مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (37) العدد (3) 2015
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (37) No. (3) 2015

تأثير ملوحة NaCl في إنبات أصلي البندورة Sprit و ES-30502، ونموهما، وامتصاصهما للعناصر الغذائية في الزراعة المائية.

الدكتور أحمد جلول*
الدكتور غياث علوش**
علي يوسف***

(تاريخ الإيداع 2 / 9 / 2014. قبل للنشر في 9 / 6 / 2015)

□ ملخّص □

يهدف البحث إلى دراسة تحمل أصلين من البندورة (Sprit ، و ES-30502) ينتشران في سورية، بوصفهما أصولاً لتطعيم الهجن المزروعة في البيوت المحمية، وذلك باستخدام تراكيز متدرجة من NaCl (0 – 25- 50- 75- 100- 150 ميليمول).

أظهرت نتائج الدراسة أن إنبات بذور الأصل Sprit لم تتأثر بالملوحة حتى في التركيز المرتفع من الملوحة 150 ميليمول، رغم تأخر الإنبات من 1-2 يوماً مقارنة بالشاهد، بينما انخفض معدل الإنبات بمعدل 15 % في الأصل ES-30502، وتأثرت، أيضاً، وتيرة الإنبات في مستويي الملوحة 100 و 150 ميليمول. على العكس من ذلك فقد كانت تأثيرات الملوحة أكثر سلبية في تطور البادرات من حيث نمو الريشة، والجذير للأصل Sprit مقارنة بالأصل ES-30502 . أدت الملوحة أيضاً إلى انخفاض نمو كل من المجموعين الخضري والجذري، وامتصاص العناصر الغذائية لكلا الصنفين، لكن شدة تأثير الملوحة كانت أقل وضوحاً في الأصل ES-30502 مقارنة بالأصل Sprit. لم يتأثر بشكل كبير امتصاص البوتاسيوم، وبقيت تراكيزه في المجموع الخضري جيدة، في حين لا تأثير يذكر للملوحة في تراكيز الـ Ca و الـ Mg . كان التأثير الأبرز في امتصاص النترات التي انخفضت بشكل عام، وتراكمت في المجموع الخضري بصورتها الحرة (58 و 45% من مجموع الآزوت الكلي الممتص عند مستوى الملوحة 150 ميليمول NaCl). ربما يكون تراكم النترات نتيجة لتباطؤ عمل أنزيم إرجاع النترات بسبب سمية شاردتي الـ Na والـ Cl في الأنسجة النباتية، وتغيرات الضغط الأسموزي في الأنسجة الخلوية.

الكلمات المفتاحية: البندورة – الملوحة – NaCl – أصول البندورة – تحمل الملوحة – العناصر الغذائية.

* أستاذ – قسم البساتنن – كلية الزراعة – جامعة تشرين- اللاذقية- سورية.
**أستاذ – قسم علوم التربة والمياه – كلية الزراعة – جامعة تشرين- اللاذقية- سورية.
***قائم بالأعمال – قسم علوم التربة والمياه – طالب دكتوراة في قسم البساتين – كلية الزراعة – جامعة تشرين- اللاذقية- سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (37) العدد (3) 2015
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (37) No. (3) 2015

The Effect of NaCl Salinity on Germination, Growth of Tomato Sprit and ES-30502 Rootstocks, and Nutrient Acquisition in Nutrient Culture

Dr. Ahmed Jaloul[*]
Dr. Ghiath A. Alloush[**]
Ali Yousef[***]

(Received 2 / 9 / 2014. Accepted 9 / 6 /2015)

□ ABSTRACT □

This study aim at investigating the tolerance of two tomato rootstock (Sprit and ES-30502) widely speared in Syria and used for crafting some tomato hybrids grown in green houses for different salinity levels (0- 25- 50- 75- 100- 150 mM NaCl).

The results show that the germination of rootstock Sprit seeds was not influenced by high salinity 150 mM despite a delay of 1-2 days compared with the control. A reduction of 15% was observed in the rootstock ES-30502 at 100 and 150 mM NaCl salinity levels, in addition to slower percentage rate of germination. In contrast, the effect of salinity on the development of the radical and rootlet was more pronounced in Sprit compared to ES-30502. Salinity decreased the growth of both shoots and roots, and also decreased nutrient acquisition in both rootstocks, but to a lesser degree in ES-30502. The uptake of K was not greatly affected and concentrations in shoot remained normal. The concentrations of Ca and Mg were also not affected by salinity. The most pronounced effect of salinity was on nitrogen effect (NO_3) which was reduced greatly in both rootstocks. This was accompanied by accumulation of free NO_3 ions in the shoot tissue (58 and 45 % of total N uptake at salinity level of 150 mM). It is most likely that toxicity of Na and Cl ions, and consequent osmotic changes in cell tissue led to slower nitrate reductase activity (NRA) and accumulation of NO3.

Key Words: Tomato– Salinity– NaCl– Rootstocks– Salinity tolerance– Nutrient acquisition

[*]**Professor, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
[**]**Professor, Department of Soil and Water Sciences, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
[***]**Academic Assistant, Department of Soil and Water Sciences, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.**

مقدمة:

يتأثر نمو النبات بشكل سلبي مع ارتفاع تركيز الأملاح في منطقة الجذور عن الحد الطبيعي (Sharma,1995) حيث تعدّ الملوحة المشكلة الأساسية التي تحد من نمو النباتات في العديد من مناطق العالم، وبشكل خاص في المناطق الجافة وشبه الجافة (Badr and Talaab, 2008). إن أكثر من 20% من الأراضي المروية في المناطق الجافة وشبه الجافة قد وقعت فريسة لهذه المشكلة، وتبقى هذه المساحة مرشحة للازدياد بشكل مستمر (Muhling and Lauchli, 2003). ويظهر أثر الملوحة السلبي من خلال محدودية نمو النبات بسبب ارتفاع الضغط الأسموزي لمحلول التربةK وخلل في توازن العناصر الغذائية، وفي ظهور سمية بعض العناصر (Gunes et al., 1996 ; Cornillon and Palloix, 1997).

تظهر الدراسات السابقة أثر الملوحة الكبير في خفض نمو النبات، وامتصاصه العناصر الغذائية، والذي يتعلق بشكل أساسي بنوع الأملاح السائدة (Arshad and Rashid, 2001). ومن بين الأملاح، يعدّ ملح كلور الصوديوم NaCl الأكثر سيادةK وربما الأكثر حداً لنمو النبات، وامتصاصه للعناصر الغذائية (Psarakli and Tucker, 1988). لقد أظهرت أبحاث (Serrano et al., 1999) أن ارتفاع تركيز الصوديوم والكلور يسبب اضطراباً في النظم الخلوية للنبات. ويشير (Epstein, 1980) إلى أثر الملوحة في كبح النمو من خلال الخلل الذي تسببه في نظم الاستقلاب ضمن النباتK وكذلك لدورها الكبير في خفض قدرته على امتصاص الماء والعناصر الغذائية. ليس واضحاً فيما إذا كان الأثر السلبي للملوحة في امتصاص العناصر الغذائية عائد إلى التأثير المباشر لتركيز كلور الصوديوم في الوسط الغذائي، أو للأثر غير المباشر له من خلال خفضه لنمو النبات بشكل عام، والذي ينعكس على كفاءة الامتصاص (Gouia, et al 1994). كما أن ارتفاع نسبة الأملاح في الوسط الغذائي يخلق خللاً في نسب العناصر الغذائية؛ خللاً يؤدي إلى امتصاص بعضها على حساب الآخر من قبل النبات (Grattan and Grieve, 1994)، كما وأشارا إلى أنه في ظروف زراعة الأنسجة تميل النباتات إلى امتصاص المزيد من الصوديوم على حساب امتصاص البوتاسيوم عندما يزيد تركيز ملح كلور الصوديوم في الوسط.

يعدّ نبات البندورة من أهم محاصيل البستنة في العالم، وتم تصنيفه على أنه من النباتات متوسطة التحمل للإجهاد الملحي. لقد تبين أن المحصول من ثمار البندورة ينخفض بمعدل 10 % لكل درجة ارتفاع في الناقلية الكهربائية (EC) في وسط نمو الجذور عن الحد الطبيعي، وتعدّ الناقلية الكهربائية 2.5 ميليموس/سم عتبة حرجة في وسط النمو بالنسبة إلى نبات البندورة، يبدأ معها تأثر نموه، وإنتاجيته (Maas and Hoffman, 1977; Maas, 1986). كما بينت التجارب انخفاضاً في الإنتاجية يصل إلى 50% عند ناقلية كهربائية بحدود 8 ملموس/سم (Subbarao and Johnsen, 1994). وتعتمد درجة الإجهاد الملحي عند نبات البندورة والنباتات الأخرى عموماً على تأثيرات ثلاث (Greenway and Munns, 1980):

1. استجفاف المجموع الخضري من خلال درجة توتر ماء منخفضة.
2. عدم التوازن في العناصر الغذائية، نتيجة للتداخل الحاصل بين أيونات الملوحة مع العناصر الغذائية الأساسية التي يتم امتصاصها، أو انتقالها ضمن الأنسجة النباتية.
3. السمية الناتجة عن تراكم أيونات Na^+ و Cl^- في السايتوبلازم.

وتوصف النباتات، التي يمكنها أن تتعامل فيزيولوجياً مع هذه التأثيرات الثلاث الناتجة عن الإجهادات الملحية بحيث تحافظ على النمو والإنتاج، بأنها ذات درجة ما في تحمل الملوحة.

يؤدي ارتفاع تركيز ملح كلور الصوديوم إلى خفض إنتاج المادة الجافة بشكل واضح عند نبات البندورة، ومن قدرته على امتصاص الآزوت (Pessarakli and Tuker, 1988) . وفي دراسة Arshad and Rashid (2001) حول أثر مستويين من الملوحة (4 و 8 بار) في متوسط إنتاج المادة الجافة، وفي امتصاص الآزوت عند نباتات البندورة في مرحلة الإزهار بظروف الزراعة الرمليةK فقد بينت النتائج أثر المستويين السلبي في متوسط الوزن الجاف للنبات، وفي امتصاص الآزوت الذي ازداد مع زيادة مستوى الملوحة.

أجريت العديد من الأبحاث المخبريةK والتجارب الحقلية في العديد من دول العالم حول تحمل نبات البندورة للملوح، وقد بينت هذه الدراسات أنه يمكن للبندورة أن تتحمل ظروف الإجهاد الملحي نسبياً إذا طبقت الإدارة المناسبة لزراعتها حتى في الظروف الجافة، وذلك من خلال التحكم بنظام الري المتبع، وبالتغذية الآزوتية بشكل يومي مع مياه الري (Pessarakli and Tuker, 1988). أجريت معظم الدراسات في مجال تأثير الملوحة، و تغذية النبات في أوساط رملية مزودة بمحاليل غذائية. فالصعوبة الكبرى تكمن في فهم تغذية النبات في ظروف التربة المالحة، و موافقتها للنتائج المتحصل عليها من تجارب ملوحة، أجريت في المحاليل الغذائية تحت ظروف متحكم بها (Adams and Doerge, 1987). فتحت الظروف الحقلية تكون تراكيز بعض العناصر الغذائية الأساسية في محلول التربة، على وجهة الخصوص P و K ، متحكماً بها من قبل السطوح الغروية، و هنالك صعوبة في قياسها و توقعها. ولجعل الأمور أكثر تعقيداً، فإن درجة الملوحة في التربة، و تراكيز العناصر الغذائية تتباين من منطقة إلى أخرى، ومن ثَمَّ فإن نسب العناصر الغذائية، و نمو الجذور مختلفة تماماً في التربة مقارنة بالمحاليل الغذائية. هذا يعني أن استجابة النبات في نموه، وامتصاصه للعناصر الغذائية في بيئات غير التربة قد تختلف كلياً أو لا تكون بدرجة الاستجابة نفسها عندما تنمو النباتات في التربة المالحة (Grattan and Grieve, 1994). لكن بكل الأحوال فإن دراسات المحاليل الغذائية مهمة للغاية، لأنها أدت إلى تطور فهمنا لما يسمى بتحمل النباتات للملوحة، و فهم الآليات الفيزيولوجية المسؤولة عن امتصاص العناصر بشكل عام، وعن اختيار امتصاص العناصر.

