



جامعة دمشق
كلية الهندسة الزراعية
قسم المحاصيل الحقلية

تقييم استجابة بعض الأصناف من الحمص (*Cicer arietinum* L.) للإجهاد الملحي
Evaluation the Response of Some Chickpea (*Cicer arietinum* L)
Cultivars to Salinity Stress

رسالة قدمت لنيل درجة الماجستير في علوم المحاصيل الحقلية
قسم المحاصيل الحقلية

إعداد:

المهندس الزراعي يسار محمود الجمعات

المشرف العلمي

د. مخلص شاهولي

أستاذ في قسم المحاصيل الحقلية

كلية الزراعة – جامعة دمشق

قُدمت هذه الدراسة استكمالاً لمتطلبات نيل درجة الماجستير في اختصاص
المحاصيل الحقلية, كلية الزراعة, جامعة دمشق.

**This Thesis has been submitted as a partial fulfilment of the
requirements for Master Degree in Agronomy Department,
Faculty of Agriculture, Damascus University.**

نوقشت و أُجيزت بتاريخ 2016/2/28 من قبل لجنة الحكم المؤلفة من السادة:

عضواً

الأستاذ الدكتور أيمن الشحادة العودة

عضواً مشرفاً

الأستاذ الدكتور مخلص شاهري

عضواً

الدكتور حسين محاسنة

شهادة

نشهد بأنّ العمل الموصوف في هذه الأطروحة، نتيجة بحث علمي قام به المرشح يسار الجمعات تحت إشراف الأستاذ الدكتور مخلص شاهرلي، الأستاذ في قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة- جامعة دمشق. وإنّ أية مراجع أخرى بحثت في هذه الرسالة موثقة بالنص.

الأستاذ الدكتور

مخلص شاهرلي

المرشح المهندس

يسار محمود الجمعات

Certificate

We hereby certify that the work described in this thesis is the result of a scientific research performed by the researcher Yasar ALjomaat, under the supervision of Dr. Moukhles Shahrly, Professor, Agronomy Department, Faculty of Agriculture, Damascus University. All reference books resorted by the researcher has been checked by the text.

Candidate

Yasar ALjomaat

Chairman Dr.

Moukhles Shaherly

تصريح

أصرح بأنّ البحث الموصوف في الأطروحة تحت عنوان:
تقييم استجابة بعض الأصناف من الحمص (*Cicer arietinum* L) للإجهاد الملحي.
لم يسبق أن قُدم للحصول على أية درجة جامعية أخرى. وغير مقدم حالياً لذلك، وإنّ كافة
الأعمال والنتائج المذكورة فيه هي جهودي الشخصية وبتوجيه من المشرف العلمي، وإنّ
أية معلومات أو نتائج أخرى ذكرت في الأطروحة قد نسبت إلى مصادرها ومؤلفيها في
النص وفي قائمة المراجع.

المرشح

يسار محمود الجمعات

Declaration

I declare that the present research work entitled Evaluation the Response of Some Chickpea (*Cicer arietinum* L) Cultivars to Salinity Stress. Is a new research work that has never been studied by any other researchers for any other degrees, and currently it is not submitted by any one for any degree.

Candidate
Yasar ALjomaat

شكر وتقدير

أتقدم بوافر الشكر وعظيم الإمتنان إلى الدكتور مخلص شاهرلي المشرف العلمي على هذه الأطروحة لتفضله بالإشراف على هذا العمل، والذي لم يخل أبدأ بجهوده الشخصية، والعلمية للوصول إلى الغاية المرجوة من هذا العمل، الذي نرجو من الله أن يكون لبنه صالحه لرفد مسيرة العلم والتطوير في هذا الوطن الغالي. و أتقدم أيضاً بالشكر الجزيل للدكتورة ربما رباح نصر التي لم تساعدنا الظروف على إكمال الإشراف العلمي علي هذا البحث، كما أتوجه بالشكر والعرفان إلى الأستاذ الدكتور أيمن السعدي عميد كلية الزراعة، والأساتذة وكلاء الكلية للشؤون العلمية والإدارية، لما قدموه من مساعدات حمة. كما أتقدم بوافر الشكر والتقدير إلى إدارة المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد)، ممثلةً بالأستاذ الدكتور رفيق صالح، المدير العام. و لكل الخبراء والفنيين العاملين في محطة بحوث ازرع و أخص بالذكر والذي الغالي السيد محمود الجمعات الذي كان المرجعية العلمية و العملية الأولى في كل خطوات البحث، وأتقدم بالشكر والاحترام لمديرية الزراعة و الإصلاح الزراعي بريف دمشق ممثلةً بالدكتور علي سعادات للتسهيلات التي قدمها لي خلال فترة الدراسة. وأتوجه بجزيل الشكر إلى السيد نورس زعبوط على مساعداته الفنية وكل الشكر والتقدير والاحترام لأهلي، لأمي الحبيبة ، و زوجتي الغالية ، و لأفراد عائلتي جميعاً لدعمهم المستمر لي، وتوفيرهم سبل الراحة التامة لإنجاز العمل. وأخيراً أشكر كل من كان له دور ومساهمة في هذا العمل. وأدعو الله أن نكون قد نجحنا في تقديم عمل جيد يفيد كل من ينهل منه. آمين أن نكون قد أصبنا الهدف المنشود وحققنا الأمل المرجو.

الإهداء

لطفلي، وحييتي، وأميرتي، وغاليتي، أُمّي
إليك ابنتي..... سائلاً الله العليّ القدير لك الشفاء.

فهرس المحتويات	
الصفحة	الموضوع
1	الملخص
4	المقدمة
10	ميررات البحث
10	أهداف البحث
11	الدراسة المرجعية
11	أسباب تملح التربة
13	ما هي التربة المتملحة
14	تأثير الملوحة في النمو
20	أضرار الإجهاد الملحي
23	آليات الإجهاد الملحي
31	مواد البحث وطرائقه
32	المؤشرات المدروسة
35	تصميم التجربة
36	النتائج والمناقشة
36	تأثير الملوحة في متوسط طول الجذر
39	تأثير الملوحة في متوسط طول البادرات
42	تأثير الملوحة في متوسط الوزن الرطب للبادرات
45	تأثير الملوحة في متوسط الوزن الجاف للبادرات
48	تأثير الملوحة في متوسط ارتفاع النبات
51	تأثير الملوحة في متوسط عدد الأفرع في النبات
54	تأثير الملوحة في متوسط ارتفاع أول قرن.
47	تأثير الملوحة في متوسط عدد الأيام اللازمة للإزهار
60	تأثير الملوحة في متوسط عدد الأيام اللازمة للنضج
63	تأثير الملوحة في متوسط كفاءة استعمال المياه
66	تأثير الملوحة في متوسط محتوى الماء النسبي
69	تأثير الملوحة في متوسط نسبة الذانبات
72	تأثير الملوحة في متوسط محتوى البرولين
75	تأثير الملوحة في متوسط عدد القرون في النبات
78	تأثير الملوحة في متوسط عدد البذور في القرن
81	تأثير الملوحة في متوسط عدد البذور في النبات
84	تأثير الملوحة في متوسط وزن البذور في النبات
87	تأثير الملوحة في متوسط وزن المنة بذرة
90	تأثير الملوحة في متوسط الغلة الحيوية
93	تأثير الملوحة في متوسط الغلة البذرية
96	تأثير الملوحة في متوسط معامل الحصاد
99	جدول الارتباط
100	جدول أعلى قيم لمتوسطات الصفات المدروسة
101	الاستنتاجات
102	التوصيات والمقترحات
103	المراجع العربية
104	المراجع الأجنبية
118	الملخص باللغة الأجنبية

فهرس الجداول

رقم الجدول	الموضوع	الصفحة
1	تأثير الملوحة في متوسط طول الجذر	37
2	تأثير الملوحة في نسبة الانخفاض % في متوسط طول الجذر	37
3	تأثير الملوحة في متوسط طول البادرات	40
4	تأثير الملوحة في نسبة الانخفاض % في متوسط طول البادرات	40
5	تأثير الملوحة في متوسط الوزن الرطب للبادرات	43
6	تأثير الملوحة في نسبة الانخفاض % في متوسط الوزن الرطب للبادرات	43
7	تأثير الملوحة في متوسط الوزن الجاف للبادرات	46
8	تأثير الملوحة في نسبة الانخفاض % في متوسط الوزن الجاف للبادرات	46
9	تأثير الملوحة في متوسط ارتفاع النبات	49
10	تأثير الملوحة في نسبة الانخفاض % في متوسط ارتفاع النبات	50
11	تأثير الملوحة في متوسط عدد الأفرع في النبات	52
12	تأثير الملوحة في نسبة الانخفاض % في متوسط عدد الأفرع في النبات	53
13	تأثير الملوحة في ارتفاع أول قرن.	55
14	تأثير الملوحة في نسبة الانخفاض % في ارتفاع أول قرن.	55
15	تأثير الملوحة في متوسط عدد الأيام اللازمة للإزهار	58
16	تأثير الملوحة في نسبة الانخفاض % في متوسط عدد الأيام اللازمة للإزهار	59
17	تأثير الملوحة في متوسط عدد الأيام اللازمة للنضج	61
18	تأثير الملوحة في نسبة الانخفاض % في متوسط عدد الأيام اللازمة للنضج	61
19	تأثير الملوحة في كفاءة استعمال المياه	64
20	تأثير الملوحة في نسبة الانخفاض % في كفاءة استعمال المياه	64
21	تأثير الملوحة في متوسط محتوى الماء النسبي	67
22	تأثير الملوحة في نسبة الانخفاض % في متوسط محتوى الماء النسبي	68
23	تأثير الملوحة في متوسط نسبة الذانبات	70
24	تأثير الملوحة في نسبة الانخفاض % في متوسط نسبة الذانبات	71
25	تأثير الملوحة في متوسط محتوى البرولين	73
26	تأثير الملوحة في نسبة الانخفاض % في متوسط محتوى البرولين	74
27	تأثير الملوحة في متوسط عدد القرون في النبات	76
28	تأثير الملوحة في نسبة الانخفاض % في متوسط عدد القرون في النبات	77
29	تأثير الملوحة في متوسط عدد البذور في القرن	79
30	تأثير الملوحة في نسبة الانخفاض % في متوسط عدد البذور في القرن	79
31	تأثير الملوحة في متوسط عدد البذور في النبات	82
32	تأثير الملوحة في نسبة الانخفاض % في متوسط عدد البذور في النبات	82
33	تأثير الملوحة في متوسط وزن البذور في النبات	85
34	تأثير الملوحة في نسبة الانخفاض % في متوسط وزن البذور في النبات	85
35	تأثير الملوحة في متوسط وزن المنة بذرة	88
36	تأثير الملوحة في نسبة الانخفاض % في متوسط وزن الـ100 بذرة	89
37	تأثير الملوحة في متوسط الغلة الحيوية	91
38	تأثير الملوحة في نسبة الانخفاض % في متوسط الغلة الحيوية	92
39	تأثير الملوحة في متوسط الغلة من البذور	94
40	تأثير الملوحة في نسبة الانخفاض % في متوسط الغلة من البذور	94
41	تأثير الملوحة في متوسط معامل الحصاد	97
42	تأثير الملوحة في نسبة الانخفاض % في متوسط معامل الحصاد	97
43	جدول الارتباط	99
44	جدول أعلى قيم لمتوسطات الصفات	100

