

تأثير الاجهاد المائي والبوتاسيوم في جاهزية بعض العناصر الغذائية في التربة و انتاجية البطاطا *Solanum tuberosum L.*

دعاء حافظ موسى

محمد صلال التميمي

كلية الزراعة / جامعة القاسم الخضراء

الخلاصة :

اجريت تجربة حقلية لزراعة محصول البطاطا *Solanum tuberosum L.* في احدى المزارع الواقعة في محافظة بابل لدراسة تأثير الاجهاد المائي ومستويات البوتاسيوم والتداخل بينهما في نمو وحاصل البطاطا ، استعملت في التجربة ثلاث اجهادات مائية هي S_1 الري عند استنفاد ٣٥% من الماء الجاهز (معاملة القياس) و S_2 الري عند استنفاد ٥٥% من الماء الجاهز و S_3 الري عند استنفاد ٧٥% من الماء الجاهز ، وقد اجريت التجربة باربع مستويات من السماد البوتاسي هي ٠ و ١٠٠ و ٢٠٠ و ٣٠٠ كغم K هـ^{-١} (٤١,٥ K) K_2SO_4 (والتي رمز لها بالرموز K_0 و K_1 و K_2 و K_3 على الترتيب . طبقت التجربة ضمن تصميم القطاعات الكاملة المعشاة RCBD وبثلاث مكررات تمت زراعة تقاوي البطاطا صنف بيورين في ٢٥ ايلول ٢٠١٥ ، قدرت تراكيز المغذيات N و p و k الجاهزة في التربة بعد الحصاد وحسب الحاصل الكلي في نهاية الموسم وحدد عمق ماء الري وموعد الريات اعتمادا على الاستنفاد الرطوبي للتربة وبحسب عمق المجموع الجذري للنبات وكانت النتائج كالآتي :- ادت الاجهادات المائية الى خفض حاصل الدرناات بنسب ٢١,٧٤ و ٤٣,٤٠ % للاجهادين المائيين S_2 , S_3 قياسا بمعاملة القياس S_1 ، بينما ادت اضافة مستويات السماد البوتاسي المضاف عند المعاملة K_3 الى زيادة معنوية في الحاصل الكلي للدرناات بنسبة ٧١,٥٩% قياسا بمعاملة المقارنة K_0 . كما ادى الاجهاد المائي (S_3) الى زيادة المغذيات الجاهزة في التربة بعد الحصاد قياسا بالاجهاد المائي المنخفض (S_1) ، كما ادت اضافة البوتاسيوم الى زيادة معنوية في تراكيز N , P , K الجاهزة في التربة بعد الحصاد ، بزيادة مقدارها ١٩,٥٣ و ١٥٩,٧٨ و ٢١٣,٥٨ % بالتتابع لمعاملة التسميد بالمستوى K_3 قياسا بمعاملة المقارنة K_0 .

THE EFFECT OF WATER STRESS AND POTASSIUM ON AVAILABALE SOME NUTRIENTV ELEMENTS OF SOIL AND POTATO PRODUCTIVITE *SOLANUM TUBEROSUM L.*

Mohammed S. AL- Tememe

Duaa H. Mossa

Abstract:

A field experiment was conducted for planting Three water stresses were used: irrigation potatoes *Solanum tuberosum L.* in one of farms located in Babylon province to study the effect of water stress, potassium levels, and the interaction between them on the growth and yield of potatoes. at 35% of available water depletion (S_1) as a control, irrigation at 55% of available water depletion (S_2), and irrigation at 75% of available water depletion. Four potassium fertilizer levels were used: 0 (K_1), 100 (K_2), 200 (K_3), and 300 (K_4) Kg K.ha⁻¹ as K_2SO_4 (41.5% K).

The experiment was conducted according Randomized Complete Block Design (RCBD) with three replicates. The potatoes, Burren class, were planted in 25th of

September 2015. Available soil N, P, and K nutrients concentrations were evaluated after and irrigation date were determined depending on soil moisture depletion according to the root system, the results were as follow:

- 1- Water stresses led to decreasing tubers yield of 21.74 and 43.40% for the stress S_2 and S_3 , respectively, compared to S_1 while adding potassium fertilizer at K_3 led to a significant increase of the total tubers yield of 71.59% compared to K_0 .
- 2- Water stress (S_3) led to increasing soil available nutrients after harvesting compared to low water stress (S_1) as well as adding the potassium led to a significant increase soil available N, P, and K concentrations after harvesting with increment ratio of 19.53, 195.78, and 213.58%, respectively, for K_3 level compared to K_0 .

المقدمة :