أهمية البحث وأهدافه:

يتم التوجه حالياً في الزراعات المحمية إلى زراعة شتول بندورة مطعمة على أصول مقاومة للأمراض والإجهادات البيئية؛ لذلك أتت هذه الدراسة للوقوف على مدى تحمل الإجهاد الملحي عند أصلي البندورة Sprit و ES-30502، وهي من الأصول البريّة المستخدمة في زراعات البندورة المحمية، وذلك باستخدام تراكيز متدرجة من ملح كلور الصوديوم في وسط الزراعة ابتداء من مرحلة إنبات البذور، و من ثم متابعة نمو النباتات و تطورها في ظل التراكيز الملحية نفسها في ظروف الزراعة الرملية، ودراسة أثر هذه الملوحة في مؤشرات النمو الخضري والجذري للنباتات، و في امتصاص العناصر الغذائية.

طرائق البحث ومواده:

1 تجربة الإنبات:

البذار: استخدم بذار صنفين من أصول البندورة تستخدم للتطعيم عليها، وهي Sprit و ES-30502 ، ومصدرهما هولندا.

وسط الإنبات: تمت الزراعة في أطباق بتري تضمنت المعاملات تراكيز ملحية NaCl: 0-25-50-75-100-150 ميلليمول محضرة في ماء مقطر. وتم قياس الناقلية الكهربائية (EC) للمحاليل المستخدمة في تجربة الإنبات التي يبينها الجدول *2* ، وذلك عند درجة pH = 6.0.

جدول 1: قيم الناقلية الكهربائية للمحاليل المستخدمة في تجربة الإنبات.

تركيز NaCl (ميليمول)	EC (ميليموس/سم)
0	0.05
25	1.243
50	2.95
75	6.02
100	8.00
150	10.04

معاملات التجربة:

الأصل		تركيز NaCl (ميليمول)		المكررات		
		0				
Spirt		25				
ES-30502	x	50	x	3	=	36 طبق بتري
		75				
		100				
		150				

وضع في أطباق البتري ورقة ترشيح Whatman No.1 وبللت بـ 10 مل من المحاليل التي تحتوي تراكيز من NaCl بحسب المعاملة S0 – S1 – S2 – S3 – S4 – S5 (0-25-50-75-100-150 ميليمول من ملح NaCl)، على التوالي. وضع على ورقة الترشيح 10 بذور من أحد الأصول بحسب المعاملة، وبثلاث مكررات للمعاملة الواحدة (المجموع 30 بذرة)، ووضعت الأطباق في الظلام في حاضنة على درجة حرارة *25* م°.

إجراءات القياس:

تم تسجيل عدد البذور المنتشة في كل طبق بتري على مدار 15 يوماً حتى ثبات الإنبات لمدة يومين متتاليين، وتم في نهايتها إجراء القياسات المتعلقة بتسجيل الأطوال، والأوزان الرطبة للريشة، والجذير لكل بادرة.

الحسابات والتحليل الإحصائي:

تم حساب النسبة المئوية للإنبات عند كل زمن انطلاقاً من عدد البذور المنتشة في كل طبق (مكرر عدد = *3* لكل معاملة) وذلك بحسب الآتي:

$$\text{نسبة الإنبات \%} = \frac{\text{عدد البذور المنتشة}}{\text{عدد البذور الكلية (10)}} \times 100$$

2 - تجربة الزراعة في الرمل:

وسط الزراعة: تم جمع الرمل من محافظة اللاذقية – منطقة وادي قنديل، وتمت تنقيته من شوائب الحصى، وأي شوائب أخرى، ومن ثم غسل الرمل جيداً بالماء العادي مرات عدة، للتخلص من الغبار، والتراب، وفرش بسماكة 5 سم على شرائح بلاستيكية حتى الجفاف تماماً، وحفظ في أكياس نايلون مغلقة لحين استخدامه في التجربة.

المادة النباتية: استخدم شتول صنفين من أصول البندورة التي تستخدم للتطعيم عليها، وهي Sprit و ES-30502. تم تحضير البادرات في صواني فلين تحتوي مزيج التورب / برليت (1:2).

تصميم التجربة وتحضيرها للزراعة:

تمت زراعة أصول البندورة، لتنمو في أصص بلاستيكية سوداء تحتوي 2.5 كغ من الرمل مزودة بمحلول غذائي يحتوي العناصر الغذائية الكبرى والصغرى كافة، ومستويات متدرجة من ملح كلور الصوديوم في المحلول الغذائي (0 – 25 – 50 – 75 – 100 – 150 ميليمول). في كل معاملة من معاملات التجربة ثلاث مكررات، فيكون عدد الأصص الإجمالية للتجربة 36 أصيص، كما هو موضح سابقاً. نقلت البادرات إلى الأصص بمعدل بادرة لكل أصيص في طور احتوائها على أربعة أوراق حقيقية بتاريخ 2011/5/18.

المحلول الغذائي وتحضير مستويات ملح *NaCl* :

تضمن المحلول الغذائي العناصر الغذائية الكبرى انطلاقاً من محاليل محلية بتراكيز 1.5 ميليمول $Ca(NO_3)_2$؛ 1 ميليمول KH_2PO_4 ؛ 0.5 ميليمول $MgSO_4$ (Alloush 2003)، وزودت بالعناصر النادرة بتراكيز بحسب Long Ashton (Hewitt, 1966). وللحصول على تراكيز من NaCl المطلوبة تم تحضير محلول ملحي 1 مول من NaCl وتمت إضافة الكميات 0- 25- 50- 75- 100- 150 مل من المحلول المولي من *NaCl* لكل ليتر من المحلول الغذائي الذي يحتوي العناصر الغذائية المذكورة أعلاه كافة. وتم ضبط الـ pH المحلول إلى 6 قبل استخدامه للسقاية باستخدام محلول 1 N من NaOH.

السقاية والعناية بالتجربة:

وزعت الأصص عشوائياً على مربع التجربة في البيت البلاستكي في موقع مشتل جامعة تشرين، وتمت سقايتها من الأعلى بحوالي 250 مل من 3/1 تركيز المحلول الغذائي الكامل من دون ملوحة، وصولاً إلى كامل التركيز للمحلول الغذائي خلال مدة أسبوع للسماح للبادرات بتشكيل بعض الجذور. ومن أجل تجنب الصدمة الأسموزية للجذور قدمت التراكيز الملحية من NaCl على ثلاث دفعات ، 3/1 التركيز كل يومين وصولاً إلى التركيز الكامل لـ NaCl 0- 25 – 50 – 75 – 100 – 150 ميليمول في المحلول الغذائي بحسب المعاملة. تمت سقاية الأصص بالمحاليل الغذائية مرتين في اليوم صباحاً وبعد الظهر بمعدل 250 مل من المحلول الغذائي للأصيص. تسمح الثقوب في أسفل الأصيص على صرف الأملاح التي قد تتراكم في بيئة الجذور. لم نلاحظ ظهور علائم إصابات فطرية أو حشرية– أوغيرها على نباتات التجربة. وتجدر الإشارة إلى أننا قمنا بإجراء رشتين وقائيتين بمبيدين: فطري وحشري.

إجراءات الحصاد والتحاليل الكيميائية:

حصدت التجربة بتاريخ 2011/6/13 ؛ أي بعد 25 يوماً من تاريخ نقل البادرات إلى الأصص حيث تم قطع المجموع الخضري عند مستوى السطح *K* وغسلت الأوراق بالماء المقطر، وجففت على محارم ورقية، سجل الوزن الرطب *K* ومن ثم وضعت في أكياس ورقية. كما فصل الجموع الجذري عن الرمل العالق عليه بالغسل جيداً بالماء الجاري. جفف المجموع الجذري على محارم ورقية، وسجل الوزن الرطب. تم بعد ذلك تقطيع الجذور إلى قطع ذات

أطوال 1 سم، مزجت جيداً *K* وأخذ منها عينة بحدود 2 غ لقياس طول الجذور عليها (Tennant, 1975)، وضعت بقية الجذور في أكياس ورقية، وجففت مع المجاميع الخضرية على درجة حرارة 65 م° لمدة 48 ساعة على الأقل، ومن ثم سجلت الأوزان الجافة، وأجريت التحاليل المخبرية الآتية:

1 تقدير النترات والكلور : تم استخلاص النترات، و الكلور بأخذ حوالي *100* مغ من المادة الجافة للأوراق، و الجذور المطحونة في 20 مل ماء مقطر على درجة حرارة 65 م° في عبوات محكمة الإغلاق، وقدرت النترات في راشح المستخلصات بطريقة حمض الكروموتروبيك (Ryan et al, 2001)، في حين قدّر الكلور في الراشح عن طريق المعايرة بنترات الفضة.

2 تقدير العناصر الغذائية: هضمت عينات من المادة الجافة للأوراق والجذور المطحونة هضما جافاً (ADAS,1986) وقدّر في محاليل الهضم تراكيز كلّ من الفوسفور، والكالسيوم، والمغنزيوم، و البوتاسيوم، و الصوديوم. كما هضمت عينات مادة جافة من الأوراق والجذور هضماً رطباً، وقدّر الآزوت في محاليل الهضم بطريقة كلداهل(Ryan et al, 2001).

التحليل الإحصائي:

خضعت معطيات التجربتين لتحليل التباين العام (ANOVA) على أساس أن مصدر التباين هو تراكيز (SAL) NaCl ، وصنف أصلي البندورة (VAR) وتأثيرها المتداخل (SAL*VAR)، وتم أيضاً حساب فصل المتوسطات ، وتحديد قيمة أقل فرق معنوي (LSD) عند مستوى معنوية 5% (Little and Hills, 1978) ، وذلك باستخدام البرنامج الإحصائي SAS (SAS Institute ,1999).