فهرس الأشكال البيانية

الصفحة	الموضوع	رقم الشكل
38	تأثير الملوحة في متوسط طول الجذر	(a-1)
41	تأثير الملوحة في متوسط طول البادرات	(a-2)
44	تأثير الملوحة في متوسط الوزن الرطب للبادرات	(a-3)
47	تأثير الملوحة في متوسط الوزن الجاف للبادرات	(a-4)
50	تأثير الملوحة في متوسط ارتفاع النبات	(a-5)
53	تأثير الملوحة في متوسط عدد الأفرع في النبات	(a-6)
56	تأثير الملوحة في ارتفاع أول قرن.	(a-7)
59	تأثير الملوحة في متوسط عدد الأيام اللازمة للإزهار	(a-8)
62	تأثير الملوحة في متوسط عدد الأيام اللازمة للنضج	(a-9)
65	تأثير الملوحة في كفاءة استعمال المياه	(a-10)
68	تأثير الملوحة في متوسط محتوى الماء النسبي	(a-11)
71	تأثير الملوحة في متوسط نسبة الذانبات	(a-12)
74	تأثير الملوحة في متوسط محتوى البرولين	(a-13)
77	تأثير الملوحة في متوسط عدد القرون في النبات	(a-14)
80	تأثير الملوحة في متوسط عدد البذور في القرن	(a-15)
83	تأثير الملوحة في متوسط عدد البذور في النبات	(a-16)
86	تأثير الملوحة في متوسط وزن البذور في النبات	(a-17)
89	تأثير الملوحة في متوسط وزن الـ100 بذرة	(a-18)
92	تأثير الملوحة في متوسط الغلة الحيوية	(a-19)
95	تأثير الملوحة في متوسط الغلة من البذور	(a-20)
98	تأثير الملوحة في متوسط معامل الحصاد	(a-21)

فهرس المصطلحات

الاختصار	المرادف الانكليزي	المرادف العربي
LA	Leaf Area	المساحة الورقية
WD	Dry weight	الوزن الجاف
LAR	Leaf Area Ratio	نسبة المساحة الورقية
RGR	Relative Growth Rate	معدل النمو النسبي
AGR	Absolute Growth Rate	معدل النمو المطلق
NAR	Net Assimilation Rate	معدل صافي التمثيل الضوئي
RWC%	Relative Water content	محتوى الماء النسبي
WUE	Water use efficiency	كفاءة استعمال المياه
L.C.D	Least Significant Difference	أقل فرق معنوي
C.V	Coefficient of Variation	معامل التباين
WPG	Water potential gradient	التدرج في الجهد المائي
ROS	Reactive oxygen species	جذور الأوكسجين الحرة
TP	Tugos pressure	ضغط الإمتلاء

الملخص

نفذ البحث في محطة بحوث إزرع التابعة للمركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد)، (درعا، سورية) خلال الموسم الزراعي 2012/2013، بهدف تقييم استجابة أربعة أصناف من الحمص (غاب 3، غاب 4، غاب 5، البلدي) للإجهاد الملحي المحدث بملح كلوريد الصوديوم (NaCl). تم تصميم التجربة باستعمال القطع المنشقة في أربعة مكررات. وزرعت الأصناف الأربعة في الليزيمترات المملوءة بالرمل والخفان بنسبة 2:1، في النصف الثاني من شهر كانون الثاني 2013 وبمعدل صنفين في كل ليزيمتر وبواقع أربعة مكررات لكل من الشاهد (بدون أملاح) والمعاملات. طبق الإجهاد الملحي بعد شهر واحد من تاريخ الزراعة، وذلك بإضافة المحاليل الملحية (0، 50، 75، 100 ميللي مولر NaCl) من تاريخ تطبيق الإجهاد الملحي وحتى اكتمال مرحلة النضج الفيزيولوجي.

سبب ازدياد تركيز الأملاح فروقات معنوية في متوسط طول الجذور بين الأصناف المدروسة، وكان متوسط طول الجذور الأعلى معنوياً لدى الصنف البلدي (3.8 سم)، تلاه وبفروقات معنوية الصنف غاب 3 (3.5 سم)، ثم الصنف غاب 4 (2.1 سم)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الصنف غاب 5 (1.6 سم).

وكان متوسط متوسط طول البادرات الأعلى معنوياً لدى الصنف غاب 3 (3.7 سم)، تلاه وبفروقات معنوية الصنف البلدي (3.1 سم)، تلاه الصنف غاب 4 (2.7 سم)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الصنف غاب 5 (2.2 سم).

وكان متوسط الوزن الرطب للبادرات الأعلى معنوياً لدى الصنف البلدي (3.75 غ)، تلاه وبفروقات معنوية الصنفين غاب 4، وغاب 3 (2.30، 2.40 غ على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الصنف غاب 5 (1.87 غ).

وكان صفة متوسط الوزن الجاف للبادرات الأعلى معنوياً لدى الصنفين البلدي وغاب 3 (0.32 غ لكل منهما)، تلاهما وبفروقات معنوية الصنف غاب 4 (0.26 غ)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الصنف غاب 5 (0.17 غ).

سبب ازدياد تركيز الأملاح (NaCl) في وسط النمو تراجعاً معنوياً في ارتفاع النبات لدى جميع الطرز الوراثية المدروسة. وكان متوسط ارتفاع النبات الأعلى معنوياً لدى الصنف البلدي (42.81 سم) تلاه وبفروقات معنوية الصنف غاب 4 (38.75 سم)، ثم الصنف غاب 3 (36.56 سم)، في حين كان متوسط ارتفاع النبات الأدنى معنوياً لدى الصنف غاب 5 (32.38 سم). لم تبد الأصناف المدروسة تبايناً معنوياً في صفة عدد الأفرع في النبات.

سبب ازدياد تركيز الأملاح (NaCl) في وسط النمو تراجعاً معنوياً في صفة ارتفاع أول قرن، وكان متوسط ارتفاع أول قرن الأعلى معنوياً لدى صنفَي الحمص غاب4 وغاب3 (25.69 سم)، (23.81 سم)، وبدون فروقات معنوية بينهما، تلاه الصنف البلدي (22.25 سم)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الصنف غاب5 (21.75 سم).

وسبب ازدياد تركيز الأملاح تقصيراً في طول مرحلة النمو الخضري، والتبكير في موعد الإزهار، وكان متوسط عدد الأيام حتى الإزهار الأعلى معنوياً لدى الصنف البلدي (81.75 يوم)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى كل من الصنفين غاب4 وغاب5 (75.38، 75.25 يوم على التوالي).

وكان متوسط عدد الأيام اللازمة للنضج الأعلى معنوياً لدى الصنف غاب5 (122.1 يوم)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الصنف غاب4 (115.4 يوم).

وسبب ازدياد تركيز الأملاح في وسط النمو تراجعاً معنوياً في كفاءة استعمال المياه لدى جميع الأصناف. وكان متوسط كفاءة استعمال المياه الأعلى معنوياً لدى الصنف البلدي (1.08 غ.م.⁻² ل.⁻¹) تلاه وبفروقات معنوية الصنف غاب5 (1.02 غ.م.⁻² ل.⁻¹)، تلاه الصنف غاب4 (1.00 غ.م.⁻² ل.⁻¹)، في حين كان متوسط كفاءة استعمال المياه الأدنى معنوياً لدى الصنف غاب3 (0.77 غ.م.⁻² ل.⁻¹).

وسببت الملوحة المتزايدة تراجعاً معنوياً في محتوى الماء النسبي (RWC%)، في الأوراق لدى جميع الأصناف المدروسة وكان متوسط محتوى الماء النسبي الأعلى معنوياً لدى الصنف غاب5 (71.31%)، تلاه وبفروقات معنوية الأصناف البلدي، غاب3، غاب4 (68.21، 69.05، 68.0%) على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها.

وأشارت نتائج التحليل الإحصائي إلى ازدياد نسبة الذائبات المتسربة عبر الأغشية السيتوبلاسمية بازدياد تركيز الأملاح في محلول التربة لدى جميع الأصناف. وكان متوسط نسبة تسرب الذائبات الأعلى معنوياً لدى الصنف غاب5 (44.58%) بينما كان الأدنى معنوياً لدى الصنف غاب3 (40.70%).

ولوحظ ازدياد معدل تصنيع وتراكم البرولين Proline بازدياد مستوى الملوحة لدى جميع الأصناف المدروسة. وكان محتوى البرولين الأعلى معنوياً لدى الصنف غاب4 (14.75 مغ.غ.⁻¹) تلاه وبفروقات معنوية الأصناف غاب3، والبلدي، وغاب5 (11.80، 11.41، 12.97 مغ.غ.⁻¹ على التوالي).

وكان متوسط عدد القرون بالنبات الأعلى معنوياً لدى الصنف غاب3 (4.5 قرن.نبات.⁻¹) تلاه الصنفان البلدي، وغاب3 (4.2، 4.1 قرن.نبات.⁻¹ على التوالي)، بدون وجود فروق معنوية بينهما، في حين كان متوسط عدد القرون بالنبات الأدنى معنوياً لدى الصنف غاب4 (3.7 قرن.نبات.⁻¹).

ولوحظ وجود فروقاتٍ معنوية في صفة متوسط عدد البذور في النبات بين بعض الأصناف المدروسة وكان متوسط عدد البذور في النبات الأعلى معنوياً لدى الصنف غاب3 (6.84 بذرة.نبات⁻¹), تلاه وبفروقاتٍ معنوية الأصناف البلدي, غاب4, غاب5 (6.18, 5.75, 5.49 بذرة.نبات⁻¹), على التوالي وبدون فروقات معنوية ضمن هذه الأصناف.

وأوضحت نتائج التحليل الإحصائي انخفاض وزن البذور في النبات مع ازدياد تركيز المحلول الملحي وكان متوسط وزن البذور في النبات الأعلى معنوياً لدى صنف البلدي (1.41 غ), في حين الأدنى معنوياً لدى الصنفين غاب5, وغاب3 (1.21, 1.19 غ على التوالي) وبدون فروقات معنوية بين الأصغرين.

وكان متوسط وزن المئة بذرة الأعلى معنوياً لدى الصنف البلدي (20.90 غ), تلاه وبفروقاتٍ معنوية الصنف غاب5 (18.37 غ), في حين كان الأدنى معنوياً لدى الصنف غاب3, غاب4 (15.61, 14.57 غ على التوالي).

سبب ازدياد تركيز الأملاح في وسط النمو تراجعاً معنوياً في الغلة الحيوية لدى جميع الأصناف وكان متوسط الغلة الحيوية الأعلى معنوياً لدى الصنف البلدي (216.5 غ.م⁻²), تلاه وبفروقاتٍ معنوية الصنف غاب5 (203.7 غ.م⁻²), تلاه الصنف غاب4 (199.6 غ.م⁻²), في حين كان متوسط الغلة الحيوية الأدنى معنوياً لدى الصنف غاب3 (154.9 غ.م⁻²).

هذا وسبب ازدياد تركيز الأملاح في وسط النمو أيضاً تراجعاً معنوياً في الغلة من البذور لدى جميع الأصناف وكان متوسط الغلة من البذور الأعلى معنوياً لدى الصنف البلدي (63.86 غ.م⁻²), تلاه وبفروقاتٍ معنوية الصنفان غاب4, وغاب5 (49.56, 48.01 غ.م⁻²), في حين كان متوسط الغلة من البذور الأدنى معنوياً لدى الصنف غاب3 (43.01 غ.م⁻²).

وكان متوسط دليل الحصاد الأعلى معنوياً لدى الصنفين البلدي, وغاب3 (25.85%, 24.57% على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينهما, ثم الصنف غاب4 (22.67%), في حين كان الأدنى معنوياً لدى الصنف غاب5 (20.41%).

المقدمة Introduction

ينتمي الحمص Chickpea (*Cicer arietinum* L.) إلى الجنس *Cicer* والفصيلة البقولية *Leguminosae* ورتبة البقوليات *Leguminosales*, وهو نبات بقولي قديم، فقد وجد منذ العصور الحجرية الحديثة وانتشر على نحو واسع منذ ذلك الوقت ليصبح المحصول الأهم في البيئات نصف المدارية والمتوسطية (Zohary and Hopf, 2000).

واعتقد العالم الروسي فافيلوف أن الحمص قد نشأ في الهند. ويعتقد البعض الآخر أنه تم استئناس محصول الحمص في شرقي الأناضول من سلفه البري *C. reticulatum* Ladiz لينتشر على نطاق واسع (Abbo et al., 2005). وعرفت زراعته أولاً في مناطق آسيا الوسطى والقوقاز (Dittmer, 1997)، كذلك وجد في تركيا قبل 7500 سنة. عموماً، تعد منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط وجنوب غرب آسيا الموطن الأصلي لنبات الحمص (Tripathi, 1998).

