دراسة مدى تحمل بعض أصناف البطاطا *Solanum tuberosum* المزروعة محلياً للإجهاد الملحي

سوسن البشارة[1] و سهيل حداد[2] و سلام لاوندو[3]

الملخَص

درستْ استجابة ثلاثة أصناف من البطاطا: سبونتا ودراجا وديامونت للإجهاد الملحي بتراكيز ملحية مختلفة من محلول NaCl (Mm200-150-100-50-0).وأشارت النتائج إلى وجود علاقة ارتباط عكسية بين ازدياد تراكيز الأملاح في الوسط وبين معدل طول النبات، والمساحة الورقية، وبين نسبة الوزن الجاف للأوراق، ونسبة +K+/Na. وبينت النتائج بان هناك تباين في مدى تحمل هذه الأصناف للإجهاد الملحي حيث كان الصنف سبونتا أكثر تحملاً يليه دراجا ثم ديامونت الذي كان أقل تحملاً. وقد تبين ذلك بارتفاع نسبة الإنبات والزيادة في متوسط الطول والمساحة الورقية و الوزن الجاف للنبات مقارنة بباقي الأصناف،علماً أن هذه المؤشرات تناسبت عكسياً مع التركيز ضمن الصنف الواحد.

الكلمات المفتاحية: بطاطا، إجهاد ملحي، إنتقائية +K+/Na، نمو وتطور.

[1] طالبة ماجستير، [2] أستاذ مساعد، قسم علوم البستنة، [3] قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة دمشق، ص.ب.30621، سورية.

Physiological study of salinity stress in some potato varieties(*Solanum tuberosum*)

Bsharaa, S.[1], S. Hadad[2] and S. lawand[3]

Abstract

This study was conducted at Abo Jarash farm, Faculty of Agriculture, Damascus University In order to determine the response of three local varieties of potato (Sponta, Draja, Diamont) to salinity stress with different concentration of NaCl solution (0,50, 100, 150, 200 mM). The results indicated that the existence of a inverse correlation between increased concentrations of salts in the solution and the rate of plant height, leaf area, and the percentage of leaf dry weight, and the proportion K^+/ Na^+., and the productivity was declined with a proportional rate 22< 32, and 48% for the varieties of Sponta, Draja, Diamont, respectively. Results indicated the existence of reverse relationship between increasing salt concentration in the medium and plant height, Leaf area, dry weight of the leaves and K^+/Na^+ ration in addition to the decline in the productivity of studied varieties. The results also showed variations in the extent of tolerance between studied varieties to salinity stress where Sponta was the most tolerant, followed by Draja and Diamont was the less tolerant and this was reflected in terms of higher germination and increasing the mean of plant height, Leaf area and dry weight of plant.

Keywords: Potato, Salinity stress, Selectivity, K^+/Na^+, Growth and development.

[1] Msc Student, [2] Professor, Dep. Horticultural, [3] Associate Professor, Dep. Field Crops, Fac. Agric. Damascus Univ., P. O. Box 30621, Damascus, Syria.

المقدمة

يعدُّ محصول البطاطا من أهم محاصيل الخضر في الوطن العربي و العديد من دول العالم، ولاسيما الأمريكيتين وأوروبا، وذلك بسبب وفرة إنتاجيته، وتنوع الظروف البيئية (الأرضية منها والجوية) التي ينمو فيها. تزرع البطاطا على نطاق واسع في مختلف أنحاء العالم، ولاسيما المناطق الباردة. وتحتل البطاطا المرتبة الأولى من حيث المساحة المزروعة والإنتاجية، إذْ تزيد المساحة المشغولة بها على 23 مليون هكتار،أي ما يعادل 46%من إجمالي المساحة المزروعة بالخضر الدرنية (FAO، 2010). هذا التوسع الكبير في زراعة البطاطا عائد لكونها مصدراً غذائياً جيداً غنياً بالطاقة مقارنة بمحاصيل نشوية أخرى ذات أهمية على الصعيد العالمي كالقمح والأرز، فضلاً عن إنتاجها المرتفعة بسبب التحسين الوراثي.

في سورية يحتل محصول البطاطا مركزاً متقدماً من بين المحاصيل الأخرى، إذْ تزيد المساحة المزروعة به على 34467 ألف هكتار موزعة على عروات ثلاث، تشغل منها الربيعية ما يقارب 53%، تليها الخريفية بنحو 40% وأخيراً الصيفية 7% (المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية، 2010).

تنتمي البطاطا إلى الجنس *Solanum* من الفصيلة الباذنجانية *Solanaceae*، يضم هذا الجنس أكثر من 1000 نوع تنتشر في معظم أنحاء العالم، ولاسيما أميركا الوسطى والجنوبية من جهة، وفي استراليا من جهة أخرى. لا تكون درنات من هذه الأنواع سوى النوع الذي ينتمي له المحصول البطاطا *S. tuberosum*، وسبعة أنواع مزروعة أخرى، فضلاً عن 154 نوعاً برياً.

تعد ملوحة المياه والتربة من أهم الإجهادات الرئيسة التي تؤثر سلباً في نمو الأنواع النباتية وإنتاجيتها، وبخاصة في المناطق الجافة، إذْ تحد الملوحة بشكل كبير من إنتاج العديد من الأنواع النباتية. ويفقد العالم سنوياً نحو عشرة ملايين هكتاراً من الأراضي الصالحة للزراعة، بسبب التملح. وقد وصلت الأراضي المتملحة على وجه الأرض إلى نحو 954 مليون هكتار (Munns، 2010). اهتم الباحثون بدراسة تأثير الملوحة في نمو النبات وتطوره، ويأتي هذا الاهتمام في إطار التزايد الكبير في عدد السكان على الكرة الأرضية، الذي يتطلب زيادة كبيرة في الإنتاج النباتي كونه مصدراً أساسياً لغذاء الإنسان.

