مجلة جامعة تشرين للدراسات و البحوث العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (28) العدد (2) 2006
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research - Biological Science Series Vol. (28) No (2) 2006

الاستجابة الفيزيولوجية للملوحة لدى بعض الطرز الوراثية من القمح (Triticum spp.) في مرحلة النبات الفتيّ

الدكتور طارق علي ديب*
الدكتور بولص خوري**
سناء شيخ***

(قبل للنشر في 2006/10/9)

□ الملخّص □

تشكل الملوحة عائقاً رئيسياً في نموّ النبات، حيث تواجه محاصيل الحبوب هذه المشكلة في سورية. لذلك يعتبر استخدام طراز وراثي من القمح مقاوم للملوحة أمراً ضرورياً. ضمن هذا الاتجاه، تمّ إنجاز دراسة عن حالة الماء، استبعاد الأوراق لشوارد الصوديوم +Na والانتخابية +K/ Na+ لخمسة طرز وراثية من القمح (ثلاثة طرز من القمح القاسي: حوراني، شام 3، شام 1 ؛ واثنان من القمح الطري: شام 4، وشام 6) في مرحلة النبات الفتي بعمر أربعة أوراق. المعامل بخمسة تراكيز ملحية (شاهد، 8، 12، 16، 20 $dS\ m^{-1}$) بغية إدراك الأوليات الأساسية لتطوير معيار التحمل للملوحة.

بدت الطرز الوراثية من القمح القاسي أقلّ تحملاً للملوحة مقارنةً بتلك من القمح الطري شام 4 وشام 6 حيث راكمت الأقماح القاسية المدروسة في أوراقها وجذورها كمية أكبر من +Na وكمية أقلّ من البوتاسيوم مقارنةً بالطرازين الطريين. حيث حافظ هذان الأخيران على معدل +K/ Na+ مرتفع (لاسيما طراز القمح الطري شام6) مقارنةً بالطرز الوراثية المدروسة.

كلمات مفتاحية: محتوى +Na، محتوى +K، معامل الانتخابية +K/ Na+، ملوحة، المحتوى المائي للمجموع الخضري، قمح طري Triticum aestivum، قمح قاسي Triticum durum.

* أستاذ مساعد – قسم المحاصيل الحقلية – جامعة تشرين– كلية الزراعة – اللاذقية – سوريا.
** أستاذ مساعد – قسم المحاصيل الحقلية – جامعة تشرين– كلية الزراعة – اللاذقية – سوريا.
*** طالبة ماجستير – قسم المحاصيل الحقلية – جامعة تشرين– كلية الزراعة – اللاذقية – سوريا.

مجلة جامعة تشرين للدراسات و البحوث العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (28) العدد (2) 2006
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research - Biological Science Series Vol. (28) No (2) 2006

Physiological Responses of Some Cultivars of Wheat (Triticum spp.) to Salinity at Juvenile Stage

Dr. Tarek Ali Dib*
Dr. Boulos Khoury**
Sana Sheikh***

(Accepted 9/10/2006)

□ ABSTRACT □

Salinity constitutes a major obstacle to the growth of plants. Growing of cereal crops in Syria confronted with this problem. The utilization of a resistant cultivar to salinity has become imperative. A study of the hydric status, the leaves exclusion of Na+ and the selectivity K+/Na+, at the stage 4 leaves, of 5 cultivars of wheat (3 Durum Wheat: Horani, Sham 1, and Sham 3 ; and 2 Bread Wheat: Sham 4 and Sham 6) treated with five concentration of salt (control, 8, 12, 16, 20 dS m^{-1}) has been conducted to understand the underlying mechanisms in order to develop criteria for improving resistance to the salinity.

Durum wheat tends to be less salt tolerant than Na+ and less K+ in their leaves and roots than bread wheat (Sham 4 and Sham 6). A high K+/Na+ ratio has been noted specially in Sham 6 compared with other studied cultivars.

Key words: Salinity, k+/Na+ Discrimination, Na+, K+ Concentration, Water statement, Triticum aestivum, Triticum durum.

*** Associated professor, Department of Crops, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
**** Associated professor Department of Crops, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
***** Postgraduate Student,, Department of Crops, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.**

مقدمة:

ينتج العالم من حبوب القمح ما يقارب 550.4 مليون طن من مساحة تقدر 204.1 مليون هكتار، أما بالنسبة للوطن العربي فإنّ زراعة القمح تمثّل 34.9% من إجمالي مساحة الحبوب المقدرة بحوالي 8 مليون هكتار أنتجت حوالي 23 مليون طن بمعدل 2.8 طن للهكتار (FAO, 2004). في الجمهورية العربية السورية، وهي أحد مراكز النشوء الرئيسية للعديد من الأقماح، يحتلّ القمح المرتبة الأولى بين مجموع محاصيل الحبوب بإنتاج قدره 4.66 مليون طن وفي مساحة 1.9 مليون هكتار لعام 2005 أي بمعدل 2.45 طن للهكتار (FAO, 2005).

إنّ أهمّ عاملين بيئيين يمكن أن يؤديا إلى انخفاض إنتاجية الأنواع النباتية هما الجفاف والملوحة (Serrano et al, 1999). ويعدّ الإجهاد الملحي من أهمّ التحديات التي تواجه الإنتاج الزراعي. وتحدّ الملوحة من إمكانية التوسع الزراعي في معظم دول العالم، وخاصةً في مناطق الزراعة المروية (Rausch et al, 1996).

يتأثر نموّ النباتات تحت الإجهاد الملحي بفعل الإجهاد الحلولي Osmotic Stress حيث يقلّل وجود كميّة زائدة من الأملاح الذوابة من كميّة الماء الخارجي الحرّ المتاح للنبات، أو بفعل التأثيرات الأيونية النوعية Specific-Ions في العمليات الاستقلابية (Munns, 1993)، ويشكّل الإجهاد الملحي في منطقة حوض المتوسط مشكلة للعديد من الزراعات الأساسية والمهمّة. ونظراً لارتفاع تكاليف استصلاح الأراضي المتملحة، وندرة المياه في تلك البيئات، لابدّ من البحث عن نباتات أكثر تكيفاً مع المستويات المرتفعة من الملوحة وذلك لحلّ المشاكل التي تواجه التكثيف الزراعي في هذه المناطق (Epstein et al, 1980).

يعتبر تحمّل النباتات للملوحة ظاهرة معقدة تشتمل على عمليات مورفولوجية، كيماحيوية، وفيزيولوجية. ويرتبط أحد أهم المظاهر الأساسية لتحمّل الملح في النباتات بتأثيرات الأيون النوعي(Saneoka et al, 1999). حيث تستطيع بعض النباتات استبعاد أيونات Na^+ أو Cl^- من الأجزاء الهوائية Shoots وذلك من خلال تدفق مخفض عند بلازما خلايا الجذر Plasmalemma of cells، والدفق Efflux من الجذور، وإعادة الانتقال خارج الأوراق (Erdei and Taleisnik, 1993 ; Koryo et al 1993 ; Koryo, 1997).