يأتي الحمص في المرتبة الثالثة في العالم، وفي المركز الأول في منطقة غرب آسيا وشمال أفريقيا (WANA) بين محاصيل البقول من حيث الأهمية (FAO, 2006). وتنتشر زراعته في الكثير من بلدان العالم في المناطق الجافة والحارة والاستوائية وشبه الاستوائية. وبلغت المساحة المزروعة بالحمص 11,671 مليون هكتاراً (يقع معظمها في الأماكن الجافة وشبه الجافة من العالم)، أعطت إنتاجاً قدره 9,32 مليون طناً، وتوزعت على عدد من الدول أهمها الهند والباكستان وإيران وتركيا، حيث احتلت الهند المركز الأول عالمياً من حيث المساحة المزروعة والإنتاج، إذ بلغت المساحة 7,63 مليون هكتاراً، أعطت إنتاجاً قدره 5,97 مليون طناً تلتها الباكستان بمساحة قدرها 1,07 مليون هكتاراً، وإنتاج قدره 8,42 مليون طناً (FAO, 2008).

وبلغت المساحة المزروعة من الحمص في الوطن العربي 193 ألف هكتاراً، أعطت إنتاجاً قدره 147 ألف طناً واحتلت سورية المركز الأول عربياً بإنتاج الحمص تلتها الجزائر ثم المغرب. حيث بلغت المساحة المزروعة في سورية 84.5 ألف هكتاراً، أعطت إنتاجاً قدره 57.5 ألف طناً، (المجموعة الإحصائية الزراعية السورية، 2013).

يعد نبات الحمص من المحاصيل البقولية المهمة في سورية نظراً لاستعمالاته الغذائية المتعددة، وملاءمته للظروف البيئية، وقد ازدادت المساحة المزروعة به خلال السنوات الأخيرة نظراً لارتفاع أسعاره محلياً وعالمياً، إضافة إلى إدخال أصناف جديدة ذات إنتاجية عالية، ومقاومة للبرودة وبالتالي تلائم زراعته شتاءً، وقابلة للحصاد الآلي، لذا يحتل المرتبة الثانية في سورية بين المحاصيل البقولية بعد العدس (Lentils). ويتم التركيز على المناطق البعلية في زراعته في منطقتي الاستقرار الأولى والثانية بسبب التدهور الكبير للمصادر المائية، لذلك تتذبذب المساحة

المزروعة بالحمص من سنة لأخرى، وتتركز زراعته في المنطقة الجنوبية من القطر، حيث تشكل المساحة فيها نحو 50% من المساحة المزروعة بعلماً من هذا المحصول، ويزرع الحمص مروجاً في بعض المناطق مثل: القنيطرة، والغاب، وحماة، وحمص (المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية، 2013).

تعد البقوليات عموماً مجموعة غذائية مهمة يتواجد في سورية العديد من أجناسها كالحمص *Cicer*، والعدس *Lens (Lens culinaris L.)*، والبازلاء *Pisum (Pisum sativum L.)*، وكذلك الأنواع العلفية كالبيقية *Vicia (Vicia Sativum L.)* والجلبان *Lathyrus (Lathyrus sativus L.)*، والفصة *Medicago (Medicago Sativa L.)*، والبرسيم *Trifolium (Trifolium alexandrinum L.)* وغيرها ما يجعل سورية من أهم مراكز نشوء هذه الأجناس في المنطقة. ويأتي الحمص ثانياً من بين المحاصيل البقولية عالمياً من حيث الأهمية الاقتصادية، حيث يزرع الحمص للاستفادة من بذوره المغذية الرخيصة الثمن والعالية الفائدة التي تستعمل على نطاق واسع في تغذية الإنسان عندما تكون طرية خضراء أو مكتملة النضج (Tripathi, 1998)، خاصة في القارة شبه الهندية إذ أن معظم سكانها نباتيون يعتمدون في وجباتهم الغذائية على الحمص كمصدر أساسي للبروتين في حين يعد مصدراً للبروتين النباتي الصحي في الدول المتطورة (Abbo et al., 2005). ويستعمل بكثرة في المأكولات الشعبية لسكان العالم الفقير وستزداد أهمية زراعة الحمص كغيره من البقوليات في التغذية مستقبلاً بسبب ازدياد الاعتماد على البروتينات النباتية نظراً لارتفاع أسعار البروتين الحيواني. وتستعمل أوراقه في تحضير بعض أنواع السلطات والمقبلات. ويدخل الحمص في الصناعات الغذائية والطبية، حيث تستعمل بذور الحمص كمادة قابضة، وفي تخفيف شدة النزيف المعوي ومعالجة أمراض الكلية والمثانة واليرقان والقرحة، وتفرز الشعيرات الغدية المتوضعة على وريقات الحمص في مرحلة الأزهار أحماض عضوية كحمض الماليك تفيد في الصناعات الدوائية.

يدخل الحمص في تركيب العديد من الأعلاف المركزة لتغذية الحيوانات نظراً لخلو بذوره من المواد الضارة كالقلويات والتانينات، فهو يتمتع بأهمية علفية كبيرة كنبات أخضر حيث يقدم للحيوانات بهدف تسمينها وزيادة إدرارها للحليب، أما التبن فيستعمل كعليقة مألوفة للأغنام، وقد أصبحت بذور الحمص تدخل في العديد من الأعلاف المركزة وبخاصة أعلاف الخيول ويحوي دريس الحمص على 3,6% بروتين سهل الهضم مستساغ من قبل الأغنام (Jambunathan, 1991).

يعد الحمص مكوناً مهماً وضرورياً في الدورة الزراعية في المناطق شبه الجافة، حيث يمكن استعماله كبديل عن تبوير الأرض (Gan et al., 2001; Tawaha et al., 2005) نظراً لقدرته

على تثبيت الآزوت الجوي بواسطة بكتيريا العقد الجذرية *Rhizobium leguminosum*, ما يسهم في تسميد التربة وتحسين خصائصها الكيميائية والفيزيائية ومن ثم توفير في كمية الأسمدة الآزوتية الواجب إضافتها، حيث أدى وجوده في الدورة الزراعية إلى زيادة غلة القمح القاسي *Dutum Wheat (Triticum durum L.)* المزروع بعده بنسبة 5 - 10% وزادت نسبة البروتين بنحو 6 - 16% بالمقارنة مع الدورة التي زرع فيها القمح القاسي بعد القمح الربيعي (Gan et al., 2001)، وأصبح محصولاً أساسياً في الدورة الزراعية المعروفة (حبوب- بقول) كون زراعته تغني التربة بالأزوت وتزيد من إنتاجية المحصول اللاحق (Lopez - Bellido et al., 2004).

يمتاز نبات الحمص ببعض الصفات الجيدة من بين محاصيل البقول مثل تحمله للحرارة والجفاف، كما انه قصير العمر، ويمكن زراعته كمحصول شتوي للاستفادة من مياه الأمطار، ويعد من المحاصيل المخصصة للتربة. وتوجد زراعة الحمص في المناطق البعلية التي تتلقى أكثر من 400 ملم. سنة⁻¹ من الأمطار وعلى الرغم من حساسية الحمص للملوحة فيعتبر من المحاصيل المتحملة للملوحة بشكل أكبر من المحاصيل البقولية الأخرى. وتتأثر غلة الحمص بعوامل عديدة منها العامل الوراثي وفصل النمو والموقع الجغرافي والعمليات الزراعية المختلفة (Tawaha et al., 2005). وتعد العوامل البيئية المحيطة بالحمص خلال مختلف أطوار حياته ذات تأثير مهم في الإنتاجية.

تحتوي بذور الحمص على 23% بروتين، 47.3% نشاء، 5.8 % كربوهيدرات ذوابة، 63.5% كربوهيدرات كلية، 3.2% رماد، 4.3% دسم، 6.3 % ألياف خام، 19 % ألياف مهضومة. ويحتوي الحمص أيضاً على فيتامينات أ، ب، ج وحمض المالك أمني حيث تبلغ نسبته 94% من مجموع الأحماض العضوية وتحتوي النباتات الخضراء (السوق والأوراق) على الكثير من الأحماض العضوية كحمض الأوكزاليك وحمض المالك.

تتسم أصناف الحمص المحلية بعدم تحملها لدرجات الحرارة المنخفضة وحساسيتها لمرض لفحة الاسكوكايتا المنتشر في سورية ما يدفع المزارعين إلى زراعة الأصناف المحلية كعروة ربيعية وبالتالي حرمان المحصول من أمطار الشتاء الضرورية للحصول على إنتاجية عالية، ومن أهم الأصناف المزروعة في سورية: البلدي، والكرد، والدرعوزي، والفرنسي، والمراكشي، وغاب 1، وغاب 2، وغاب 3، وغاب 4، وغاب 5 وهي ملائمة للزراعة الشتوية عن (عثمان، 1996) و(نعمة وخبازة، 2004).

يتمثل الهدف الرئيس من الإنتاج الزراعي في تأمين الغذاء والكساء للبشرية، وحتى وقت قريب نجحت الزراعة التقليدية Conventional agriculture، والتي تعتمد على الأسمدة الكيميائية ومبيدات الآفات، ومياه الري في تأمين مثل هذه المتطلبات بنجاح، إلا أن استمرار النجاح وتحقيق العوائد الاقتصادية المرجوة على المدى البعيد يبدو موضع تساؤل، بسبب تراجع إنتاجية الأراضي، وتدهور التربة، وسوء العوامل البيئية السائدة (قلة الموارد المائية، وارتفاع درجات الحرارة)، والنمو السكاني المتزايد، والذي يتوقع أن يصل إلى 8.5 مليار نسمة في نهاية عام 2025. ويتطلب الأمن الغذائي لهذا التعداد السكاني زيادة إنتاجية الأنواع المحصولية بمقدار 40-50% خلال العشر سنوات القادمة. وتحتاج الدول النامية إلى تحقيق 60% من هذه الزيادة. ويمكن أن يتأتى ذلك من خلال زيادة متوسط الإنتاجية في وحدة المساحة من الأرض وزيادة رقعة الأراضي الزراعية. ويعتقد أن زيادة مساحة الأراضي الزراعية بمقدار الثلثين يمكن أن يتحقق من خلال التوسع في الزراعات المروية، وهذا يتطلب إعادة استعمال مياه الري المتملحة نتيجة تراجع مصادر المياه العذبة، وزراعة بعض الطرز الوراثية عالية التحمل للملوحة أو استثمار الأراضي الزراعية المتملحة (Farooq, 2004).

عموماً، يوجد تباين كبير في درجة تحمل الملوحة في النباتات الراقية (Robinson et al., 1997)، ولكن حتى في الأنواع النباتية غير المتحملة بشكل كبير للملوحة فإن هناك تباين وراثي في مستوى التحمل، ما يشير إلى إمكانية تحسين تحمل مثل هذه الأنواع النباتية للإجهاد الملحي من خلال تجميع الصفات المرتبطة بالتحمل في الطرز الوراثية غير المتحملة وذات الإنتاجية العالية (Allen et al., 1994).

يفقد العالم سنوياً حوالي عشرة ملايين هكتاراً من الأراضي الصالحة للزراعة، بسبب التملح Salinization. وقد وصلت مساحة الأراضي المتملحة على وجه البسيطة إلى نحو 954 مليون هكتاراً، ويمكن أن ترتفع ملوحة التربة إلى مستوى يتعذر معه زراعة الأنواع المحصولية المختلفة، وفي سورية تنتشر الأراضي المتملحة Salt - affected soils بشكل رئيس في حوض الفرات، ووادي الغاب، وغوطة دمشق. وتقدر مساحة الأراضي المتأثرة بالملوحة فيها بنحو 250 ألف هكتاراً، وتعد مثل هذه المناطق البيئات الرئيسة لزراعة العديد من المحاصيل المهمة (الشيخ علي، 2006).

وتعتبر الملوحة من العوامل المهمة المهددة للإنتاج الزراعي في معظم أنحاء الأرض حيث أصبحت مشكلة الملوحة في الآونة الأخيرة من القضايا الاقتصادية الملحة بسبب ازدياد نسبة

الأراضي المملحة بنحو 10% سنوياً، ما يؤدي إلى تراجع مساحة الأراضي الصالحة للزراعة (Ponnamperuma, 1984).

