مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية _ سلسلة العلوم الزراعية المجلد (26) العدد (2) 2004
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research- Agriculture Science Series Vol (26) No (2) 2004

تأثير الإجهاد الملحي في بعض المعايير الفيزيولوجية والشكلية عند بعض أصناف الذرة الصفراء (Zea mays L.)

الدكتور عماد عبد الحميد*

(قبل للنشر في 2004/12/1)

□ الملخّص □

هدفت الدراسة إلى تقويم تأثير أربعة مستويات ملحية من ماء البحر (شاهد ، 1 ، 2 ، و3 ضغط جوي)، في بعض الخصائص الشكلية (طول الجذير وغمد الريشة)، وبعض الصفات الفيزيولوجية عند أربعة أصناف من الذرة الصفراء المزروعة في سورية (غوطة 1، غوطة 82، الباسل 1 والباسل 2).

نُفذ البحث في الظروف المخبرية ، في أصص يحتوي كل منها 3 كغ تربة رملية، وبمعدل ثلاث مكررات لكل معاملة ، باستخدام تصميم القطع المنشقة لأكثر من مرة ، واستمر ستة أسابيع.

بينت نتائج البحث أن زيادة الجهد الحلولي أثرت سلباً في نمو البادرات ، وفي الوزن الجاف للمجموع الخضري، وفي المساحة الورقية، وفي محتوى الورقة من الكلوروفيل، وفي المحتوى المائي النسبي في الورقة، فضلاً عن أنها زادت من كمية الصوديوم وقللت من كمية البوتاسيوم مما أدى إلى ازدياد نسبة شوارد الصوديوم إلى البوتاسيوم في نسيج الورقة.

وجدت علاقة ارتباط سلبية بين تركيز الصوديوم في الورقة وبقية المعايير المدروسة وبخاصة كمية المادة الجافة، كما أظهر حساب معامل التحديد أن نسبة Na^+/K^+ أكثر مساهمة في تحديد المادة الجافة من المعايير الأخرى المدروسة.

أبدى الصنفان غوطة 1 والباسل 2 تحملاً أكثر لزيادة الجهد الحلولي.

كلمات مفاتيح:

ذرة صفراء. ضغط جوي. بوتاسيوم وصوديوم. كلوروفيل. محتوى مائي نسبي. مساحة ورقية. مادة جافة.

* أستاذ في قسم المحاصيل الحقلية. كلية الزراعة. جامعة تشرين. اللاذقية. سوريا.

مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية _ سلسلة العلوم الزراعية المجلد (26) العدد (2) 2004
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research- Agriculture Science Series Vol (26) No (2) 2004

The Effect of Salt Stress on Some Physiological and Morphological Parameters in Some Maize Cultivars (Zea Mays L.)

Dr. Imad Abdulhamid *

(Accepted 1/12/2004)

□ ABSTRACT □

Most crop plants suffer after exposure to saline conditions and showed decline in growth. The objective of this study was to assess and compare four Zea mays cultivars Syrian (Gota 1, Gota 82, Albassel 1 and Albassel 2), under the effect of four osmotic pressure levels (control, 1, 2, and 3 Atmo.P). The experiment was conducted in the laboratory in pots contain sandy soil, with three replicates in split- split plot design.

Three days after seedlings establishment, salinity was raised to required level and was maintained throughout the experiment. Plants were grown for sex weeks.

Data were subjected to statistical analysis of variance according to Anova test. L.S.D. at the 5% level of significance was used to compare among means.

The results showed that increasing osmotic pressure of irrigation water decreased the studied seedling characteristics (radicl length and coleoptile length), shoot dry weight, leaf area, relative water content and chlorophyll content in the leaf tissue. The salt stress reduced the uptake of K^+, but increased the uptake of Na^+ ; this led to increase Na^+/K^+ ratio in the leaf .

The sodium concentration in the leaf tissue was correlated negatively with all physiological and morphological parameters investigated. Na^+/K^+ ratio in the leaf largely determined the dry weight, but relative water content in the leaf had little effect on it.

Analysis of variance showed significant cultivar x osmotic pressure level interaction. This indicates that cultivars responded differently across osmotic potential levels.

In the light of the findings of this study, it could be said that the Gota 1 and Albassel 2 cultivars are more salt tolerant.

Key words: **Zea mays. Osmotic potential. K^+ and Na^+ .Relative water content. Leaf area. Chlorophyll content. Dry weight**

*** Professor At Department Of Field Crops. Faculty Of Agriculture. Tishreen University. Lattakia. Syria.**

مقدمة:

تعتبر الملوحة من المشاكل الهامة التي تحد من نمو النبات ومن عملية التوسع في الإنتاج الزراعي في المناطق المروية والجافة ونصف الجافة (Asch et al., 2000)، وهي بذلك أثارت اهتمام العديد من الباحثين. تختلف درجة تحمل النبات لملوحة مياه الري باختلاف مرحلة النمو، وغالباً ما تكون فترة الإنبات والنمو الأولي أكثر فترات النمو حساسية للملوحة (Ansari et al.,1987). ويرى البعض أن مقارنة الأصناف وصلاحيتها للنمو في الوسط الملحي تبدأ عادة بدراسة إنباتها وبزوغ الأوراق الأولية فيها (Epstein et al., 1980). في حين وجد Willadino وآخرون (1994) أن تأثير الملوحة كان أكبر في الإنتاجية منه في النمو الخضري.