تقلل الملوحة النمو عند النباتات غير المتحملة للملوحة Glycophytes وذلك بتغيير التوازن المائي والأيوني للأنسجة (Greenway et Munns, 1980) على مستوى الأوراق، وهذه الظاهرة متلازمة مع انخفاض بالامتلاء (الانتفاخ)Turgescence، عقب انخفاض في تبدل الجهد المائي بين النبات والوسط (Levigneron et al, 1995). هذا وتمّت الإشارة عموماً إلى أنّ تحمل القمح للملح متوسط بالمقارنة مع الشعير والقمحيلم (Ehert et al, 1990) ; (Ouerghi et al, 2000). وتعدّ الأقماح السداسية Hexaploides عموماً أكثر تحمّلاً من الأقماح الرباعية Tetraploides (Havaux, 1987) ؛ (علي ديب وكيال، 2005).

عند القمح كما عند القمحيلم، فإنّ العلاقة مؤكدة بين مقاومة الملح / استبعاد شوارد Na^+: الأصناف الأكثر مقاومة هي تلك التي تنقل شوارد أقل من Na^+ في أوراقها (Bizid et al,1988 ; Wyn Jones et al, 1984 ; Ali-Dib et Abdul-Hamid, 2004). وينطبق هذا على الذرة البيضاء حيث يتم انتخاب أصناف متحملة للملوحة على أساس محتوى ورقي قليل من شوارد Na^+ وعلى أساس انتخابية قوية لصالح شوارد البوتاسيوم K^+ (Pathamanabhan, 1976). وجد أنّ آلية تحمّل الملح في مثل هذه النباتات مرتبطة بفعالية ونشاط ATPase في الجذور، وبإمكانية الجذور في إقصاء Na^+ منها وتنظيم نقله إلى السويقات (Nakamura et al, 1996). اعتبر الباحثان(Zid and Grignon, 1991) أنّ محتوى الأوراق من شوارد Na^+ من الممكن أن يكون معياراً جيداً لتحمل

الملوحة ولكن ليس دقيقاً بسبب الفعل المتبادل بين سرعة نمو الأنسجة وسرعتها في امتصاص +Na. من جهة أخرى، فإنّ تجزئة هذا الكاتيون، على مستوى الخلية، على مستوى النسيج وحتى على مستوى النبات الكامل تعيق كل علاقة بسيطة بين معدل المحتوى من +Na، انخفاض النمو، وظهور أعراض السمية بالملح (Cheeseman, 1988).

تعتبر عملية توزّع الأيونات بين الأعضاء (جذور، أجزاء هوائية)، والأنسجة (بشرة Epiderme، نسيج ضام Mésophylle) وأيضاً بين الأجزاء الخلوية (فجوة، سيتوبلازم) عبارة عن إحدى آليات التكيف للإجهاد الملحي. حيث تعتبر عموماً شوارد الصوديوم مجزّأة بشكل جيد داخل الفجوة (Cheeseman, 1988)، عند النباتات المتحملة بعكس النباتات الحساسة. تتضمن التسوية الأسموزية تراكم أيونات معدنية (Na+, Cl-, K+) و/ أو مواد ذائبة عضوية Solutès organiques مثل البرولين والسكريات الذوابة، وغليسين بيتائين Glycine-bétaïne، والأحماض العضوية، الخ... (Morgan, 1984).

هدف البحث:

إلى الكشف عن التباين بين طرز وراثية من القمح وذلك بدراسة بعض المؤشرات الفيزيولوجية التي لها علاقة بخصائص البادرة بغية تقييم مدى صلاحيتها مستقبلاً كمعيار انتخاب في مجال تحسين تحمّل القمح للملوحة.

مواد وطرائق البحث:

تضم المادة النباتية خمسة طرز وراثية من القمح (.Triticum spp) وفي الجدول (1) ملخص لأهم الصفات الزراعية والشكلية للطرز موضع الدراسة مع الإشارة إلى أنّ ثلاثة منها من النوع القاسي (T. turgidum var. durum) حوراني محلي معروف في سورية، شام 1 و شام 3 صنفان محسنان يزرعان بمساحة كبيرة في القطر العربي السوري، وصنفان محسنان من النوع الطري (T. aestivum) شام 4 وشام 6 ويزرعان بمساحة لا يستهان بها في سورية.

تمّ الإعداد للتجارب ومن ثمّ البذر في أصص سعة كلٍ منها 2 كغ تربة رملية حيث بذر في كلّ أصّ خمسة بذور على عمق 1سم، تلاه ريّ بالماء المقطّر. تمّت التجارب ضمن ظروف عادية، درجة حرارة 20 ± 2° م، الرطوبة النسبية بين 55–60%، في مخابر كلية الزراعة، جامعة تشرين. خلال الأشهر الأولى من عام 2006.

منذ الإنبات تمّ ترتيب الأصص وفقاً لتصميم القطع المنشقة Split Plot design في أربعة مكررات حيث الأصناف تمثّل القطع الرئيسية Main plots ومستويات الملوحة Salinity levels في تحت القطع Sub plots.

تمّ إرواء القطع مع خمسة محاليل ملحية مختلفة كالتالي:

1– الشاهد control /محلول هوغلاند، $2\ dS\ m^{-1}$ (Hoagland and Arnon, 1940).

2– مستوى $8\ dS\ m^{-1}$ (محلول هوغلاند + محلول ملحي للوصول إلى $8\ dS\ m^{-1}$).

3– مستوى $12\ dS\ m^{-1}$ (محلول هوغلاند + محلول ملحي للوصول إلى $12\ dS\ m^{-1}$).

4– مستوى $16\ dS\ m^{-1}$ (محلول هوغلاند + محلول ملحي للوصول إلى $16\ dS\ m^{-1}$).

5– مستوى $20\ dS\ m^{-1}$ (محلول هوغلاند + محلول ملحي للوصول إلى $20\ dS\ m^{-1}$).

المحلول الملحي المضاف لمحلول هوغلاند Hogland مركب من كلوريد الصوديوم Na Cl، وكلوريد الكالسيوم Ca Cl2 وكلوريد المغنيزيوم Mg Cl2 بنسب 1:1:1. تمّ إرواء النباتات كل سبعة أيام لتجنّب تأثيرات إجهاد آخر.

تمّ اقتطاع العينات المخصصة لمختلف تحاليل المحتوى المائي للمجموع الخضري والأيونات المعدنية في مرحلة النبات الفتي بطور أربعة أوراق وهذا يطابق التقسيم العشري 30 لزادوكس ورفاقه وطور B2 حسب جونارد (Zadocks et al, 1974). أخذت النباتات من كلّ أصّ وعند مختلف المستويات الملحية، وبعد غسل الجذور على مجرى ماء الصنبور. تمّ تجفيف المجموع الخضري والجذري عقب فصلهما على درجة حرارة °80م لمدّة 48 ساعة. تمّت الاستفادة من الوزن الطري والجاف للمجموع الخضري حين حساب المحتوى المائي للمجموع الخضري (وذلك محسوباً على أساس نسبة مئوية مادة جافة).