هذا وتعد عملية استصلاح وإعادة تأهيل الأراضي الزراعية المملحة من خلال إنشاء شبكات الصرف العميق وغسيل التربة واستعمال مياه صالحة للري، أو عن طريق استثمار الأراضي المملحة بزراعتها بالأنواع النباتية المحبة للملوحة Halophytes غير مجدية من الناحيتين العملية والإقتصادية حيث تتطلب مثل هذه العمليات الكثير من الجهد والمال، بالإضافة إلى تدني إنتاجية الأنواع النباتية المحبة للملوحة، وعدم استساغتها من قبل الحيوانات (Sharma, 1996). لذلك تعد عملية تحسين تحمل الأنواع المحصولية للإجهاد الملحي Salt stress من الحلول السريعة الناجعة على المدى البعيد في مكافحة خطر التملح. وتعد عملية تطوير واستنباط الطرز الوراثية المحتملة للملوحة بما يتناسب ومستوى الإجهاد الملحي في المناطق المستهدفة من أنجع السبل لاستثمار مثل هذه الأراضي المملحة، والمحافظة على ثباتية واستقرار Stability إنتاج الأنواع المحصولية المزروعة فيها (Norman, 2000). ويمكن حينئذٍ استعمال حتى المياه المملحة Saline water في الري بهدف تخفيف الضغط على مصادر المياه العذبة المحدودة، وتأمين المتطلبات الغذائية للتعديد السكاني المتزايد بشكل مستمر

تتضمن طرق الإدارة البيولوجية لتجاوز مشكلة التملح تحديد الآليات الفيزيولوجية المرتبطة بتحمل الملوحة، وانتخاب الأصناف المحتملة للملوحة وذات الطاقة الإنتاجية العالية بالإضافة إلى تحسين خصائص التربة لتخفيض تأثيرات الملوحة في الإنتاج الزراعي (Poustini and Siosemardeh, 2004). ورغم الجهود الكبيرة التي بذلت خلال العقود الثلاثة المنصرمة بهدف تطوير أصناف محصولية جديدة عالية التحمل للملوحة، إلا أن عدداً محدوداً جداً من الأصناف التي طورت كانت متحملة إلى حدٍ ما للملوحة. ويعزى ذلك إلى اقتصار عملية الانتخاب عند تحسين تحمل تلك الطرز الوراثية للملوحة على الصفات المحصولية Agronomic characters، مثل الغلة البذرية Seed yield، والقدرة على البقاء على قيد الحياة Survival ضمن الظروف الملحية، ومقدار الضرر الحاصل في الأوراق Leaf damage، وارتفاع النبات Plant height. ولكن يمكن أن يكون الانتخاب والتربية لتحسين تحمل الملوحة أكثر نجاحاً إذا ما تمّ الانتخاب استناداً إلى الآليات الفيزيولوجية Physiological mechanisms المرتبطة بتحمل الملوحة، مثل القدرة على طرد شوارد الصوديوم الضارة Ion exclusion، والقدرة على تجميع الشوارد الضارة (Cl^- , Na^+) في الفجوات Ion sequestration، بالإضافة إلى كفاءة الصنف في التعديل الحلوي Osmotic

adjustment من خلال تصنيع وتجميع الذائبات العضوية التوافقية Organic compatible solutes في سيتوبلازم الخلية النباتية (Noble and Rogers, 1993).

ولقد حققت برامج الانتخاب والتربية التقليدية تقدماً ملحوظاً في تحسين تحمل بعض الأنواع المحصولية للإجهاد الملحي (Ashraf, 1994; Noble et al., 1984; Shannon, 1998; Ashraf, 2002). ولكن اعتمدت معظم طرق الانتخاب على الاختلافات في الصفات المحصولية (Noble and Rogers, 1992). وتمثل الصفات المحصولية نتاج تفاعل التأثيرات البيئية والوراثية في نمو النباتات، وتتضمن أيضاً تكامل الآليات الفيزيولوجية المرتبطة بتحمل الإجهاد الملحي. وعادةً ما تستعمل الغلة البذرية في الأنواع المحصولية، ففي الحمص مثلاً لم تثبت هذه الطريقة جدواها كون صفة الغلة البذرية من الصفات المعقدة Intricate trait Flowers and (Yeo, 1994). وفي القمح حيث يعتبر مقدار الغلة الحبية معيار رئيس لتحمل الملوحة (Jafari-Shabestari et al., 1995). ويعتقد بأن التربية والانتخاب لتحمل الإجهاد الملحي يمكن أن يكون أكثر فاعلية إذا ما تم الاعتماد بشكل مباشر على الآليات الفيزيولوجية المهمة (Noble and Rogers, 1992). حيث أشار العديد من البحاثة إلى أن الانتخاب لتحمل الملوحة يمكن أن يكون أكثر فاعلية وقابلية للتطبيق إذا ما امتلكت الأنواع المحصولية المدروسة مؤشرات محددة مرتبطة بتحمل الملوحة على مستوى النبات الكامل، أو على مستوى الأنسجة، أو حتى على المستوى الخلوي (Munns, 2002; Ashraf, 2002; Rush and Epstein, 1976; Shannon and Grieve, 1999). وتعد المؤشرات الفيزيولوجية أكثر فاعلية من المؤشرات المحصولية والتقييم بالمشاهدة assessment Visual عند الغربة لتحمل بعض الصفات المعقدة، مثل صفة التحمل للملوحة (Yeo, 1994). ولسوء الحظ، فلا يزال هناك نقص في الصفات المدروسة المرتبطة بتحمل الإجهاد الملحي للكثير من الأنواع المحصولية، والتي يمكن استعمالها من قبل مربّي النبات لزيادة تحمل الأنواع النباتية للملوحة. ويعزى ذلك إلى حقيقة أن الآليات المرتبطة بتحمل الملوحة غالباً ما تكون معقدة جداً، وتختلف باختلاف الأنواع المحصولية، أو باختلاف الأصناف ضمن النوع نفسه، أو حتى باختلاف المرحلة التطورية ضمن نباتات الصنف نفسه (Ashraf, 1994, 2002; Greenway and Munns, 1980).

مبررات البحث:

تتجلى مشكلة تملح الأراضي الزراعية بشكل واضح في المناطق الجافة وشبه الجافة المتميزة بقلة وتذبذب هطولاتها المطرية، وارتفاع درجات الحرارة فيها خلال فصل الصيف، وازدياد معدل فقد الماء بالتبخر Evaporation، حيث تؤدي هذه العوامل مجتمعة إلى تملح الأتربة، هذا بالإضافة إلى استخدام الأسمدة الكيميائية بكميات كبيرة وعمليات الري بمياه الصرف الصحي يحدث تملح للتربة لمرحلة تخرج منها هذه الأراضي من الإستثمار الزراعي وبما أن عملية استصلاح وإعادة تأهيل الأراضي المملحة من خلال إنشاء شبكات الصرف العميق وغسيل التربة غير مجدية من الناحيتين العملية والإقتصادية لما تتطلبه مثل هذه العمليات من الجهد والمال، لذلك تعد عملية تحسين تحمل الأنواع المحصولية، ومنها الحمص، للإجهاد الملحي Salt stress من الحلول الناجعة على المدى البعيد في مكافحة خطر التملح. وتعد عملية تطوير واستنباط الأصناف المتحملة للملوحة بما يتناسب ومستوى الإجهاد الملحي في المناطق المستهدفة من أنجع السبل لاستثمار مثل هذه الأراضي المملحة، والمحافظة على إنتاجية واستقرار Stability إنتاج الأنواع المحصولية المزروعة فيها ولسوء الحظ، فلا يزال هناك نقص في الصفات المدروسة المرتبطة بتحمل الإجهاد الملحي للكثير من الأنواع المحصولية، والتي يمكن استعمالها من قبل مربّي النبات لزيادة تحمل الأنواع النباتية للملوحة.

أهداف البحث Research objectives:

- 1- تقييم استجابة بعض أصناف الحمص المزروعة في سورية للإجهاد الملحي مخبرياً خلال مرحلة البادرة الفتية.
- 2- تقييم التباين الوراثي في استجابة بعض أصناف الحمص للإجهاد الملحي في الليزيمترات.
- 3- تحديد الصفات الشكلية والفيزيولوجية والبيوكيميائية المرتبطة بتحسين تحمل الإجهاد الملحي.

الدراسة المرجعية review Literature

تعد تأثيرات الملوحة في النباتات عملية معقدة، حيث أن التأثيرات العامة للملوحة على النباتات، هي ناتج عن كلٍ من الإجهادين الحلوي Osmotic stress والأيوني Ionic stress (Greenway and Munns, 1980). إن التأثير الأولي والأساسي للملوحة، لاسيما عند وجود معدلات ملوحة متوسطة الشدة، يعود إلى الإجهاد الحلوي (Munns and Tarmat, 1986) ويزداد على مستوى النبات كله تركيز الأيونات في الأنسجة النباتية كنتيجة للإجهاد الملحي، وبالتالي تحدث السمية الشاردية عن زيادة تركيز بعض الشوارد الضارة (Cl^- , Na^+) في الأنسجة (Bernstein et al., 1969). ويعرف (Mass and Hoffman, 1978) الإجهاد الملحي على أنه وجود تراكيز زائدة من الأملاح الذوابة التي تؤدي إلى توقف نمو النباتات، بسبب التأثير الحلوي Osmotic Effect أو السمية الأيونية Ion Toxicity، والتي يطلق عليها مصطلح الإجهاد الشاردي Ionic Stress، أو الخلل في التغذية أو التوازن الأيوني Ionic Balance، (Hageman and Erdmann, 1997 ; Hayashi and Murata, 1998).

❖ أسباب تملح التربة:

يُعزى تملح الأراضي الزراعية إلى إتباع طرق الري الخاطئة (الري بالغمر، أو التطويق) واستعمال مياه ذات نوعية سيئة Poor quality water مع غياب الصرف العميق، ما يؤدي إلى ارتفاع منسوب الماء الأرضي، وصعود الماء المحمل بالأملاح إلى سطح التربة، وبخاصة خلال فصل الصيف الحار والجاف، حيث يتبخر الماء وتزهو الأملاح فوق سطح التربة. وتتجلى هذه المشكلة بشكل واضح في المناطق الجافة وشبه الجافة المتميزة بقلة وتذبذب هطولاتها المطرية، وارتفاع درجات الحرارة فيها خلال فصل الصيف، وازدياد معدل فقد الماء بالتبخر Evaporation، حيث تؤدي هذه العوامل مجتمعة إلى تملح الأتربة بالإضافة إلى الري بالمياه المالحة Saline Water. وغياب أنظمة الصرف الملائمة، ووجود الصخرة الأم المتملحة (Syversten et al., 1989)، وتراكم المواد الكيميائية الناتجة عن المصانع، وعن استعمال كميات زائدة من الأسمدة المعدنية (Czerwinski et al., 1990). وتؤدي الملوحة عموماً إلى تدهور بناء التربة وخروج جزء كبير من الأراضي من نطاق الاستثمار الزراعي. ويعرقل محلول التربة الحاوي على كمية زائدة من الأملاح الذوابة إنبات البذور، وقد يطيل الفترة الزمنية اللازمة للإنبات واسترساء البادرات establishment Seedling. وتؤثر الملوحة سلباً في العديد من

الصفات الشكلية والفيزيولوجية والبيوكيميائية في النبات، حيث تسبب الملوحة الزائدة تراجعاً في طول النبات، وعدد الأوراق، والمساحة الورقية نتيجة تراجع معدل امتصاص الماء والعناصر المعدنية المغذية من قبل جذور النبات. وتسبب الملوحة اختلالاً في التغذية المعدنية واضطراباً في التوازن الهرموني، وتصنيع البروتينات والأحماض النووية Nucleic acids وتراجع النشاط الأنزيمي، ما ينعكس سلباً على العديد من العمليات الحيوية المهمة في النبات وبخاصة عمليتي التمثيل الضوئي Photosynthesis، والتنفس Respiration، فتقل بذلك كمية المادة الجافة المصنعة والمتاحة لنمو الخلايا النباتية وتطورها (Sambo and Ashton, 1985).