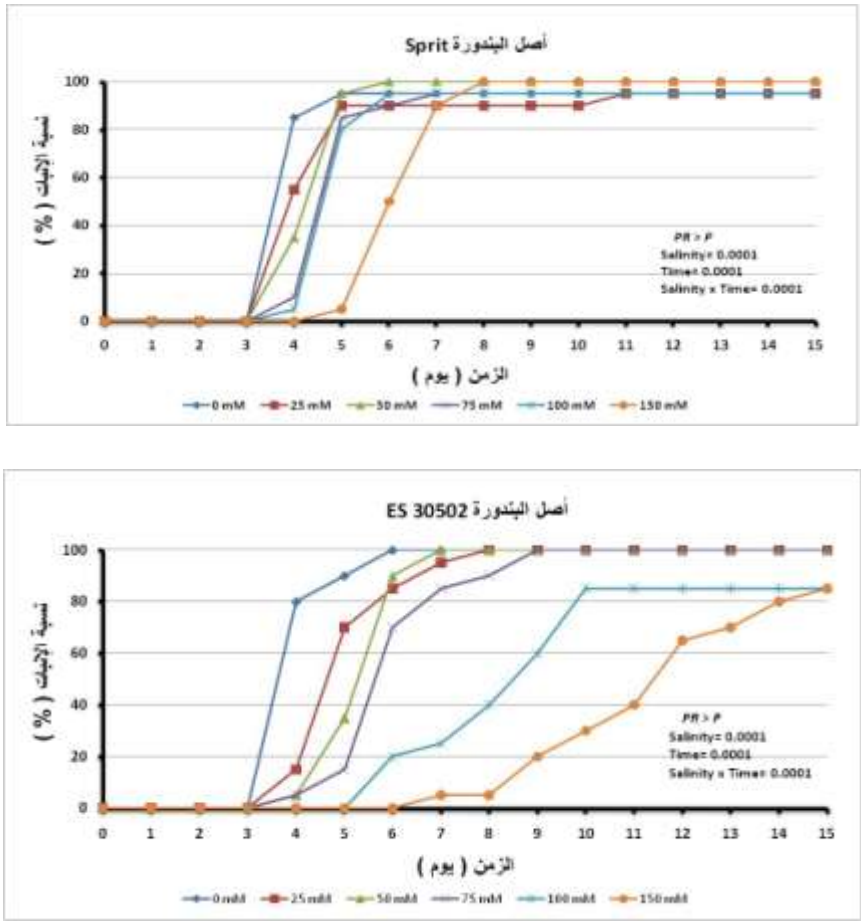
النتائج و المناقشة:

1 - تجربة الإنبات:

تأثير ملوحة NaCl في إنبات أصول البندورة:

يوضح تحليل التباين تأثيرات عالية المعنوية ($Pr > F = 0.0001$) لجميع مصادر التباين، والمتمثلة بمستوى الملوحة، وزمن الإنبات، وللتأثير المتبادل بين مستوى الملوحة، وزمن الإنبات، وذلك لكلا الأصلين قيد الدراسة Sprit و ES-30502 (شكل 1). فقد تميزت بذور أصل البندورة Sprit بتحمل جيد لملوحة كلور الصوديوم، فعلى الرغم من تأخر بدء الإنبات لمدة يوم واحد بوجود التراكيز الملحية 0 إلى 100 ميليمول NaCl ، ولمدة يومين في معاملة 150 ميليمول، فإنّ نسبة الإنبات لم تتأثر بالملوحة بمختلف تراكيزها (شكل 1). أما الأصل ES-30502 فقد تأخر إنبات بذوره من 1-3 أيام مع زيادة تركيز ملح NaCl في الوسط، إضافة إلى تباطؤ وتيرة الإنبات مع زيادة مستوى تركيز ملح NaCl في الوسط. لقد بلغت نسبة الإنبات بعد تسعة أيام 100% عند مستوى ملوحة 75 ميليمول من NaCl، وانخفضت إلى النسبة 85% رغم تباين وتيرة إنباتهما عند المستويين 100 و 150 ميليمول من ملح NaCl في وسط الإنبات. هذا ما يدعو للاعتقاد بأن الأصل Sprit أكثر تحملاً للملوحة من الأصل ES-30502 ؛ إذْ لم يتأثر إنبات بذوره حتى عند تركيز 150 ميليمول من NaCl ، وكانت قيمة EC 10.04 ميليموس/سم. هذا بكل المقاييس أعلى بكثير من تحمل نباتات هجن البنورة للملوحة؛ إذْ حددت عتبة تأثرها بالملوحة عند 4 ميليموس/سم، ويصبح للملوحة تأثيرات كارثية في نموها، وإنتاجها عند 8 ميليموس؛ إذْ ينخفض النمو والإنتاج بمعدل يزيد عن 50% (Subbarao and Johnsen, 1994; Maas and Hoffman, 1977; Maas, 1986).

غالباً ما تعدّ البذور منتشة في دراسات الإنبات المخبرية البذور بخروج الريشة والجذير من البذرة التي على أساسها يتم حساب نسبة الإنبات، وهذا يحمل النتائج أبعاداً واستنتاجات لا تحتملها عادة الدراسة والنتائج المسجلة. ويبقى السؤال الذي على أساسة سيتوقف تطور النبات، ونموه ، وإنتاجيته هو كيف ستوثر مستويات الملوحة المتدرجة بين المستوى المعتدل 25 ميليمول والعالي في هذه الدراسة (150 ميليمول) في نمو كل من الريشة والجذير. ولذلك فقد تم قياس طول البادرات ووزنها في جميع المعاملات، وتوزع النمو بين الريشة والجذير، الأمر الذي سيوضح كيف سيكون تأثير الملوحة اللاحق من عمر البادرات. هذا صحيح على اعتبار أن وسط الملوحة سيؤثر في امتصاص الماء، وستعاني البادرات مجمل عواقب الجفاف، وما سينتج عنه من امتصاص العناصر الغذائية (Bybordi, 2010).



شكل(1): تأثير تراكيز متدرجة من ملح NaCl (0- 25- 50- 75- 100- 150 ميليمول) في إنبات بذور أصلي البندورة SPRIT و ES-30502.

تأثير ملوحة NaCl في نمو بادرات أصول البندورة:

على الرغم من عدم تأثير تراكيز الملوحة حتى 75 ميليمول من NaCl في معدل إنبات بذور صنفي أصول البندورة (شكل 1) فإن وزن البادرة الكلي قد ازداد بشكل معنوي مع زيادة تركيز الملوحة حتى 50 ميليمول، ومن ثم ينخفض وزن البادرة تدريجياً مع زيادة مستوى الملوحة إلى 100 ميليمول(جدول 2)، ويصبح الانخفاض معنوياً عند

150 ميليمول مقارنة بالشاهد (0 ميليمول)، وهو انخفاض بمعدل 43 % في الأصل Sprit و 49 % في الأصل ES-30502.

في الأصل Sprit ازداد وزن الريشة بشكل معنوي مقارنة بالشاهد حتى مستوى الملوحة 75 ميليمول، وينخفض قليلاً عند 100 ميليمول، ولكن يبقى أعلى ظاهرياً من الشاهد. كان الانخفاض المعنوي في وزن الريشة عن الشاهد فقط عند مستوى الملوحة 150 ميليمول في الأصل Sprit. أما بالنسبة إلى تأثير الملوحة في وزن الجذير فقد ازداد في الأصل Sprit من 0.0047غ في معاملة الشاهد إلى 0.0107 غ مع زيادة تركيز ملح NaCl إلى 25 ميليمول، ومن ثم تناقص وزن الجذير إلى 0.0025 غ عند مستوى ملوحة 50 ميليمول، وبعد ذلك بقي وزن الجذير ثابتاً تقريباً حتى المستوى الأعلى من الملوحة 150 ميليمول. ومن ثَمَّ فإن التغيرات التي تم تسجيلها في وزن البادرات الكلي للصنف Sprit كانت عائدة، أساساً، إلى تأثير الملوحة بشكل أساسي على وزن الجذير، وهذا ما يمكن حسابه من نسبة وزن الريشة/الجذير التي ارتفعت مع زيادة مستوى الملوحة في وسط الإنبات حتى 100 ميليمول مقارنة بالشاهد (جدول 1). أما في الأصل ES-30502 فقد كان تأثير المملوحة في وزن الريشة مطابقاً تماماً للأصل Sprit، أما التغير في وزن الجذير فكان طفيفاً، وغير معنوي مع ارتفاع تركيز الملوحة حتى 75 ميليمول، وبعد ذلك التركيز من الملوحة فقد انخفض وزن الجذير بشكل كبير ومعنوي عند المستويين 100 و 150 ميليمول.

جدول (2): تأثير الملوحة في وزن الريشة وطولها، والجذير لبادرات أصلي البندورة SPRIT و ES-30502.

الأصل	NaCl	وزن البادرة	وزن الريشة	وزن الجذير	طول البادرة	طول الريشة	طول الجذير
SPRIT	0	0.0430	0.0296	0.0047	23.04	9.00	13.97
	25	0.0575	0.0468	0.0107	20.99	9.29	11.70
	50	0.0473	0.0448	0.0025	19.25	9.59	9.66
	75	0.0382	0.0355	0.0027	17.00	7.56	9.44
	100	0.0328	0.0301	0.0027	15.89	5.98	9.91
	150	0.0196	0.0164	0.0032	6.26	1.82	4.45
$LSD_{0.05}$		0.0059	0.005	0.0023	2.12	0.77	0.88
ES-30502	0	0.0302	0.0256	0.0045	19.33	8.83	10.50
	25	0.0465	0.0425	0.0041	21.30	10.16	11.15
	50	0.0461	0.0422	0.0039	20.25	8.25	12.00
	75	0.0418	0.0376	0.0043	18.27	7.39	10.88
	100	0.0249	0.0238	0.0012	12.57	4.91	7.67
	150	0.0154	0.0135	0.0019	9.39	3.80	5.59
$LSD_{0.05}$		0.0111	0.0100	0.0029	2.24	0.68	1.84

كان التباين الأبرز في تأثير الملوحة في أطوال البادرات حيث يبدأ الانخفاض بتأثير الملوحة بدءاً من تركيز الملوحة 25 ميليمول وبشكل تدريجي حتى 150 مليميول في الأصل Sprit، في حين كان الانخفاض في طول البادرات بتأثير الملوحة عند التركيزين 100 و 150 ميليمول من كلور الصوديوم في الأصل ES-30502 (جدول 2). يعود هذا التباين في طول البادرات الكلي إلى نمط تأثير الملوحة في طول الجذير في الأصل Sprit الذي انخفض فيها طول الجذير في معاملة الشاهد (0 ميليمول) من 13.97 سم، وبشكل تدريجي مع تزايد تركيز الملوحة ، ليصبح 4.45 سم في معاملة تركيز الملوحة 150 ميليمول، وهو بذلك أقل بثلاث مرات. الأمر لم يكن مماثلاً في الأصل ES-30502 حيث يبقى طول الجذير حول 10-12 سم في المعاملات 0 – 75 ميليمول تركيز ملحي، وينخفض بعدها إلى 7.67 و 5.59 سم في المعاملتين 100 و 150 ميليمول تركيز ملحي.

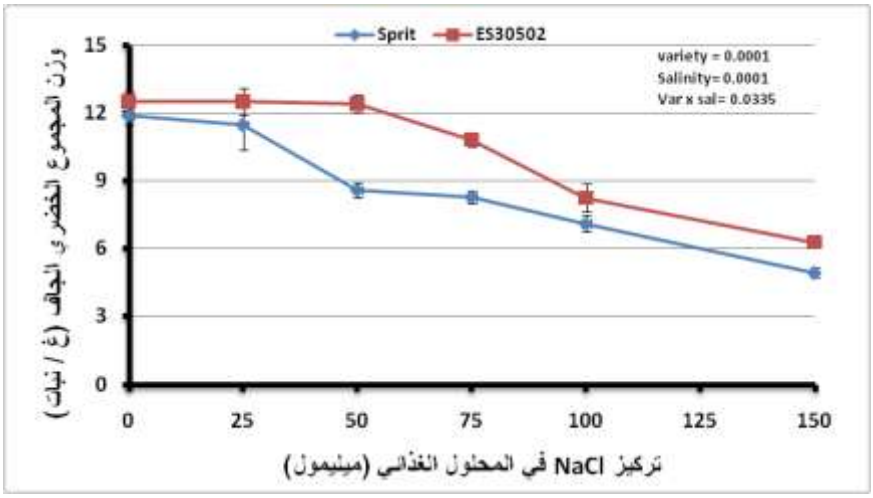
تشير هذه المعطيات إلى أنه على الرغم من مقدرة بذور الأصلين على الإنتاش، وبمعدلات عالية في أوساط تحوي تراكيز ملحية تشابه فيها قيم الإنبات في معاملات الشاهد، فإن نمو الجذير يتأثر كثيراً، كما هو الحال في صنف الأصل Sprit حيث كانت نسبة الإنبات 100%، في التركيز الملحي 150 ميليمول، وهو مماثل لنسبة الإنبات في معاملة الشاهد (شكل 1)، إلا أن طول الجذير في الشاهد 13.97 سم، وفي معاملة 150 ميليمول تركيز ملحي كان 4.45 سم (جدول 2)، وهو انخفاض بمعدل 3 مرات. أما بالنسبة إلى تأثير الملوحة في وزن الجذير فكان الانخفاض 1.5 مرة، الأمر الذي يشير إلى توقف الجذير عن النمو الطولي وأصبح أثخن.