عرفت هذه كستراتجيات اضافية لتحسين تجهيز المغذيات الممتصة تحت شروط الاجهاد المائي . بينت الدخولة (٢٠٠١) ان تعريض محصول البطاطا للاجهاد المائي خلال مدة تكوين الدرنا لم يؤثر معنويا في كمية الفسفور ، كما بين EI-metwally (٢٠٠٣) ان المستويات العالية من الري أدت إلى خفض محتوى النيتروجين في أوراق نبات البطاطا وبين Abdullhal وآخرون (٢٠٠٦) ان استخدام ثلاثة اجهادات مائية وهي استنفاد ٢٥% و ٣٧,٥% و ٥٠% من السعة الحقلية ، حقق المستوى الرطوبي الأول زيادة معنوية في امتصاص النيتروجين والفسفور والبوتاسيوم مقارنة بالمستوى الرطوبي العالي ٥٠% ، و وجد Abayomi (٢٠٠٧) ان حجب الري خلال مرحلة التفرعات أدى إلى زيادة تركيز النيتروجين والفسفور والبوتاسيوم في كل من الأوراق مقارنة بمرحلة النضج . أشار Krauss (١٩٩٥) إلى ان البوتاسيوم يعمل على زيادة كفاءة اللحاء في عمليات نقل نواتج التمثيل الضوئي ومقدرة الأنسجة على خزن هذه النواتج ، كما يؤدي دورا مهما في عمليات التوازن الأيوني والتنظيم الاوزموزي للخلايا وعلى تنظيم عملية فتح وغلق الثغور إذ يؤدي امتصاصه إلى زيادة الضغط الاوزموزي لخلايا النبات الحارسة خلال تحرك الماء إلى داخل الخلية مما يزيد الضغط الانتفاخي للخلية وتمدها وتوليد الضغط على الجدران الداخلية للخلية لذا تفتح الثغور ، وان عملية تجمع البوتاسيوم في الخلايا الحارسة تكون بمثابة القوى المحركة لعملية فتح وغلق الثغور ، إذ إن آلية فتح وغلق الثغور مرتبطة بمحتوى الخلية من البوتاسيوم والسكريات (Havlin)

يعد الاجهاد المائي من اكثر الاجهادات البيئية المؤثرة في انخفاض معدل انتاج المحاصيل اذ انه يؤثر في العمليات الحيوية التي تجري في النبات وكذلك في جاهزية العناصر الغذائية للامتصاص من قبل النبات (Lambers وآخرون ، ٢٠٠٨) . ان عجز الماء من اكثر العوامل اهمية في تحديد نمو النبات وخفض الانتاج كما ونوعا وان مراحل النمو قبل النمو الخضري والتزهير هي اكثر تاثرا بالاجهاد المائي (Tabrizi وآخرون ، ٢٠١١) . ذكر Yuan وآخرون (٢٠٠٣) ان البطاطا حساسة جدا للاجهاد المائي بسبب المجموع الجذري الضحل وغير الكثيف اذ بين (Wang وآخرون ، ٢٠١٣) ان ٨٥% من طول الجذر الكلي يتركز في الـ 30 سم الاولى من التربة . كما بين Ahmadi وآخرون (٢٠١١) ان اعلى كثافة للجذور وجدت عند الـ ٣٠ - ٤٠ سم العليا من الجذر ، عند تعرض نبات البطاطا الى نقص الماء يتبعه نقص البروتين والاحماض النووية ، والكلوروفيل وزيادة مستوى ABA ونقص نشاط GA مما يؤدي الى انخفاض الضغط الانتفاخي لخلايا الاوراق وايقاف الانقسام الخلوي في الجذر الخلوية ونقص نشاط انزيم Synthetase Glutamine و Nitrate Reductase استعملت طرائق مختلفة لتطوير التحمل الكفوء للاجهاد المائي ومن هذه الممارسات استعمال الاحياء المجهرية المفيدة واطافة المواد العضوية واستعمال مواد كيميائية مثل البرولين والسيليكون ومواد مانعة للتبخر ومنها ايضا اضافة المغذيات كعنصر البوتاسيوم لدوره في ميكانيكية فتح وغلق الثغور (Folkert وآخرون ، ٢٠٠١) .

الأخيرة من نمو المحصول لذلك فان زيادة محتوى التربة من العناصر الغذائية وخصوصا عنصر البوتاسيوم تعد طريقة فعالة لزيادة قابليتها على الاحتفاظ بالماء الجاهز للنبات (Kirohmann وآخرون، ٢٠٠٨) .

المواد وطرائق العمل :

نفذت تجربة حقلية لزراعة محصول البطاطا *Solanum tuberosum* L. في احدى المزارع الواقعة في محافظة بابل ضمن خط عرض ٣٣,٢٥ شمالا وخط طول ٤٤,١٠ شرقا . يمتاز موقع الزراعة بطوبوغرافية مستوية زرع سابقا بمحصول الذرة الصفراء وفي تربة مزيجية غرينية مصنفة الى مستوى المجاميع العظمى Typic Torrifluent طبقا للتصنيف الامريكى الحديث (Soil surry staff ، ٢٠٠٦) .

اخذت عشر نماذج من تربة الحقل للعمق ٠ - ٣٠ سم ، خلطت نماذج التربة واستحصلت منها عينة مركبة وجففت عينات التربة هوائيا ثم طحنت ونخلت بمنخل قطر فتحاته ٢ملم ، استعملت هذه العينات لتقدير خصائص تربة الحقل الفيزيائية والكيميائية لتربة الحقل قبل الزراعة باتباع طرائق تحليل التربة الواردة في Page واخرون (١٩٨٢) وBlack واخرون (١٩٦٥) وبيبين جدول (٢١) نتائج التحليل .

وآخرون ، ٢٠٠٥) . لاحظ Yang وآخرون (٢٠٠٤) ان نقص البوتاسيوم اثر بشكل سلبي في توزيع الكاربوهيدرات من المصدر (الأوراق) إلى باقي أجزاء النبات .