تؤدي زيادة الملوحة إلى تأخير النمو عند معظم المحاصيل، ويرتبط ذلك مع تدني نقل الذائبات ومع زيادة تراكم الصوديوم والكلور في الأوراق (Soliman et Kostandi 1998) وانخفاض البوتاسيوم والكالسيوم (Hana et al., 1997).

تؤثر الملوحة في النظام المائي للنبات، ويكون ذلك أكثر وضوحا عند النباتات الحساسة بالمقارنة مع النباتات المقاومة (Coudret 1981).

تختلف درجة تحمل الملوحة باختلاف الطراز الوراثي (Rao and McNeilly 1999).

الهدف من البحث:

يهدف البحث إلى تبيان تأثير الإجهاد الملحي في بعض المعايير الفيزيولوجية والشكلية لبعض أصناف الذرة الصفراء المعتمدة في القطر العربي السوري بغية تقييمها ومعرفة أكثرها تحملاً للملوحة.

مادة البحث:

استخدم أربعة أصناف هي غوطة 1 وغوطة 82 وهما صنفين تركيبين الأول مبكر النضج والثاني متأخر النضج، والباسل 1 وهو هجين فردي مبكر النضج، والباسل 2 وهو هجين زوجي متأخر النضج.

استُخدم ماء البحر ، بواسطة التمديد بالماء، في تحضير ثلاث عينات من الماء جهدها الحلولي 1 و2 و3 ضغط جوي، فضلاً عن ماء الصنبور الذي اعتبر كشاهد.

حضرت المحاليل الملحية بواسطة جهاز Conductivity meter ، مع الأخذ بالحسبان أن 1 ملموز/سم = 0.36 ضغط جوي.

طرائق البحث:

أجري البحث في أثناء شهري أيار وحزيران 2003، في مخبر تكنولوجيا المحاصيل في كلية الزراعة في جامعة تشرين، وتحت درجة حرارة المخبر مع مراعاة المحافظة على الإضاءة ليلاً. تراوحت حرارة النهار بين 26 – 29مْ ،وحرارة الليل بين 15– 18مْ ، والرطوبة النسبية بين 60–80%.

عقمت الحبوب قبل الزراعة بمحلول من هيبوكلوريت الصوديوم 1% لمدة 8 دقائق (Ashraf &McNeilly, 1990) ، ثم غسلت بالماء عدة مرات للتخلص من كل أثر للمادة المعقمة.

نفذت التجربة الأولى في أطباق بتري على أوراق ترشيح، بمعدل 20 حبة في الطبق وثلاثة مكررات لكل معاملة. أضيف لكل طبق 10 سم3 من الماء أو من المحلول الملحي، وتكررت إضافة الماء عند الحاجة مع

مراعاة عدم غمر الحبوب. تم قياس متوسط طول الجُذير ومتوسط طول غمد الريشة بعد سبعة أيام.

أما التجربة الثانية فتمت ضمن أصص بلاستيكية في كل منها 3 كغ تربة رملية. زرع في كل أصيص سبع حبوب، وبمعدل ثلاثة مكررات لكل معاملة. أضيف ماء الصنبور عند الزراعة، وبعد الإنبات رويت الأصص بالمحاليل الملحية المحضرة، بمعدل 200سم3 كل 4–5 أيام. أوقفت التجربة بعد ستة أسابيع، لأن الغاية من التجربة هو رصد الاختلافات في بداية النمو الأولي فقط.

القياسات المسجلة:

حسب الوزن الجاف للمجموع الخضري ، فضلاً عن القياسات التالية:

– نسبة الكلوروفيل: أخذت الورقة الثالثة، وتم الاستخلاص بواسطة الأستيون 80 %. حسبت نسبة الكلوروفيل الكلي والكلوروفيل **a**، والكلوروفيل **b**، بواسطة جهاز Spectrophotometer على طول الموجتين 646 و663، وفق المعادلات التالية (Harborne, 1983):

Total chlorophyll (mg/l^{-1}) = 17.3 A 646 + 7.18 A663
Chlorophyll **a** (mg/l^{-1}) = 12.21 A 663 - 2.81 A 646
Chlorophyll **b** (mg/l^{-1}) = 20.13 A 646 - 5.03 A 663

– المحتوى المائي النسبي في الأوراق: أخذت الورقة الرابعة وحُسب وزنها الرطب ، ثم نقعت في الماء لمدة 24 ساعة وسجل وزنها المشبع، ثم وضعت في المجفف تحت حرارة 70 مْ لمدة 48 ساعة لحساب الوزن الجاف. قيس المحتوى المائي النسبي للورقة وفق المعادلة التالية(INRA, 1984):

– المحتوى المائي النسبي = (الوزن المشبع – الوزن الجاف)/(الوزن الرطب– الوزن الجاف) x 100

– محتوى الأوراق من الصوديوم والبوتاسيوم: نقعت المادة الجافة بحمض الآزوت وتمت معايرة العنصرين السابقين ضمن المحلول المستخلص بواسطة جهاز اللهب.

–مساحة الورقة: الطول x العرض x 0.75 (Abdul hamid, 1986)

تحليل النتائج:

حللت النتائج إحصائيا وفق برنامج Stat view وتمت الاختبارات التالية:

–اختبار تحليل التباين ANOVA-Factorial.

– اختبار معامل الارتباط Correlation matrix.

– معامل التحديد (r^2)

وأتاح جدول تحليل التباين حساب:

– التباين الوراثي: $Vg = \frac{MST-MSE}{r}$

– درجة التوريث: $Hd = \frac{Vg}{Mse + Vg}$

حيث Mst: متوسط مربعات الانحرافات للمعاملات.

Mse: متوسط مربعات الانحرافات للخطأ التجريبي، وهو يمثل التباين البيئي.