2 – تجربة الزراعة الرملية:

تأثير ملوحة NaCl في نمو المجموع الخضري :

بين تحليل التباين العام ANOVA فروقات معنوية في نمو المجموع الخضري تبعاً للصنف (0.0001)، ولمستويات الملوحة (0.0001) التي تباين تأثيرها بحسب الأصل (VAR x SAL = 0.0335). ففي الأصل Sprit لم يتأثر نمو المجموع الخضري بزيادة تركيز الملوحة إلى 25 ميليمول، ولكنه ينخفض بمعدل 28% مع مستوى الملوحة 50 ميليمول، مقارنة بالشاهد (8.6غ مقارنة بـ 11.89غ). ويستمر بعد ذلك الانخفاض في النمو، ليصل وزن المجموع الخضري الجاف إلى 4.93غ في معاملة الملوحة 150 ميليمول؛ أي نسبة انخفاض 59% مقارنة بالشاهد (شكل 2).

الأمر ذاته في تأثير الملوحة في المجموع الخضري الجاف للصنف ES-30502 ، لكنّ الانخفاض في المجموع الخضري يتأخر في الظهور إلى مستوى الملوحة 75 ميليمول حيث انخفض من 12.49 في الشاهد إلى 10.83غ (نسبة انخفاض 13%) عند مستوى الملوحة 25 ميليمول، واستمر الانخفاض، ليصل إلى نسبة 50% عند مستوى الملوحة الأعظمي 150 ميليمول المستخدم في هذه التجربة. لقد ظهر أن للنقص في معدل نمو الورقة علاقة بالنقص في امتلاء الخلية، وبالنقص في معدل البناء الضوئي، حيث تسبب الملوحة في انخفاض مفاجيء في جهد ماء الورقة (Sacher and Stapl, 1985). وتبعاً لما وضحه (Alarcon *et al* ; 1994) فإن الجهد المائي في التربة الناجم من الملوحة سيحدّ من نمو الأنسجة.

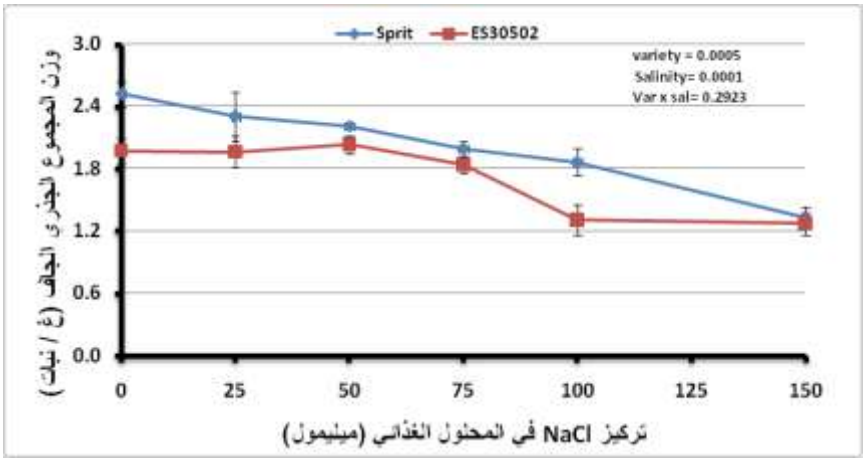


شكل(2): تأثير تراكيز متدرجة من ملح NaCl (0- 25- 50- 75- 100- 150 ميليمول) في وزن المجموع الخضري الجاف عند أصلي البندورة (SPRIT و ES-30502).

عدّ Mass and Hoffman (1977) أن الناقلية الكهربائية 2.5 ميليموس/سم عتبة حرجة في وسط النمو بالنسبة إلى نبات البندورة يبدأ معها تأثر نموه، وإنتاجيته؛ إذْ تنخفض بمعدل 10 %. ، وعندما ينخفض النمو بمعدل يصل إلى 50% فإن هذه هي عتبة التحمل القصوى التي تصبح عندها زراعة البندورة غير مجدية (Subbarao and Johansen, 1994). لقد تحمل أصلا الدراسة مستويات مرتفعة من الملوحة بحيث وصلت إلى 150 ميليمول عند الأصل ES-30502 ، و 125 ميليمول عند الأصل Sprit حيث انخفض معدل النمو 50%.

تأثير ملوحة NaCl في نمو المجموع الجذري:

تأثر المجموع الجذري بملوحة الوسط مباشرة من مستوى 25 ميليمول في الأصل Sprit بحيث كان الانخفاض بشكل خطي مع تزايد مستويات الملوحة في وسط النمو على عكس الأصل ES-30502 ؛ إذْ تأثر نمو الجذور مع وصول مستوى الملوحة إلى 100 ميليمول (شكل 3). وكانت نسبة الانخفاض في المجموع الجذري الجاف عند مستوى الملوحة الأعلى (150 ميليمول) 47% في الأصل Sprit، و 35% في الأصل ES-30502 ، وذلك بالمقارنة مع معاملتي الشاهد لكلا الأصلين.



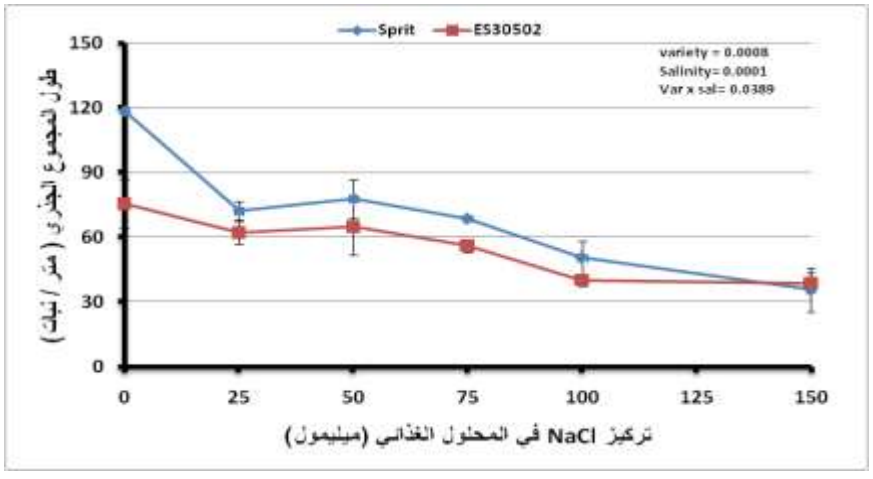
شكل(3): تأثير تراكيز متدرجة من ملح NaCl (0- 25- 50- 75- 100- 150 ميليمول) في وزن المجموع الجذري الجاف عند أصلي البندورة (SPRIT و ES-30502).

التأثير الأشد للملوحة في المجموع الجذري لصنف Sprit مقارنة بصنف ES-30502 قد جعل قيم نسبة المجموع الخضري إلى الجذري في الأصل ES-30502 أعلى منها في الأصل Sprit عموماً وعند جميع مستويات الملوحة. ففي حين لم تتأثر نسبة المجموع الخضري إلى الجذري في الأصل ES-30502 بتأثير الملوحة حتى المستوى 150 ميليمول (تنخفض النسبة من 6.4 في الشاهد إلى 5.1)، فإنها تنخفض في الأصل Sprit مباشرة عند مستوى ملوحة 50 ميليمول من 4.71 في الشاهد إلى 3.9، وإلى 3.71 عند مستوى ملوحة 150 ميليمول.

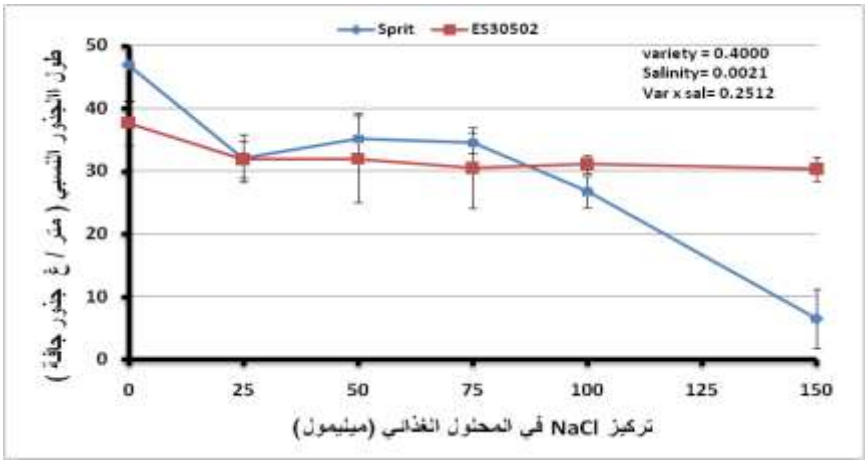
تأثير الملوحة في طول المجموع الجذري:

لقد تميز الأصل Sprit بمجموع جذري أطول من الأصل ES-30502 في ظروف النمو الطبيعية من دون ملوحة (معاملة الشاهد 0 ميليمول NaCl) ؛ إذْ بلغ طول المجموع الجذري 118 متراً مقارنة بـ 75 متراً في الأصل ES-30502 (شكل 4). وبزيادة تركيز الملوحة في وسط النمو إلى 25 ميليمول فإن طول الجذور قد تناقص بشكل حاد في الأصل Sprit 72 متراً (نسبة انخفاض 39% مقارنة بالشاهد)، بينما كان الانخفاض في طول المجموع الجذري بطيئاً في الأصل ES-30502، ليبلغ الانخفاض 48% عند مستوى ملوحة 150 ميليمول مقارنة بنسبة انخفاض 70% عند مستوى الملوحة نفسه في الأصل Sprit.

وعلى اعتبار أن وزن المجموع الجذري للأصلين Sprit و ES-30502 متباين، فإن حساب طول الجذور النسبي تعبير أفضل عن الفروقات بين الأصلين سواءً من حيث طول المجموع الجذري، أوتأثير الملوحة في تطوره. نحصل على هذه القيمة بقسمة طول المجموع الجذري على وزن المجموع الجذري الجاف، فهو معيار على تبدل أقطار تفرعات الجذور بتأثير المعاملة الملحية (شكل 5). فقد انخفضت قيم الطول النسبي للمجموع الجذري في الأصل ES-30502 قليلاً مع زيادة الملوحة إلى 25 ميليمول (من 37 في الشاهد إلى 32 م/غ)، ومن ثم بقيت حول تلك القيمة رغم زيادة تركيز الملوحة إلى 150 ميليمول. أما في الأصل Sprit فقد انخفضت قيمة طول الجذور النسبي من 47 في الشاهد إلى 32 متر/غ في معاملة مستوى الملوحة 25 ميليمول، استقرت بعدها هذه القيمة حتى مستوى ملوحة 100 ميليمول و 150 ميليمول، ثم انخفضت بشكل كبير، لتصل إلى 6.5 متر/غ جذور جافة في معاملة 150 ميليمول تركيز ملحي من NaCl.