إما بخصوص أهمية البوتاسيوم لمحصول البطاطا فهو يؤدي إلى زيادة الإنتاجية لوحدة المساحة عن طريق الزيادة في حجم الدرناات (طه ، ٢٠٠٧) كما يزيد من مقارنة الدرناات للأضرار الميكانيكية التي تتعرض لها جراء عمليات النقل ويطيل من مدة الخزن (Kumar وآخرون ، ٢٠٠٧) .

إما Arif وآخرون (٢٠٠٨) فقد أشاروا إلى ان البوتاسيوم أهمية كبيرة في زيادة مقاومة أنواع مختلفة من المحاصيل للأمراض وان سبب ذلك يعود إلى ان البوتاسيوم يحفز تكوين جدران خارجية سميكة في خلايا البشرة مما يمنع مهاجمة المسببات المرضية للنبات . يعد محصول البطاطا *Solanum tuberosum* L. من المحاصيل المهمة في العالم وهو يتبع العائلة الباذنجانية Solanaceae إذ تعد مصدرا غذائيا مهم جدا لاحتوائها على نسبة مرتفعة من الطاقة (الكاربوهيدرات) وتحتل المرتبة الرابعة من حيث الأهمية بعد الحنطة والرز والذرة الصفراء (طه ، ٢٠٠٧) .

البطاطا من المحاصيل الحساسة للإجهاد المائي قياسا بالأنواع الأخرى من النباتات وان تأثير الإجهاد المائي يكون أكثر حدة إذا حصل في العوامل

جدول ١ : الخصائص الفيزيائية لتربة الحقل قبل الزراعة

الخاصية	الوحدات	القيمة
الرمل	غم.كغم ^١	٣٨٠
الغرين		٥٢٥
الطين		٩٥
نسجة التربة		Silty loam
الكثافة الظاهرية	ميكاغرام.م ^{-٣}	١,٣٣
المحتوى الرطوبي الحجمي عند ٣٣ كيلو باسكال	سم ^٣ .سم ^{-٣}	٠,٣٨
المحتوى الرطوبي الحجمي عند ١٥٠٠ كيلو باسكال		٠,١٨
الماء الجاهز		٠,٢٠

جدول ٢ : الخصائص الكيميائية لتربة الحقل قبل الزراعة

الخاصية	الوحدات	القيمة
الايصالية الكهربائية	دسيمنز.م ^{-١}	٣,١٠
الاس الهيدروجيني pH		٧,٦٢
المادة العضوية	غم.كغم ^{-١}	٩,٧٥
معادن الكربونات	غم.كغم ^{-١}	٢٣٥
السعة التبادلية للأيونات الموجبة	سنتمول.شحنة.كغم ^{-١} . تربة	٢٥,٣٩
تركيز الأيونات الذائبة		
الكالسيوم	مليمول.لتر ^{-١}	٩,١٠
المغنسيوم		٦,٥٠
الصوديوم		٥,٢٠
البوتاسيوم		٠,٥٥
الكلورايد		١٢,٥٥
الكبريتات		٨,٥٠
الكربونات		Nil
البيكاربونات		٥,١٠
النيتروجين الجاهز	ملغم.كغم ^{-١} . تربة	٣٧,٧٠
الفسفور الجاهز		١٢,١٥

صممت التجربة ضمن تصميم القطاعات الكاملة المعشاة RCBD وبثلاث مكررات وحلت النتائج احصائيا على وفق طريقة تحليل التباين (Anov A) باستعمال برنامج SAS ٢٠١٢ وتم اختيار اقل فرق معنوي على مستوى ٠,٠٥ للمقارنة بين المتوسطات الحسابية للمعاملات . الساهوكي وكريمة (١٩٩٠) . العمليات الزراعية .

تهيئة موقع الدراسة والري .

نفذت التجربة على ارض مساحتها ٨٥٠ م^٢ ابعادها ٦٠ م × ٢٠ م ، حرث موقع التجربة بواسطة المحراث المطرحي القلاب حراثة متعامدة ثم اجريت عمليات التعديل والتسوية وفتح السواقي ، قسم الحقل الى ثلاث مكررات رئيسية وبواقع ١٢ وحده تجريبية ضمن المكرر الواحد ، مساحة الوحدة التجريبية ٦ م^٢ ابعادها ٢ × ٣ م وبثلاث مروز

معاملات التجربة والتصميم الاحصائي .

شملت التجربة المعاملات الاتية :

١. معاملات الري (الاجهاد المائي)
 - S1 الري عند استنفاد ٣٥ % من الماء الجاهز (معاملة القياس)
 - S2 الري عند استنفاد ٥٥ % من معاملة القياس .
 - S3 الري عند استنفاد ٧٥ % من معاملة القياس
٢. معاملات التسميد البوتاسي
 - K0 : (٥ كغم.هـ^{-١}) (٤١,٥ %) (K₂SO₄) (K
 - K1 (١٠٠ كغم.هـ^{-١}) (٤١,٥ %) (K₂SO₄) (K
 - K2 (٢٠٠ كغم.هـ^{-١}) (٤١,٥ %) (K₂SO₄) (K
 - K3 (٣٠٠ كغم.هـ^{-١}) (٤١,٥ %) (K₂SO₄) (K

الفسفور الجاهز :

استخلص فسفور التربة باستعمال بيكاربونات الصوديوم ($0.5 \text{ M} \cdot \text{NaHCO}_3$) و $\text{pH} 8.5$ وطور لون لمستخلص باستخدام مولبيدات الامونيوم وحامض الاسكوربيك . قدر الفسفور بجهاز المطياف الضوئي على طول 882 نانوميتر بحسب طريقة Sommers , Olsen (1982) الواردة في Page واخرين (1982) .