R: عدد المكررات

معامل الملوحة: ويحسب وفق معادلة (Dwivedi et al., 1991) كالتالي:

معامل الملوحة للمعاملة = الوزن الجاف للمعاملة × 100

الوزن الجاف للشاهد

النتائج والمناقشة:

طول الجذير وغمد الريشة:

يبدو تأثير الجهد الحلولي جلياً بدءاً من 1 ضغط جوي حيث تراجع طول الجُذير إلى 3.3 سم وأنخفض طول غمد الريشة إلى 1.5 سم. وعند الانتقال إلى 2 ضغط جوي، ازداد التراجع بالمقارنة مع الشاهد إلى 60% و66% للجذير وغمد الريشة على التوالي. ولقد أبدى الهجين الفردي الباسل 1 تراجعاً معنوياً قياساً بالأصناف الأخرى، حيث بلغ طول الجذير بالمتوسط 1.1 سم وطول غمد الريشة نحو 0.5 سم فقط ، في حين بلغت هذه الأطوال 3.60 و1.89 سم عند الصنف غوطة 82 على سبيل المثال. تراجع الهجين الباسل 1 سببه التأخر في الإنبات (جدول1).

جدول / 1/: تأثير الصنف وملوحة ماء الري في طول الجذير وغمد الريشة.

	الضغط الاسموزي لماء الري					
	الصنف /	صفر	1	2	3	**متوسط صنف**
طول الجذير /سم	باسل 1	1.62	0.94	0.86	0.77	**1.05 a**
	باسل 2	5.60	3.64	2.60	1.33	**3.29 b**
	غوطة 1	5.99	4.07	2.38	1.44	**3.47 b**
	غوطة 82	6.28	4.50	1.96	1.66	**3.60 b**
	متوسط ضغط	**4.87 a**	**3.29 b**	**1.95 c**	**1.30c**	
	LSD AB 5% = 1.74**		LSD A 5% = 0.87*		LSD B 5% = 0.87*	
	الصنف/	صفر	1	2	3	**متوسط صنف**
طول غمد الريشة /سم	باسل 1	1.10	0.44	0.31	0.29	**0.54 a**
	باسل 2	2.74	1.17	0.75	0.30	**1.24 b**
	غوطة 1	3.39	2.26	0.77	0.32	**1.69bc**
	غوطة 82	3.28	2.27	1.71	0.31	**1.89 c**
	متوسط ضغط	**2.63 a**	**1.54 b**	**0.89c**	**0.31 d**	

LSD AB 5% = 1.04 LSD A 5% = 0.52 LSD B 5% = 0.52	

* LSD A%5 تأثير الصنف=% LSD B 5 تأثير الضغط.** LSD5% AB التأثير المشترك

تتفق هذه النتائج مع نتائج بعض الأبحاث المنفذة على نبات الذرة الصفراء (Nuran et Cakirlar,2002)، والأبحاث المنفذة على نبات القمح (Kuruvadi 1988 ; Allam et al., 1989)، حيث أدت الملوحة إلى تدني طول الجذور وغمد الريشة.

محتوى الورقة بالكلوروفيل:

تظهر معطيات الجدول / 2 / أن ارتفاع الجهد الحلولي إلى 1 ضغط جوي أدى إلى انخفاض كمية الكلوروفيل a إلى 1.068 مغ/غ ، وكمية الكلوروفيل b إلى 1.54 مع/غ ، وهذا الانخفاض المعنوي يمثل قياساً بالشاهد نحو 14% من الأول و10% من الثاني. وعند الانتقال إلى 3 ضغط جوي وصلت نسبة الانخفاض إلى 28 و22% من الكلوروفيل a و b على التوالي.

أثر الصنف في القياسات المدروسة، وقد سجل الهجين الباسل 2 تفوقاً على جميع الأصناف حيث بلغت كمية الكلوروفيل a 1.32 مغ/غ ورقة وكمية الكلوروفيل b 0.32 مغ/غ ورقة، في حين أحتل الهجين الباسل 1 المرتبة الأخيرة، إذ بلغت كمية الكلوروفيل a 0.91 مغ/غ وكمية الكلوروفيل b 0.22 مغ/غ ورقة، وقد وصل الفرق بينه وبين الباسل 2 إلى 26% و31% على مستوى الكلوروفيل a وbعلى التوالي.

تتفق هذه النتائج مع نتائج Omar (1996) الذي أشار إلى انخفاض الكلوروفيل الكلي في أوراق الذرة الصفراء تحت الظروف الملحية. وانخفاض تركيز الكلوروفيل بسبب الملوحة قد يعزى إلى ازدياد نشاط الأنزيمات المحللة للكلوروفيل (EL-Batanouny et al., 1988). كما أشار Puritch وآخرون (1977) إلى أن الانخفاض المذكور ينتج عن تراكم الأمونيوم في أوراق النبات مما يسبب تحلل الجسيمات الصانعة الخضراء.

جدول / 2 /: تأثير الصنف وملوحة ماء الري في كمية الكلوروفيل مغ/ غ ورقة خضراء.