شكل(4): تأثير تراكيز متدرجة من ملح NaCl (0- 25- 50- 75- 100- 150 ميليمول) في طول الجذور عند أصلي البندورة (SPRIT و ES-30502).



شكل(5): تأثير تراكيز متدرجة من ملح NaCl (0- 25- 50- 75- 100- 150 ميليمول) في طول الجذور النسبي عند أصلي البندورة (SPRIT و ES-30502).

وتشير هذه المعطيات إلى أن التناقص في نمو الجذور ووزنها بتأثير الملوحة في الأصل Sprit قد ترافق أيضاً مع ميل المجموع الجذري وتفرعاته، لتصبح ثخينة ومتقصفة مقارنة بالأصل ES-30502؛ إذْ يكون طول الجذور لكل غرام منها 30 متراً في معاملة الملوحة 150 ميليمول مقارنة بطول 6.5 أمتار لكل غ من الجذور في الأصل Sprit. وربما يكون لذلك أهمية قصوى في تحمل الأصناف المطعمة على الأصل ES-30502 للملوحة في ظروف الزراعة المحمية التي، في الأغلب، ما تتعرض للملوحة.

تأثير ملوحة NaCl في تراكيز العناصر الغذائية :

لقد أوضح تحليل التباين العام المبين في الجدول (3) وجود فروقات معنوية بين المعاملات المختلفة من حيث تركيز العناصر الغذائية في المجموع الخضري سواء بين مستويات الملوحة ضمن الأصل الواحد أو بين الأصلين المختبرين، وبالتأثير المتبادل بين الأصل والملوحة باستثناء الفوسفور؛ إذْ بقي تركيزه في المجموع الخضري ثابتاً تقريباً مع تغيرات مستوى الملوحة و الأصل.

لقد انخفض تركيز الآزوت في المجموع الخضري في الأصل Sprit معنوياً بدءاً من مستوى الملوحة (25 مليمول) مقارنة بالشاهد بحوالي (30%)، وبقيت التراكيز ثابتة تقريباً، وغير مختلفة معنوياً حتى المستوى الأعلى من الملوحة (150 مليمول)، لكن اختلف سلوك انخفاض المحتوى الآزوتي للمادة الجافة عند المجموع الخضري للأصل ES-30502 ؛ إذْ نجد انخفاضاً معنوياً عند المستوى الأول من الملوحة مقارنة بالشاهد، واستمر تركيزه بالانخفاض تدريجياً مع ارتفاع تركيز ملح كلور الصوديوم في المحلول الغذائي، لينخفض بحدود 62% عند ملوحة 150 مليمول. لقد كانت تراكيز الآزوت الكلي في المجموع الخضري للأصل ES-30502 أعلى معنوياً من الأصل Sprit بدءاً من الشاهد من دون ملوحة، وحتى تركيز 75 ميليمول، ومن ثم تشابهت في المعاملتين 100 و 150 ميليمول من NaCl (جدول 3).

كذلك انخفض تركيز البوتاسيوم عند الأصل Sprit ، وبشكل معنوي عند مستوى للملوحة (25 مليمول) بحدود 10% مقارنة بالشاهد، وحافظ على مستواه تقريباً في مستوى الملوحة 50 و 75 ميليمول NaCl، ثم عاد للانخفاض بشكل معنوي مع ارتفاع الملوحة حتى 150 مليمول. لكن في الأصل ES-30502 وعلى الرغم من انخفاض تركيز

البوتاسيوم معنوياً مع مستوى الإضافة الأول من الملوحة (25 ميليمول)، وبمقدار 11% فإنّ تركيز البوتاسيوم بقي ثابتاً تقريباً في مستويات الملوحة الأعلى من 25 ميليمول، وحتى 150 ميليمول.

جدول(3): تأثير ملوحة NaCl في تركيز العناصر الغذائية في المجموع الخضري عند أصلي البندورة SPRIT و ES-30502.

الأصل	NaCl مليمول/ليتر	التركيز (مع/غ مادة جافة للمجموع الخضري).						
		N	P	K	Na	Ca	Mg	Cl
SPRIT	0	10.37 c	2.33a	20.98a	2.13f	9.36a	7.07c	1.01j
	25	7.43 fe	2.28a	18.78b	4.93f	6.99bc	7.08c	4.02h
	50	7.20 fe	2.47a	16.88cd	10.26d	7.01bc	9.38a	6.27f
	75	6.62 f	2.38a	18.22bc	12.86d	6.78bc	7.31bc	7.28e
	100	7.02 fe	2.29a	15.42def	19.36c	6.79bc	8.38ab	9.41c
	150	6.21 f	2.35a	14.12f	39.49a	7.07bc	8.24b	14.14a
ES-30502	0	16.33 a	2.23a	18.34bc	2.02f	7.69b	5.05e	1.42i
	25	14.01 b	2.30a	16.31de	5.83ef	6.52c	5.28e	4.62g
	50	9.95 dc	2.41a	15.62de	9.70de	6.48c	6.45cd	6.39f
	75	9.52 dc	2.38a	16.53cd	11.15d	7.12bc	5.45de	7.39e
	100	8.38 de	2.31a	14.60ef	13.65d	6.74bc	5.45de	8.58d
	150	6.82 fe	2.44a	15.33def	33.14b	7.67b	4.81e	13.02b
$LSD_{0.05}$		1.62	0.27	1.83	3.97	0.99	1.11	0.38
		——— $Pr \geq F$ ———						
VAR		0.0001	NS	0.0019	0.0086	NS	0.0001	NS
SAL		0.0001	NS	0.0001	0.0001	0.0001	0.0008	0.0001
VAR*SAL		0.0001	NS	0.0594	0.0594	0.0390	NS	0.0001

ارتفع تركيز الصوديوم في الأنسجة الخضرية الجافة في الأصلين كليهما، مع زيادة مستوى الملوحة في المحاليل الغذائية، وبشكل معنوي عند مستوى الملوحة 50 مليمول مقارنة بالشاهد. الزيادة في تراكيز الصوديوم في الأصلين متشابهة في المعاملات 25، و 50، و 75 ميليمول NaCl ، وتصبح تراكيز الصوديوم في المعاملتين 100 ، و 150 ميليمول NaCl أعلى في الأصل Sprit منها في الأصل ES-30502. الملاحظ ارتفاع تراكيز الصوديوم بشكل كبير جداً في معاملة 150 ميليمول NaCl في الأصلين كليهما ، مقارنة بالتدرج الحاصل في مستويات الملوحة الأدنى

(جدول 3). في حين أنّ الكالسيوم انخفض معنوياً عند المستوى الأول من الملوحة عند الأصلين كليهما مقارنة بالشاهد، وبقي تركيزه ثابتاً تقريباً مع ارتفاع الملوحة في المحاليل الغذائية. أما المغنزيوم، وعلى نحو مخالف، فقد ارتفعت تراكيزه معنوياً مع مستوى الملوحة الثاني (50 ميليمول) عند الأصل Sprit، ثم عادت للانخفاض، لكنها بقيت متفوقة معنوياً على تراكيزه في نباتات الشاهد من دون ملوحة. كذلك الأمر، عند الأصل ES-30502 إلا أن تراكيز المغنزيوم عادت، لتقارب محتوى الشاهد عند مستوى الملوحة الأعلى. كذلك ازدادت تراكيز الكلور بشكل مضطرد في الأصلين كليهما مع زيادة تركيز NaCl في المحلول الغذائي، ولكن التراكيز بقيت أقل من تلك التي تم قياسها بالنسبة إلى الصوديوم.

-P= 0.01-0.05 ، معنوي؛ P= 0.001-0.01، عالي المعنوية ؛ P= 0.0001-0.001، معنوي جداً؛ NS، غير معنوي.

لقد تركزت الفروق المعنوية في تركيز العناصر في الجذور (فيما عدا الفوسفور) تبعاً لمستوى الملوحة في المحلول بشكل أساسي، وكانت هنالك فروق معنوية تتبع الأصل فيما يخص تراكيز الآزوت، والبوتاسيوم، والكالسيوم، والكلور. لقد اختلف تأثير الملوحة بحسب الأصل فيما يخص تركيز كل من الكالسيوم والكلور (جدول 4).

انخفض تركيز الآزوت في الجذور معنوياً مع مستوى الملوحة الأول (25 مليمول) مقارنة بالشاهد لدى كلّ من الأصلين المدروسين بحدود 19% ، ثم بقيت نسبة الانخفاض ثابتة تقريباً لدى الأصل Sprit حتى المستوى الثالث للملوحة (75 مليمول) ، لتعود وتنخفض بشكل معنوي عند تركيز 100 و 150 مليمول ملوحة. وبشكل مشابه عند الأصل ES-30502 انخفض تركيز الآزوت بشكل معنوي عند مستوى الملوحة الأول مقارنة بالشاهد بحدود 20%، واستمر انخفاض تركيز الآزوت في الجذور مع ارتفاع تركيز الملوحة في المحلول الغذائي. لقد تميز الأصل Sprit بتراكيز أعلى من الآزوت في الجذور بشكل معنوي مقارنة بالأصل ES-30502 في الشاهد، وفي معاملات الملوحة حتى تركيز 100 ميليمول، وتتشابه في الأصلين في المعاملة 150 ميليمول.

لقد تميزت تراكيز البوتاسيوم في جذور معاملتي الشاهد بتراكيز عالية 34.09، و 24.42 للأصلين Sprit، و ES-30502، ومن ثم تنخفض بحدة بوجود تراكيز ملح NaCl في المحلول الغذائي. بلغت نسبة الانخفاض في تركيز البوتاسيوم 57، و 50 % بوجود تركيز 25 ميليمول من NaCl في المحلول. بقيت تراكيز البوتاسيوم في جذور الأصلين متقاربة عند المستويات (50، 75، 100) مليمول، ثم انخفضت مرة أخرى ، لتصل التراكيز إلى 5.65، و 7.32 مغ/غ في الأصلين Sprit، و ES-30502 على التوالي في معاملة الملوحة 150 ميليمول من NaCl. هذه التراكيز هي أدنى من تراكيز البوتاسيوم في المجموع الخضري في معاملات الملوحة (جدول 4).

ارتفع تركيز الصوديوم في أنسجة الجذور بشكل حدي مع مستوى للملوحة الأول (25 مليمول) في الأصلين المدروسين، ليصل تقريباً إلى ضعف تركيزه عند نباتات الشاهد، واستمر في التراكم مع تقدّم مستوى الملوحة عند كليهما. ارتفاع تراكيز الصوديوم في الأنسجة الجذرية كان بوتيرة أكبر من تلك التي تم مشاهدتها في الأنسجة الخضرية في معاملات الملوحة ما بين 25 و 100 ميليمول من NaCl في المحلول الغذائي. في حين بقيت تراكيز الكالسيوم في الجذور الجافة عند الأصل Sprit بقيم متقاربة مع ارتفاع تركيز ملوحة كلور الصوديوم في المحلول الغذائي، لترتفع معنوياً عند المستوى الأعلى، ولكن كان الأمر مختلفاً بالنسبة إلى الأصل ES-30502 ؛ إذْ انخفض تركيز الكالسيوم مع أول مستوى للملوحة بحدود 32% مقارنة بالشاهد، واستمر تركيزه بالانخفاض مع ارتفاع الملوحة في المحلول الغذائي، ليصل عند مستوى الملوحة الأعلى إلى حوالي 25% من قيمة تركيزه في جذور بناتات الشاهد.