المحتوى المائي للمجموع الخضري= (الوزن الطري– الوزن الجاف) × 100/ الوزن الجاف

تمّ تقدير الأيونات المعدنية عملاً بطرق (Richards, et al, 1954)، حيث تمّ طحن العينات بمساعدة مطحنة خاصة للتحاليل الكيميائية. وتمّ تقدير الأيونات المعدنية K+, Na+ للجذور والمجموع الخضري وذلك باستخدام جهاز الامتصاص الذريّ.

بخصوص تجربة أثر الملوحة في النموّ الخضري، تمّ حساب سطح ورقة البادرة بمساعدة الطريقة التقليدية:

الطول x العرض الأعظمي للورقة x 0.79 (Voldeng and Simposon, 1967.) .

تمّ اتباع التحليل الإحصائي وفقاً للمعالجات الموصوفة من قبل (Steel and Torrie, 1960) حسب التصميم المستخدم.

جدول (1): أهم المواصفات الشكلية الزراعية للطرز الوراثية المدروسة.

الطرز (الأصناف)	طبيعة النمو	التفاف الأوراق عند تطاول الساق	سطح ورقة العلم عند الإزهار سم2	دليل الإشطاء	ارتفاع النبات عند النضج سم	البيئة المستهدفة
حوراني	نصف قائم	+R*	33.0 ± 2.3	1.3	115.0±4.7	منطقة الاستقرار الثانية
شام 1	قائم	R	31.0 ± 0.9	1.9	88.0 ±3.2	المروية واستقرار أولى
شام 3	نصف قائم	R+	23.0 ± 1.2	1.6	91.2 ± 4.0	منطقة الاستقرار الثانية
شام 6	نصف قائم	R+	28.0 ± 1.5	2.1	85.0 ± 2.3	منطقة الاستقرار الثانية
شام 4	قائم	R	32.0 ± 0.8	1.7	83.0 ± 3.0	المروية واستقرار أولى

+R*: التفاف الأوراق أكثر وضوحاً. نتائج إحدى التجارب في منطقة الاستقرار الأولى

النتائج:

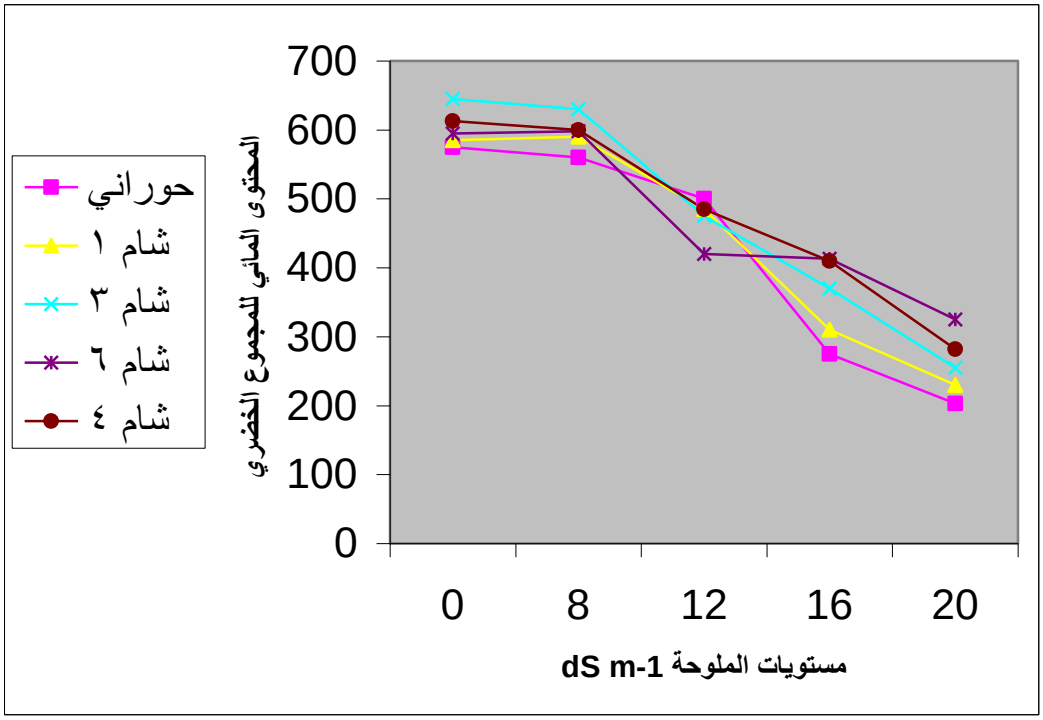
أثر الملوحة في النمو الورقي والمحتوى المائي للمجموع الخضري:

ينخفض إجمالاً المحتوى المائي مع تزايد تركيز الملح (شكل 1)، لكن هذا الانخفاض كان محدوداً وذلك حين الانتقال من مستوى الشاهد (بدون ملح) إلى المستوى الأول (تركيز $8\ dS\ m^{-1}$) وذلك بمقارنة متوسط المحتوى المائي لمجمل الطرز المدروسة عند مستوى الشاهد (602.6 ±) مع متوسط المحتوى المائي لهذه الطرز عند مستوى $8\ dS\ m^{-1}$ (595.6±). في حين عند مستوى الملوحة $12\ dS\ m^{-1}$، نلحظ أنه يوجد هناك انخفاض واضح في المحتوى المائي مع تزايد تركيز الملح، حيث بلغت نسبة الانخفاض 21.5% مقارنةً مع الشاهد، وزاد الانخفاض لكي يبلغ 40.98% لمجمل الطرز بالمقارنة مع الشاهد وذلك عند التركيز $16\ dS\ m^{-1}$. وفي التركيز $20\ dS\ m^{-1}$ بلغ الانخفاض 57% بالنسبة للشاهد. وهناك تباين بين الطرز في مقدار هذا الانخفاض حيث كانت نسبته كالتالي: عند التركيز $12\ dS\ m^{-1}$: 13، 17.09، 26.55، 29.41، 20.88 مقارنةً بالشاهد لكلّ من حوراني، شام 1، شام 3، شام 6، شام 4 على التوالي. بينما بلغت نسبة الانخفاض في المحتوى المائي عند التركيز $16\ dS\ m^{-1}$: 52.17، 47.0، 42.6، 30.58، 33.11 مقارنةً بالشاهد لطرز القمح المدروسة حوراني، شام1، شام 3، شام 6، وشام 4 على التوالي. وزادت نسبة الانخفاض عند التركيز $20\ dS\ m^{-1}$ لتصل إلى: 64.6، 60.6، 60.4، 45.37، 53.99، مقارنةً بالشاهد للطرز حوراني، شام 1، شام 3، شام 6، وشام 4 على التوالي.