	الضغط الاسموزي لماء الري (ضغط جوي)					
	الصنف /	صفر	1	2	3	**متوسط صنف**
كلوروفيل a	باسل 1	1.082	0.954	0.885	0.737	**0.914a**
	باسل 2	1.404	1.285	1.145	1.089	**1.231b**
	غوطة 1	1.092	0.987	0.960	0.941	**0.993a**
	غوطة 82	1.394	1.045	0.994	0.818	**1.062c**
	متوسط ضغط	**1.243a**	**1.068b**	**0.996b**	**0.896c**	
	LSD AB5% =0.162 LSD A 5% = 0.081 LSD B 5% = 0.081					
	الصنف/	صفر	1	2	3	**متوسط صنف**

كلوروفيـل b	باسل 1	0.267	0.220	0.209	0.187	**0.221a**
	باسل 2	0.343	0.344	0.285	0.307	**0.319b**
	غوطة 1	0.270	0.264	0.248	0.250	**0.258c**
	غوطة 82	0.325	0.258	0.236	0.195	**0.254c**
	متوســـــط ضغط	**0.301a**	**0.272b**	**0.245bc**	**0.235c**	
	LSD A 5% = 0.028		LSD B 5% = 0.028			

تشير بعض الأبحاث أن اللون الغامق للأوراق يقابله غالباً معامل اصفرار قليل (نسبة a/b) ، وأن اللون الباهت يعبر عن ارتفاع نسبة a/b ، وأن هذا الأخير يمكن أن يرتبط بشكل غير مباشر مع مقدرة أكبر على نقل الإلكترونات ضمن نسيج الورقة، وهذا جيد في المناطق ذات الشدة الضوئية المرتفعة (Acevedo et Ceccarelli, 1989). وفي ظروف تجربتنا لم نلحظ أي تأثير للأصناف والجهد الحلولي في معامل الاصفرار.

المحتوى المائي النسبي للأوراق:

يعتبر المحتوى المائي النسبي للأوراق عاملاً محدداً للنشاط الإستقلابي للأوراق ولطول عمرها (Sinclair et Ludlow, 1985)، وكل خلل مائي على مستوى الأوراق يمكن أن يسبب انخفاض في نشاط التمثيل الضوئي وإضعاف لنمو النبات (Munns et Termaat 1986).

أدت زيادة الجهد الحلولي إلى انخفاض معنوي في المحتوى المائي النسبي في الورقة بدءاً من 2 ضغط جوي، حيث وصلت نسبة الانخفاض إلى نحو 6%، قبل أن تصل إلى 11% عند 3 ضغط جوي (جدول 3).

تتفق هذه النتائج مع بعض الأبحاث المنفذة على نبات الذرة الصفراء (Nuran and Cakirlar,2002) ، ونبات التريتيكال (Haddad et Coudret 1989)، حيث تبين أن وجود Nacl بتركيز 150 mM في المحلول المغذي أدى إلى انخفاض المحتوى المائي النسبي للأوراق بنسبة 3%.

يلعب عنصر البوتاسيوم دوراً في زيادة مقدرة النبات على امتصاص الماء، وفي محافظة الورقة على انتباجها (Weimberg,1987)، وأن انخفاض المحتوى المائي النسبي للأوراق تحت تأثير الجهد الحلولي ربما يعود سببه إلى انخفاض نسبة البوتاسيوم في الأوراق كما سنرى في فقرة لاحقة.

أظهرت أوراق الصنف غوطة 1 والصنف الباسل 2 محتوىً أعلى من الرطوبة بالمقارنة مع الصنفين الآخرين وبخاصة عند ارتفاع الجهد الحلولي إلى 3 ضغط جوي، حيث بلغت النسبة عند كليهما نحو 86%.

ولما كان النظام المائي للنباتات المتحملة للملوحة أقل تأثراً مما عليه الحال عند النباتات الحساسة (Coudret, 1981)، فإنه يمكن القول أن أوراق الصنف غوطة 1 مهيأة لكي تعمل وتحيا لفترة أطول تحت ظروف الإجهاد الملحي، وأن الصنف المذكور أكثر تحملاً للشد الملحي من الأصناف الأخرى على مستوى المعيار المدروس.

جدول / 3 /: تأثير الصنف وملوحة ماء الري في المحتوى المائي النسبي للورقة.

	الجهد الحلولي لماء الري (ضغط جوي)

القياس	الصنف/	صفر	1	2	3	**متوســـــط صنف**
المحتـــوى المـــــائي النسبي	باسل 1	97.44	94.86	89.67	80.30	**90.57a**
	باسل 2	94.08	92.05	89.83	85.63	**90.39a**
	غوطة 1	93.10	92.02	90.06	86.20	**90.35a**
	غوطة 82	93.31	92.49	86.26	83.34	**88.85a**
	متوســـــط ضغط	**94.48a**	**92.85a**	**88.95b**	**83.86c**	
	LSD AB 5% = 3.73		LSD A 5% = 1.86		LSD B 5% = 1.86	

محتوى الأوراق من الصوديوم والبوتاسيوم:

أدت زيادة الجهد الحلولي إلى تراكم معنوي لعنصر الصوديوم في الأوراق، حيث وصلت الزيادة مقارنة بالشاهد إلى 67% عند 1 ضغط جوي، و90% عند2 ضغط جوي، ونحو 104% عند 3 ضغط جوي (جدول 4). بالمقابل، لوحظ تراجعاً معنوياً متدرجاً للبوتاسيوم مقداره 13 و23 و34% على التوالي عند مستويات الملوحة الثلاثة المطبقة (جدول 4).

زيادة نسبة الصوديوم وانخفاض نسبة البوتاسيوم تتفق مع العديد من النتائج المتعلقة بالذرة الصفراء ومنها (Cramer et al., 1994a; Haggag et al., 1999: Shadi et al., 1999; Abd-EL-Baki et al., 2000).