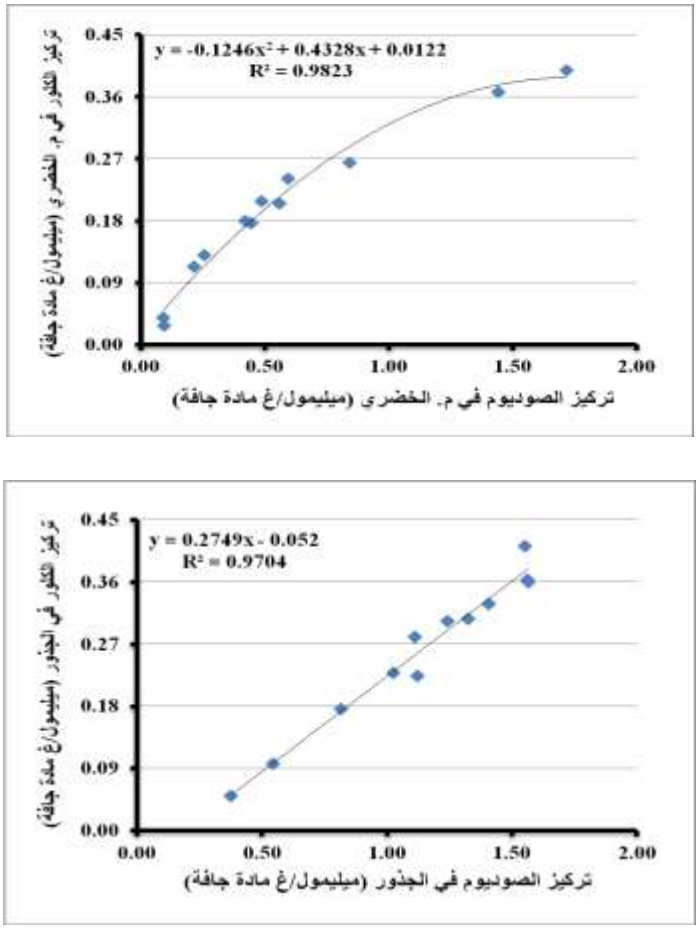
جدول(4): تأثير ملوحة NaCl في تركيز العناصر الغذائية في المجموع الجذري عند أصلي البندورة SPRIT و ES-30502.

الأصل	NaCl مليمول/ل	التركيز (مع/غ مادة جافة جذور).						
		N	P	K	Na	Ca	Mg	Cl
SPRIT	0	14.04 a	2.38ab	34.09a	8.6g	[e]5.87e	5.28d	1.78i
	25	11.31 cd	2.33ab	14.73c	18.8ef	[e]4.96e	8.83ab	6.27f
	50	11.14 cd	2.74a	10.05e	25.8cde	[e]5.68e	9.91a	7.93f
	75	11.47 cd	2.31ab	8.58efg	30.5bcd	[e]4.81e	9.29a	10.89d
	100	10.08 ed	2.21ab	8.71efg	35.9ab	[e]5.60e	4.11e	12.90b
	150	7.01 g	1.87b	5.65h	35.7ab	[d]7.63d	3.85e	14.61a
ES-30502	0	12.56b	2.06ab	24.42b	12.5fg	19.33a	5.83d	3.43h
	25	10.12de	2.60ab	12.26d	23.6de	13.64b	5.52d	8.11f
	50	9.60ef	2.73a	9.28ef	25.6cde	9.32c	8.01bc	9.94e
	75	8.63f	2.42ab	8.02g	38.6a	7.93cd	9.02ab	10.77d
	100	7.15g	2.03ab	7.28hg	32.4abc	8.14cd	7.17c	11.66c
	150	6.31g	2.42ab	7.32hg	36.0ab	5.92e	7.45c	12.78b
$LSD_{0.05}$		1.23	0.79	1.75	7.99	1.62	1.09	0.39
		$Pr \geq F$						
VAR		0.0001	NS	0.0001	NS	0.0001	NS	0.0001
SAL		0.0001	NS	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
VAR*SAL		NS	NS	NS	NS	0.0494	NS	0.0001

-P= 0.01-0.05 ، معنوي؛ P= 0.001-0.01، عالي المعنوية ؛ P= 0.0001-0.001، معنوي جداً؛ NS، غير معنوي.

وعلى نحو مخالف ارتفع تركيز المغنيزيوم في أنسجة الجذور مع المعاملة بالملوحة مقارنة بالشاهد، وكان هذا الارتفاع معنوياً مع مستوى الملوحة الأول عند الأصل Sprit، وبقيت متقاربة حتى المستوى 75 مليمول، لتعود وتنخفض معنوياً دون نسبته في جذور نباتات الشاهد بحدود 23 % و27%عند المستويين الأعلى، في حين ارتفع تركيزه في جذور نباتات الأصل ES-30502 معنوياً مع ملوحة 50 مليمول، وبقي تركيزه أعلى من الشاهد بحدود 30% مع ارتفاع الملوحة للمستوى الأعلى. وبمقارنة تركيز العناصر الغذائية في أنسجة الأصلين الخضرية الجافة يظهر الأصل ES-30502 تفوقاً معنوياً في محتوى الآزوت الكلي عند نباتات الشاهد، مقارنة مع نباتات الشاهد عند الأصل Sprit، في حين تفوقت نباتات الشاهد للأصل Sprit معنوياً بتركيز كل من البوتاسيوم والكالسيوم والمغنزيوم، ومع ارتفاع مستوى الملوحة في المحلول المغذي حدث الانخفاض بتركيز العناصر السابقة في المجموع الخضري بشكل أكثر حدّة عند نباتات الأصل Sprit مقارنة بالأصل ES-30502.

بالنسبة إلى تركيز العناصر الغذائية في الجذور فقد تفوقت نباتات الشاهد للأصل Sprit بتركيز كل من الآزوت والبوتاسيوم، بينما كانت نباتات الشاهد في الأصل ES–30502 متفوقة بتركيز الكالسيوم، ومع ارتفاع تركيز ملوحة NaCl في المحلول الغذائي، انخفض تركيز الآزوت والبوتاسيوم، ليصبح واحداً تقريباً في جذور الأصلين كليهما عند مستوى الملوحة (150) مليمول. هذا ربما يعني انخفاضاً أكثر حدية لتركز تلك العناصر عند الأصل Sprit مع ارتفاع مستوى الملوحة، بينما انخفض تركيز الكالسيوم في جذور الأصل ES–30502 مع ارتفاع تركيز ملوحة NaCl مع بقائه متفوقاً على تركيزه في جذور نباتات الأصل Sprit عند كل مستويات الملوحة.



شكل6: العلاقة بين تراكم الصوديوم والكلور في أنسجة المجموعين الخضري والجذري عند أصلي البندورة (SPRIT و ES–30502).

ليس من المستغرب أن تزداد تراكيز الصوديوم والكلور في أنسجة النبات بزيادة تركيز ملح NaCl في المحلول الغذائي. لقد أشار Aboutalebi and Johrami (2013) إلى زيادة معنوية في تراكيز الصوديوم والكلور في أنسجة أوراق بعض أصناف البندورة، وسوقها، وجذورها، مع زيادة تراكيز NaCl في بيئة الجذور. ولقد تباينت أصناف البندورة في مراكمتها للصوديوم والكلور في الجذور، وهذا ما بدا واضحاً في الأصلين (جدول 3 و 4) ؛ يميل الأصلان Sprit و ES–30502 إلى مراكمة الصوديوم أكثر منه مراكمة الكلور، وخاصة أن وجودهما يكون في المحلول الغذائي بالتراكيز المولية نفسها. لقد بلغت معدلات تراكم الكلور في المجموع الخضري 43% من معدلات تراكم الصوديوم، بينما هذه النسبة 27% في المجموع الجذري (شكل 6). العلاقة بين مراكمة هذين العنصرين من الدرجة الثانية في

المجموع الخضري؛ لأن تراكم الكلور لا يزداد بنسبة تراكم الصوديوم نفسها. أما في الجذور فعلى الرغم المحافظة على نسبة 25 % امتصاص من الكلور مقارنة بالصوديوم إلا أن العلاقة بينهما تكون خطية. فالأصلان يمتلكان مقدرة على امتصاص الصوديوم، وانتقاله إلى المجموع الخضري بكفاءة أعلى مقارنة بالكلور (Aboutalebi and Johrami, 2013). التأثير الأهم للملوحة هي في خفض امتصاص البوتاسيوم (Aboutalebi and Jogrami, 2013; Shiyab, et al., 2013; Lopez and Satt, 1997). يؤثر ارتفاع تركيز الصوديوم في المحلول الغذائي سلباً على امتصاص البوتاسيوم، كما يؤثر ارتفاع تركيز الكلور على امتصاص الآزوت المضاف على شكل نتراتي (Gattan and Grieve, 1999)، كما قد يحد الصوديوم من امتصاص الكالسيوم، كما هو واضح في الجدولين 3 و 4 ؛ إذْ ارتفع تركيز كل من الصوديوم، و الكلور في أنسجة النبات الخضرية والجذرية عند الأصلين كليهما ، و بشكل معنوي في كل مرّه يرتفع فيها تركيز NaCl في المحلول الغذائي، وترافق ذلك مع انخفاض في تركيز كل من البوتاسيوم والآزوت (Cramer, et al., 1989). لقد احتوى المجموع الخضري لنباتات الأصل Sprit تركيزاً أكبر من الصوديوم مع ارتفاع مستوى الملوحة، بينما كان أعلى في جذور الأصل ES-30502، ربما يعود ذلك إلى أن الاصل ES-30502 أكثر قدرة على تنظيم انتقال الصوديوم من الجذور باتجاه المجموع الخضري؛ إذْ إنه من الثابت أن للعامل الوراثي أيضا دوراً مهماً في تحديد مدى تحمل نوع نباتي ما لظروف الملوحة (Garg and Garg, 1982)، وهذا ما أظهرته دراسة للباحثين Misra and Dwivedi (2004) على صنفين من اللوبياء.

تأثير ملوحة NaCl في تركيز النترات:

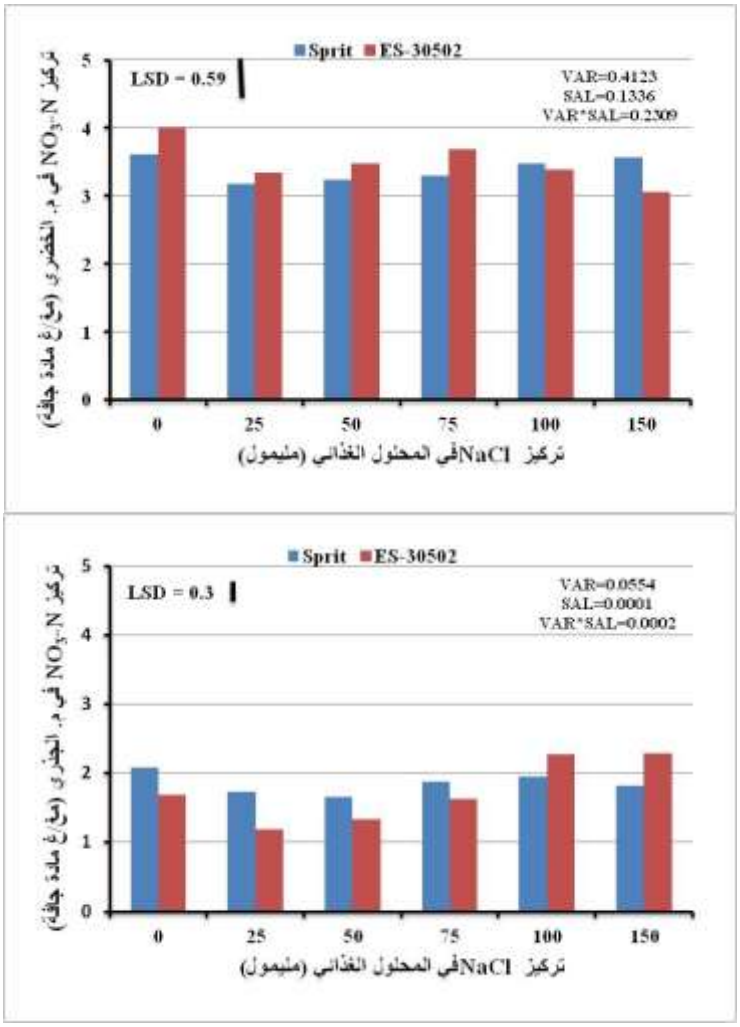
لم يتأثر تركيز النترات في الأنسجة الخضرية للأصل Sprit بشكل معنوي مع ارتفاع تركيز الملوحة في المحلول الغذائي (شكل 7)، بينما انخفض تركيزها في المجموع الخضري، وبشكل معنوي عند نباتات الأصل ES-30502 ، وذلك مع مستوى الملوحة 25 ميليمول من NaCl، وذلك بحدود 16% مقارنة بالشاهد، ومن ثم بقيت تراكيز $N-NO_3$ في حدود متقاربة غير معنوية بارتفاع تراكيز الملوحة في الوسط الغذائي حتى 150 ميليمول من ملح كلور الصوديوم.