وتعتمد دراسة تأثير الملوحة على تعريض النبات إلى مستويات ملحية مختلفة من خلال التحكم في كمية الأملاح المضافة إلى مياه الري، مع العلم أن تأثير الملوحة في النبات يتوقف على شدة الإجهاد ووقت حدوثه وطول مدة تعرض النبات له، وأيضاً بحسب مرحلة نمو النبات (Kumar و Sinhabab، 2003). تتملح التربة والمياه عند وجود كميات زائدة من الأملاح الذوابة فيها، ويحدث الإجهاد الملحي نتيجة وجود تراكيز مرتفعة

من شوارد الصوديوم والبوتاسيوم، مما يؤثر سلباً في معدل امتصاص الماء من قبل جذور النبات (Flowers وزملاؤه، 2001).

كما يرتبط تحمل الملوحة في العديد من الأنواع النباتية بالعديد من الآليات لتكيفية، أهمها كفاءة النباتات في المحافظة على نسبة منخفضة من شوارد الصوديوم إلى شوارد البوتاسيوم Na^+/K^+ ضمن السيتوبلاسم للحيلولة دون ارتفاع محتوى سيتوبلاسم الخلايا النباتية من شوارد الصوديوم الضارة فوق مستوى حرج معين (Skerrett وTyerman، 2000).

بينت دراسة لتأثير الملوحة في صنفين من البطاطا أحدهما متحمل نسبياً للملوحة مثل الصنف Kennebec والآخر حساس نسبياً للملوحة مثل الصنف Diamant أن الملوحة سببت تراجعاً معنوياً في حجم الشتول، وحجم الدرنة النباتية، وارتفاع النبات. وعدد العيون في كل درنة، لكن كان مقدار الانخفاض في تلك المؤشرات معنوياً أكبر لدى الصنف الحساس مقارنة بالصنف الأكثر تحملاً للملوحة (Rahnama وزملاؤه، 2004). وتظهر الأعراض العامة للضرر الملحي بتراجع ملحوظ في معدل نمو النبات واحتراق حافات الأوراق وذبول النباتات. وتتوقف شدة الضرر الناجم عن الملوحة على تركيز الأملاح الذوابة في محلول التربة وطول مدة التعرض للإجهاد الملحي. وعادة ما تكون النباتات المتأثرة بالملوحة متقزمة، وذات أوراق خضراء داكنة، ويمكن أن تكون الأوراق في بعض الحالات أكثر سماكة وعصارية (Tanino وزملاؤه، 2006). ويسبب الإجهاد الملحي أيضاً تراجعاً ملموساً في الوزن الرطب والجاف للأوراق والسوق والجذور، ويعزى نحو 80% من التراجع الحاصل في نمو النباتات ضمن ظروف الإجهاد الملحي إلى تراجع مساحة المسطح الورقي الأخضر الفعال في عملية التمثيل الضوئي مما يؤثر سلباً في كمية الطاقة الضوئي الممتصة (Chaerle وزملاؤه، 2005). لوحظ في دراسة لتأثير ثلاثة مستويات ملحية (0-50-100) mM في ثلاثة أصناف من البطاطا ضمن المزارع الملحية وجود علاقة ارتباط سلبية معنوية بين وزن الدرنات وتركيز شوارد الصوديوم في الأوراق ($r = -0.26$)، وارتبط تراجع وزن الدرنات معنوياً بانخفاض وزن الدرنة الواحدة نتيجة ازدياد تركيز الأملاح في محلول التربة ($r = 0.73$) (Poustini وSiosemardeh، 2004). عموماً، أبدت الأصناف المدروسة جميعها محتوىً منخفضاً من شوارد الصوديوم في الأوراق، وتجلى ذلك بارتفاع نسبة شوارد البوتاسيوم إلى الصوديوم في كل من الأوراق والدرنات.

لوحظت علاقة ارتباط سلبية ومعنوية بين تركيز شوارد الصوديوم في الأوراق وحجم الدرنات في حين لم يلاحظ وجود علاقة ارتباط معنوية بين عدد الدرنات في النبات وتركيز شوارد الصوديوم والبوتاسيوم في الأوراق، أو حتى نسبة شوارد البوتاسيوم إلى الصوديوم (Poustini وSiosemardeh، 2004). تتطلب النباتات جميعها وجود بعض

الأملاح في منطقة انتشار الجذور لنموها وتطورها، ولكن عادةً ما يكون التركيز الأمثل من هذه الأملاح منخفضاً للعديد من الأنواع النباتية 10 مول/ م^3 أو أقل.

وتسبّب التراكيز الأعلى من ذلك (100-150) mM حتى بالنسبة إلى الأملاح الضرورية حالة من الإجهاد الملحي، يمكن أن تقلل من نمو النباتات و تطورها وإنتاجيتها، علماً أن شدة تأثير الملوحة في النباتات تختلف تبعاً لنوع الأملاح، وتركيزها، والنوع النباتي، والصنف ضمن النوع، ومرحلة النمو للنبات (Chapman، 1995؛ Nieman وزملاؤه، 2000).