أدى تنامي متطلبات الإنسان الغذائية إلى ازدياد الحاجة إلى الري بنحو 300 % خلال العقود الأربعة السالفة (Iyengar and Reddy, 1994). وقد أدى ذلك إلى ازدياد تملح التربة وتراجع غلة الأنواع المحصولية. كما يعزى تراجع الإنتاجية إلى قلة معدلات الهطول المطري السنوية والتذبذب الحاد في معدلات الهطول المطري من موسم زراعي لآخر، وعدم انتظام توزيع الأمطار خلال موسم النمو، بالإضافة إلى الارتفاع المضطرب في درجات الحرارة، الذي يؤدي إلى زيادة معدل فقد الماء بالتبخر المباشر من سطح التربة Evaporation، ومن النبات Evapo-transpiration، ما يعرض النباتات إلى الإجهاد المائي Water stress، وبخاصة خلال مرحلتي الإزهار Flowering وامتلاء البذور Seed filling stage، فتقل بذلك كمية الماء المتاح خلال المراحل المتقدمة من حياة النبات، واللازمة لنقل نواتج التمثيل الضوئي Photo-assimilates من المصدر (الأوراق والسوق) إلى المصب (البذور).

تتملح التربة والمياه عند وجود كميات زائدة من الأملاح الذائبة فيها، ويحدث الإجهاد الملحي عند وجود تراكيز مرتفعة من شوارد الصوديوم والكلور. ويسبب الإجهاد الملحي تراجعاً في الجهد المائي لمحلول التربة، ما يؤثر سلباً في كمية المياه المتاحة، ويسمى مثل هذا التأثير اصطلاحاً بالتأثير الحلولي Osmotic effect، كما تسبب الملوحة اختلالاً في التغذية المعدنية والتوازن الشاردي Ion homeostasis، والسمية الأيونية Ion toxicity، ويسمى الأخير اصطلاحاً بالإجهاد الشاردي Ionic stress (Hageman and Erdmann, 1997; Hayashi and Murata, 1998). ويؤدي بشكل عام تعرض النباتات للإجهادين الحلولي والشاردي إلى تراجع معدل نموها وإنتاجيتها، ويتناسب ذلك طردياً مع تركيز الأملاح الذائبة في محلول التربة (Flowers et al., 1977; Greenway and Munns, 1980).

❖ ماهي الترب المتملحة Saline soil:

تُعرّف الأتربة المتملحة Saline soil بأنها الأتربة التي تكون الناقلية الكهربائية لعجنتها المشبعة (EC_e) أعلى من $4dS.m^{-1}$ ، وغالباً ما يكون ملح كلوريد الصوديوم (NaCl) هو المسؤول بشكل رئيس عن هذه الملوحة رغم حقيقة أن الأملاح الأخرى، مثل أملاح الكالسيوم والمغنسيوم تسهم أيضاً في تحديد قيمة الناقلية الكهربائية للأتربة المتملحة. وقد اختيرت هذه القيمة من الناقلية الكهربائية ($EC_e = 4dS.m^{-1}$) والتي تعادل $1/13^{th}$ من ناقلية ماء البحر كمستوى حرج لتقييم ملوحة التربة، لأن نمو معظم الأنواع النباتية الحساسة للملوحة عادةً ما يتراجع بشكل ملحوظ عند هذا المستوى من الملوحة. وسنركز في هذه الدراسة على التأثيرات الرئيسية للملوحة الناجمة عن ملح كلوريد الصوديوم (NaCl)، رغم أنه ليس الملح الوحيد في الأتربة المتملحة، إلا أنه يعد العامل الأكثر سمية للنباتات (Rengel, 1992). ويسبب وجود تركيز مرتفع من الشوارد الموجبة الأحادية (Na^+) بالنسبة إلى الشوارد الموجبة الثنائية (Ca^{+2}, Mg^{+2}) تشتتاً Dispersion بين حبيبات الطين المشحونة سلباً، ما يؤثر سلباً في نفاذية التربة للماء والهواء، ويسبب تدهوراً في خصائص التربة الفيزيائية وتراجعا في معدل نمو النبات نتيجة تراجع قيمة الجهد الحولي Osmotic potential لمحلول التربة (يصبح أكثر سلباً)، فيقل بذلك فرق التدرج في الجهد المائي Water potential gradient بين محلول التربة وجذور النباتات، ما يؤثر سلباً في معدل امتصاص الماء من قبل جذور النبات، كما يؤدي امتصاص كميات زائدة من شوارد الكلور Cl^- والصوديوم Na^+ إلى ارتفاع تركيزهما في أنسجة النبات، وقد تصل إلى مستويات سامة Toxic levels تخرب الأنزيمات في سيتوبلاسم الخلية النباتية، بالإضافة إلى أن وجود تركيز مرتفع من شوارد الصوديوم يمكن أن يثبط امتصاص شوارد البوتاسيوم K^+ ، ويؤدي وجود نسبة مرتفعة من شوارد الصوديوم إلى البوتاسيوم Na^+/K^+ ratio في أنسجة النبات إلى تثبيط عمل الأنزيمات (Tim, 2000). وتعد عملية المحافظة على مستوى منخفض جداً من شوارد الصوديوم الضارة في الأوراق من الصفات المهمة المرتبطة بتحمل الملوحة، وذلك من خلال امتلاك نباتات الصنف القدرة على حجز شوارد الصوديوم ضمن الفجوات Vocules، أو طردها خارج الخلايا النباتية (Tyerman and Skerrett, 1999)، حيث يساعد ذلك في منع تراكم شوارد الصوديوم ضمن سيتوبلاسم خلايا الأجزاء الهوائية الحساسة (الأوراق)، ومن ثم المحافظة على نسبة مرتفعة من شوارد البوتاسيوم إلى الصوديوم، ما يساعد في استمرار العديد من العمليات الأيضية Metabolic processes ضمن النبات (Ashraf and O'Leary, 1996; Ashraf and Khanum,)

1997). ومن المعروف بأنه تحت ظروف الإجهاد الملحي فإنّ النباتات تحتفظ بتركيز عالية من شوارد البوتاسيوم، ومنخفضة من شوارد الصوديوم في السيتوبلازم، حيث تؤدي وسائل تحديد الحساسية العامة للملوحة (SOS) Salt Overly Sensitive دوراً مهماً في ضبط معدل امتصاص الأيونات وانتقالها إلى الأجزاء الهوائية الحساسة (Zhu, 2003).

❖ تأثير الملوحة في النمو Effect of salinity on growth

يؤدي الإجهاد الملحي إلى تثبيط النمو لدى جميع الأنواع النباتية، ولكن يتباين مستوى التحمل ومقدار التراجع في النمو عند المستويات الملحية المميتة بشكل كبير باختلاف الأنواع النباتية أو الأصناف ضمن النوع الواحد، أو باختلاف مرحلة النمو. ورغم حقيقة أنّ التبدل الحاصل في علاقات النبات المائية هي السبب الرئيس في تثبيط النمو، إلا أنّ دور العمليات الحيوية الأخرى في تثبيط انقسام واستطالة الخلايا النباتية وتسريع موتها لا يزال غير معروف بشكل دقيق (Hasegawa et al., 2000).

يؤثر الإجهاد الملحي في جميع العمليات الرئيسة مثل النمو، والتمثيل الضوئي Photosynthesis، وتصنيع البروتينات، واستقلاب الطاقة والمواد الدهنية (Parida and Das, 2005). فيسبب الإجهاد الملحي تراجعاً كبيراً في ارتفاع النبات والوزن الجاف والوزن الرطب ومعدل النمو النسبي وتشكل العقد الأزوتية وكفاءة تثبيت الأزوت في نبات الحمص (Varsha Mudga, 2010) عموماً، يسبب الإجهاد الملحي تقزم النباتات بشكل واضح (Hernandez et al., 1995; Cherian et al, 1999; Takemura et al., 2000). ويتمثل التأثير المباشر للإجهاد الملحي في تراجع معدل استطالة الأوراق Leaf surface expansion، وقد تتوقف استطالة الخلايا النباتية بشكل كامل عند ازدياد تركيز الأملاح بشكل كبير (Wang and Nil, 2000). حيث يؤدي ازدياد تركيز الأملاح الذوابة في محلول التربة إلى ازدياد قيمة الجهد الحلولي Osmotic potential، أو تراجع قيمة الجهد المائي Water potential، فيقل تبعاً لذلك فرق التدرج في الجهد المائي بين التربة وخلايا المجموعة الجذرية، ما يؤثر سلباً في معدل تدفق الماء وامتصاصه من قبل المجموعة الجذرية، وتصبح تبعاً لذلك كمية الماء الممتصة غير كافية لتعويض الماء المفقود بالتبخر. النتح Evapo-transpiration، وتعرض الخلايا النباتية إلى العجز المائي Water deficit نتيجة تراجع جهد الامتلاء الضروري لاستطالة الخلايا النباتية (Bressan et al., 1990). وحتى تتمكن النباتات من الاستمرار في النمو ضمن ظروف الإجهاد

الملحي فيجب أن تحافظ على الحد الأدنى من ضغط الامتلاء اللازم لاستطالة الخلايا النباتية (y) وذلك من خلال زيادة كمية الماء الممتصة، أو تقليل كمية الماء المنتوحة، وذلك عن طريق تفعيل آلية التعديل الحلولي، أو تقليل عملية التبادل الغازي من خلال تقليل الناقلية المسامية Stomatal conductance (gs) (Serrano et al., 1999).

يسبب الإجهاد الملحي أيضاً تراجعاً ملموساً في الوزن الرطب والجاف للأوراق والسوق والجذور (Hernandez et al., 1995). ويعزى نحو 80 % من التراجع الحاصل في نمو النباتات تحت ظروف الإجهاد الملحي إلى تراجع مساحة المسطح الورقي الأخضر الفعّال في عملية التمثيل الضوئي ما يؤثر سلباً في كمية الطاقة الضوئية الممتصة Intercepted light energy، ومن ثم انتقال الإلكترونات خلال سلسلة نقل الإلكترونات (ETC) Electron Transport chain أثناء تفاعلات الضوء، فتتراجع كمية المركبات الغنية بالطاقة المصنعة (ATP وNADPH) واللازمة لتثبيت الكربون خلال تفاعلات الظلام، ما يؤدي إلى تراجع معدل التمثيل الضوئي Assimilation rate (Parida and Das, 2005). في حين يعزى التأثير المتبقي (20%) للإجهاد الملحي في النمو إلى تراجع الناقلية المسامية، ما يؤثر سلباً في عملية التبادل الغازي ومعدل انتشار غاز الفحم (CO_2) من الوسط المحيط إلى مراكز التثبيت ضمن الصانعات الخضراء عبر المسامات، فتقل كمية غاز الفحم المتاحة في مراكز التثبيت CO_2 - Fixation sites، ما يؤدي إلى تراجع معدل تحول الكربون المعدني إلى كربون عضوي خلال حلقة إرجاع الكربون الثلاثية C_3 -Carbon reduction cycle (C_3 -PCR) (Chaerle et al., 2005).

يسبب ارتفاع تركيز الأملاح تراجعاً معنوياً في قدرة النبات على تثبيت الآزوت الجوي في محصول الحمص وسبب أيضاً الإجهاد الملحي في الحمص انخفاضاً معنوياً في ارتفاع النبات والغلة البذرية (Elsheikh and Wood, 1990) وسبب تعرض نباتات القطن Cotton إلى مستويات مرتفعة من الملوحة (NaCl) تراجعاً معنوياً في الكتلة الحية للجذور والأجزاء الهوائية واستطالة الأوراق وزيادة في نسبة المجموع الجذري إلى المجموع الهوائي (Meloni et al., 2001) Root/shoot ratio. وتؤثر الملوحة في محصولي القمح والشعير سلباً في معدل نمو الأوراق وتطورها، وتسبب تراجعاً ملحوظاً في عدد الأوراق ومساحتها (Sharma, 1996) وتباطؤاً في معدل استطالتها (Weimberg et al., 1988). وتؤثر الملوحة سلباً في كفاءة نباتات القمح الإشطائية TILLERING capacity، ومعدل تحول الإشطاءات الخضرية إلى مثمرة وقد لا ينجو إلا الساق الرئيس ليصل إلى مرحلة إنتاج الحبوب، ما ينعكس سلباً على عدد السنابل في النبات الواحد والغلة الحبية في وحدة المساحة (Torres et al, 1974).