تراكم الصوديوم وتراجع البوتاسيوم يقود بالضرورة إلى ازدياد قيمة نسبة Na^+/K^+ ، حيث بلغت هذه النسبة 0.62 عند الشاهد، و1.18 عند 1 ضغط جوي، و1.51 ملموز/سم عند 2 ضغط جوي، في حين بلغت 1.90 عند 3 ضغط جوي (شكل 1).

من جهة أخرى، أمتلك الصنفان غوطة 1 والباسل 2 قيماً متماثلة، وكانت أدنى معنوياً من حيث المحتوى من الصوديوم ، وأعلى من حيث المحتوى من البوتاسيوم، ويكونا بذلك قد امتلكا أدنى قيم لنسبة Na^+/K^+ (شكل 1).

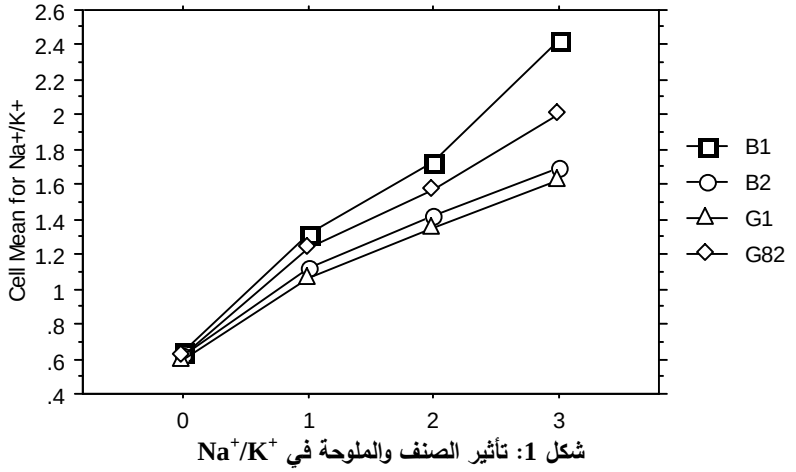
بالاعتماد على معطيات Weimberg(1987)، فإن ارتفاع معدل الصوديوم يعيق امتصاص البوتاسيوم. كما أن Na^+ يزيح Ca^{++} من الغشاء البلاسمي للأوبار الماصة مما يؤدي إلى انخفاض تركيز K^+ في النسيج النباتي (Cramer et al., 1987).

ولما كانت النباتات الأكثر تحملاً للملوحة تسمح بتراكم البوتاسيوم على حساب الصوديوم (Touraine et Ammar 1985; Bizid et al., 1988; Haddad et Coudret 1991)، فإنه يكننا القول وبالاعتماد على هذه الدراسات بأن الصنفين غوطة 1 والباسل 2 يبدوان أكثر تحملاً للملوحة في ظروف هذه التجربة.

جدول / 4 /: تأثير الصنف وملوحة ماء الري في كمية البوتاسيوم والصوديوم في الورقة.

الضغط الاسموزي لماء الري (ضغط جوي)	

القياس	الصنف/	صفر	1	2	3	**متوسط صنف**
	باسل 1	35.24	61.51	69.34	75.34	**60.36a**
صوديوم % من المادة الجافة	باسل 2	34.19	55.38	62.98	66.69	**54.81b**
	غوطة 1	33.41	53.03	60.64	65.12	**53.05b**
	غوطة 82	34.20	58.73	66.82	72.04	**57.95a**
	متوسط ضغط	**34.26a**	**57.16b**	**64.95c**	**69.79d**	
	LSD AB 5% = 5.98		LSD A 5% = 2.99		LSD B 5% = 2.99	
	الصنف /	صفر	1	2	3	**متوسط صنف**
بوتاسيوم % من المادة الجافة	باسل 1	55.21	46.77	40.11	31.05	**43.29a**
	باسل 2	55.78	49.45	44.47	39.48	**47.29b**
	غوطة 1	55.99	49.83	45.03	40.11	**47.74b**
	غوطة 82	55.03	47.31	42.55	36.03	**45.23c**
	متوسط ضغط	**55.50a**	**48.34 b**	**43.04c**	**36.67d**	
	LSD AB 5% = 1.044		LSD A 5% = 0.517		LSD B 5% = 0.517	



شكل 1: تأثير الصنف والملوحة في Na^+/K^+

المادة الجافة:

يتضح، من معطيات الجدول /5/ ، أن زيادة الملوحة تحد من تراكم المادة الجافة في المجموع الخضري لدى جميع الأصناف، وقد وصلت نسبة الانخفاض مقارنة مع الشاهد إلى 16% عند 1 ضغط جوي، و32% عند 2 ضغط جوي، مقابل نحو 38% عند الجهد الحلولي الأعلى (3 ضغط جوي).

جدول / 5 /: تأثير الصنف وملوحة ماء الري في كمية المادة الجافة.

القياس	الصنف/	الضغط الاسموزي لماء الري (ضغط جوي) صفر	1	2	3	**متوسط صنف**
	باسل 1	296.67	200.12	131.21	101.10	**182.28a**
الوزن الجاف للنبات/ مغ	باسل 2	384.22	330.34	285.32	264.11	**315.99b**
	غوطة 1	393.33	363.12	301.08	270.24	**331.94b**
	غوطة 82	326.67	283.34	241.17	212.31	**265.87c**
	متوسط ضغط	**350.22a**	**294.23b**	**239.7c**	**216.25c**	
	LSD AB 5% = 56.32	LSD A 5% = 28.11			LSD B 5% = 28.11	

يلاحظ أن الصنف الباسل 1 أبدى تراجعاً مقداره 31% عن أقرب صنف له وهو غوطة 82، ونحو 44 % عن صنفي باسل 2 وغوطة 1. وبحساب معامل الملوحة للمادة الجافة يتبين جلياً أن الصنفين السابقين حققا بالمتوسط نسبة مقدارها 75% عند 2 ضغط جوي، ونحو 69% عند 3 ضغط جوي.