مواد البحث وطرائقه

نُفّذ البحث في مزرعة أبي جرش، التابعة لكلية الزراعة، بدمشق خلال الموسم الزراعي 2009-2010، بهدف تقويم استجابة ثلاثة أصناف من البطاطا (سبونتا ودراجا وديامونت) لتحمل مستويات مختلفة من الإجهاد الملحي (0-50-100-150-200) mM من ملح (NaCl). علماً أن mM أي (ميلي مولر) هو المحلول الذي يحتوي على عدد من غرامات المادة الذائبة في لتر واحد من المذيب، يعادل الوزن الجزيئي لتلك المادة.

طريقة تحضير المحلول الملحي:

1مولر = 1000 ميللي مولر ونحتاج لإضافة 58.5غ من ملح NaCL النقي المخبري.

ولكن الملح المستخدم لم يكن مخبرياً نقياً بل ملحاً تجارياً درجة نقاوته = 78غ

أي لتحضير 1مول =1 مولر = 1000 ميللي مولر يجب إضافة 78غ بدلاً من 58.5غ ويدعى هذا المحلول بالمحلول الأم الذي تحضر منه كل المحاليل الأخرى بالتراكيز المختلفة بناءً على المعادلة التالية: $N1\times V1=N2\times V2$ مع العلم أن N1 تركيز المحلول الأم، V1 حجم المحلول الأم، N2تركيز المحلول المطلوب تحضيره، V2 حجم المحلول المطلوب تحضيره.

المادة النباتية: أجريت الدراسة على ثلاثة أصناف من البطاطا وهي:

سبونتا Spunta: صنف هولندي نصف مبكر، كما أن مرحلة السكون متوسطة، درناته متطاولة الشكل وجذابة ومرغوب فيها في الأسواق والعيون سطحية، لإنتاج كبير في العروة الربيعية، وجيد في العروة الخريفية كما أن حجم الدرنات الناتجة من النبات الواحد كبير جدا. ولذلك ينصح بتقريب المسافات المزروعة بين الدرنات إلى 25 سم والحصاد المبكر للحصول على أكبر كمية مناسبة من البذار. حجم المجموع الخضري جيد.

دراجا Draga: مصدره هولندي، متوسط التبكير، شكل الدرنات مستدير،العيون نصف عميقة، لون اللب أبيض، مرحلة سكون الدرنات طويلة، الإنتاج جيد جداً في العروة الربيعية، يتحمل الجفاف وملائم للزراعة في العروة الصيفية في ريف دمشق.

ديامونت Diamant: صنف هولندي، متوسط التأخير، محتواه مرتفع من المادة الجافة، نموه الخضري قوي، ودرجة تغطيته للخطوط جيدة، الدرنات بيضاوية الشكل، مستطيلة متوسطة إلى كبيرة الحجم، ملساء لونها الخارجي أصفر، ولونها الداخلي أصفر فاتح، العيون سطحية، مقاوم للجفاف، إنتاجه جيد جداً للعروة الربيعية، وجيد في العروة الخريفية.

المعاملات الزراعية:

زرعت الدرنات بتاريخ 2009/5/20 في الليزيمترات (100×70×70 سم) في سطور، وبمعدل أربعة سطور في كل ليزيمتر و6 درنات من كل سطر. وتركت مسافة 10 سم بين السطور، ومسافة 20 سم بين النباتات ضمن السطر نفسه. ورويت الليزيمترات بالماء العادي وطبق الإجهاد الملحي عندما أصبحت البادرات بعمر شهر واحد بحسب (Zadocccks وزملاؤه، 1974)، أُضيفت الماء العادي (شاهد) والتراكيز الملحية المدروسة بكميات كافية (3-6) ل/ ليزيمتر (85 % من السعة الحقلية) وبمعدل مرة واحدة كل ثلاثة لأيام بدءً من تاريخ تطبيق الإجهاد الملحي (2009/6/20) وحتى اكتمال تشكل الدرنات، إذْ تزداد كمية المحلول الملحي والمغذي الواجب إضافتها بازدياد حجم النباتات والاحتياجات المائية نتيجة ارتفاع درجات الحرارة، وانخفاض الرطوبة في الوسط المحيط، ومن أجل مراقبة وضبط الرطوبة الأرضية للوسط قيست السعة الحقلية كل ثلاثة أيام أي بمعدل مرتين إسبوعياً: باستخدام المعادلة الرياضية:

$$\text{السعة الحقلية} = \frac{\text{الوزن الرطب} - \text{الوزن الجاف}}{\text{الوزن الرطب}} \times 100$$

وأضيف محلول هوغلاند المغذي (تركيز كامل أي تم تحضير1 ليتر منه بإضافة الكمية الموصة بها حسب النشرة المرفقة مع العبوة ودون أي تمديد) قبل كل سقاية بالمحاليل، وبمعدل 4-2 ليتراً لكل ليزيمتر، وذلك لتأمين احتياجات النباتات من العناصر المعدنية المغذية الصغرى والكبرى بسبب فقر الرمل والخفان (Hogland وArnon، 1950).

ملاحظة: عند القيام بدراسة خاصة بالإجهاد الملحي عادةً لا تستخدم التربة – إلا إذا تضمن البحث قياساً دورياً ومتابعة مستمرة لمستوى ملوحة التربة - لأن وجود التربة في وسط الزراعة يتيح للشوارد في المحلول الملحي بالادمصاص على حبيباتها وبالتالي تصبح كمية من الأملاح موجودة في وسط الزراعة أكثر من التركيز المضاف والمدروس، لذلك فضلنا عدم إضافة التربة من أجل ضبط تركيز الملح المضاف عند كل معاملة دون أي وجود لأثر تراكمي. علماً أنه قد تم إضافة العناصر التي يحتاجها النبات ويستمدها من التربة عن طريق السقاية بالمحاليل المغذية بالكميات المناسبة لمراحل النمو المختلفة للنبات، وبذلك لم يفقد البحث قيمته التطبيقية لأن الغاية من وجود التربة قد تحقق.