وتقود الملوحة في الوسط المغذي إلى الإقلال من تثبيت CO_2 والزيادة في كفاءة استعمال الماء (WUE) ورفع معدل التنفس، وخفض امتصاص الماء، والناتج (Sharma;1996) وإقلال المحتوى من الكلوروفيل وانخفاض المحتوى المائي للنباتات المتحملة للملوحة وغير المحبة للملوحة وخفض الوزن النوعي للورقة، ومساحته. وينتج تجفاف الأنسجة عن انخفاض الجهد الحلولي، والذي يؤدي، بناء على ذلك، إلى الحفاظ على ضغط الإنتاج، وخفض الجهود المائية. ولا يتغير النظام المائي في النباتات المتحملة للملوحة، كما هو الحال في النباتات الحساسة للملوحة (Gorham et al,1984)

وقد وجد أنه في النباتات غير المحبة للملوحة، لا يؤدي ادخار Na^+ و Cl^- إلى الحفاظ على ضغط الإنتاج، حيث ينخفض بشدة، في حين يكون انخفاض الجهد الحلولي طفيفاً بينما تحافظ النباتات المحبة للملوحة على مستوى جهد الإنتاج مرتفع، وعلى جهد حلولي منخفض جداً.

تشكل الحساسية للملوحة في مرحلة الإنبات وترسيخ البادرة عاملاً محدداً للنمو والإنتاج (Flowers et al., 1977 ; Greenway and Munns, 1980). وتؤثر الملوحة في مختلف المراحل التطورية للنبات، ويختلف هذا التأثير باختلاف تلك المراحل، حيث تُبدي بعض أنواع المحاصيل تحملاً عالياً للملوحة في المراحل المتأخرة للنمو، بينما تُبدي حساسية للملوحة في مرحلة الإنبات، والعكس صحيح (Bernstein, 1969). ويختلف تحمل صنف ما للملوحة باختلاف العمر الفسيولوجي أو مرحلة النمو في النبات وقد يعزى ذلك إلى ازدياد الجهد الأسموزي لمحلول التربة، ما يؤدي إلى انخفاض معدل امتصاص الماء من قبل البذور، فينخفض معدل إنباتها، ويمكن أن يعزى انخفاض نسبة الإنبات وتأخره، إلى تدفق الشوارد بكميات كبيرة بما يكفي لتسمم الجنين. تؤثر الملوحة في الوزنين الطري والجاف للبادرة (Ashraf and Mc Neilly, 1987; Gill and Dutt, 1988). ويمكننا القول عموماً أن المرحلة الأكثر حساسية للملوحة هي مرحلة الإنبات. إن انخفاض معدل النمو بوجود كلور الصوديوم، قد يعزى إلى النقص المائي الناتج عن انخفاض الجهد المائي والحلولي للوسط المغذي، أو إلى معوقات مائية أو أيونية على مستوى الأجزاء الهوائية للنبات (Munns and Termaat,1986) (Greenway and Munns, 1980). وتعزى حساسية النباتات للملوحة في كثير من الأنواع والأصناف النباتية، إلى الزيادة في امتصاص الأيونات في الأوراق النامية وتبدي النباتات المحايدة، حساسية لتزايد تركيز الصوديوم والكلور أكثر من ما تبدي النباتات المحبة للملوحة ويعود ذلك عموماً إلى أن النباتات المحايدة الأكثر حساسية لملح $NaCl$ ، لا تنقل إلا قدرًا ضئيلاً من الصوديوم إلى أوراقها، على عكس النباتات المتحملة للملوحة، والنباتات

المحبة للملوحة (Bernstein et al, 1969)، حيث وجد أن بعض النباتات المتحملة تُدخِر الصوديوم في أوراقها، حيث تقوم إما بتخزينه في فجواتها أو حفظه في غدد خاصة، (Nieman, 1988) وبعضها الآخر لا يراكم الصوديوم، فتستبعده ويمكن لزيادة تركيز NaCl في وسط الزراعة أن يقلل معدل النمو عن طريق إحداث عجز مائي (إجهاد جفافي) أو عن طريق زيادة تراكم الأيونات الممتصة (Beeretal,1982;Gale, 1975;Greenway and Munns,1980.)، ما يؤدي إلى تخفيض فعالية التمثيل الضوئي للنبات لاسيما في الأوراق الأكبر عمراً ويقود ذلك بدوره إلى الإقلال من النمو (Munns and Downton,1990). ويقود امتصاص الأيونات (Na^+ , Cl^-) من الوسط المغذي الذي يحتوي على تركيز عالٍ من الأملاح، إلى تراكمها في الجدران الخلوية لخلايا الأوراق، لاسيما عندما تصل الخلايا إلى حالة التوازن في تدفق الماء، ما قد يؤدي إلى حدوث تأثيرات سلبية على العلاقات المائية في المجموع الخضري.

وتعد ملوحة المياه والتربة أحد أهم الإجهادات الرئيسة التي تؤثر سلباً في نمو الأنواع النباتية وإنتاجيتها، وبخاصة في المناطق الجافة، حيث تحد الملوحة وبشكل كبير من إنتاج العديد من الأنواع المحصولية (Shannon, 1998). وترتبط التأثيرات الضارة للملوحة في نمو النباتات وتطورها بتراجع جهد محلول التربة المائي (إجهاد مائي)، واختلال التغذية المعدنية وتأثير السمية الأيونية النوعية Specific ion effect (الإجهاد الملحي)، أو مجموع هذه العوامل (Ashraf, 1995; Marschner, 1994). تسبب مثل هذه العوامل حزمة من التأثيرات الضارة في نمو النباتات وتطورها على المستويين الفيزيولوجي والبيوكيميائي (Levitt, 1980; Munns 2002). والمستوى الجزيئي أيضاً (Tester and Davenport, 2003).

إن انخفاض المردودية هو المظهر الأكثر وضوحاً لتأثير الإجهاد الملحي (Sharma,1996; Alam, 1994). وتتأثر غلة النبات بطرق مختلفة، عندما تتعرض المراحل المختلفة للنمو في النبات، لتركيز ملحي معين (Bernstein et a,1969). حيث تطول مدة الإزهار وتكون البراعم تحت ظروف البيئة المتملحة في الحمص (Sharma, 1996). وتنخفض الغلة البذرية والغلة الحيوية وتنخفض القدرة على تثبيت الآزوت الجوي في الحمص أيضاً (Rao,2002). وتنخفض الغلة ووزن الألف حبة، ويزداد عقم السنابل في القمح (Torres,1974)، وتقل حيوية حبوب اللقاح وعدد الحبوب في السنبل في محصول الرز (*Oryza sativa* L.) وتنخفض الغلة الحبية وطول النبات ووزن الحبوب /نبات ووزن الحبوب في النورة الزهرية وعدد السنيبلات في النورة الزهرية ووزن الحبة ووزن الساق في النبات في الرز (Shannon and Grieve,1999).

تعمل الملوحة، بشكل عام على تقليل معدل نمو المحصول، مؤديةً إلى إعطاء أوراق صغيرة، ونباتات أقصر طولاً وتقلل من الغلة الاقتصادية، ويختلف ذلك باختلاف أنواع المحاصيل وأصنافها (Shannon and Grieve, 1999).

ويؤدي الإجهاد الملحي إلى الانخفاض في الوزنين الرطب والجاف لمختلف أجزاء النبات، وبالتالي يؤدي إلى انخفاض نمو النبات (Salim, 1989). ووجد (Greenway, and Munns, 1980) أن هناك انخفاضاً في نسبة الوزن الطري إلى الوزن الجاف عند استعماله لملوحة قدرها 100mM من NaCl، واعتبر ذلك رد فعل مثالي للنباتات غير الملحية المحايدة Glycophytes بينما لم تتبدل نسبة المادة الطرية إلى المادة الجافة في الجذور تحت تأثير الملوحة عند نباتات الفاصولياء (Salim, 1989). ويبين (Greenway and Munns, 1980) إن هناك تحسين نسبي في النمو عند الزراعة في تراكيز ملحية منخفضة نسبياً في الزراعات المائية، بينما لاحظ (Salim, 1989) إن هناك انخفاضاً في نمو النباتات المزروعة في تراكيز من كلور الصوديوم بحدود 100 mM يترافق مع انخفاض في الوزن الجاف، ويعتبر معدل ملوحة 100 mM من NaCl أدى إلى انخفاض معدل النمو بوجود كلور الصوديوم، ويعزى ذلك إلى النقص المائي الناتج عن انخفاض الجهد المائي والحلولي للوسط المغذي، أو إلى معوقات مائية أو أيونية على مستوى الأجزاء الهوائية للنبات وتعزى حساسية النباتات للملوحة في الأنواع والأصناف النباتية، إلى الزيادة في تراكم الأيونات في الأوراق النامية.

وتبدي النباتات المتكيفة مع بيئات المياه العذبة Glycophytes حساسية لتزايد تركيز الصوديوم والكلور أكثر مما تبدي النباتات المحبة للملوحة. ويعود ذلك عموماً، إلى أن النباتات المحايدة الأكثر حساسية لملح NaCl، لا تتقل إلا قدرًا ضئيلاً من الصوديوم إلى أوراقها، على عكس النباتات المحايدة المتحملة للملوحة، والنباتات المحبة للملوحة (Bernstein et al, 1969)، حيث وجد أن بعض النباتات المتحملة تُدخّر الصوديوم في أوراقها، حيث تقوم إما بتخزينه في فجواتها أو حفظه في غدد خاصة، وبعضها الآخر لا يراكم الصوديوم فتستبعده.

يقل النمو بازدياد التركيز الداخلي للصوديوم والكلور، حيث تؤثر الأيونات إما تأثيراً مباشراً ويمكن أن يكون ذلك عن طريق التأثير على نفاذية الغشاء أو على الفعالية الأيونية، وإما عن طريق تحريضها للنقص المائي (Munns and Termaat, 1986; Greenywy Munns).

وتزداد سرعة امتصاص الصوديوم والكلور في النباتات المزروعة، ما يؤدي إلى تراكمها العالي في الجدران الخلوية للأوراق، لاسيما عند وصول الخلايا إلى التوازن المائي وقد يقود ذلك إلى حدوث تأثيرات مؤذية أو سلبية على العلاقات المائية للأجزاء الهوائية في النبات. ويرى

(Greenway, 1973) إن تثبط النمو قد يعزى إلى كلا العاملين السابقين معاً، أو إلى أسباب مختلفة مثل التركيب الوراثي، والظروف البيئية الزراعية كالحرارة والرطوبة النسبية. وقد يعود تثبط النمو الخضري إلى انخفاض الجهد الحولي بسبب زيادة تركيز NaCl في الوسط المغذي، للقمح والشعير الناتج عن انحلال الأملاح.

أظهرت البحوث والدراسات أن المحافظة على ضغط الإمتلاء Tuogos pressure في الخلية لا يؤمن لوحده استمرار اتساع المسطح الورقي (Munns and Termaat, 1986)، حيث أنه من الممكن أن لا تكون فعالية التمثيل الضوئي كافية لتزويد كل من الجدار الخلوي، والخلية المنتجة والمتسعة، بنواتج استقلاب الكربون. إن انخفاض معدل الناقلية المسامية الضوئي قد يحدّ من فعالية التمثيل الضوئي، في النباتات غير المحبة للملوحة، عند زراعتها في أوساط مالحة.

ومن الحقائق المعروفة، أن معدل التمثيل الضوئي في وحدة المساحة من الأوراق، وبالتالي تراكم المادة الجافة في النبات، تتوقف على عوامل كثيرة، حيث يزداد بازدياد المساحة الورقية في وحدة المساحة من الأرض (دليلاً لمساحة الورقية)، وبازدياد المساحة الكلية لأوراق النبات، والمساحة الورقية المعرضة للضوء، وسمك الورقة (الوزن النوعي للورقة)، ومعدل تبادل غاز CO₂، وعدد الثغور وكثافتها في وحدة المساحة الورقية ومدى مقاومتها لتبادل الغازات من خلالها، ومدى بقائها مفتوحة، ومدى مقاومة خلايا النسيج المتوسط للورقة لتبادل الغازات، ومعدل التنفس والمحتوى من الكلوروفيل.