يتضح أنه عند التركيز $16\ dS\ m^{-1}$ كان المحتوى المائي الأكثر ارتفاعاً لدى الطرز شام 6، شام 4، ومن ثمّ شام3 في حين أنّ قيمتي المحتوى المائي الأكثر انخفاضاً تمّ تسجيلها لدى طرازي القمح القاسي حوراني وشام1. واستمرّ الانخفاض بشكلٍ واضحٍ عند المستوى $20\ dS\ m^{-1}$.

حافظ الطراز الطري شام 6 على أقلّ نسبة انخفاض مقارنة ببقية الطرز المدروسة من القمح، لاسيما القاسية منها وذلك عند الانتقال من المستوى الملحي $16\ dS\ m^{-1}$ إلى المستوى الملحي $20\ dS\ m^{-1}$.

أظهر تحليل التباين عند المستوى الأخير للملوحة، فروقات واضحة بين الطرز جدول (2) وكان هناك فعل متبادل بين الطراز الوراثي من القمح والملوحة عالي المعنوية (HS) مما يشير إلى أنّ الطرز استجابت بشكلٍ مختلفٍ إزاء زيادة الملوحة. أيضاً عند هذا المستوى، بدا تأثير الملوحة واضحاً وبشكل غير مباشر على النمو الخضري (المساحة الورقية). حيث أظهر تحليل التباين فروقات معنوية بين الطرز وكان انخفاض مساحة الورقة الأخيرة للنبات الفتي أكثر أهمية لدى حوراني، وشام 1 بنسبتي انخفاض وقدرهما (−33.04%) و (−29.2%) لهذين الطرازين من القمح القاسي على التوالي (بالمقارنة مع سطح الورقة عند مستوى الشاهد). يليهما القاسي شام 3 بنسبة انخفاض (−23.33%)، في حين لم تتجاوز نسبة الانخفاض هذه (−17.85%) عند القمح الطري شام 6 و(−22.13 %) عند الطراز الطري شام 4. وكان هناك فعل متبادل طراز وراثي مع الملوحة معنوي مما يشير إلى أنّ الطرز استجابت بشكل مختلف إزاء زيادة الملوحة (جدول 2).



شكل (1): المحتوى المائي للمجموع الخضري للطرز الوراثية المدروسة من القمح عند مختلف مستويات الملوحة.

جدول (2): تأثير الإجهاد الملحي في الأجزاء الهوائية: المحتوى المائي للأجزاء الهوائية (% مادة جافة)، وسطح الورقة الأخيرة (سم2) للطرز المدروسة من القمح وذلك عند مستوى $20\ dS\ m^{-1}$.

الطرز المدروسة (الأصناف)	المحتوى المائي (% مادة جافة)		سطح الورقة (سم2)	
	شاهد	$20dS\ m^{-1}$	شاهد	$20dS\ m^{-1}$
حوراني	c 575	e 203	23 b	d 15.4
شام 1	bc 585	d 230	b 22.6	d 16
شام 3	a 645	c 255	a 24	bc 18.4
شام 6	b 595	a 325	a 25.2	a 20.7
شام 4	b 613	b 282	a 24.4	ab 19
أثر الطراز الوراثي	HS		S	
أثر المعاملة	HS		HS	
الأثر المتبادل طراز x معاملة	HS		S	

الأيونات المعدنية:

ترافق انخفاض المحتوى المائي للمجموع الخضري بتراكم شوارد +Na. بقي تراكم +Na في المجموع الخضري مرتفعاً جداً بالمقارنة بتراكم +K. إنّ إيضاح الحساسية للملح من خلال التبدلات الطارئة في المحتوى المائي مرتبطٌ بقابلية النباتات على تحمّل تراكم شوارد +Na في أوراقها (شكل 1 و2).

تتأثر كمية الأيونات المعدنية بتركيز الملح الذي يخضع إليه النبات. هذا وبدا أثر التراكيز الملحية في التغيرات في محتوى العناصر المعدنية معنوياً (جدول3). يعمل وجود الملح في الوسط على تشويش واضطراب التغذية المعدنية للنبات.

جدول (3): تأثير الملوحة والطراز الوراثي للقمح في محتوى المجموع الخضري من +Na ,+K (غ/100غ مادة جافة).

	مستوى ملوحة/طراز وراثي	Na+	K+
مستوى الملوحة +	شاهد	e# 0.84	a 3.0
	مستوى 8 dS m^{-1}	cd 1.78	ab 2.7
	مستوى 12 dS m^{-1}	c 2.84	bc 2.5
	مستوى 16 dS m^{-1}	b 6.28	bc2.4
	مستوى 20 dS m^{-1}	a 10.86	c 2.00
الطراز الوراثي ±	حوراني	a 9.14	d 1.66
	شام 1	b 5.26	d 1.60
	شام 3	c 3.84	c2.80
	شام 6	d 1.40	a 4.20
	شام 4	c 3.08	b 3.20