المؤشرات المدروسة

معايير النمو:

المساحة الورقية (سم^2): حسبت المساحة الورقية يدوياً وفق المعادلة الآتية: (Voldeng و Simpson، 1967).

المساحة الورقية الفعلية = طول الورقة × العرض الأعظمي للورقة × معامل التصحيح

وتمثل المساحة الورقية للنبات الواحد إجمالي المساحة الورقية لأوراقها جميعها. وحُسب متوسط المساحة الورقية للنبات خلال مدتين مختلفتين من تاريخ تعريض النباتات للإجهاد الملحي(2009/6/20)، وذلك بعد 42 يوماً، و95 يوماً من تاريخ تطبيق الإجهاد الملحي على التوالي، وحُسب استناداً إلى ذلك مقدار الزيادة، ومعدل الزيادة (سم^2/يوم) في المساحة الورقية لكل صنف.

الوزن الجاف للأوراق (غ): قُدّر (غ) بأخذ ورقتين كاملتي الاستطالة من كل صنف وعند كل معاملة وسجل مباشرةً وزنها الرطب (WF)، ثم غمرت بشكل كامل في الماء المقطر ضمن قوارير بلاستيكية مملوءة بالماء المقطر مدة 16 ساعة. ثم أخرجت تلك الأوراق وجففت بلطف لإزالة الماء العالق على سطوحها، وسجل الوزن الرطب المشبع (WS)، ثم وضعت تلك الأوراق في أكياس من الورق ونقلت إلى مجفف تم تسخينه بشكل مسبق على درجة حرارة 105م° مدة نصف ساعة ثم خفضت الحرارة إلى 85م° قبل وضع العينات فيه وعندها تركت العينات على درجة حرارة 85م° إلى حين الوصول إلى الوزن الجاف الثابت (WD).

وحُسب إلى ذلك قيمة محتوى الماء النسبي في الأوراق وفق المعادلة الرياضية الآتية (Barrs و Weatherley ، 1962)

$$\mathbf{RWC = (WF - WD)/(WS - WD) \times 100}$$

علماً أن: WF: الوزن الرطب، WD: الوزن الجاف الثابت، WS: الوزن الرطب المشبع.

طول النبات (سم): قيس طول النبات باستخدام المسطرة وقدر الطول بـ سم.

محتوى الماء النسبي%:

أخذت الورقتان الثانية والثالثة كاملتا الاستطالة من كل صنف وعند كل معاملة وسجل مباشرةً وزنها الرطب (FW)، ثم غمرت بشكل كامل في الماء المقطر ضمن قوارير بلاستيكية مملوءة بالماء المقطر مدة 16 ساعة. ثم أخرجت تلك الأوراق وجففت لإزالة الماء العالق على سطوحها، وسجل الوزن الرطب المشبع (Ws)، ثم وضعت تلك الأوراق في أكياس من الورق ونقلت إلى مجفف مسخن بشكل مسبق في درجة حرارة 105م° مدة نصف ساعة، ثم خفضت درجة حرارة المجفف إلى 85 م°. وتركت العينات إلى حين

الوصول إلى الوزن الجاف الثابت (Wd). وحُسبت استناداً إلى ذلك قيمة محتوى الماء النسبي في الأوراق وفق المعادلة الآتية:

$$\text{محتوى الماء النسبي (\%)} = \frac{\text{(الوزن الرطب – الوزن الجاف)}}{\text{الوزن الرطب المشبع – الوزن الجاف}} \times 100$$

تحاليل معدنية:

قُدّر المحتوى من شوارد الصوديوم Na^+ والبوتاسيوم K^+ في انسجة النباتات المجهدة ملحياً والشاهد باستخدام جهاز الامتصاص الذري، إذْ قدرت نسبة الشوارد Na^+, K^+ في أوراق النباتات. علماً أنه تم أخذ 2-3 أوراق كاملة الإستطالة من النباتات وبواقع 3 مكررات من كل معاملة، وجففت بالهواء العادي ضمن المخبر لمدة يومين ثم وضعت في أكياس ورقية وأرسلت إلى مخابر الهيئة العامة للبحوث الزراعية وتم العمل من قبل العاملين الفنيين المختصيين في المختبر.

التحليل الإحصائي:

صُمّمت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (R.C.B) Randomized Complete Blocks ومن ثم أخضعت المعطيات في التجارب كلها إلى تحليل التباين على مستوى معنوية 5%، وحُلّلت النتائج باستخدام برنامج MSTAT-C.

النتائج والمناقشة

تأثير الملوحة في متوسط المساحة الورقية للنبات(سم^2):

لوحظ انخفاض في متوسط المساحة الورقية لدى الأصناف المدروسة جميعها عند ازدياد تركيز الأملاح في محلول الري مقارنة بالشاهد. وكان الانخفاض بمعدل (2- 59- 45-9)% و(23-25-48-77)% و(45-59-77-79)% للأصناف (سبونتا ودراجا وديامونت) على التوالي وذلك عند التراكيز الملحية(0 - 50 -100-150- 200) mMعلى التوالي مقارنة بالشاهد.