تتميز النباتات المعرضة للإجهاد الملحي، عادة، بمعدل تمثيل ضوئي منخفض (Longstreth and Strain, 1977). وينخفض هذا المعدل، بازدياد زمن تعرض النباتات لمستوى ما من NaCl (Yeo et al, 1991). وحيث أن تركيز الأملاح في الأوراق يزداد بازدياد فترة تعرض النباتات للملوحة، فإنه من الممكن تفسير الانخفاض في معدل التمثيل الضوئي على أساس سمية الأملاح.

ومع ذلك ليست هنالك حقائق تفسر العلاقة السببية بين تركيز الأيونات، وفعالية التمثيل الضوئي، لا بل على العكس من ذلك عند زوال NaCl من الوسط المغذي، فإن معدل التمثيل الضوئي ترتفع بسرعة أكبر من معدل انخفاض تركيز الأملاح في الأوراق. ويمكن لعملية التمثيل الضوئي أن تثبط، لأسباب أخرى، كشيخوخة الأوراق، إذ تسرع المعاملة بملح NaCl من شيخوخة الأوراق وموتها، ويتعاضد انخفاض معدل التمثيل الضوئي، مع تقدم عمر الأوراق.

ويفترض (Munns and Termaat, 1986) أن المسطح الورقي ينخفض بعد التعرض للإجهاد الملحي ويستمر في الانخفاض لبعض الوقت، يستمر خلالها ازدياد تركيز الأملاح في الأوراق طرداً مع مرور الزمن حتى الوصول إلى التركيز القاتل فتموت الأوراق الأقدم عمراً أولاً، ويليهما الأوراق التي تليها بالعمر تدريجياً. فإذا كان معدل موت الأوراق (وهو يزداد بدوره طرداً مع مرور الزمن) أسرع من معدل اتساع الأوراق، فإن معدل انخفاض المسطح الورقي، يسبب انخفاض مسطح التمثيل الضوئي، وينخفض بذلك معدل النمو. وبين (Guler et al., 2001) أن هناك تأثيراً مباشراً ومهماً جداً لعدد القرون في النبات على الغلة، بينما توصل (Yucel et al., 2006) بأن عدد البذور وعدد القرون كانت من أكثر الصفات المرغوبة لتحسين غلة محصول الحمص.

❖ أضرار الإجهاد الملحي Salt stress damages:

تعزى الأضرار الرئيسية للإجهاد الملحي إلى التأثيرات الأيونية النوعية Specific toxic effect إما بشكل مباشر في الأغشية السيتوبلاسمية الخارجية، أو في بروتوبلاسم الخلية النباتية بعد اختراق الأغشية السيتوبلاسمية. ويزداد عموماً مقدار الضرر بازدياد كمية الأملاح الممتصة ولكن يبدو أن التأثير النوعي السام إنما يعود بشكل أساسي إلى شوارد الكلور (Cl⁻) (Koshcheev and Bukin, 1988; Marcar and Termaat, 1990; McCune and Silberman, 1991) وليس إلى شوارد الصوديوم (Na⁺) (Brawley and Mathes, 1990). ويعتمد أيضاً تأثير الأملاح بشكل كبير على طبيعة الملح المستخدم (NaCl، CaCl₂، Na₂SO₄، NaCO₃، MgSO₄، MgCl₂) (Mandeep- Kaur et al, 1989). ويسبب أيضاً تراكم الأملاح في وسط النمو تبدلات في امتصاص الشوارد المعدنية، حيث يؤدي امتصاص ملح كلوريد الصوديوم إلى تثبيط امتصاص العديد من العناصر المعدنية المغذية الأخرى فتظهر على النباتات أعراض نقص العناصر، وهذا ما يسمى اصطلاحاً إجهاد العوز Deficiency stress (Levitt, 1980). عموماً، يثبط وجود تركيز مرتفع من أملاح كلوريد الصوديوم امتصاص كل من شوارد البوتاسيوم⁺ K⁺ والكالسيوم²⁺ Ca²⁺ وأحياناً يدفع النباتات إلى طرد شوارد البوتاسيوم خارج الخلايا النباتية، كما يؤثر ذلك سلباً في امتصاص شوارد المغنيزيوم²⁺ Mg²⁺ (Khan and Ashraf, 1988)، ما يؤثر سلباً في نسبة شوارد البوتاسيوم إلى الصوديوم داخل الأنسجة النباتية (Starck and Czajkowska, 1981) وفي العلاقة ما بين نسبة الشوارد الأحادية إلى الشوارد الثنائية، وبخاصة نسبة البوتاسيوم إلى الكالسيوم (K⁺/Ca²⁺ Nakamura et al., 1990). ويؤدي أيضاً تراكم الأملاح الذوابة في منطقة انتشار الجذور إلى تعرض النباتات إلى ما يسمى بالإجهاد المائي المحرض Induced

water stress (الجفاف الفيزيولوجي)، حيث يؤدي تراكم الأملاح إلى تراجع جهد محلول التربة المائي، فيقل تبعاً لذلك فرق التدرج في الجهد المائي (القوة المحركة لانتقال الماء) ما بين محلول التربة وخلايا المجموعة الجذرية، ما يؤثر سلباً في معدل امتصاص الماء من قبل النبات، وعندما تصبح كمية الماء المنتوحة أكبر بكثير من كمية الماء الممتصة سوف تتكمش الخلايا النباتية وتبتلزم (Blum, 1988). عموماً، يحدث الإجهاد الحلوي قبل التأثيرات النوعية الأيونية، لذلك عند المستويات الملحية المتدنية عادةً ما تتعرض النباتات للإجهاد الحلوي فقط (Kalaji and Pietkiewicz, 1993). كما يؤثر وجود تركيز مرتفع من أملاح الصوديوم سلباً في خصائص التربة الفيزيائية (النفاذية والتهوية)، حيث تعمل شوارد الصوديوم على تفريق حبيبات التربة، ما يؤثر سلباً في تشكيل الأنابيب الشعرية، ويحول دون وصول مياه الري إلى منطقة انتشار الجذور حيث تتجمع المياه في طبقات التربة السطحية. ويعمل الماء الزائد على طرد الهواء من بين حبيبات التربة فتقل كمية الأكسجين المتاح لتنفس الجذور، فتتعرض النباتات بذلك إلى ما يسمى بإجهاد نقص الأكسجين (Hypoxia stress (Gale et al., 1975).

ويسبب الإجهاد الملحي بشكل عام تأثيرات قصيرة المدى وأخرى طويلة المدى في عملية التمثيل الضوئي حيث تعد عملية التمثيل الضوئي من العمليات الفيزيولوجية الرئيسة المحددة لنمو النباتات. ويقاس عادةً نمو النباتات بكمية المادة الجافة المصنعة بفضل عملية التمثيل الضوئي، والتي تعبر بدورها عن معدل صافي التمثيل الضوئي (Net Assimilation Rate (NAR). تحدث التأثيرات القصيرة المدى بعد ساعات قليلة، أو أحياناً خلال يوم أو يومين من تعرض النباتات للإجهاد الملحي. وتعد مثل هذه الاستجابة مهمة جداً كونها تؤدي أحياناً إلى توقف كامل لعملية التمثيل الضوئي، في حين تحدث التأثيرات طويلة المدى بعد تعرض النباتات لعدة أيام للإجهاد الملحي، وعادةً ما تترافق بانخفاض معدل تمثيل الكربون Carbon assimilation نتيجة تراكم الأملاح في الأوراق المتشكلة حديثاً (Munns and Termatt, 1986). ورغم وجود العديد من البحوث التي تشير إلى تثبيط عملية التمثيل الضوئي في نباتات الأنواع النباتية المعرضة للإجهاد الملحي (Chaudhuri and Choudhuri, 1997; Soussi et al., 1998; Romeroaranda et al., 2001)، إلا أن هناك بعض الدراسات التي تشير إلى ازدياد معدل التمثيل الضوئي عند التراكيز الملحية المنخفضة (Rajesh et al., 1998; Kurban et al., 1999).

وقد لوحظ في بعض الأنواع البقولية (*A. Pseudoalhari*) ازدياد معدل تمثيل الكربون في الأوراق عند المستويات الملحية المتدنية (50 mM NaCl)، ولم يتأثر معدل التمثيل الضوئي

بشكلٍ معنوي عند ارتفاع تركيز الأملاح حتى (NaCl mM 100)، في حين انخفض معدل التمثيل الضوئي إلى قرابة 60 % بالمقارنة مع الشاهد عندما وصل تركيز الأملاح إلى 200 (NaCl mM). ويعزى بشكلٍ عام تراجع معدل التمثيل الضوئي ضمن ظروف الإجهاد الملحي إلى ازدياد المقاومة المسامية (Stomatal resistance (r)، أو تراجع الناقلية المسامية، ما يؤثر سلباً في معدل انتشار غاز الكربون عبر المسامات، فتقل بذلك كمية غاز الفحم المتاحة في مراكز تثبيت الكربون ضمن الصانعات الخضراء، ما يؤثر سلباً في معدل التمثيل الضوئي وتصنيع المادة الجافة وتراكمها (Brugnoli and Bjorkman, 1992).

وتسبب الملوحة أيضاً تراجعاً في محتوى الأوراق من أصبغة اليخضور، ما يؤثر سلباً في كفاءة النبات في امتصاص كمية كافية من الطاقة الضوئية المحرصة. وتسبب الملوحة بالمقابل ازدياداً معنوياً في معدل التنفس ونقطة تعويض CO_2 Compensation point، ما يؤثر سلباً في معدل صافي التمثيل الضوئي (Khavarinejad and Chaparzadeh, 1998; Chaerle et al., 2005). وتؤثر الملوحة سلباً في عملية التمثيل الضوئي من خلال تقليل فعالية الأنزيمات المهمة في حلقة كالفن Calvin Cycle.

يعزى التراجع الحاصل في كفاءة النبات التمثيلية تحت ظروف الإجهاد الملحي إلى الأسباب الآتية:

1- جفاف الأغشية السيتوبلاسمية للخلايا النباتية، ما يؤثر سلباً في درجة ترطيبها ونفاذيتها لغاز الفحم.

2- السمية الأيونية.

3- تراجع تركيز غاز الكربون داخل الأوراق (Inter-cellular CO_2 Concentration (Ci) نتيجة تراجع الناقلية المسامية، أو انغلاق المسامات بشكلٍ كامل.

4- تراجع مساحة المسطح الورقي الأخضر الفعّال في عملية التمثيل الضوئي بسبب انغلاق المسامات بشكلٍ كامل وتعطيل التأثير المبرد Cooling effect لعملية فقد الماء بالتبخّر. النتج، ما يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة الأوراق بشكلٍ زائد وحدوث ما يسمى باحترق الأوراق Leaf firing أو الشيخوخة المبكرة لها.

5- التبدلات الحاصلة في تركيب سيتوبلاسم الخلايا النباتية.

6- تأثير تراكم المنتج النهائي End product effect الناجم عن تراجع حجم وقوة المصبمما يؤدي إلى تراكم نواتج التمثيل الضوئي (النشاء) ضمن الصانعات الخضراء، مقللاً بذلك من كفاءتها التمثيلية (Iyengar and Reddy, 1996).

