27.7	29.4	50.1	25.7	33.2	
S_4	40.0	37.5	28.7	18.7	31.3	
المتوسط	23.1	26.4	30.3	24.8		

كفاءة استعمال السماد:

تبين نتائج جدول 10 أن مستوى الإضافة S_2 من سمادي P و K معاً إلى التربة قد أعطى أعلى متوسط لكفاءة استعمال السماد بلغ 16.9% مقارنة بمتوسط مستوى معاملة القياس S_1 وبنسبة زيادة مئوية قدرها 238%. كما تبين النتائج في الجدول نفسه أن مستوى الرش بالتركيز F_4 قد أعطى أعلى قيمة لمتوسط كفاءة استعمال السماد بلغت 11.8% مقارنة بمتوسط معاملة القياس F_1 وبنسبة زيادة مئوية بلغت 6.3%، في حين أعطت التوليفة S_2F_4 أعلى قيمة لتداخل الطريقتين معاً لإضافة P و K إلى التربة وبالرش على الطماطة بلغت 20.1%. وهذه النتائج جاءت متطابقة لما ذكره عدد من الباحثين (2 و5 و9) من أن التوازن الغذائي الجيد يؤدي إلى الحصول على حاصلٍ عالٍ ونوعية جيدة.

يستنتج من هذه الدراسة أن إضافة عنصري P و K معاً عن طريق التربة والرش على الطماطة قد حققت أفضل النتائج من تحقيق أفضل توازن غذائي بين P و K وبقية العناصر الغذائية انعكست إيجابياً في زيادة تركيز P و K في الأوراق ومن ثم تحسين الحالة التغذوية للطماطة ومن ثم انعكاس ذلك إيجابياً في زيادة الحاصل المبكر والحاصل الكلي وكذلك في زيادة كفاءة السماد للإنتاج وزيادة كفاءة استعمال السماد.

جدول 10. تأثير إضافة الفسفور والبوتاسيوم عن طريق التربة والرش في كفاءة استعمال السماد %

الرش / الأرضي	F_1	F_2	F_3	F_4	المتوسط	LSD 0.05 للأرضي
S_1	–	6.6	7.6	7.2	7.1	
S_2	15.9	16.2	15.2	20.1	16.9	
S_3	8.9	8.5	8.6	14.1	10.0	
S_4	8.6	8.3	7.6	5.6	7.5	
المتوسط	11.1	9.9	9.8	11.8		

المصادر

1. أبو ضاحي، يوسف محمد ومؤيد أحمد اليونس. 1988. دليل تغذية النبات وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة بغداد. ع ص 411.

2. أبو ضاحي، يوسف محمد، يوسف أحمد الآلوسي وإيناس عبد الدائم محمد. 2007. تأثير إضافة البوتاسيوم إلى التربة والرش في الحاصل ومكوناته للطماطة المزروعة في البيت البلاستيكي، مجلة العلوم الزراعية العراقية. 38(1): 45-54.

3. الصحاف، فاضل حسين. 1989. تغذية النبات التطبيقي، مطبعة دار الحكمة، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة بغداد. ع ص259.

4. الصحاف، فاضل حسين. 1995. تأثير عدد السيقان والتغذية الورقية في الحاصل ومكوناته المدفأة، مجلة العلوم الزراعية العراقية. 26(2): 59-64.

5. الصحاف، فاضل حسين وماجد عبد الوهاب أبو السعد. 1999. تأثير الرش بالفلورتون وكبريتات البوتاسيوم على حاصل ونوعية الطماطة تحت ظروف البيوت البلاستيكية المدفأة، مجلة الزراعة العراقية. 4(8): 38-48.

6. الركابي، فاخر محمود ومنتصر منصور. 2001. استجابة نباتات الطماطة للرش بالسايكوسيل والتغذية الورقية لتحسين بعض الصفات المؤثرة في الإنتاج، مجلة العلوم الزراعية العراقية. 32(1): 37-44.

7. الخزاعي، علاء مطر عيسى. 2006. تأثير إضافة البوتاسيوم والمغنيسيوم للتربة وبالرش وتداخلهما في نمو وحاصل الخيار (*Cucumis sativus* L.) في البيوت المحمية، رسالة ماجستير، قسم علوم التربة والمياه، كلية الزراعة، جامعة بغداد. ع ص113.

8. العبيدي، رضا مصطفى عبد الحسين. 2006. تأثير رش الشرش والعناصر الغذائية في نمو وحاصل الطماطة، *Lycopersicon esculentum Mill*، أطروحة دكتوراه، قسم البستنة، كلية الزراعة، جامعة بغداد، ع ص 104.

9. علي، نور الدين شوقي. 2004. تأثير إضافة البوتاسيوم وطريقتين للري في الإنتاجية الكمية والنوعية لمحصول الطماطة (صنف كارملو الأمريكي) في الزراعة المحمية، مجلة العلوم الزراعية العراقية. المجلد 35(3): 23-32.