+ متوسطات نتائج الطرز الخمسة المدروسة، ± متوسطات لخمس مستويات ملوحة،

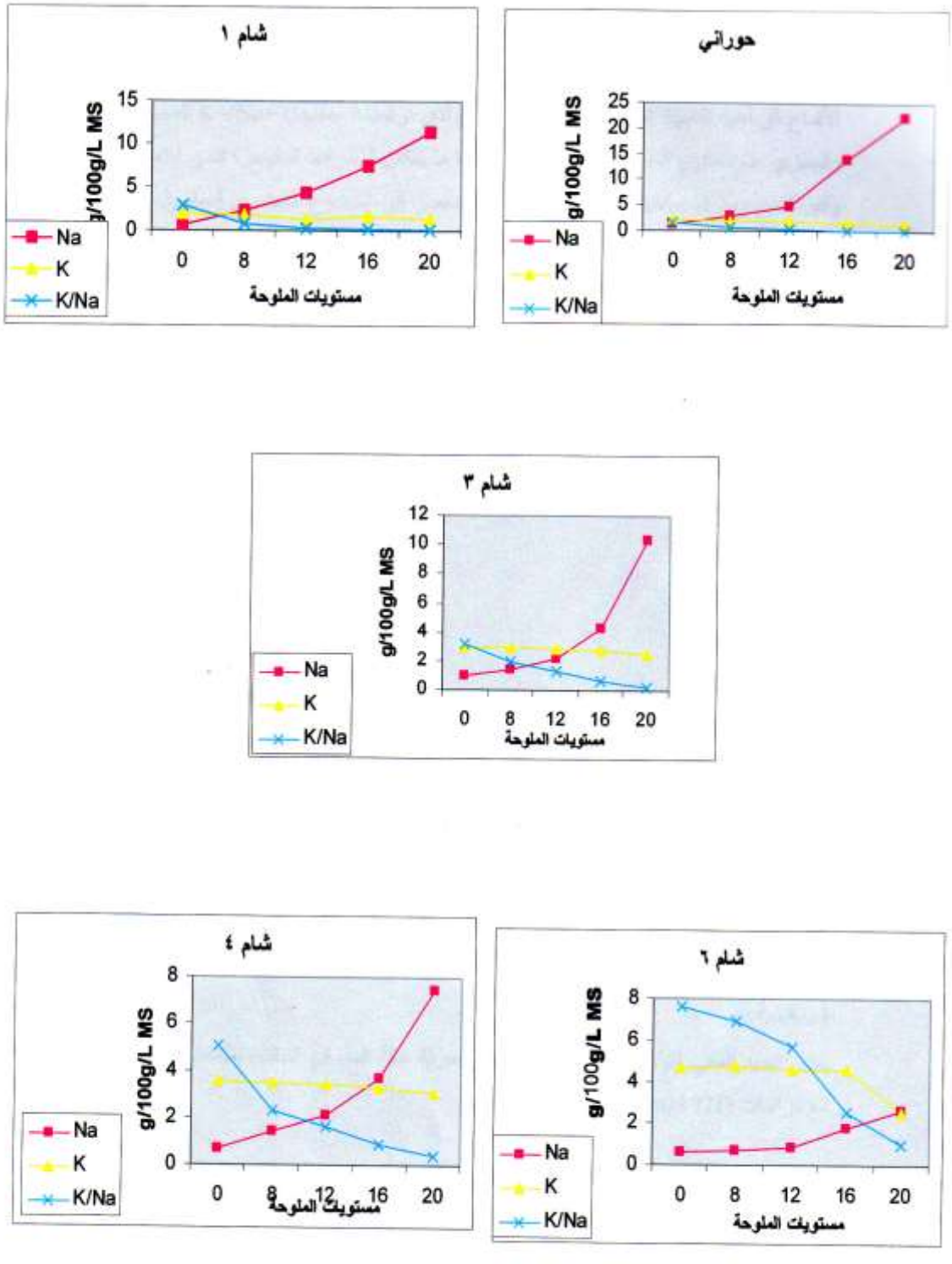
المتوسطات ضمن كل عمود والمتبوعة بنفس الحرف لا تختلف معنوياً فيما بينها عند مستوى 5% باستخدام اختبار دانكان متعدد المجالات (Duncan's Multiple Range Test).

تمّ الحصول على أعلى تركيز من +Na عند المستوى الملحي 20 dS m^{-1}. ولقد سجل الحوراني أعلى تركيز من +Na (9.14) يليه شام 1 (5.26) تحت مستويات الجهد الملحي المدروسة. وكان للطراز شام 6 أدنى تركيز كمتوسط لمجمل هذه المستويات بما يعادل (1.40 غ/ 100غ مادة جافة) بينما سجل الطرازان شام 3 وشام 4 القيمتين (3.84 ؛ 3.08) على التوالي.

بملاحظة الفروقات بين المستويات في تراكمات +Na ولمجمل الطرز، نشهد أن مداها كان مداها ملحوظاً عند الانتقال من الشاهد إلى المستوى 8 dS m^{-1}. وازداد المدى تأثيراً حين الانتقال من المستوى 12 إلى المستوى 16 ومنه إلى المستوى 20 حيث كانت الفروقات معنوية وبشكلٍ واضحٍ.

كانت كميات أيونات الصوديوم المتراكمة في أوراق الطرز الوراثية الخمسة المدروسة من القمح، أكثر أهمية بالمقارنة بتلك كميات أيونات البوتاسيوم +K تحت تأثير الإجهاد الملحي حيث انخفض تراكم +K البوتاسيوم بشكلٍ

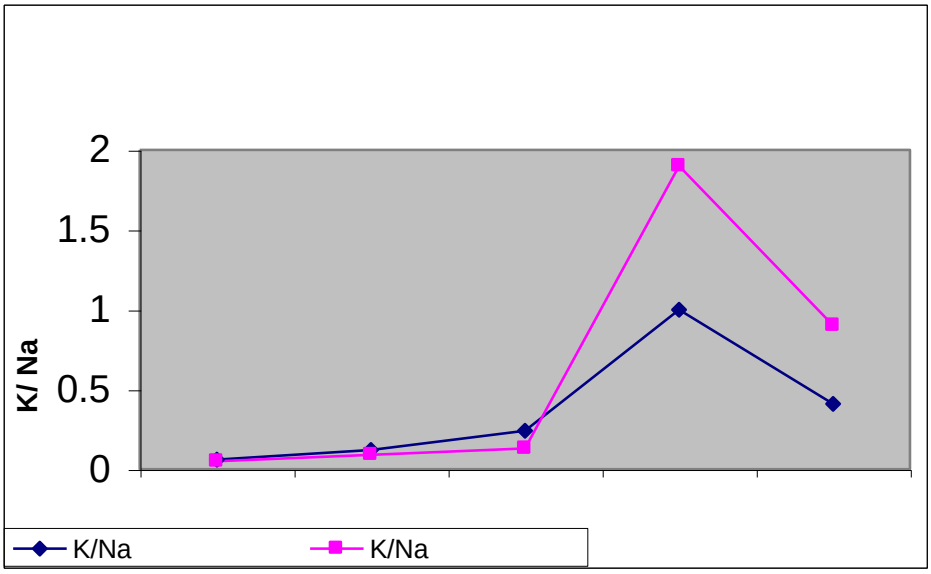
واضحٍ بارتفاع تركيز Na^+ في الأوراق نتيجة الخلل الكاتيوني الذي حصل بسبب وجود الأملاح في الوسط الغذائي (شكل 2).



شكل (2): محتوى المجموع الخضري بالأيونات المعدنية للطرز الخمسة المدروسة من القمح عند مختلف مستويات الملوحة ($dS\ m^{-1}$).

معامل التمييز (الانتخابية) K+/Na+ Discrimination:

يبدو من الشكل (3) وجود فروقات واضحة تماماً بين الأقماح السداسية المدروسة (شام 6، شام 4) وبين الأقماح الرباعية القاسية (حوراني، شام 1، شام 3) لدى دراسة معامل K+/Na+ للمجموعين الخضري والجذري عند مستوى الملوحة 20 dS m^{-1}. وهذا ما يعكس قدراتها المميزة في امتصاص الصوديوم والبوتاسيوم ومن ثمّ إمكانية تقييد الانتقال لبعض العناصر إلى المجموع الخضري (معامل التمييز K+/Na+ للمجموع الجذري لدى شام 6، شام 4)، في حين أنّ قيم K+/Na+ للمجموع الخضري لدى الأقماح القاسية موضع الدراسة عكست انتقالاً غير فعالاً للصوديوم (بدون تقييد واضح) من الجذور باتجاه المجموع الخضري.



شكل (3): معاملي التمييز (الانتخابية) K+/Na+ للمجموع الخضري والجذري لطرز القمح المدروسة عند المستوى الملحي 20 dS m-1.

المناقشة:

يعتبر الجهد المائي (Wp) الدليل الأكثر شيوعاً لمعرفة حالة الماء في النبات، والمعادلة العامة المعطاة له تنسجم مع دراسات (Sullivan, 1971) وهي كالتالي:

$$Wp = s + m + p$$

حيث **s** تعبر عن الضغط الأسموزي، **p** ضغط الانتفاخ المائي، **m** جهد النسيج الخلوي.