وبالنظر إلى تركيز النترات في المجموع الجذري للأصلين المختبرين فإن تراكيزها أقل بحدود 30، وحتى 50% مقارنة بتراكيز النترات في المجموع الخضري في الأصلين Sprit و ES-30502 كليهما (شكل 7). انخفضت تراكيز النترات في جذور الأصل Sprit، وبشكل معنوي مع تركيز الملوحة الأول (25 ميليمول NaCl)، وبقي بعدها تركيزها متقارباً مع ارتفاع مستوى الملوحة حتى تركيز 50 ميليمول، لتعود للارتفاع تدريجياً، لتصبح غير معنوية مقارنة بالشاهد في معاملات 75 و 100 و 150 ميليمول من NaCl. سجل المنحى ذاته في الأصل ES-30502 مع ملاحظة أن تراكيز النترات أعلى في جذور الأصل Sprit مقارنة بالأصل ES-30502 حتى تركيز ملوحة 100 و 150 ميليمول ؛ إذْ تصبح أعلى في الأصل ES-30502.

لا توجد إشارات في الدراسات السابقة إلى قياس تراكيز النترات الحرة في الأنسجة النباتية لأصول البندورة التي يتم التطعيم عليها، إلا أن هنالك عدداً لا بأس به من الدراسات التي تناولت امتصاص النترات، ونشاط أنزيم إرجاع النترات في الهجن التي تزرع للإنتاج. لقد أشار العديد من الباحثين إلى انخفاض تراكيز النترات في أنسجة هجن البندورة بتأثير الملوحة، فقد انخفضت بحدود 50% في الأوراق، وبنسبة أقل (20%) في الجذور (Debouba, et al., 2007; Araslan, et al., 2012; Hossain; et al., 2012; Silvera, et al., 1999).

وقد فسر تأثير الملوحة في خفض تراكيز النترات الحرة في الأنسجة النباتية، وكذلك في امتصاصها إلى تأثير شوارد الكلور (Cl−) في الأوساط المالحة (Debouba, et al., 2007; Eraslan, et al., 2012).

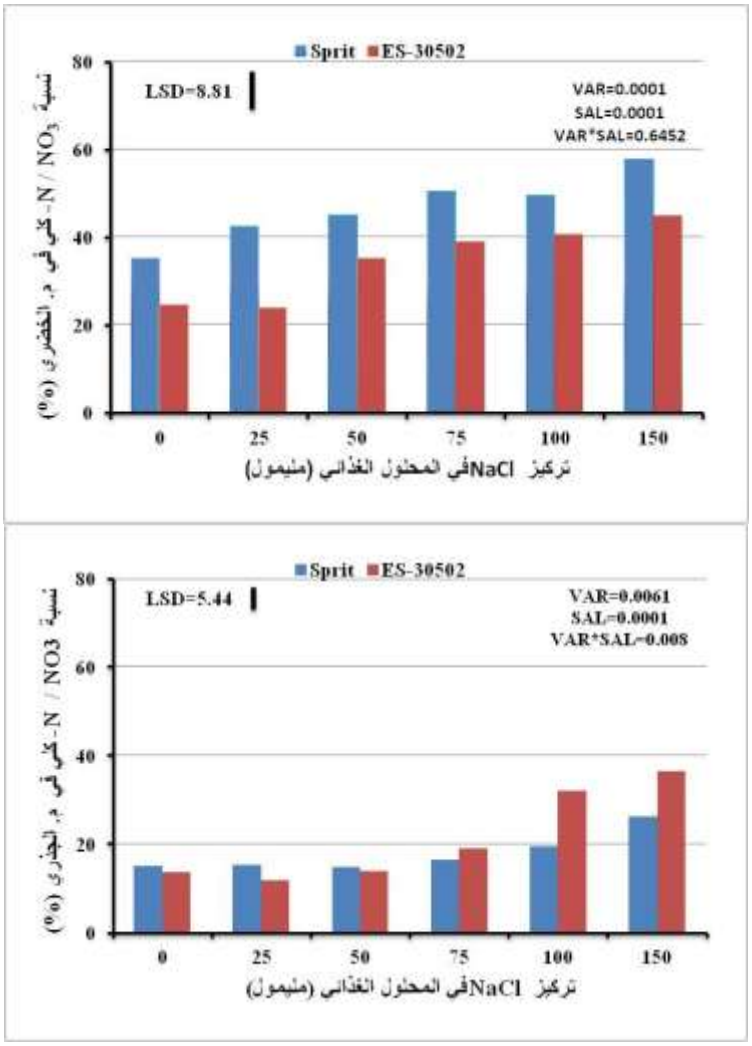
الأمر الذي أثار التساؤل هو ارتفاع تراكيز الآزوت بصورته الشاردية NO_3^- التي يتم امتصاصها من قبل الجذور، وهي الشكل التي تم تزويد المحلول الغذائي بها (NO_3−N) مما يشير إلى تراكم النترات في أنسجة المجموع الخضري على وجه التحديد، ولذلك فقد تم حساب نسبة الآزوت النتراتي الحرة في الأنسجة الخضرية والجذرية نسبة إلى الآزوت الكلي (شكل 8)، والتي هي مؤشر إلى مدى كفاءة الأصول في تمثيل الآزوت الممتص بدءاً من عملية ارجاعه بوساطة أنزيم إرجاع النترات (Nitrat Reductase) ، وتشكيل الأحماض الأمينية، والبروتينات وتوظيفها في تشكيل الأنسجة الحديثة، وتحقيق النمو (Mengle and Kirkby, 2001).



شكل 7: تأثير تراكيز متدرجة من ملح NaCl (0- 25- 50- 75- 100- 150 ميليمول) في تركيز النترات الحرة (NO_3−N) في أنسجة المجموعين الخضري والجذري عند أصلي البندورة (SPRIT و ES-30502).

لقد أوضح تحليل التباين فروقاً معنوية بين الأصلين المختبرين من حيث نسبة النترات المئوية من الآزوت الكلي، كذلك بين مستويات الملوحة المستخدمة في التجربة في كلّ من أنسجة المجموعين الخضري والجذري. إن نسبة

النترات المتراكمة في أنسجة المجموع الخضري مرتفعة نسبياً في معاملتي الشاهد بغض النظر عن الملوحة فهي 35% و 25% في الأصلين Sprit و ES-30502، على التوالي. وتزداد نسبة النترات بشكل مضطرد في الأصلين كليهما مع زيادة تركيز ملح كلور الصوديوم في المحلول الغذائي، لتصبح معنوية عن مستوى ملوحة 50 مليمول NaCl ، ولتشكل حوالي 58% من الآزوت الكلي عند الأصل Sprit ، و 45% عن الأصل ES-30502 عند مستوى الملوحة الأعظمي المستخدم 150 ميليمول من NaCl (شكل 8). أما في الجذور فتكون نسبة النترات الحرة أقل من تلك في المجموع الخضري حيث تكون في معاملتي الشاهد 15 و 13.6 % في الأصلين Sprit و ES-30502 ، وكذلك تزداد بشكل مضطرد مع زيادة تركيز الملوحة في المحلول الغذائي بحيث تصبح هذه الزيادة معنوية عند مستوى 75 ميليمول NaCl وما بعد (شكل 8). تزداد نسبة النترات في الأنسجة الجذرية، لتصل إلى 26 و 36.5 عند مستوى ملوحة 150 ميليمول في الأصلين Sprit و ES-30502 ، وهي صورة مخالفة لما هو في الأوراق ؛ إذْ يتفوق الأصل Sprit على الأصل ES-30502. هذا ما يشير إلى أنّ عمليات نقل النترات ، على الرغم من تراكمها، تصبح بكفاءة أفضل في الأصل Sprit من الأصل ES-30502 عند التركيزين 100 و 150 ميليمول من NaCl.



شكل 8: تأثير تراكيز متدرجة من ملح NaCl (0- 25- 50- 75- 100- 150 ميليمول) في النسبة المئوية للنترات الحرة (NO_3-N) إلى الآزوت الكلي في أنسجة المجموعين الخضري والجذري عند أصلي البندورة (SPRIT و ES-30502).

إن الإشارات إلى تأثير الملوحة في تراكم النترات، وعمل أنزيم إرجاع النترات (NRA, Nitrate Reductase Activity) المسؤول عن تراكمه في الأنسجة النباتية الورقية أو الجذرية متناقضة. فالملوحة قد خفضت من نشاط الأنزيم في البطاطا (Rai and Takabe, 2006)، والبندورة (Cramer and Lips, 1995) ، وزادت من نشاط الأنزيم في فول الصويا (Bourgeais-Chaillou, et al., 1992) ، وعشبة الراي (Sagi, et al., 1997) ، الخس (Blom-Zandstra and Lampek 1985). ليس هنالك من دليل على تأثير مباشر للملوحة في نشاط أنزيم NRA . في أغلب الظن أن الملوحة تؤثر في نشاط الأنزيم من خلال امتصاص النترات على اعتبار أن نشاط الأنزيم يحدده حركية النترات إلى حوض تمثيل النترات (Metabolic Pool).

في أصلي البندورة Sprit و ES-30502 قيد الدراسة، تراكمت النترات الحرة (شكل 7) بشكل مخالف لأصناف البندورة الهجينة تحت تأثير الملوحة (Debouba, et al., 2007; Eraslan, et al., 2012; Hossain; et al., 2012; Silvera, et al., 1999) . لقد ترافق الانخفاض مع تناقص نشاط أنزيم إرجاع النترات في الأوراق، والجذور، ووصل معدل الانخفاض إلى 60% (Debouba, et al., 2007)، والذي عزي لتغيرات الضغط الأسموزي الذي يعوق نشاط عمل أنزيم الـ NRA (Viegas, et al., 1999). لقد درست هذه العلاقة الوثيقة بين نشاط أنزيم إرجاع النترات (NRA)، وامتصاص النترات، وتنفس النبات، الأمر الذي يدعم النظرية التي تقول: إن انخفاض NRA الناتج عن الملوحة أنها متلازمة مع التأثير غير المباشر لـ NaCl التي تؤدي إلى محدودية حركة النترات من الجذور إلى الأوراق من خلال تخفيض امتصاص النترات، وتنفس الجذور أكثر منها التأثيرات المباشرة لسمية شوارد الملوحة على أنزيم إرجاع النترات NRA (Silveira, et al., 1999).