يظهر الجدول (1) وأعلى قيمة للانخفاض كانت في الصنف سبونتا عند التركيز 50 mM حيث بلغت متوسط المساحة الورقية 291.89 سم^2 مقارنة بالشاهد 295.20 سم^2.

وأعلى قيمة للانخفاض كانت لدى الصنف ديامونت عند التركيز 200mM إذْ بلغ متوسط المساحة الورقية 37.41سم^2 مقارنة بالشاهد 175.50 سم^2، وقد كان متوسط الانخفاض بمعدل (23-35-52)% للأصناف سبونتا ودراجا وديامونت على التوالي (تم الحساب بمقارنة المتوسط لكل صنف مع الشاهد).

الجدول (1) تغيرات متوسطات المساحة الورقية (سم²) للنبات حسب التراكيز الملحية Nacl عند أصناف البطاطا المدروسة.

تركيز NaCl (m M)	الأصناف			
	سبونتا	دراجا	دياموند	المتوسط
0	295.20	258.30	175.50	243a
50	291.89	199.96	97.30	196.38b
100	271.40	195.90	72.62	179.97c
150	164.70	135.50	40.42	113.54g
200	122.40	59.76	37.41	73.19e
المتوسط العام	229.11a	169.88c	84.65e	161.21

L.S.D: =17.59 للتراكيز، L.S.D : 32.38 للأصناف، التفاعل: 49.76

* تدل الأحرف المتشابهة على عدم وجود فروق معنوية

هذا يتوافق مع توصل إليه Wang وزملاؤه (1999) وAlscher, وزملاؤه (2002) إذْ تؤدي زيادة تركيز الأملاح إلى انخفاض في المساحة الورقية، حيث يعمل على خفض الجهد المائي وتقليل كمية الماء الحر المتاح للنباتات واستطالة الخلايا ومن ثم يؤدي إلى صغر حجم المساحة الورقية، (Hasegawa وزملاؤه، 2000؛ Munns، 2002).

تأثير الملوحة في الوزن الجاف للنبات (غ):

توضّح النتائج في الجدول (2) تأثير ازدياد تركيز الأملاح في محلول الري مقارنة بالشاهد في الأصناف الثلاثة المدروسة، إذْ انخفض الوزن الجاف كلما زادت ملوحة الوسط، وذلك بمعدل (4-13-22-42)% و(11-20-32-49)% و(17-38-52-63)% للأصناف سبونتا ودراجا ودياموند على التوالي مقارنة بالشاهد.

الجدول (2) تغيرات متوسطات الوزن الجاف (غ) للنبات بحسب التراكيز الملحية المستخدمة من NaCl عند أصناف البطاطا المدروسة

تركيز NaCl (m M)	الأصناف			
	سبونتا	دراجا	دياموند	المتوسط العام
0	10.54	10.08	10.84	10.48c
50	10.12	9.01	8.98	9.37c
100	9.16	8.12	6.78	8.02a
150	8.28	6.89	5.23	6.8b
200	6.09	5.11	3.98	5.06b
المتوسط العام	8.84a	7.84c	7.16c	7.95

L.S.D: 0.43 للتراكيز، L.S.D : 0.67 للأصناف، التفاعل: 1.23

تدل الأحرف المتشابهة على عدم وجود فروق معنوية

كما يظهر الجدول (2) أن أقل قيمة للانخفاض كانت في الصنف سبونتا عند التركيز 50ملغ/ل إذْ بلغ متوسط الوزن الجاف 10.12غ مقارنة بالشاهد 10.54غ. وأعلى قيمة للانخفاض كانت لدى الصنف دياموند عند التركيز 200 mM إذْ بلغ متوسط الوزن الجاف 3.98غ مقارنة بالشاهد 10.84غ وقد كان متوسط الانخفاض بمعدل (16-22-34)% للأصناف سبونتا ودراجا وديامونت على التوالي (تم الحساب بمقارنة المتوسط لكل صنف مع الشاهد).

يعزى الانخفاض في نسبة المادة الجافة للأوراق بازدياد تركيز الأملاح إلى تراجع كل من معدل استطالة الأوراق ومعدل تصنيع وتراكم المادة الجافة فيها إلى تراجع كفاءتها التمثيلية، وتصنيع المادة الجافة وتجميعها. تماثل هذه النتائج ما توصل إليه (Bray وزملاؤه، 2001؛ Bohnert و Shen، 1999).

تأثير الملوحة في متوسط طول النبات(سم):

يبيّن الجدول (3)، أن زيادة تركيز الأملاح في محلول الري أدى إلى انخفاض في طول النبات لدى الأصناف المدروسة جميعها وبمعدل (1-10-13-23)% و(12-31-42-5)% و(11-22-45-57)% للأصناف سبونتا ودراجا وديامونت على التوالي، وذلك عند التراكيز الملحية (0-50-100-150-200)mM على التوالي مقارنة بالشاهد.

الجدول (3) تغيرات متوسطات طول النبات (سم) حسب التراكيز الملحية المستخدمة من NaCl عند أصناف البطاطا المدروسة.

تركيز NaCl (m M)	الأصناف			
	سبونتا	دراجا	دياموند	المتوسط العام
0	106.20	102.50	103.17	103.94a
50	105.20	96.98	92.19	98.12a
100	96.17	89.83	80.50	88.83b
150	93.00	70.67	57.17	73.61d
200	81.50	59.83	44.00	61.78c
المتوسط العام	96.39a	83.96b	75.41d	85.25

L.S.D: 0.92 للتراكيز ، L.S.D : 1.47 للأصناف، التفاعل: 2.61

*تدل الأحرف المتشابهة على عدم وجود فروق معنوية

مع العلم أن أعلى قيمة للانخفاض كانت لدى الصنف دياموند عند التركيز 200 mM حيث بلغ متوسط طول النبات 44.00 سم مقارنة بالشاهد 103.17سم.