البوتاسيوم الجاهز

استخلص بوتاسيوم التربة الجاهز باستعمال خلات الامونيوم وقدر باستخدام جهاز اللهب (Flame Photometer) كما ورد في Page واخرين (1982) .

حاصل الدرنات (ميكاغرام .هـ^{-١}) :

اجريت حسابات الحاصل ومكوناته بعد قلع الدرنات لعشرة نباتات عشوائيا من المرزتين الوسطين لكل وحدة تجريبية ، اذ قلعت الدرنات وقدرت الغلة عن طريق وزن الدرنات لكل وحدة تجريبية على حدة معبرا عنها بوحدة كغم نبات^{-١} وبحسب الحاصل الكلي على وفق المعادلة الاتية:-

$$\text{الحاصل الكلي} = \text{حاصل النبات الواحد} \times \text{عدد النباتات في الوحدة التجريبية} \times \text{مساحة الهكتار} / \text{مساحة الوحدة التجريبية}$$

النتائج والمناقشة :

تأثير الاجهاد المائي والبوتاسيوم والتداخل بينهما في محتوى التربة من N , P , K . الجاهزة بعد الحصاد (ملغم كغم^{-١} تربة)

١- النيتروجين

بينت نتائج التحليل الاحصائي في جدول ٣ ان كل من الاجهاد المائي والبوتاسيوم وتداخلتهما قد اثرت معنويا في زيادة النيتروجين الجاهز في التربة ، فقد كانت اعلى قيمة للنيتروجين الجاهز في التربة عند الاجهاد المائي العالي S_3 والتي بلغت $44,69$ ملغم N كغم^{-١} ، وانخفضت الى $42,08$ ملغم N كغم^{-١} عند الاجهاد المائي المتوسط S_2 واصبحت $39,17$ ملغم N كغم^{-١} عند الاجهاد المائي المنخفض وقد كانت نسبة زيادة الاجهاد المائي S_3 على الاجهادين المائيين S_2 , S_1 هي $6,20$ و $14,09$ % لكل منهما على التتابع ، كما ان

طول المرز 5 م والمسافة بين مرز واخر $0,8$ م طبقا لمحرر وعبدول (1987) ، تركت فواصل مقدارها 3 م بين القطاعات (المكررات) ، كما تركت فواصل بمقدار 2 م بين المعاملات لغرض السيطرة على عمليات الري وضمان عدم انتقال المياه بينهما .

تم الارواء بواسطة انابيب بلاستيكية مربوطة بمضخة كهربائية ومثبت على الانبوب عداد لقياس الماء المار خلال الانبوب باللتر ، اضيفت كميات متساوية من الماء الى الالواح جميعا عند الزراعة ولحدود السعة الحقلية ، تم تقييم المحتوى الرطوبي للتربة باستعمال الطرق الوزنية لقياس رطوبة التربة ، باخذ عينات بواسطة مثقاب التربة قبل اكثر من يومين لمعرفة نسبة الرطوبة في التربة لغرض الري حسب المعادلات . جرت عملية تقييم المحتوى الرطوبي للتربة لجميع الوحدات التجريبية بشكل مستمر طوال مدة التجربة وعند استنفاد النسب المحدد من الماء الجاهز وحسب معاملات الري المذكورة انفا . جرى الري بعد ذلك باضافة عمق المياه اللازم للوصول الى المحتوى الرطوبي عند السعة الحقلية لتربة الحقل ، استعملت المعادلة الاتية (Allen واخرون 1998) في حساب عمق المياه الواجب اضافته لتعويض الرطوبة المستنفذ .

$$d = (\Theta_{f.c} - \Theta_w) \times D$$

اذ ان :

d = عمق المياه المضاف (مم)

$\Theta_{f.c}$ = الرطوبة الحجمية عند السعة الحقلية (سم^{-٣} - سم^{-٣})

Θ_w = الرطوبة الحجمية قبل اجراء الري (سم^{-٣} - سم^{-٣})

D = عمق الري وهو يساوي العمق الجذري الفعال (مم)

النيتروجين الجاهز

استخلص النيتروجين الجاهز لمحلل $2M \text{ KCl}$ وقدر ايون الامونيوم باستعمال اوكسيد المغنسيوم MgO بالتقطير باستخدام جهاز المايكرو كلدال (Microkjeldal) واختزال ايون النترات باستعمال سييكة (Devarda) على وفق طريقة Keeney , Bremner (1965) الموضحة في Black (1965) .

ادى الى زيادة النيتروجين الجاهز في التربة وحققت
معاملة التداخل S_3K_3 اعلى قيمة بلغت ٥٠,٠٠
ملغم N كغم⁻¹ و اقل قيمة كانت لمعاملة التداخل S_1K_0
التي بلغت ٣٦,١١ ملغم N كغم⁻¹ وبنسبة زيادة قدرها
٣٨,٤٦ % .