10. عمارة، مشرق نعيم. 2004. تأثير مستوى وطريقة إضافة السماد البوتاسي في نمو وإنتاجية محصول الطماطة المزروع في البيوت البلاستيكية المدفأة، رسالة ماجستير، قسم علوم التربة والمياه، كلية الزراعة، جامعة بغداد. ع ص 93.

11. Adams, P. and M.M. Grimmet . 1986. Some responses of tomatoes to the concentration of potassium in recirculating nutrient solution. Acta Hortculturae . 178 : 29-35.

12. Ahmad, M.S. and J.S. Butt. 1999. Effect of NPK on some yield components of tomato *(Lycopersicon esculentum* Mill). Journal of AARI. Anadolu. V.9 (1). P.56-62.

13. Arshad, M. and A. Rashid. 1999. Yield comparison between two varieties of tomato *(Lycopersicon esculentum* Mill) under the influence of NPK. Pakistan Journal of Biological Sciences. V.2 (3). P. 635-638.

14. Black , C.A. 1965. Methods of soil analysis, Am. Soc. Agron. Inc. Publisher, Madison, Wisconsin, USA, P.1572.

15. Chopagian, B.P. and Z. Wiesman. 2004. Effect of Nutro-Vant-Peak Foliar Spray on Plant Development, Yield an Quality in Greenhouse Tomato, Scienta.Hort, 102(2): 177-188.

16. Dela Horra , A.M., M.E. Conti and M.P. Jimeuez. 2000. Potassium supplying capacity in Argentine soils and plant uptake rate. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 31 (17-18) : 2717-2726.

17. Guler, S. and N.Guzel . 1999. Effect of varying level of nitrogen and Potassium concentration in the nutrient solution on the yield and leaf composition of drip- fertigated to tomatoes. Acta Hort. 200:81-85.

18. Haynes, R.J. 1980. A comparison of two modified kjeldahl digestion techniques for multi-element plant analysis with conventional wet and dry ashing methods. Commune . In -v Soil Sci. Plant Analysis. 11 (5): 459-467.

19. International Potash Institute (IPI). 2001. Assessing potassium availability in Indian soils, Basel-Switzerland, PP.1-44.

20. International Potash Institute (IPI). 2001. Potassium in plant production, Basel-Switzerland, PP.125-157.

21. Kannan, S. 1980. Mechanism of foliar uptake of plant nutrients. accomplishments and prospects. J. of Plant Nutrition . 2 : 717-735.

22. Krauss, A. 2004, Balanced fertilization, The key to improve fertilizer use efficiency, AFA. 10th International Annual Conference, Cairo, Egypt, 20-22 January.

23. Krauss, A. and A.E. Johnston. 2002. Assessing potassium can we do better? International Potash Institute. IPI. 9th International Congress of Soil Science, Faisalabad, Pakistan, 18-20 March.

24. Martin, H.W. and W.C. Liebhardt .1994. Tomato response to long term, potassium and lime application on sandy ultisol high in non-exchangeable potassium. J. of Plant Nut. (USA).V.17(10).P.1751-1768.

25. Mursanov, V. P. and V.G. Otrepev. 1977. The effect of fertilizers on uniform ripening , yield and quality of harvested tomatoes grown under irrigation . grokiniya No. (8): 83-86. From Referativnyi zhurnal 11. (55) . 744 (Hort. Abst. Vol. 48 : Abst. 4660 , 1978).

26. Nerson, H., M. Edelstein , R. Berdugo and Y. Ankorion. 1997. Monopotassium phosphate as a phosphorus and potassium source for greenhouse winter grown cucumber and muskmelon . Journal of Plant Nutrition. 20(2-3): 335-344.

27. Olsen, S.M and P.M. Rhoads. 1989. Water quality and time of nitrogen and potassium application for trickle irrigated tomatoes. J. Am. Soc. Hort. Sci. 114(2):265-268.

28. Paulocezar, R.F. 2000, Tomato yield and potassium concentrations in soil and plant petioles as affected by potassium fertilization, Pesa. Agropec. Brasilia. 35(3): 575-580.

29. Saranga, Y., D. Zamir, A. Maranis and J. Radich. 1993. Breeding tomatoes for salt tolerance: Variation in ion concentration associated with response to salinity. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 118 (3) : 405-408.

30. Sharma, U.C. and B.R. Arora. l989. Critical phosphorus concentration in leaves and petioles of potato and prediction of yield potential. J. Indian soc. Soil Sci. 37(7): 32-37.

31. Tilman, D.K.G. Cassman, P.A. Matson, R. Naylor and S. Polasky. 2002. Agricultural sustainability and intensive production practices, Nature, 418: 671-677.

32. Varis, S. and R.A.T. George. 1985. The influence of mineral nutrition on fruit yield, seed yield and quality in tomato. J. Hort. Sci. 60(3): 373-376.

33. Yaduvanshi, H.S. 1984. J. Indian Soc. Soil Sci. 32: 97. (C.F. Barta, M.L. and Chandhry, M.L. 1988. J. Indian Soil Sci. Soil Sci. 36 : 714-718).