والسؤال، كيف يمكن تفسير أن تناقص امتصاص النترات من المحلول الغذائي قد ترافق مع تراكم النترات الحرة في المجموعين الخضري والجذري كليهما (شكل 7)، وأن هنالك تراكماً للنترات التي يتم امتصاصها؟ يمكن وضع احتمالين يمكن لإحدهما أو لكليهما أن يتسببا في تراكم النترات في الأنسجة النباتيةلأصول البندورة: 1. إن تراكم النترات قد حصل نتيجة لتباطؤ عمل أنزيم NRA نتيجة لسمية شاردتي الـ Na والـ Cl في الأنسجة النباتية تحت ظروف الملوحة (Silvereira, et al., 1999) ، أو 2. إن هنالك تغيرات الضغط الأسموزي التي تسبب تباطؤ عمل أنزيم إرجاع النترات (Viegas, et al,. 1999; Debouba, et al., 2007). من غير المحتمل أن يتأثر عمل أنزيم NRA نتيجة لنقص الموليبدنيوم أو الحديد اللذين يدخلان في تركيب أنزيمي إرجاع النترات NRA ، وأنزيم إرجاع النتريت NiRA (Mengle and Kirkbyk, 2001) ؛ إذْ لم تتم ملاحظة علائم نقصهما على نباتات الأصلين مع الإشارة إلى أنه لم يتم قياس تراكيزهما في الأنسجة النباتية.

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

1 -على الرغم من تأخر الإنبات عند الصنف Sprit عند مستوى الملوحة 150 ميليمول، و انخفاض معدل الإنبات حوالي 15% في الأصل ES-30502 عند المستوى نفسه من الملوحة، فإنّ تأثيرات الملوحة كانت أكثر سلبية على تطور البادرات للأصل Sprit مقارنة بالأصل ES-30502.

2 -تأثر نمو المجموع الخضري والجذري وامتصاص العناصر للأصلين المختبرين كليهما ، لكن تأثير الملوحة كان أقل وضوحاً على الأصل ES-30502.

3 لم يتأثر تركيز البوتاسيوم، والكالسيوم، و المغنزيوم في المجموع الخضري بشكل كبير مع زيادة مستوى الملوحة، و التأثير الأكبر كان على امتصاص النترات التي انخفض امتصاصها بشكل عام، ومع ذلك تراكمت في المجموع الخضري بصورتها الحرّة.

المراجع:

1- ABOUTALEBI, A. and JOHRAMI, F. A. *Effect of NaCl on vegetative characters of Cl, Na and K concentration of tomato (Lycopersiom esculantum) plant*. Annals boil. Res. 2013, 4, 178-182.

2- ADAMS J. F and DOERGE, T. A. *Soil Salinity and Soil Acidity as Factors in Plant Nutrition*. Future Developments in Soil Science Research, 1987, 193-203.

3- ADAS. *The analysis of agricultural materials*. 3rd Edition. Reference Book. 427, HMSO, London. Pp. 248.

4- ALARCON, J; SANCHEZ-BLANO, M J; BOLARIN M C and TORRECILLAS, A. *Growth and osmotic adjustment of two tomato cultivars during and after saline stress*. Plant and Soil. 1994, 166: 75-82.

5- ALLOUSH, G. A. Responses of chickpea to low phosphorus: pH changes, nutrient uptake rates, and root morphological changes. Agronomie: Agri. and Environ., 2003, 23: 123-133.

6- ERASLAN, F., ELKARIM, A. K. H. A., GUNES, A. and INAL, A. *Effect of nutrient induced salinity on growth, membrane permeability, nitrate reductase activity, proline content and macronutrient concentrations of tomato grown in greenhouse*. World Academy of Sci, Eng. and Tech. 2012, 6, 11-20.

7- ARSHAD, M. and RASHID, A. *Nitrogen uptake and dry matter production by tomato plants under salt stress*. Pak. J. Biol. Sci., 2001, 4: 397-399.

8- BADR, M.A. and TALAAB, A.S. *Response of Tomatoes to Nitrogen Supply Through Drip Irrigation System under Salt Stress Conditions*. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 2008, 2(1): 149-156.

9- BLOM-ZANDSTRA, M. and LAMPE, J. E. M. *The role of nitrate in the osmoregulation of lettuce (Latuca sativa l.) grown at different light intensities*, J. Exp. Bot. 1985, 36, 1043-1052.

10- BOURGEAIS-CHAILLOU, P., PEREZ-ALFOCEA, F. and GUERRIER, G. *Comparative effect of N-sources on growth and physiological responses of soybean exposed to NaCl-stress*. J. Exp. Bot. 1992, 254, 1225-1233.

11- BYBORDI, A. *The influence of salt stress on seed germination, growth and yield of canola cultivars*. Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj. 2010, 38, 128-133.

12- CORNILLON, P., PALLOIX, A. *Influence of sodium chloride on the growth and mineral nutrition of pepper cultivars*. J. Plant Nutr. 1997, 20, 1085–1094.

13- CRAMER, M. D. and LIPS, S. H. *Enriched rhizosphere CO2 concentrations can ameliorate the influence of salinity on hydroponically grown tomato plants*. Physiol. Plant. 1995, 94, 425-432.

14- CRANER, G. R., EPSTEIN, E. and LAUCHLI, A. *Na-Ca interactions in barley seedlings: relationship to ion transport and growth*. Plant Environ., 1989, 12: 551-558.

15- DEBOUBA, M., MAAROUFI-DGHIMI, H., SUZUKI, A., GHORBEL, M. H., and GOUIA, H. *Changes in growth and activity of enzymes involved in nitrate reduction and ammonium assimilation in tomato seedlings in response to NaCl stress*. Annals of Botany, 2007, 99, 1143-1151.

16- EPSTEIN, E., NORLYN, J., RUSH, D., KINGSBURY, R., KELLEY, D., CUNNINGHAM, G., and WRONA, A. *Saline culture of crops: a genetic approach. Science*. 1980, 210: 399–404.

17- GARG, B.K. AND GARG, O.P. *Growth and some metabolic changes in maize leaves as affected by saline-alkaline conditions due to sodium carbonate and sodium bicarbonate*. Indian J. Plant Physiol.1982, 25: 220-228.

18- GOUIA H., GHORBEL M. H, TOURAINE B. *Effects of NaCl on flows of N and mineral ions and NO_3-reduction rate within whole plants of salt-sensitive bean and salt-tolerant cotton*. Plant Physiology. 1994, 105, 1409–1418.

19- GRATTAN, S.R., GRIEVE, C.M. *Mineral nutrient acquisition and response by plants grown in saline environments*. In: PESSARAKLI, M. (Ed.), *Handbook of Plant and Crop stress*. Marcel Dekker, New York, 1994, pp. 203-226.

20- GRATTAN, S.R. and C.M. GRIEVE. *Salinity - Mineral nutrient relations in horticultural crops*. Sci. Hort. 1999, 78:127-157.

21- GREENWAY, H. and MUNNS, R. *Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes*. Ann. Rev. Plant Physiol. 1980, 31:149–190.

22- GÜNES, A., INAL, A., ALPASLAN, M. *Effect of salinity on stomatal resistance, proline and mineral composition of pepper*. Journal of Plant Nutrition. 1996, 19: 389-396.

23- HEWITT, E J. *Sand and Water Culture Methods Used in the Study of Plant Nutrition*. Technical Communication .Common wealth Bureau. 1966, No 22. London.

24- HOSSAIN, M. A., UDDIN, M. K., ISMAIL, M. R. and ASHRAFUZZAMAN. *Response of glutamine synthetase glutamate synthase cycle enzymes in tomato leaves under salinity stress*. International J. Agri, and Biol. 2012, 14, 509-515.

25- LITTLE, T.M. and HILLS, F. J. Agricultural experimentation: design and analysis. 1978, John Wiley and Sons. USA.

26- LOPEZ, M. V. and SATTI, M. E. The potential of using K/Na ratio as index of salinity *tolerance in tomato*. Pak. J. bot. 1997, 29, 313-318.

27- MAAS, E.V. and HOFFMAN, G.J. *Crop salt tolerance - current assessment*. J. lrrig. Drain. Div. ASCE.1977, 103.115.

28- MAAS, E.V. *Salt tolerance of plants*. Appl. Agric. RES.1986, 1, 12-26.

29- MENGEL K. and E.A. KIRKBY (2001). *Principles of plant nutrition*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.

30- MISRA, N., DWIVEDI, U. N. *Genotypic difference in salinity tolerance of green gram cultivars*. Plant Sci.2004, 166, 1135–1142.

31- MUHLING, K.H. and LAUCHLI, A. *Interaction of NaCl and Cd stress on compartmentation pattern of cations, antioxidant enzymes and proteins in leaves of two wheat genotypes differing in salt tolerance*. Plant Soil.2003, 253: 219-231.

32- PESSARAKLI, M. and TUCKER, T. C. *Dry matter yield and nitrogen-15 uptake by tomato under chloride stress*. Hort. Sci. Soc. Am. J.1988, 52,698-700.

33- SACHER, R.F. and STAPLE, R. C. *Inositol and sugars in adaptation of tomato to salt*. Plant Physiol.1985, 77: 206 -210.

34- RAI, A. K. and TAKBABE, T. *Abiotic stress tolerance in plants: toward the improvement of global environment and food*. 2006, USA.

35- RYAN, J., ESTEFAN, G. RASHID, A. *Soil and plant analysis: Laboratory Manual*. ICARDA, NARC 2001, 172 pp.

36- SAGI, M., SAVIDOV, N. A., LVOV, N. P. and LIPS, S. H. *Nitrate reductase and molybdenum cofactor in annual reygrass as affected by salinity and nitrogen source*. Physiol. Plant. 1997, 99, 546-553.

37- SAS INSTITUTE. *SAS user's guide: Statistics*. SAS Inst., Cary, NC.1999.

38- SERRANO, R., CULIAÑZ-MACIÁ, A. and MORENO, V. *Genetic engineering of salt and drought tolerance with yeast regulatory gen*. Sci. Hortic.1999, 78, 261-269.

39- SHARMA, S.K. *Study on growth water relation and distribution of Na, K and other ions in wheat under shoot stem exposure to salinity*. Indian J. Plant Physiol.1995, 29: 331–334.

40- SHIYAB, S, M, SHATNAWI, M. A. SHIBLI, R. A., AL SMERIAT, N. G., AYAD, J., and AHASH, M. W. *Growth, nutrient acquisition, and physiological responses of hydroponic grown tomato to sodium chloride salt induced stress*. J. Plant Nutr. 2013, 36, 665-676.

41- SILVERIRA, J. A. G., CARDOSO, B. B., MELO, A. R. B., and VIEGAS, R. A. *Salt-induced decrease in nitrate uptake and assimilation in cowpea plants*. Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, 1999, 11, 77-82.

42- SUBBARAO G.V., JOHANSEN C. *Strategies and scope for improving salinity tolerance in crop plants*. In: PESSRAKLI, M. (ed.), *Handbook of plant and crop stress*. 1994, 559-579. Marcel Dekker, New York.

43- TENNANT, D. *A test modifie line intersect method of estimating root length*. Journal of Ecology.1975, 63: 995-1101.

44- VIEGAS, R. A., MELO, A. R. B., SILVERIRA, J. A. G. *Nitrate reductase activity and proline accumulation in cashow (Anacardium occidentale L.) in response to salt (NaCl) shock*. Brazilian J. Plant Physio. 1999, 11, 21-28.

45- WERNER, J. E. and FINKELSTEIN R. R. *Arabidopsis mutants with reduced response to NaCl and osmotic stress*. Physiol Plant. 1995, 93(4):659-666.