اضافة البوتاسيوم ادت الى زيادة النيتروجين الجاهز
في التربة من ٣٨,٢٤ ملغم N كغم⁻¹ عند المستوى
 K_0 الى ٤٥,٧١ ملغم N كغم⁻¹ عند المستوى K_3
وبنسبة زيادة بلغت قيمتها ١٩,٥٣ % اما تاثير
التداخل الثنائي بين الاجهاد المائي والبوتاسيوم ، فقد

جدول ٣ : تاثير الاجهاد المائي و مستويات البوتاسيوم والتداخل بينهما في تراكيز النيتروجين الجاهز في التربة
(ملغم كغم⁻¹ تربة)

المعدل	S_3	S_2	S_1	الاجهادات البوتاسيوم
٣٨,٢٤	٤٠,٣٣	٣٨,٢٩	٣٦,١١	K_0
٤٠,٨٦	٤٢,٣١	٤١,٥٢	٣٨,٧٦	K_1
٤٣,٠٩	٤٦,١٢	٤٢,٦٣	٤٠,٥٣	K_2
٤٥,٧١	٥٠,٠٠	٤٥,٨٦	٤١,٢٧	K_3
	٤٤,٦٩	٤٢,٠٨	٣٩,١٧	المعدل
		$K \times S$ $LSD_{0.05}$	$LSD_{0.05}$ للبوتاسيوم (K)	$LSD_{0.05}$ للاجهاد المائي (S)
		٠,٢٥	١,٤٤	١,٥٣

بلغت قيمتها ٤٧,٩٣ ملغم P كغم⁻¹ قياسا بمعاملة
المقارنة K_0 والتي بلغت ١٨,٤٥ ملغم P كغم⁻¹
وبنسبة زيادة قدرها ١٥٩,٧٨ % كما ادى التداخل
الثنائي بين الاجهاد المائي والبوتاسيوم الى زيادة
الفسفور الجاهز في التربة ، اذ حققت المعاملة
 S_3K_3 اعلى قيمة لهذه الصفة بلغت ٥٠,١٥ ملغم P
كغم⁻¹ ، وكانت ادنى قيمة لمعاملة التداخل S_1K_0
والتي بلغ فيها الفسفور الجاهز في التربة ١٧,٢٠
ملغم P كغم⁻¹ وبنسبة زيادة بلغت قيمتها
١٩١,٥٦ %

٢ - الفسفور :

اظهرت النتائج في جدول ٤ ان كل من
الاجهاد المائي والبوتاسيوم وتداخلتهما قد اثرت
معنويا في زيادة الفسفور الجاهز في التربة ، فقد
كانت اعلى قيمة للفسفور الجاهز في التربة عند
الاجهاد المائي العالي S_3 قياسا بالاجهادين المائين
 S_1 , S_2 فقد كانت نسبة زيادته في هذه الصفة
٧,٢٦ و ١٤,٣٠ % لكل منهما بالتتابع كما ان
اضافة البوتاسيوم ادت الى زيادة الفسفور الجاهز في
التربة وكانت اعلى قيمة عند المستوى K_3 والتي

جدول 4 : تاثير الاجهاد المائي و مستويات البوتاسيوم والتداخل بينهما في تراكيز الفسفور الجاهز في التربة
(ملغم كغم⁻¹ تربة)

المعدل	S_3	S_2	S_1	الاجهادات البوتاسيوم
١٨,٤٥	١٩,٢٥	١٨,٨٩	١٧,٢٠	K_0
٣٠,٢٠	٣٣,٤٠	٢٩,١٧	٢٧,٥٢	K_1
٤٠,٤٥	٤٣,١٥	٤٠,٢٠	٣٨,٠٠	K_2
٤٧,٩٣	٥٠,١٥	٤٨,٢٥	٤٥,٣٩	K_3
	٣٦,٦١	٣٤,١٣	٣٢,٠٣	المعدل
		$K \times S$ $LSD_{0.05}$	$LSD_{0.05}$ للبوتاسيوم (K)	$LSD_{0.05}$ للاجهاد المائي (S)
		٣,٥٠	١,٧٢	١,٤٠

٣-البوتاسيوم :

الجاهزية في التربة من ١١٥,٥٨ ملغم K كغم⁻¹ عند عدم اضافته (K₀) الى ٣٦٢,٤٤ ملغم K كغم⁻¹ عند اضافة البوتاسيوم الى التربة اي بزيادة قدرها ٢١٣,٥٨% كما ادى التداخل الثنائي ما بين الاجهاد المائي والبوتاسيوم الى زيادة البوتاسيوم الجاهز في التربة فقد حققت معاملة التداخل S₃K₃ اعلى قيمة لهذه الصفة بلغت ٣٧٠,٧٥ ملغم K كغم⁻¹ وكانت اعلى قيمة لمعاملة التداخل S₁K₀ التي بلغت ١١١,٠٠ ملغم K كغم⁻¹ وبنسبة زيادة بلغت قيمتها ٢٣٤% .