وأقل قيمة للانخفاض كانت لدى الصنف سبونتا عند التركيز 50 mM إذْ بلغ متوسط طول النبات 105.20 سم مقارنة بالشاهد 106.20 سم. كما يظهر الجدول (3) تحمل الصنف سبونتا لازدياد الأملاح في ماء الري حتى تركيز100 mM إذْ لم يلاحظ آية

فروق معنوية مقارنة بالشاهد 106.20 سم بينما انخفض متوسط الطول إلى 81.50 سم عند تركيز (200) Mm.

أما الصنفان دراجا وديامونت فقد أظهرا انخفاضاً في طول النبات بدءاً من تركيز 50 mM ليبلغ متوسط الطول (44.00-59.83) سم على التوالي عند تركيز 200 mM. علماً أن متوسط الانخفاض كان بمعدل (9-18-27)% للأصناف سبونتا ودراجا وديامونت على التوالي (تم الحساب بمقارنة المتوسط العام لكل صنف مع الشاهد). ويعزى التباين بين الأصناف المدروسة إلى اختلاف قدرة الأصناف في المحافظة على جهد الامتلاء داخل الخلايا النباتية، ومن ثم المحافظة على استمرار استطالة الخلايا النباتية (Alla khrerdiev وزملاؤه، 2000).

تأثير الملوحة في محتوى الماء النسبي (%):

يبين الجدول (4) انخفاضاً في محتوى النبات من الماء النسبي لدى الأصناف المدروسة جميعها، إذ أدى التركيز المنخفض من محلول NaCl إلى ارتفاع متوسط محتوى الماء النسبي مقارنة بالشاهد.

الجدول (4) تغيرات محتوى الماء النسبي (%) حسب التراكيز الملحية المستخدمة من NaCl عند أصناف البطاطا المدروسة.

تركيز NaCl (m M)	الأصناف			
	سبونتا	دراجا	ديامونت	المتوسط العام
0	90.23	90.09	90.22	90.18c
50	88.42	87.94	75.89	84.08a
100	83.16	78.37	70.09	77.20b
150	81.15	73.93	64.81	73.29b
200	79.56	68.02	62.06	69.88b
المتوسط العام	84.50a	79.67b	72.61b	78.93

L.S.D: 2.36 للتراكيز، L.S.D : 2.84 للأصناف، التفاعل: 6.67

*تدل الأحرف المتشابهة على عدم وجود فروق معنوية.

وبلغ أقل انخفاض لمحتوى الماء النسبي عند تركيز 50 mM لدى الصنف سبونتا 88.42% بالمقارنة مع الشاهد 90.23%. أما محتوى الصنف ديامونت من الماء النسبي فقد انخفض إلى 62.06%عند تركيز 200 mM بالمقارنة مع الشاهد 90.22%. وقد كان الاختلاف بين الأصناف في معدل انخفاض محتوى النبات من الماء النسبي بمعدل (6-12-20)% للأصناف سبونتا، دراجا، ديامونت على التوالي (تم الحساب بمقارنة المتوسط العام لكل صنف مع الشاهد). كما أكدت النتائج أن زيادة تركيز الأملاح في

محلول الري أدى إلى انخفاض محتوى النبات من الماء النسبي ضمن الصنف الواحد لدى النباتات جميعها وبمعدل (2-8-10-12)% و(2-13-18-25)% و(16-22-28-31)% للأصناف سبونتا ودراجا وديامونت على التوالي. وذلك عند التراكيز الملحية (0-50-100-150- 200) mM على التوالي مقارنة بالشاهد.

يعود تراجع محتوى الماء النسبي في الأوراق لدى الأصناف جميعها بازدياد تركيز الأملاح إلى تراجع قيمة جهد الامتلاء داخل خلايا الأوراق، حيث يؤدي ازدياد تركيز الأملاح إلى خفض قيمة الجهد المائي (WPG) بين محلول التربة وخلايا المجموعة الجذرية، مما يؤدي إلى معدل تراجع تدفق الماء وامتصاصه من قبل الجذور إذ يعد فرق التدرج في الجهد المائي بمنزلة القوة المحركة لانتقال الماء. وتصبح تبعاً لذلك كمية الماء الممتصة قليلة.

تأثير الملوحة في محتوى أوراق النبات من الصوديوم:

يظهر الجدول (5) ازدياداً في محتوى أوراق النبات من الصوديوم لدى الأصناف جميعها مع ازدياد تركيز الأملاح في وسط الزراعة مقارنة بالشاهد وبلغت أعلى زيادة 5.12 % عند تركيز 200 mM في الصنف ديامونت مقارنة بالشاهد 0.23%. أما أقل زيادة فكانت لدى الصنف سبونتا 0.41 %عند تركيز 50 mM مقارنة بالشاهد 0.29 %.

الجدول (5) تغيرات محتوى أوراق النبات من الصوديوم (Na^+)% بحسب تراكيز ملحية NaCl عند أصناف البطاطا المدروسة

تركيز NaCl (m M)	الأصناف			
	سبونتا	دراجا	ديامونت	المتوسط العام
0	0.29	0.25	0.23	0.25d
50	0.41	0.69	2.02	1.04a
100	1.22	1.33	2.59	1.71 b
150	2.11	2.96	4.06	3.04e
200	2.96	3.03	5.12	3.70e
المتوسط العام	1.40a	1.65b	2.80c	1.95

L.S.D: 0.35 للتراكيز، L.S.D: 0.59 للأصناف، التفاعل: 0.99 .