وبمتابعة ما تبديه الطرز المدروسة من استجابة فيزيولوجية مختلفة إزاء الملوحة، وما تفيدنا به معطيات حالة الماء في المجموع الخضري. نوافق البحاثة بأنّه ترتبط الحساسية للملح لدى النباتات بمقدرتها على تحمّل تراكم (تجميع) شوارد الصوديوم في أوراقها، خصوصاً في الأوراق الأكثر شباباً بينها (Lachaal et al, 1997). سمحت هذه الأسس والمعطيات بدراسة علاقات ارتباط ذات صلة، حيث سجلت علاقة ارتباط سلبية قوية عالية المعنوية بين المحتوى المائي للمجموع الخضري وتركيز شوارد Na+ فيه (r = - 0.785**) كما سجلت علاقة ارتباط موجبة عالية المعنوية بين المحتوى المائي للمجموع الخضري وتركيز شوارد البوتاسيوم فيه (r = 0.438**) لدى الطرز الخمسة موضوع الدراسة عند مختلف مستويات الملوحة.

يبدو أنه بوجود الملح، تنقل النباتات في أوراقها كميات من شوارد +Na أكثر أهمية بالمقارنة مع شوارد+K. ويصاحب هذا التراكم الضعيف نسبياً من البوتاسيوم لدى الأصناف الخمسة من القمح موضوع الدراسة انخفاض في محتوى الماء. حيث يشير هذا التبدل في المحتوى المائي إلى أنّ نموّ المجموع الخضري عموماً مرتبط بكمية البوتاسيوم التي تصل إليه (Arbaoui et al, 2000). وتنتج هذه الحالة أساساً من الإرسال الانتقائي نحو أعلى النبات للصوديوم المنقول في الورقة بواسطة النسيج الخشبي le xyléme (Lessani et Marschner, 1978).

أو لخصوص المعامل +K+/Na فإنّ الطرز التي تظهر القيم الأكثر ارتفاعاً لهذا المعامل هي الأكثر تحمّلاً وهذه حالة الطرازين شام 6 وشام 4. في حين أنّ الطرز شام 3، شام 1 وحوراني لها القيم الأدنى لهذا المؤشر وهي على التوالي (1.46، 0.87، 0.56) (شكل 2).

تمّ تسجيل علاقات ارتباط موجبة وذات دلالة معنوية بين قيم معامل التمييز +K+/Na للمجموع الخضري والجذري من جهة، وكمية المادة الجافة لكلٍّ من الجذور والمجموع الخضري من جهة ثانية، وذلك عند المستوى الملحي 20 dS m^{-1}، حيث بلغت قيم معاملي الارتباط لكلٍّ من +K+/Na المجموع الجذري و+K+/Na المجموع الخضري مع كمية المادة الجافة الجذرية (r = 0.873**, r = 0.895**) على التوالي. وهذا يبيّن أهمية المجموع الجذري في امتصاص البوتاسيوم تحت هذه الظروف والسماح له بالانتقال إلى المجموع الخضري لإمكانية استثناف (ولو جزئياً) الفعاليات الحيوية للنبات، باعتبار أنّ ازدياد شوارد الصوديوم +Na في محلول التربة يمكن أن تحدّ بشكل عنيف من امتصاص شوارد البوتاسيوم +K.

يوجد هناك سيطرة وراثية Genetical control في استطاعة امتصاص شوارد +K وفي فعالية استخدامها 'K+ Use Efficiency'. ولقد تمّ وصف تلك الفعالية من قبل البحاثة (Makmur et al, 1978) على أنها إنتاج الكتلة الحيوية بوحدة البوتاس الممتصة وبأنه توجد هناك تغيرية كبيرة في فعالية استخدام البوتاسيوم (K. U. E)+K سواء في الشعير (Jensen and Petterson, 1980) أو في القمح (Siddiqi et Glass, 1983). تمّ تجسيد انعكاسات فعالية استخدام البوتاس لدى الأصناف موضع الدراسة وذلك من خلال علاقة الارتباط القوية وذات المعنوية العالية بين +K+/Na للمجموع الخضري وكتلة المادة الجافة لهذا المجموع (r = 0.949**) وكان صدى تلك الانعكاسات أكثر وضوحاً في الأقماح الطرية مقارنةً بالقاسية.

ضمن نفس السياق، وباعتبار أنه لا توجد علاقة وراثية بسيطة بين مجموعتي المعايير الجذرية والخضرية حسب وجهات نظر العديد من الباحثين (Cholick et al, 1977; Pepe et Welsh, 1979)؛ كان لابدّ من استخدام العلاقة R/A (كتلة المادة الجافة الجذرية على كتلة المادة الجافة الخضرية الهوائية). بهذا الخصوص، بدت هناك فروقات واضحة بين الأصناف في نسب انخفاض قيمة هذا المؤشر فبينما كانت نسبة الانخفاض في شام 6 (−27.14%) بلغت عند الحوراني (−44.61%) وذلك حين الانتقال من مستوى الشاهد إلى مستوى الملوحة dS m^{-1} 20 (جدول 4).

جدول (4): أثر الملوحة في النسبة R/A (كتلة المادة الجافة الجذرية على كتلة المادة الجافة الخضرية الهوائية) وذلك للطرز الخمسة المدروسة من القمح عند المستوى $20\ dS\ m^{-1}$.

الطرز المدروسة (الأصناف)	المؤشر R/A		
	مستوى الشاهد	الملوحة $20\ dS\ m^{-1}$	% للانخفاض
حوراني	0.334	0.185	44.61
شام 1	0.370	0.220	40.54
شام 3	0.412	0.250	39.32
شام 6	0.398	0.290	27.14
شام 4	0.400	0.275	31.25
LSD 5%	3.3		

يفيد أن نشير إلى أنه لدى أنواع عديدة من جنس القمح *Triticum*، فإنّ عملية الاستبعاد الورقي للصوديوم المعزوّة إلى تقييد نقله وعبوره نحو الأجزاء الهوائية، وكذلك الانتقائية الورقية K/Na يمكن اعتبارهما كآليات لتحمّل الملح، وتعتبر كمعايير ممتازة في مجال الانتخاب الصنفي (الشيخ علي وآخرون 2006) (Wyn Jones et Groham, 1989).