يمكن رد انخفاض كمية المادة الجافة إلى أن وجود الملح في وسط النمو يعيق من امتصاص العناصر الكبرى وانتقالها مما يؤثر في النمو(Soltani et al., 1990)، كما أن انخفاض المحتوى المائي النسبي للأوراق يمكن أن يسبب انخفاض فعالية ونشاط التمثيل الضوئي وإيقاف نمو النبات (Katkat et al., 1992).

أشار Gorham وآخرون (1985) إلى أن أغلب النباتات المعرضة للملوحة تقوم بتنظيم امتصاص ونقل وتراكم الأيونات، وبناء وتراكم المواد الذائبة العضوية بعملية تدعى التعادل الحلولي، وهذا التنظيم يكون على حساب نموها وإنتاجيتها.

ولعل أحد أسباب انخفاض وزن المادة الجافة للنبات ، تحت ظروف تجربتنا، هو انخفاض المساحة الورقية المقاسة (جدول 6). أدت الملوحة إلى اختزال مساحة الورقة الثالثة والرابعة بمقدار 14 – 15% عند 2 ضغط جوي، و20 – 22% عند 3 ضغط جوي بالمقارنة مع الشاهد. وقد كانت عملية الاختزال أقل وطأة على صنف غوطة 1 الذي أبدى تفوقاً معنوياً على بقية الأصناف وبخاصة على مستوى الورقة الرابعة، حيث بلغت المساحة نحو 46 سم2.

تتفق هذه النتائج مع نتائج Ashraf and McNeilly (1990) وAlberico et Cramer (1993) و Cramer وآخرين (1994b) التي أشارت إلى أن الملوحة قد خفضت بشكل كبير من الوزن الجاف الكلي للجذور والساق ومن المساحة الورقية عند الذرة الصفراء.

جدول / 6 /: تأثير الصنف وملوحة ماء الري في مساحة الورقة الثالثة والرابعة

	الضغط الاسموزي لماء الري (ضغط جوي)

	الصنف /	صفر	1	2	3	**متوسط صنف**
مساحة الورقة الثالثة / سم2	باسل 1	24.57	22.67	20.62	18.29	**21.54a**
	باسل 2	30.38	30.07	27.42	27.30	**28.79b**
	غوطة 1	36.77	34.10	30.67	27.40	**32.24b**
	غوطة 82	33.62	29.17	27.96	24.17	**28.73b**
	متوسط ضغط	**31.34a**	**29.00ab**	**26.67bc**	**24.29c**	
	LSD AB 5% = 8.89		LSD A 5% = 4.4		LSD B 5% = 4.4	
مساحة الورقةالرابعة /سم2	الصنف /	صفر	1	2	3	**متوسط صنف**
	باسل 1	38.22	35.70	33.61	29.87	**34.35a**
	باسل 2	46.70	43.18	40.90	39.94	**42.68c**
	غوطة 1	50.75	51.30	43.93	39.57	**46.39d**
	غوطة 82	46.37	45.93	37.92	36.97	**41.79b**
	متوسط ضغط	**45.51a**	**43.87a**	**39.09b**	**36.59b**	
	LSD AB 5% = 6.92		LSD A 5% = 3.45		LSD B 5% = 3.45	

تحليل كمي للمعايير المدروسة:

يتضمن الجدول /7/ معامل الارتباط (r) بين جميع المعايير المدروسة. يتضح منه العلاقة العكسية بين تركيز الصوديوم في الورقة ومعظم المعايير المدروسة وبخاصة الوزن الجاف للنبات والذي هو المؤشر الأساس لتحمل الملوحة، حيث بلغت قيمة معامل الارتباط (0.701-).

بحساب معامل التحديد (r^2)، فإنه يتضح جلياً أن معدل Na^+/K^+ ساهم بدرجة أكبر في تحديد كمية المادة الجافة حيث بلغ معامل التحديد نحو 55%. هذه النتائج تذكر بما ذكره Greenway et Munns (1980) و Cramer et al (1987) الذين بينوا أن المعدل Na^+/K^+ في المجموع الخضري يمكن أن يبدو كمعيار يسمح بتقييم أداء النباتات تحت ظروف الملوحة، واستخدامه بالتالي كمؤشر انتخاب أولي مبكر من أجل تحمل الإجهاد الملحي.

يتضمن الجدول /8/ التباين الوراثي ودرجة التوريث للمعايير المدروسة. يتضح أن المادة الجافة أظهرت تبايناً وراثياً كبيراً ويليها من بعيد المحتوى المائي النسبي للورقة والمحتوى من الصوديوم والبوتاسيوم، في حين أن المعايير الشكلية كغمد الريشة والجذير ومساحة الورقة الثالثة أبدت درجة توريث أعلى