اشارت نتائج التحليل الاحصائي ان لكل من الاجهاد المائي والبوتاسيوم وتداخلتهما تأثيرا معنويا في زيادة البوتاسيوم الجاهز في التربة بعد الحصاد (جدول ٥) اذ تبين من الجدول ان زيادة الاجهاد المائي ادى الى زيادة البوتاسيوم الجاهز في التربة وقد تفوق الاجهاد المائي العالي S₃ على كلا من الاجهادين المائين المتوسط والمنخفض (S₁ , S₂) بما مقدار ٨,٦١ و ١٣,٢٢ % ملغم K كغم⁻¹ كما ان اضافة البوتاسيوم فقد اثرت في زيادة

جدول ٥ : تأثير الاجهاد المائي و مستويات البوتاسيوم والتداخل بينهما في تراكيز البوتاسيوم الجاهز في التربة (ملغم كغم⁻¹ تربة)

المعدل	S ₃	S ₂	S ₁	الاجهادات البوتاسيوم
١١٥,٥٨	١٢٠,٢٥	١١٥,٥٠	١١١,٠٠	K ₀
٢٨٠,١٧	٢٨٥,٤٠	٢٨٠,٠٠	٢٧٥,١٣	K ₁
٣١٤,٢٥	٣٢٥,١٧	٣١٠,١٥	٣٠٧,٤٣	K ₂
٣٦٢,٤٤	٣٧٠,٧٥	٣٦١,٤٧	٣٥٥,١٠	K ₃
	٢٧٥,٣٩	٢٦٦,٧٨	٢٦٢,١٧	المعدل
		K × S LSD _{0.05}	LSD _{0.05} للبوتاسيوم (K)	LSD _{0.05} للاجهاد المائي (S)
		٨,٢٥	٦,٣٣	٥,١٧

الاجهاد المائي المنخفض زيادة جاهزية الايونات الذائبة والمتبادلة في التربة مما يؤدي الى زيادة امتصاصها من قبل النبات الذي يتحفر فيه المجموع الجذري في عملية الامتصاص وانعكاس ذلك على خفض الكمية الجاهزة من تلك المغذيات على العكس من الاجهاد المائي العالي الذي يقل فيه امتصاصها مما يردي الى زيادة محتوى التربة من تلك المغذيات هذه النتائج تتفق مع ما توصل اليه محمد (٢٠٠١) الذي اشار الى ان اضافة ١٠٠ كغم K كغم⁻¹ ادت الى اختزال التأثيرات السلبية للشد الرطوبي اذ ان الاجهاد العالي ادى الى زيادة N , P , K الجاهز في التربة .

حاصل الدرناات (ميكاغرام هـ⁻¹)

يبين الجدول (٦) تأثير الاجهاد المائي والبوتاسيوم والتداخل بينهما في الحاصل الكلي للدرناات (ميكاغرام هـ⁻¹) ، اذ يلحظ من الجدول ان

اشارت النتائج في الجداول ٣ ، ٤ ، ٥ الى ان كل من الاجهاد المائي والبوتاسيوم والتداخل بينهما تأثير واضح في محتوى التربة من المغذيات الجاهزة فيها بعد الحصاد ، اذ يلاحظ ان الاجهاد المائي المنخفض ادى الى انخفاض محتوى التربة من كل من النايتروجين او الفسفور او البوتاسيوم ، وقد يعزى السبب في ذلك الى انه في حالة الاجهاد المائي المنخفض يكون الماء اكثر توافرا في التربة مما يؤدي الى زيادة جاهزية هذه المغذيات فيها وامتصاصها من قبل النبات مما ادى الى انخفاض محتوى التربة من تلك المغذيات (Levitt ، ١٩٨٠) .

ان اضافة البوتاسيوم ادى الى زيادة محتوى التربة من كل من النايتروجين والفسفور والبوتاسيوم الجاهزة في التربة في الاجهاد المائي العالي على العكس من الاجهاد المائي المنخفض اذ يحصل في

الاجهاد المائي قد اثر تأثيرا معنويا في زيادة هذه الصفة ، حيث ان زيادة الاجهاد المائي قد ادى الى خفض هذه الصفة بنسب انخفاض قدرها ٢١,٧٤ و ٤٣,٤٠ % للاجهادين المتوسط والعالي S_2 , S_3 قياسا بمعاملة القياس S_1 كما يلاحظ من الجدول ذاته ان مستويات البوتاسيوم قد اثرت تأثيرا معنويا في زيادة هذه الصفة وكانت اعلى قيمة لها عند المعاملة

K_3 بلغت قيمتها ٢٤,٠٤ ميكاغرام هـ^١ قياسا بمعاملة المقارنة بعدم اضافة البوتاسيوم والتي بلغت قيمتها ١٤,٠١ ميكاغرام هـ^١ وبنسبة زيادة بلغت قيمتها ٧١,٥٩ % اما تأثير التداخل فيظهر الجدول ذاته ان اعلى قيمة للحاصل الكلي كانت عند المعاملة S_1K_3 بلغت ٣١,١٢ ميكاغرام هـ^١ واقل قيمة عند المعاملة S_3K_0 بلغت ٩,٢٠ ميكاغرام هـ^١ .

جدول ٦: تأثير الاجهاد المائي ومستويات البوتاسيوم والتداخل بينهما في حاصل الدرنات الكلي ميكاغرام هـ^١

المعدل	S_3	S_2	S_1	الاجهادات	
				البوتاسيوم	
١٤,٠١	٩,٢٠	١٥,٣٣	١٧,٥١	K_0	
١٧,٧٣	١٢,٦٠	١٧,٢٠	٢٣,٣٩	K_1	
٢٢,١٢	١٦,٥٠	٢٢,٣٥	٢٧,٥٠	K_2	
٢٤,٠٤	١٨,٠٠	٢٣,٠٠	٣١,١٢	K_3	
	١٤,٠٨	١٩,٤٧	٢٤,٨٨	المعدل	
		$K \times S$ LSD _{0.05}	LSD _{0.05} للبوتاسيوم (K)	LSD _{0.05} للاجهاد المائي (S)	
		١,١٧	٠,١٥٦	٠,٧٠٣	