ويتوافق هذا مع أبحاث كثيرة في مجال تحمل الملوحة وعلاقته بامتصاص الأيونات في أصناف القمح القاسي والطري وهذه الأبحاث تثبت وجود اختلافات في مدى تحمّل الملوحة في الوسط الغذائي بين القمح القاسي الذي ينتمي إلى المجموعة الرباعية (2n = 28) والقمح الطري الذي ينتمي إلى المجموعة السداسية (2n= 42) (François et al, 1986 ; Weimberg, 1987). وجد خلال هذه الدراسة بأنّ الأقماح القاسية أقلّ تحمّلاً للملوحة وتراكم كمية أكبر من +Na وكمية أقلّ من البوتاسيوم +K في أنسجتها مقارنةً بالأقماح الطرية. كما بينت دراسات عديدة أنّ المحافظة على معدّل انتخابية عالٍ للمؤشر K/Na مرتبط بتحمل الملوحة (Rana, 1986) مما يعكس مقدرة النباتات على التمييز بين الصوديوم والبوتاسيوم أثناء امتصاصهما من قبل الجذور وبالتالي ما يتعلق بسرعة نقلهما إلى المجموع الخضري.

بينت أبحاث عديدة أنّ القمح الطري قادر على التمييز بين الصوديوم والبوتاسيوم وله مقدرة على المحافظة على معدّل انتخابية +K+/Na مرتفع مقارنةً بالقمح القاسي وهذا منسوب لمورّث موجود على الذراع الطويل للصبغي 4 D (Gorham and Jone, 1990 ; Gorham et al, 1987) الذي يمكن أن يكون له دور هامّ في تحمّل القمح الطري للملوحة، بينما لا يحتوي القمح القاسي على هذا المورث، فيراكم الصوديوم في أنسجته بسهولة أكثر (شكل 3).

الاستنتاجات والتوصيات:

أوضحنا من خلال هذا العمل، تأثيرات عامل الملوحة في التعبير عن إمكانات طرز وراثية من القمح (بنوعيه القاسي والطري) في هذه المرحلة وضمن هذه الظروف التجريبية (المسيطر عليها إلى حدٍّ ما).

بمقارنة النتائج المستحصل عليها، يبدو أنّ المؤشرات المحسوبة يمكن أن تكون أهدافاً ذات صلة مما يشكل أدوات لإدراك إجمالي في الطريقة التي من خلالها تستجيب هذه الطرز بفضل آلياتها الفيزيولوجية المختلفة، فضلاً عن

ذلك، تسمح العلاقة بين المحتوى المائي وتراكم الأيونات المعدنية بانتخاب الأصناف المتحملة و/أو المقاومة على أساس استراتيجية متبناة ضمن برنامج تحسين النباتات.

ينبغي أن يتم تمييز تأثيرات الملوحة على النمو وتطور وتفرع النبات بوضوح، فلقد بيّن العالم (Poljakoff-Mayber, 1975) أنه تحت الإجهاد، يكون نمو الأنواع المحتملة أبطأ، فهل التغيرات الطارئة على مؤشرات نموها ودلائل حصادها تعكس الواقع الفعلي؟ في هذه الظروف هل تشكّل تأثيرات الملوحة في النموّ الخضري (خصوصاً في مرحلة البادرة والنبات الفتي) تنبّؤ جيّد للغلة؟!.

المراجع:

1. الشيخ علي، رؤى؛ العودة، أيمن و بدر جابر 2006- *تقييم بعض المعايير الفيزيولوجية المرتبطة بتحمل الإجهاد الملحي (NaCl) لدى بعض طرز القمح..* مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية. المجلد (22)- العدد 1- الصفحات: 289-308.
2. علي ديب، طارق؛ كيال، حامد 2005- *أثر الملوحة في الإنبات ومراحل النمو الأولية لدى طرز وراثية من القمح والشعير.* مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية. المجلد (21)- العدد 2- الصفحات: 15-35.
3. ALI-DIB, T; I. ABDUL-HAMID 2004- *Réponses physiologoques de quelques lignes de triticale (X. Triticosecale Wittmack). à la salinité au stade juvénile*. Al Awamia. No 112, Vol 1-2, 96-107.
4. ARBAOUI, M; BENKHELIFA, M., and M. BELKHODJA. 2000- *Réponses physiologiques de quelques variétés de blé dur à la salinité au stade juvénile.* In option mediterraneennes. L`amelioration du blé dur dans la region mediterraneenne: Nouveaux defis. Eds C. Royo, M.M. Nachit, N.DI Fonzo, J.L. Araus. (CIHEAM;Centre Udl – IRTA, CIMMYT, ICARDA), 267-270 p.
5. BIZID, E., ZID, E., GRIGNON, C. 1988- *Tolérance à NaCl et sélectivité K+/Na+ chez les triticales.* Agronomie; 8: 23-27.
6. Cheeseman, J. M. 1988- *Mechanisms of salinity tolerance in plants*. Plant Physiol., 87: 547-550.
7. CHOLICK, F.A., WELSH, J.R., VERNON-COLE, C. 1977- *Rooting patterns of semi-dwarf and tall wheat cultivars under dryland field conditions*. Crop Sci 17, 637-640.
8. DUBCOVSKY, J., G.S. MARIA., E. EPSTEIN., M.C. LUO and J. DVORAK. 1996- *Mapping of the K+/Na+ discrimination locus Knal in wheat.* Tritical and Applied Genetics, 92: 448-454.
9. EHERT, D.L., REDMANN, R.E., HARVEY, B.L. and A. CIPYWNYK. 1990- *Salinity-induced calcium deficiencies in wheat and barley.* Plant Soil, 128: 143-151.
10. EPSTEIN, E., RUSH, D.W., KINGSBURY, R.W., KELLEY, D.B., CUNNINGHAM, G.A. and WRONA, A.F. 1980- *Saline culture of crops, a genetic approch*. Science, 210. 399-404.
11. ERDEI, L. and TALEISNIK, E. 1993- *Changes in water relation parameters under osmotic and stresses in maize and sorghum*. Physiol. Plant., 89, 381-387.
12. FAO- *Annuaire de la production*. 2004, 2005.
13. FRANCOIS, L. E., MAAS, E. V., DONVAN, T.J. , and YONGS, V.L. 1986- *Effect of salinity on grain yield and quality, vegetative growth, and germination of semi-dwarf and durum wheat*. Agronomy Journal 78: 1053-1058.