جدول /7/ معامل الارتباط بين المعايير المدروسة **

	radi...	cole...	ch....	ch.b...	wate...	Na+	K+	Na+/K+	Leaf...	Dry ...
radicle/cm	1.000	.919	.640	.555	.447	-.760	.736	-.742	.844	.682
coleoptile/cm	.919	1.000	.502	.492	.479	-.772	.737	-.746	.799	.595
ch.a mg/g	.640	.502	1.000	.718	.559	-.626	.693	-.683	.501	.625
ch.b.mg/g	.555	.492	.718	1.000	.515	-.560	.616	-.609	.542	.606
water content	.447	.479	.559	.515	1.000	-.742	.887	-.864	.421	.513
Na+	-.760	-.772	-.626	-.560	-.742	1.000	-.929	.949	-.655	-.701
K+	.736	.737	.693	.616	.887	-.929	1.000	-.990	.692	.717
Na+/K+	-.742	-.746	-.683	-.609	-.864	.949	-.990	1.000	-.707	-.741
Leaf 3/cm2	.844	.799	.501	.542	.421	-.655	.692	-.707	1.000	.727
Dry weight/mg	.682	.595	.625	.606	.513	-.701	.717	-.741	.727	1.000

****Radicle: الجذير – coleoptile: غمد الريشة – ch.a: كلوروفيل أ – ch.b: كلوروفيل ب –**

water content : محتوى الورقة بالرطوبة – Na^+: شاردة الصوديوم – K^+: شاردة البوتاسيوم

– Na^+/K^+: نسبة الصوديوم الى البوتاسيوم – Leaf 3: مساحة الورقة الثالثة – Dry weight: الوزن الجاف

جدول /8/: درجة التوريث والتباين الوراثي للمعايير المدروسة

المعيار	جذير	غمد ريشة	كلوروفيلa	رطوبة الورقة	Na^+	K^+	Na^+/K^+	الورقة الثالثة	المادة الجافة
درجة التوريث	0.811	0.854	0.066	0.559	0.589	0.487	0.388	0.812	0.029
التباين الوراثي	0.687	0.280	0.001	3.64	2.613	1.965	0.021	1.32	67.36

خلاصة:

سبب ارتفاع الجهد الحلولي لماء الري إلى 2 ضغط جوي انخفاضاً بنسبة الكلوروفيل a ونسبة الكلوروفيل b مقداره بالمتوسط 20%، وانخفاضاً معنوياً في المحتوى المائي النسبي للورقة بلغ 6%. كما سبب تزايد الإجهاد الملحي إلى مستوى الضغط الجوي السابق زيادة في محتوى الأوراق من الصوديوم مقداره 90% وانخفاضاً بالبوتاسيوم بلغ 23 % ، واختزالاً في المساحة الورقية مقداره 14 – 15% بحسب مستوى الورقة، وانخفاضاً في المادة الجافة النهائية وصل إلى 32%.

سجل الصنف غوطة 1 والهجين الباسل 2 تفوقاً على جميع الأصناف، سواء من حيث المحافظة على محتوى الأوراق من الرطوبة، أو في الحد من اختزال المساحة الورقية. كما أبدى هذان الطرازان الوراثيان قيماً متماثلة وأدنى معنوياً من حيث المحتوى بالصوديوم، وقيماً أعلى من حيث نسبة البوتاسيوم، وحققا بذلك أدنى القيم في معدل Na^+/K^+. وقد أظهر حساب معامل الملوحة للمادة الجافة أن الصنفين المذكورين حققا بالمتوسط نسبة مقدارها 75% عند 2 ضغط جوي، ونحو 69% عند 3 ضغط جوي. لذلك، يعتبر الصنفان غوطة 1 والباسل 2 مبدئياً أقل تأثراً بملوحة ماء الري وملوحة التربة تحت ظروف تجربتنا هذه، ونؤكد على ضرورة الاستمرار بالبحث لرصد تأثير الملوحة في غلة الحبوب ومكوناتها.

المراجع:

.....

-Abd-EL-Baki G.K., Siefritz F., Man H.M., Weiner H., Kaldenhoff R., Kaiser W.M. 2000. Nitrate reductase in Zea mays L., under salinity. Plant, cell and Environment. 23 (5) 515 - 521.

-Abdul Hamid I. 1986. Influence de la qualité semencière sur la germination, la croissance hétérotrophe et le devenir des plantules de Maïs (Zea mays L.). Thèse de doctorat. Université de Rennes 1. 148p France.

-Acevedo E., Ceccarelli S. 1989. Role of physiologist-Breeder in a Breeding program for drougth resistance conditions. In: Drougth Resistance in Cereals F.W.G. Baker ed., Oxon (U.K.), 117 - 139.

- Alam S.M., Azmi A.R., Naqvi S.M. 1989. Effect of salt stress on germination and seedling growth of wheat cultivars. Wheat Information Service No. 68

-Alberico G.J., Cramer G.R., 1993. Is the salt tolerance of maize related to sodium exclusion? I. Preliminary screening of seven cultivars. Journal of Plant Nutrition. 16 (11) 2289 - 2303.

-Ansari R, Naqvi S.M. Ala S.A. 1987. Tolerance of wheat (Triticum aestivum L.) cultivars to sodium salts. Rachis 6 (2): 41 - 44.

-Asch F., Dingkuhn M., Miezan K., Dörffling K. 2000. Leaf K/Na ratio predicts salinity induced yield loss in irrigated rice. Euphytica 113, 109-118

-Ashraf M., T McNeilly, 1990. Improvement of salt tolerance in Maize by selection and breeding. Plant Breeding, 104, 101-107.

-Bizid E., Zid E., Grignon C. 1988. Tolérance à NaCl et séléctivité K^+/ Na^+ chez les Triticale. Agronomie 8 (1), 23 - 27.

-Coudret A. 1981. Action du NaCl sur les contraintes et relations hydriques dans les parties aériennes de Plantago maritima L. Et Plantago lanceolata L. Oecol. Plant. 2 (16): 111 - 120.