الكميات الممتصة من هذه المغذيات من قبل جذور النباتات وهذا يوضح اهمية التسميد البوتاسي في زيادة الحاصل الكلي وعدد الدرنات للنبات الواحد وهذه النتائج تتفق مع ما توصل اليه كل من Witekag , Bieluaa (١٩٩٦) وبهية (٢٠٠١) الذين اشاروا الى زيادة جميع مؤشرات الحاصل ومكوناته مع زيادة مستويات البوتاسيوم المضافة ، وكما يعزى سبب زيادة الحاصل الكلي بزيادة مستوى البوتاسيوم للدور الوظيفي الذي يؤديه في نمو ونشوء النبات بدء من انقسام وتوسع الخلايا المرستيمية الى نهاية نمو النبات من خلال التحكم في الية فتح وغلق الثغور التي ترتبط بتجمع السكريات في الخلايا الحارسة (Krauss ، ١٩٩٥) ، كما ان لتاثير التداخل ما بين الاجهاد المائي ومستويات البوتاسيوم تأثيرا معنويا ايضا في الحاصل الكلي اذ ان اضافة البوتاسيوم للنبات تحافظ على جهد ماء الورقة وجهد الامتلاء ومحتوى ماء نسبي عال واقل جهد اوزموزي مما يحسن من كفاءة التمثيل الكاربوني و زيادة نمو ونشوء النبات ومن ثم زيادة عدد الدرنات للنبات الواحد الذي انعكس على زيادة الحاصل الكلي للدرنات (Wang واخرون ، ٢٠١٣ و Haque ، ٢٠١٥) .

يلحظ من الجدول ٦ ان الاجهاد المائي قد اثر في الحاصل الكلي للدرنات ، وربما يعود السبب في ذلك بالدرجة الاساس الى التأثير السلبي للاجهاد المائي في العمليات الحيوية وعملية التمثيل الكاربوني وانتقال الغذاء والكاربوهيدرات وتكوين الدرنات والنشاط الانزيمي والهرمونات النباتية وانقسام الخلايا واستطالتها (النعيمي ، ١٩٩٩) مما ادى الى انخفاض والحاصل الكلي (النعيمي واخرون ، ٢٠٠٣ و ٢٠٠٦ و Tabrizi واخرون ، ٢٠١١) الذين وجدوا انخفاضا في الحاصل الكلي للدرنات مع زيادة الاجهاد المائي كما ان لمستويات البوتاسيوم المضافة تأثيرا معنويا في الحاصل الكلي اذ يعد البوتاسيوم من المغذيات الرئيسية والذي له دور كبير في تنشيط عملية التمثيل الكاربوني ومن ثم التأثير في تصنيع المواد الكاربوهيدراتية في الاوراق وانتقالها وتخزينها في الدرنات مما اسهم في زيادة عدد الدرنات للنبات الواحد وانعكس ذلك على زيادة الحاصل الكلي (Havlin واخرون ، ٢٠٠٥) ، كما ان اضافة البوتاسيوم الى التربة ادى الى زيادة جاهزية هذه المغذيات في محلول التربة وامتصاصها من قبل النباتات التي ازدادت مع زيادة مستويات الاضافة الى التربة مما ادى الى زيادة

- sugar beet and wheat. *Ife J. of Agric.* 22 (1).
- Abdullahil , B. ; M.D. ; Abdulkarim , A. and Hidakatetushi. 2006. Effects of fertilizer potassium on growth , yield and nutrient uptake of wheat (*Triticum aestivum*) under water stress conditions . *South Pacific Studies* , Vol. 27 , No. 1, 2006.
- Ahmadi S. H. F. Plauborg , M. N. Andersen A.R. spaskhah , C. R. Jensen and S. Hansen 2011 . Effect of Irrigation strategies and soils on field grown Potatos : Root distribution 98 : 1280 – 1290 . *Journal Home page* : wwewesvier.com / Locate lagwat .
- Bieluga B. ; Witeka , 1996 . Ecological technology of Potato crop Karminski , E (Ed) . 3rd international Symosium mechanization of fertilizing plant protection and soil culvation in ecological aspects Warszawa (Poland) . Instytut Budowrictwa .
- Bremner, J. M., and D. R. Keeney. 1965. Steam distillation methods for determination of ammonium, nitrate, nitrite. *Anal. Chim. Acta.*, 32:485-495.
- EL-Metwally , M .E. 2003 .Fertigation of drip irrigated potatoes (*Solanum tuberosum* L.) . Ph. D. Thesis , Fac . Of Agric . Mansoura Univ , Egypt.
- Folkert , A. H. , A. G. Elena and J. Buitink 2001 . Mechanisms of plant desiccation tolerance *Trends plant Sci.* 6 : 431 – 438 .
- Haque N. , K. Mazed , J. Moon moon , A. Pulok and H. Rahman 2015 .
- المصادر :**
- طه، فاروق عبد العزيز. 2007. تأثير السماد البوتاسي وتغطية التربة في ثلاثة أصناف من البطاطا المزروعة في محافظة البصرة. أطروحة دكتوراه. كلية الزراعة. جامعة البصرة. العراق.
- بهية، كريم محمد عباس، ٢٠٠١. تأثير إضافة الفسفور والبوتاسيوم عن طريق التربة والرش في نمو ومكونات نبات البطاطا (*Solanum tuberosum* L.). رسالة ماجستير. قسم علوم التربة والمياه – كلية الزراعة – جامعة بغداد.
- محمد ، حسين عزيز. ٢٠٠١. تأثير التسميد الفوسفاتي والبوتاسي وعجز ماء الري في نمو وحاصل الذرة الصفراء (*Zea mays* L.). رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة بغداد.
- محمد ، عبدالعظيم كاظم ومؤيد احمد اليونس. ١٩٩١. اساسيات فسيولوجيا النبات . دار الحكمة للطباعة والنشر ، جامعة بغداد ، كلية الزراعة.
- الدخولة ، أحلام عبد الرزاق محمد حسين. ٢٠٠١. تأثير التسميد بالبوتاسيوم والنايتروجين والفسفور والشد المائي في مراحل نمو وإنتاجية نبات البطاطا. أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة والغابات – جامعة الموصل.
- النعمي، سعد الله نجم عبد الله وزهير عز الدين داود و أحلام عبد الرزاق الدخولة. ٢٠٠٣. تأثير التسميد والشد المائي في إنتاجية البطاطا صنف ديزري. *المجلة العراقية للعلوم الزراعية.* ٤ (٣) : ٢٧-٢١ .
- محرم، حسين جواد وكريم صالح عبدول. ١٩٨٧. تأثير مواعيد الزراعة ومصدر التقاوي على نوعية درنات البطاطا في العروتين الخريفية والربيعية في منطقة خبات /أربيل. زانكو. ٥ (٤) : ٣٣-٣٧.
- الساهاوكي، مدحت وكريمة محمد وهيب. 1990. تطبيقات في تصميم وتحليل التجارب. جامعة بغداد. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جمهورية العراق.
- Abayomi , Y.A. 2007. Comparative effects of induced water stress on nutrient uptake and water soluble carbohydrates accumulation in