* تدل الأحرف المتشابهة على عدم وجود فروق معنوية

تتوافق هذه النتائج مع Allakverdiev وزملاؤه (2000) الذي ربط القدرة على تحمل الإجهاد الملحي بكفاءة الصنف في ضبط امتصاص شوارد الصوديوم الضارة، وانتقالها إلى الأجزاء الهوائية الحساسة. وتتميز بالمقابل الأصناف الأكثر تحملاً للملوحة بكفاءتها في المحافظة على امتصاص شوارد البوتاسيوم عند المستويات الملحية المرتفعة. وقد كان الاختلاف بين الأصناف في معدل زيادة محتوى أوراق النبات من الصوديوم بمعدل

(5-7-12)% للأصناف سبونتا ودراجا وديامونت على التوالي (تم الحساب بمقارنة المتوسط لكل صنف مع الشاهد).

تأثير الملوحة في محتوى أوراق النبات من البوتاسيوم :

يبين الجدول (6) تراجع نسبة شوارد البوتاسيوم بازدياد تركيز الأملاح في وسط النمو في الأصناف جميعها لتصل إلى أدنى نسبة لها 0.09% عند المستوى الملحي الأعلى 200 mM لدى الصنف ديامونت مقارنة بالشاهد 0.64%.

الجدول (6) تغيرات محتوى أوراق النبات من االبوتاسيوم (K^+)% حسب تراكيز ملحية NaCl عند أصناف البطاطا المدروسة.

تركيز NaCl (m M)	الأصناف			
	سبونتا	دراجا	ديامونت	المتوسط العام
0	0.56	0.62	0.64	0.61c
50	0.50	0.44	0.49	0.48a
100	0.41	0.32	0.35	0.36b
150	0.39	0.30	0.29	0.33b
200	0.35	0.28	0.09	0.24d
المتوسط العام	0.44a	0.39b	0.37b	0. 40

L.S.D: 0.08 للتراكيز، L.S.D : 0.09 للأصناف، التفاعل: 0.22

* تدل الأحرف المتشابهة على عدم وجود فروق معنوية

أمّا نسبة شوارد البوتاسيوم المفيدة فكانت ظاهرياً الأعلى في أنسجة أوراق الصنف سبونتا 0.50% عند المستوى الملحي الأدنى 50 mM مقارنة بالشاهد إذْ كانت 0.56%. وقد كان معدل الانخفاض (43-38-22)% للأصناف سبونتا ودراجا وديامونت على التوالي (تم الحساب بمقارنة المتوسط لكل صنف مع الشاهد).

7- تأثير الملوحة في محتوى أوراق النبات من (K^+/Na^+):

يلاحظ من الجدول (7) أن ازدياد تركيز شوارد الصوديوم الضارة في أنسجة الأوراق بازدياد تركيز الأملاح في وسط النمو، كان مترافقاً مع انخفاض نسبة شوارد البوتاسيوم عند الأصناف جميعها. ويعزى ذلك إلى منافسة شوارد الصوديوم لشوارد البوتاسيوم في الدخول عبر منافذ الشوارد الموجبة العامة والمنافذ الخاصة بشوارد البوتاسيوم.

الجدول (7) تغيّرات نسبة (K^+/Na^+) في أوراق النبات بحسب التراكيز الملحية المستخدمة من NaCl عند أصناف البطاطا المدروسة

تركيز NaCl (m M)	الأصناف			
	سبونتا	دراجا	دياموند	المتوسط العام
0	1.93	2.48	2.78	2.39d
50	1.21	0.64	0.24	0.70a
100	0.22	0.24	0.13	0.20b
150	0.18	0.10	0.07	0.12b
200	0.12	0.09	0.01	0.07e
المتوسط العام	0.73a	0.71a	0.65c	0.70

L.S.D : 0.22 للتراكيز، L.S.D : 0.34 للأصناف، التفاعل: 0.63

* تدل الأحرف المتشابهة على عدم وجود فروق معنوية

وأظهرت النتائج أن أعلى زيادة كانت لدى الصنف سبونتا 1.21% عند المستوى الملحي الأدنى 50 mM مقارنة بالشاهد 1.93%، أمّا أقل قيمة فكانت لدى الصنف دياموند 0.01% عند التركيز 200 mM مقارنة بالشاهد 2.78%. تتوافق هذه النتائج مع Allakverdiev وزملاؤه (2000) الذي ربط القدرة على تحمل الإجهاد الملحي بكفاءة الصنف في ضبط امتصاص شوارد الصوديوم الضارة، وانتقالها إلى الأجزاء الهوائية الحساسة. وتتميّز بالمقابل الأصناف الأكثر تحملاً للملوحة بكفاءتها في المحافظة على امتصاص شوارد البوتاسيوم عند المستويات الملحية المرتفعة.