-Cramer G.R., Alberico G.J., Schmidt C. 1994a. Salt tolerance is not associated with the sodium accumulation of two maize hybrids. Australian Journal of plant physiology. 21 (5) 675-692.

-Cramer G.R., Alberico G.J., Schmidt C. 1994b. Leaf expansion limits dry matter accumulation of salt-stressed maize. Australian Journal of plant physiology. 21 (5) 663-674.

-Cramer G.R., Lynch J., Lauchli A., Epstein E. 1987. Influx of Na^+, $K^+$and Ca^{2+} in to roots salt-stressed cotton seedlings. Plant physiol. 83: 510 - 516.

-Dwivedi K.N., C.N. Chaubey and N.R. Gupta. 1991. Study of saline-alkali soil

resistance in rice (Oryza sativa L.). Oryza (28): 265-267

-EL-Batanouny K.H., Hussein M.M., Abo EL-Kheir M.S.A. 1988. Response of Zea mays to temporal variation of irrigation and salinity under fram conditions in the Nile Delta of Egypt. International Conference on plant Growth. Drought and Salinity in the Arab Region, Cairo Univ. Egypt. December. 3-7.

-Epstein E., Norlyn J.D., Rush D.W., Kingsbury R.W., Kelley D.B., Gunningham G.A., Wrona A.F. 1980. Saline culture of crops: A genetic approach. Science. 210. 399 - 404.

-Gorham J., Budrewicz E., McDonell E ., Wyn Jones R.G. 1985. Salt tolerance in the Triticeae: Growth and solute accumulation in leaves of Thinopyrum bessarabicum. J. Exp. Bot. 36 (168): 1021-1031

-Greenway H., Munns R. 1980. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. Annu. Rev. Plant physiol. 31: 149 - 190.

-Haggag M.E.A., El-Bahr M.K., Nofal Z.A., Rady M.R. 1999. Selection and characterization of salt tolerance callus cultures in maize (Zea mays L.). Egyptian Journal of Agronomy. 20 (1/2) 165 - 177.

-Haddad S., Coudret A., 1989. Comportement hydrique et ionique de deux Tirticales cultiévs en presence de NaCl. Bull. Amélior. Prod. Agric. Milieu Aride, 3: 77 - 89.

-Haddad S., Coudret A., 1991. Effets de l'adjonction de KCl ou de $CaCl_2$ sur la tolérance au NaCl chez deux cultivars de Triticale (Clercal et Beagle). Can. J. Bot. Vol 69. 2113 - 2121.

-Hana F., AL-Rahmani K. Saad M. 1997. Plasma membrane and salinity tolerance of barley plants. Mu'tah Journal for Research and Studies Vol. 12, No.1.

-Harborne J.b. 1983. A guide to modern techniques of plant analysis. Phytochemical Methodes. 2nd ed. 288 p. Chapman and Hall.

-INRA .1984. Consequences de modifications microclimatiques sur la croissance et le developpement du maïs. INRA. Agronomie. Centre de recherche de Colmar. 181p.

-Katkat, V.A., Haddad S., Veisseire P., et A. Coudret. 1992. Effect du NaCl et de l'adjonction de KNO3 au NaCl sur la transpiration, la photosynthese et la respiration de triticale. Rachis, 3: 60-6−

-Kuruvadi S.1988. Variation in roots and coleoptile of durum wheat.Rachis7(1-2): 39 -41.

-Munns R., Termaat A., 1986. Whole-plant response to salinity. Aust. J. Plant Physiol. 13: 143 - 160.

-Nuranc T., and M Cakirlar. 2002. The effect of salinity on some physiological parameters in some maize cultivars. Bulg. J. Plant Physio., 28 (1-2), 66-74.

-Omar A.M., 1996. Response of maize crop (Zea mays L.) to Alar application under saline conditions. J. Agric. Tanta Univ., 22(1).

- Puritch G.S., Barkar A.V. 1977. Structure and function of tomato leaf chloroplaste during ammonium toxicity. Plant Physiol. 42:1229

-Rao S.A., McNeilly T. 1999. Genetic basis of variation for salt tolerance in maize (Zea mays L.). Euphytica. 108 (3) 145 - 150.

-Shadi A.I., Rashed M.A., Sarwat M.I., EL-Din M.A.T., Abo-Doma A.F., 1999. Salt tolerance evaluation of some maize inbreds (Zea mays L.) as detected by biochemical and genetic indices. Annals of Agricultural Science (Cairo). 44 (2) 459-477.

-Sinclair T.R., Ludlow M.M. 1985. Who taught plants thermodynamics? The unfulfilled potential of leaf water potential. Aust. J. Plant Physiol. 12: 213 - 217.

- Soliman M.F., Kostandi S.F. 1998. Effect of saline environment on yield and smut disease severity of different corn genotypes (Zea mays L.). Journal of Phytopathology. 146 (4) 185 - 189.

- Soltani A, Hajji M, Grignon C., 1990. Recherche de facteurs limitant la nutrition minérale de l'orge en milieu salé. Agronomie 10, 857 - 866.

- Touraine B., Ammar M., 1985. Etude comparée de la sensibilité au sel d'un triticale et d'une orge. Agronomie, 5: 391 - 395.

- Weimberg R., 1987. Solute adjustment in leaves of two species of wheat at two different stages of growth in response to salinity. Physiol. Plant. 70: 381 - 388.

- Willadino L., Camara T.R., Tabosa J.N., Andrade A.G., Gomes R.V., Souza A.J. 1994. Evaluation of maize cultivars in the saline soil of the semi-arid region of Pernambuco. Pesguisa Agropecuaria Brasileira. 29 (7) 1059 - 1065.