- . 2011. Effect of Different irrigation level on yield of potato .*Annals of Bio Research* .2(6):269-273.
- Wang , M. , Q. Zheug , Q. shen and S. Guo. 2013 . the Critical Role od potassium in plant stress Response Int. J. Mol. Sci. , 14 7370 – 7390 .
- Yuan . B. Z. H. S. Nishiyama and Y. Kang . 2003 Effects of different irrigation reqimes on the growth and yield of drip – irrigated Potatoes Agricultural water management 63 : 153 – 167 .
- Page, A. L.; R. H. Miller, and D. R. Kenney. 1982. Methods of Soil analysis part (2). 2nd ed. Agronomy 9. Am. Soc. Agron. Madison, Wisconsin
- Black, C. A. 1965 (b). Method of Soil Analysis. Panrt (2). Chemical properties. Am. Soc. Agron. Inc. publisher, Madison, Wisconsin, USA.
- Reynolds , M.P., P.R. Singh , a. Ibrahim. , O.A. Ageeb , A. Larquesaavedra and J.S. Quik. 1998. Evaluating physiological traits to complement expirical selection of wheat in warm environments. H.J. Broum et al., (Eds). Wheat Prospects for Global Improvement. 143 – 152.
- Allen , R. G., L.S. Perira ., D Raes and M. Smith . 1998. Crop Evapotranspiration . FAO Irrigation and Drainage paper 56, Rome.
- Dvornic , V. 1965. Lucravipactic de ampelogrphic E. Dielacticta spedagogica Bucureseti R.S.Romania.
- Growth and Yield of influenced by potassium and Sulphur . *Annals of Biological Research* , 6 (1) : 6 – 10 .
- Havlin,J.L.; J.D. Beaton; S.L. Tisdale ; W.L. Nelson. 2005. Soil fertility and fertilizers, An Introduction to Nutrient Management, 7th ed, Upper Saddle River New Jersey. USA. pp.515.
- Krauss, A. 1995. Potassium, the forgotten nutrient in West Asia and North Africa, I.P.I. Basel, Switzerland
- Kirch-mann,H., T .Katterer and L. Bergstrom.2008. Nutrient Supply in Organic Agriculture- Plant Availability, Sources and Recycling.published in Organic Crop Production –Ambitions and Limitations Ed chapter 5 :89-116.
- Kumar, p. and S. K. pandey.; B. P. Singh.; S. V. S. Dinesh, 2007.Influence of source and time of potassium application on
- Lambers ., H.F.S. Chapin and T.L . Pons .2008 . Plant Physiological Ecology . 2nd Ed . Springer . New York .
- Levitt, J. 1980. Responess of plants to environmental stresses . 2nd ed . New york Academic press.
- Olsen , S.K. and L. E. Sommers . 1982 . Phosphorus In : page , A. L. et al .(eds) Methods of Soil Analysis . *Amer . Agron . Inc . Madison , Wisconsin* , New York . USA .
- Soil survey staff. 2006 . Key to soil taxonomy 10th edition .
- Tabrizi. . F . M . Yarnia . M . Farajzadeh . N and V. Ahmadzadeh

Yang , X. W. Wang Z. He. 2004 .
Physiological and genetic
characteristics of nutrient efficiency
of plant in acid soils P. 78 – 83 .

Day , P.R. 1965. Particle fraction and
particle – size analysis , methods of
soil analysis by C.A. Black C. A.
1965. Methods of soil analysis.