14. FOWLER, D. B. and HAMM, J. W. 1980- *Crop response to saline soil conditions in the parkland area of Saskatchewan*. Can. J. Soil Sci. 60: 439-449.
15. GORHAM, J and R. G WYN JONES, 1990- *A Phsiologist,s Approach to Improve The Salt Tolerance of Wheat*. Rachis July 20-23.
16. GORHAM, J. , HARDY, C. , WYN JONES, R. G. , JOPPA, L. R. , and LAW, C.N 1987- *Chromosomal location of K/Na discrimination character in tha D genome of wheat.* Theoretical and Applied Genetices 74: 584-588.
17. GREENWAY, H. and MUNNS, R. 1980- *Mechanism of salt tolerance in non halophytes*. Annu. Rev. Plant Physio., 31: 149-190.
18. HAVAUX, M. 1987- *Emission de lumière et de chaleur par les feuilles végétales, mesure rapide des désordres physiologiques dans les plantes*. Thése de l'Enseignement Supérieur. Université Libre de Bruxelles. 90pp.
19. HOAGLAND, D.R., ARNON, D.I. 1940- *Crop production in artificial solutions and in soils with special reference to factors influencing yields and absorption of inorganic nutrients.* Soil Sci. 50:463.
20. JENSEN, P., PETTERSON, S. 1980- *Varietal variation in uptake and utilisation of potassium (rubidium) in high-salt seedling of barley.* Physiol Plant; 48: 411-415.
21. KORYO, H. W. 1997- *Ultrastructural and physiological changes in root cells* of sorghum plants *(Sorghum bicolor x Sorghum sudanesis cv. Sweet Sioux) induced by NaCl*. J. Exp. Bot., 48, 693-706.
22. KORYO, H. W., STELZER, R., and HUCHZERMEYER, B. 1993- *ATPase activities and membrane fine structure of rhizodermal cells from sorghum and Spartina roots grown under mild salt stress.* Bot. Acta, 106, 110-119.
23. LESSANI, H. et MARSCHNER, H. 1978- *Relatio between salt tolerance and long distance transport of sodium and chloride in various crop species*. Aust. J. Plan. Physiol., 5: 27-37.
24. LACHAAL, M., ABDELLI, C., SLEIMI, N. 1997- *Recherche de critères physiologiques pour le tri de plantes tolérantes au sel*. Dans: 6émes Journées Scientifiques du Réseau Biotechnologies Végétales. AUPELF-UREF, Orsay.
25. LEVIGNERON, A., LOPEZ, F., VANSUYT, G., BERTHOBIEU, P., FOUREROY, P. CASSE DELBART, F. 1995- *Les plantes face au stress salin*. Chaiers Agricultures, 4: 263-273.
26. MAAS, E.V. 1986- *Salt tolerance of plants*. App Agric Res ; 1: 12-26.
27. MAKMUR, A., GERLOFF, G C., GABELMAN, WH. 1978- Physiology and inheritance of efficiency in K+ utilization in tomatoes grown under K+ stress. J Am Hort Sci; 103: 545-549.
28. MORGAN, J.M. 1984- *Osmoregulation and water stress in higher plants*. Annu. Rev. Plant Physiol., 35: 299-550.
29. MUNNS, R. 1993- *Physiological Processes Limiting Plant Growth in Salins Soils: some Dogmas and Hypothses*. Plant, Cell Environ., 16: 15-24.
30. NAKAMURA, T., H. OSAKI., M. ANDO and T. TADANO 1996- *Differences in mechanisms of salt tolerance between rice and barley plants*. Soil Science & Plant Nutrition 42: 303-314.
31. OUERGHI, Z., ZID, E., HAJJI, M et A. SOLTANI. 2000- *Comportement physiologique du blé dur (Triticum durum L.) en milieu salé. In option mediterraneennes. L`amelioration du blé dur dans la region mediterraneenne:* Nouveaux defis. Eds C. Royo, M.M. Nachit, N.DI Fonzo, J.L. Araus. (CIHEAM; Centre Udl – IRTA, CIMMYT, ICARDA).309-313p.
32. PATHAMANABHAN G. RAO JS. 1976- *Note on potassium as a possible index for screening sorghum varieties for salt tolerance.* Indian J Agric Sci; 46: 392-394.

33. PEPE, JF., WELSH, HR. 1979- *Soil water depletion paterns under dryland field conditions of closely related height lines of winter wheat*. Crop Sci 19, 677-680.
34. POLJAKOFF-MAYBER, A. 1975- *Morphological and anatomical changes in plants as a response to salinity stress*. Pages 97-117 in A. Poljakoff-Mayber and J. Gale, eds. Plants in saline environments. Ecological Series 15. Springer-Verlag, Berlin, Germany.
35. RANA, R. S. 1986- *Genetic diversity for salt-stress resistance of wheat in India.* Rachis 5: 32-37.
36. RAUSCH, T., KIRSCH, M., LOW, R., LEHR, A., VIERECK, R., and ZHIGANG, A. 1996- *Salt stress responses of higher plants: The role of proton pumps and Na+/H+ antiporters. 1*. Plant Physiol. 148: 425-433.
37. RICHARDS, L. A., L. E. ALLISSON., L. BRENSTEIN., C. A. BOWER., J. W. BROWN., FIREMAN., J. J. HATCHER., H. E. HAYWARD. G. C. REEVE., L. V. WILCOX. 1954- *Diagnosis and improvement saline and alkaline soil*. Agriculture handbook No. 60. Editor by Richardson, L. A. United States Salinity Laboratory Staff. USA.
38. SANEOKA, H., SHIOTA, K., KURBAN, H., CHAUDHARY, M.I., PREMACHANDRA, G. S., and K. FUJITA 1999- *Effect of Slinity on Growth and Solute Accumulation in Two Wheat Lines Differing in Salt Tolerance*. Soil Sci. Plant Nutr., 45 (4), 873-880.
39. SERRANO, R., CULIANZ-MACIA, F., and MORNO, V. 1990- *Genetic engineering of salt and drought tolerance with yeast regulatory genes.* Scientia Horticulturae 78, 261-269.
40. SIDDIQI, MY., GLASS ADM. 1983- *Studies on the growth and mineral nutrition of barley varieties. I. Effect of potassium supply on the uptake of potassium and growth*. Can J Bot; 61: 671-678.
41. STEEL, G. and TORRIE, J.H. 1960- *Principles and procedures of statistics.* Mc Grow-Hill Book Co., Inc., New York. 200pp.
42. SULLIVAN, C. Y., 1971- *Techniques for measuring plant drought stress.* CSSA Special Pub. No.2, Crop Sci. Soc. Of Am., Madison, Wisc.
43. VOLDENG, H. D. and SIMPOSON, G. M. 1967- *Leaf area as indicator of potential grain yield in wheat*. Can. J. Plant Sci. 47,359-365.
44. WYN JONES, R. G. and GORHAM, J. Mc DONNELL E. 1984- *Organic and inorganic solute contents as selection criteria for salt tolerance in the Triticeae*. In: Staples RC, Toennienssen GA eds. Salinity Tolerance in Plants. Strategies for Crop Improvement. Wiley, New York, pp. 189-203.
45. WEIMBERG, R. 1987- *Solute adjustment in leaves of two species of wheat at two different stages of growth in response to salinity*. Physiologia Plantarum 70: 381-388.
46. WYN JONES, R. G. and GORHAM, J. 1989- *Use of physiological traits in breeding for salinity tolerance*. In: Drought Resistance in Cereals, Baker F.W.G. (ed.). CAB International, Wallingford.
47. ZID, E., et GRIGNON, C.1991- *Les tests de sélection précoce pour la résistance des plantes aux stress. Cas des stress salin et hydrique*. In: L'amelioration des plantes pour l'adaptation aux milieux arides. Ed. AUPELF-UREF. John Libbey Eurotext. Paris, 91-108.
48. ZADOCKS, J.C., CHANG. T.T., KONZAK, C.F. 1974- *A decimal code for the growth stages of cereals.* Weed Research 14: 415-421.