وبشكل عام يعود الانخفاض في طول النبات وحجم المساحة الورقية بازدياد تركيز الأملاح في محلول التربة في الأصناف المدروسة كلّها إلى خفض جهد التربة المائي soil Water potential مما يؤثر سلباً في كفاءة النباتات بامتصاص الماء والشوارد المعدنية المغذية الضرورية لعملية انقسام واستطالة أنسجة الساق، الأمر الذي يؤدي إلى تراجع طول النبات (AZevedo، 2009). أمّا صغر المساحة الورقية فيعود إلى أن ازدياد تركيز الأملاح الذوابة في محلول التربة يعمل على خفض الجهد المائي وتقليل كمية الماء الحر المتاح للنباتات cell expansion ومن ثمّ صغر حجم المساحة الورقية وهذا يتوافق مع Munns (2002) و Hasegawa وزملاؤه (200)

يعزى ازدياد تركيز شوارد الصوديوم المترافق مع انخفاض تركيز شوارد البوتاسيوم عند الأصناف جميعها بازدياد تركيز الأملاح في وسط النمو إلى منافسة شوارد الصوديوم لشوارد البوتاسيوم في الدخول عبر منافذ الشوارد الموجبة العامة والمنافذ الخاصة بشوارد البوتاسيوم. وهذا يتوافق مع ما توصل إليه Bray وزملاؤه (2001) و Bohnert و Shen (1999).

يعزى التباين الوراثي بين الأصناف المدروسة إلى تباين الأصناف في المحافظة على جهد الامتلاء داخل الخلايا النباتية، ومن ثم المحافظة على استمرار استطالة الخلايا النباتية، وهذا ماتوصل إليه Alla khrerdiev وزملاؤه (2000).

التوصيات والمقترحات

1. تباينت الأصناف المدروسة في استجابتها للإجهاد الملحي، ممَّا يشير إلى وجود تباين وراثي يمكن استثماره في انتخاب الأصناف المتحملة، واستبعاد الأصناف الحساسة للملوحة.
2. ترتبط القدرة على تحمل الملوحة وإعطاء إنتاجية أعلى نسبياً مع كفاءة الصنف في المحافظة على ميزان العلاقات المائية داخل الخلايا النباتية.
3. تتأثر استطالة الخلايا الأوراق بالملوحة بدرجة أكبر من معدل التمثيل الضوئي، وتصنيع المادة الجافة وتجميعها. ويعدُّ تبعاً لذلك انخفاض مؤشر الوزن الجاف للأوراق من المعايير المهمة المرتبطة بتحمل الملوحة.
4. تبين أن الصنف سبونتا أكثر تحملاً نسبياً للملوحة ضمن ظروف التجربة مقارنة مع الأصناف الأخرى المدروسة.

المراجع References

ابراهيم، محمد، ومتري أحمد، وأنيس عماد أنيس، وعلي توفيــق. 2007. دراســة الــشكل الظــاهري والتشخيص على المستوى الجزيئي لأصناف تجارية من البطاطس نتيجة الإصابة بالبكتريا المــسببة للعفن البني، معهد بحوث أمراض النبات، مركز البحوث الزراعية، الجيزة، مصر.

المجموعة الإحصائية السنوية.2010. مديرية الإحصاء والتخطيط، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، سورية.

Athar, J. S. and F. Ashraf. 2009. Mapping and characterization of new EST – derived microsatellites for potato (Solanum tuberosum L.).

AZevedo, B. and F. Ashraf. 2009. Effects of salt stress on growth mineral and praline Accumulation in relation to osmotic adjustment in potata(Solanum tuberosum L.) cultivars differing in salinity tolerance, Plant Growth Regul. 19: 207-218.

Barrs, M. W. and S. R. Weatherley. 1962. Salinity in irrigated agriculture. Irrigation of Agricultural Crops, Amer. Soc. Agron. Monograph, 30:1089-1142.

Bohnert, B., Shen. and M. Bray. 2001. Mineral nutrition of higher plants, Academic press, London.

Chaerle, L. 2005. leaf anatomical characteristics associated with shot hydraulic conductance, stomatal conductance and stomatal sensitivity to changes of leaf water status in temperate trees. J. Plant Physiol. 28:765-774.

Chapman, D. Q. and M. L Nieman. 2000. Development of genetic fingerprinting strategy for the Maine potato breeding program,7(2): 6-14.

Flowers, T. N. 2001. Mapping and characterization of new EST –derived microsatellites for potato (Solanum tuberosum L.)

Hogland, D. R. and D. I. Arnon. 1950. The water-culture method for growing plant without soil. Calif. Agric. Expt. Sta. Circ., 347p.

khrerdiev, A. 2000. Studies on salt tolerance and its mechanism in potata. Jiangsu J. Agric. Sci., 9(1): 8-12.

Munns, R. 2010. Salinity and plant tolerance. Electronic Publishing, Utah State University Extension.

Munns, R and Y. S. Tester. 2010. Salinity, growth and phytohormones.In: Salinity: environment-plants-molecules-Läuchli A, Lüttge U, eds. Dordrecht: Kluwer Academic. Publishers. 271–290.

Poustini, K. and A. Siosemardeh. 2004. Salt tolerance and salinity effect on plants: A review. Ecotoxico. Environ. Safety. 60: 324-349.

Rahnama, S. N. 2004. Enzyme activities in concentrated solutions of glycine betaine and other solutions. Plants, 144: 174-184.

Sinhabab, K. and H. Kumar. 2003. The effect of salt stress on photosynth electon transport, 38(4): 481-485.

Tanino, M. 2006. Salinity in irrigated agriculture. Irrigation of Agricultural Crops, Amer. Soc. Agron. Monograph, 30:1089-1142.

Zadocccks, E. 1974. Adecimal code for the growth stage of cereals. Weed Rerearch.

Received	2012/03/11	إيداع البحث
Accepted for Publ.	2012/09/05	قبول البحث للنشر