❖ آليات تحمل الإجهاد الملحي Mechanisms of salt stress tolerance:

يعرف تحمل النباتات للملوحة، بمقدرة الأنواع النباتية المختلفة على بقائها حية واستمرار سير العمليات الفيزيولوجية الأساسية وبخاصة النمو إلى حين إكمال دورة الحياة، وذلك عندما تتواجد النباتات في بيئة تحتوي على تركيز مرتفع من الأملاح، وبخاصة ملح كلوريد الصوديوم (NaCl). ويمكن للنباتات حسب مفهوم (Levitt, 1980) أن تتحمل الأملاح الزائدة في وسط النمو إما عن طريق تجنب الملوحة Salt avoidance، وذلك من خلال طرد الأملاح عن طريق الغدد الملحية Salt glands أو تمديدها ضمن الأنسجة النباتية Salt dilution، أو عن طريق تحمل الملوحة Salt tolerance، وذلك من خلال القدرة على تحمل وجود مستويات مرتفعة من الأملاح داخل الأنسجة النباتية. ويتضمن المفهوم الحديث لنفس الباحث (Levitt, 1990) العلاقات المتبادلة لآليتي التجنب والتحمل معاً. وتتباين الأنواع النباتية في تحملها للملوحة. وتعد الأنواع النباتية المتكيفة مع بيئات المياه العذبة أكثر حساسية للملوحة من الأنواع النباتية الأليفة للملوحة (Volkmar et al., 1998). ولكن لسوء الحظ، فإن معظم الأنواع المحصولية المزروعة تنتمي للمجموعة الأولى. وبيّنت الدراسات على مختلف الأنواع المحصولية أن صفة التحمل للملوحة صفة معقدة، يتحكم بها عدد كبير من المورثات Multigenic trait، ما يجعل قابلية توريثها أمر غاية في الصعوبة (Niknam and McComb, 2000). ويجعل عملية تحسين تحمل الأنواع المحصولية للملوحة من المهام العسيرة والصعبة. ورغم ذلك فقد لوحظ أن صفة التحمل المكتسبة في بعض الأنواع النباتية يمكن أن تورث من الآباء إلى الأبناء (Niknam and McComb, 2000).

يرتبط تحمل الملوحة في العديد من الأنواع النباتية المتكيفة مع بيئات المياه العذبة Glycophytes بالعديد من الآليات التكيفية، أهمها كفاءة النباتات في المحافظة على نسبة متدنية من شوارد الصوديوم إلى شوارد البوتاسيوم K^+ / Na^+ ضمن السيتوبلاسم للحلولة دون ارتفاع محتوى سيتوبلاسم الخلايا النباتية من شوارد الصوديوم الضارة فوق مستوى حرج معين (Greenway and Munns, 1980; Tyerman and Skerrett, 1999). تشير العديد من الدراسات إلى أن تحمل الملوحة يرتبط إلى حد ما بكفاءة النباتات في ضبط امتصاص وانتقال Translocation، وتراكم الشوارد المعدنية الضارة (Na^+ , Cl^-) ضمن أنسجة الأجزاء الهوائية النباتية (Ashraf and McNeilly, 1988). وأشارت بعض الدراسات إلى أن تحمل بعض النباتات للملوحة لا يرتبط بتركيز شوارد الصوديوم (Na^+) في الورقة، ما يؤكد وجود درجات من

التحمل مختلفة عند مستوى الخلية والنسج النباتية. وتعتمد كفاءة التحمل على طبيعة توزع شوارد الأملاح الذوابة بين أجزاء النبات المختلفة، وتخزينها في الفجوات (James et al., 2002). يعد الامتصاص الانتقائي Selective uptake لشوارد البوتاسيوم ضد شوارد الصوديوم أحد الآليات الفيزيولوجية المهمة المساهمة في تحمل الملوحة في العديد من الأنواع النباتية (Omielon et al., 1991; Ashraf and O'Leary, 1996; Wyn Jones et al., 1984). فالأصناف المتحملة للملوحة تستطيع أن تحافظ على سلامة واستقرار Stabilization أغشية الخلايا السيتوبلاسمية تحت ظروف الإجهاد الملحي، ما يساعدها في المحافظة على خاصيتها الإصطفائية Selectivity، بينما تتخرب الأغشية الخلوية في الأصناف الأكثر حساسية للإجهاد الملحي، ما يؤدي إلى خروج العديد من الذائبات المعدنية والعضوية المفيدة لحياة الخلية النباتية (أحماض أمينية، أحماض عضوية، أحماض نووية، فيتامينات سكريات، شوارد K^+ إلخ)، ويمكن أيضاً نتيجة تخرب الأغشية السيتوبلاسمية، وفقدان خاصيتها الإصطفائية أن تدخل إلى الخلية النباتية العديد من المواد السامة والتي يمكن أن تؤدي بحياة الخلية النباتية (AL-Ouda, 1999). وترتبط أيضاً كفاءة الصنف في المحافظة على سلامة الأغشية الحيوية، ومن ثم حياة الخلايا النباتية، بزيادة المقدرة على إستعادة النمو Recovery growth بعد إنقضاء العامل البيئي (الملوحة) المحدد للنمو، حيث تستطيع فقط الخلايا النباتية التي بقيت حية في نهاية فترة الإجهاد الملحي أن تستأنف نموها، وتعوض التراجع الحاصل في النمو خلال فترة التعرض للإجهاد الملحي (AL-Ouda, 1999).

بينت إحدى الدراسات أن نباتات أحد أصناف الشعير المتحملة للملوحة قد حافظت على تركيز من شوارد الصوديوم ضمن سيتوبلاسم الخلايا النباتية أقل بنحو عشر مرات بالمقارنة مع الصنف الأكثر حساسية للملوحة (Carden et al., 2003). وتعد الحالة الشاردية للأنسجة النباتية من معايير الانتخاب المهمة جداً المرتبطة بشكل قوي بتحمل الملوحة. ويمكن استثمارها بشكل فعال وناجح كوسيلة انتخاب في برامج التربية لإنتاج أصناف عالية التحمل للإجهاد الملحي (Omielon et al., 1991).

تتطلب جميع النباتات وجود بعض الأملاح في منطقة انتشار الجذور لنموها وتطورها ولكن عادةً ما يكون التركيز الأمثل من هذه الأملاح منخفضاً للعديد من الأنواع النباتية (mol.m^{-3} 10 أو أقل). وتسبب التراكيز الأعلى من ذلك حتى بالنسبة للأملاح الضرورية Essential salts حالة من الإجهاد الملحي، ويمكن أن تقلل من نمو النباتات وتطورها وإنتاجيتها

(Chapman, 1975; Nieman et al., 1988). وتتباين شدة تأثير الملوحة في النباتات تبعاً لنوع الأملاح، وتركيزها، والنوع النباتي، والصنف ضمن النوع، والمرحلة التطورية من حياة النبات. تتمثل الأعراض العامة للأذى الملحي Salt damage بتراجع ملحوظ في معدل نمو النبات واحتراق حواف الأوراق، وذبول النباتات Wilting. وتتوقف شدة الضرر الناجم عن الملوحة على تركيز الأملاح الذوابة في محلول التربة، وطول فترة التعرض للإجهاد الملحي وإذا ما ترافقت الملوحة مع سوء صرف التربة وتهويتها (الأتربة الغدقة Waterlogging) وارتفاع درجة حرارة الوسط المحيط، فيمكن أن يؤدي ذلك إلى موت النباتات.

ولسوء الحظ، فإن جميع الأنواع المحصولية الرئيسية حساسة للملوحة Salt sensitive ولا تتمكن من إكمال دورة حياتها إذا ما زاد مستوى الملوحة عن 100 ميلي مولر (NaCl) باستثناء محصولي الشعير Barley والشوندر السكري Sugar beet، واللذان يكملان دورة حياتهما بنجاح عند وصول مستوى الملوحة إلى 150 و 350 ميلي مولر (NaCl) على التوالي. في حين تستطيع الأنواع البرية المحبة للملوحة أن تنمو عند مستويات ملحية تعادل تركيز ماء البحر (550 mM NaCl) (Soltanpour and Follett, 2001). وتسبب الملوحة تراجعاً في معدل استطالة الخلايا النباتية، نتيجة تراجع كمية الماء الحر المتاح للنبات (جفاف فيزيولوجي) فتصبح كمية الماء الممتصة من قبل جذور النبات غير كافية لتعويض الماء المفقود بالتبخّر. النتج، فيتراجع ضغط الامتلاء الذي يعد بمنزلة القوة الفيزيائية التي تدفع جدران الخلايا النباتية على التمدد (Cossgrave, 1989; Serrano et al., 1999).

ويمكن للخلايا النباتية أن تحافظ على قيمة جهد الامتلاء Turgor potential (P) بواسطة آلية التعديل الحلولي Osmotic adjustment، من خلال تصنيع الذائبات العضوية التوافقية وتجميعها في السيتوبلازم، حيث تساعد في خفض قيمة الجهد المائي داخل الخلايا النباتية وزيادة حدة التدرج في الجهد المائي مع الوسط المحيط بجذور النباتات، فتزداد بذلك كمية الماء الممتصة. ويعيد البرولين Proline من أهم الذائبات العضوية المصنعة تحت ظروف الإجهاد الملحي في القمح (Serrano et al., 1999). ويؤدي تراجع معدل امتصاص الماء نتيجة وجود كمية زائدة من الأملاح الذوابة في محلول التربة إلى تدني معدل امتصاص العناصر المعدنية المغذية الداخلة مع تيار الماء، بالإضافة إلى امتصاص كمية أكبر من الشوارد المعدنية الضارة (Na^+ , Cl^-)، ما يسبب اختلالاً في التوازن المعدني داخل الخلايا النباتية، واضطراباً في معدل نموها (Volkmar et al., 1998)، فتتراجع مساحة الأوراق، أي يقل حجم المسطح الورقي الأخضر الفعّال في عملية التمثيل الضوئي، فتقل بذلك كمية المادة الجافة المصنعة (السكريات) نتيجة تراجع كمية

الطاقة الضوئية الممتصة والمحولة إلى طاقة كيميائية مخزونة في روابط المركبات العضوية المصنعة (الكربوهيدرات) (Katerji et al., 1992). ويمكن أن تسبب الملوحة أيضاً تراجعاً في كمية المركبات الغنية بالطاقة خلال تفاعلات الضوء أثناء عملية التمثيل الضوئي (ATP, NADPH)، واختلالاً في التوازن الهرموني Hormonal balance داخل الخلايا النباتية، ما يؤثر سلباً في معدل صافي التمثيل الضوئي Net assimilation rate (NAR)، ومن ثم في كمية المادة الجافة المسخرة لنمو النبات وتطوره (Allen et al., 1994). تساعد الملوحة في زيادة معدل تصنيع حمض الأبسيسيك (ABA) في الجذور الذي ينتقل مع تيار الماء إلى الأجزاء الهوائية، ويدفع المسامات على الانغلاق للحد من فقد الماء بالتبخر. النتح والمحافظة على جهد الامتلاء داخل الخلايا النباتية. ولكن يؤدي انغلاق المسامات Stomatal closure إلى تقليل معدل صافي انتشار غاز الفحم (CO_2) عبر المسامات، فيتراجع معدل التمثيل الضوئي بسبب تراجع كمية غاز الفحم المتاحة في مراكز التثبيت ضمن الصانعة الخضراء (Asamaa, 2001). ويؤدي بالإضافة إلى ذلك انغلاق المسامات إلى تعطيل عملية التبادل الغازي Gas exchange (H_2O , CO_2)، أي تعطيل التأثير المبرد Cooling effect لعملية فقد الماء بالتبخر. النتح، ما يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة الأوراق بشكل كبير مسبباً احتراقها Leaf firing، وشيخوختها بشكل مبكر Premature senescence، الأمر الذي يؤثر سلباً في مساحة المسطح الورقي الأخضر الفعّال في عملية التمثيل الضوئي، وتقل كمية المادة الجافة المصنعة واللازمة لنمو النبات وتطوره (Lerner et al., 1994; Rausch et al., 1996). وعادةً ما تكون النباتات المتأثرة بالملوحة متقرزمة Stunted، وذات أوراق خضراء داكنة، ويمكن أن تكون الأوراق في بعض الحالات أكثر سماكة Thicker وعسارية (Succulent Jan et al., 1997).

تتمثل آلية التعديل الحلولي بكفاءة النباتات المعرضة للإجهاد الملحي في تصنيع وتجميع كميات مرتفعة من الذائبات المعدنية والعضوية. وبالرغم من أهمية القدرة على التعديل الحلولي ضمن ظروف الإجهاد المائي والملحي في النباتات الراقية، إلا أنّ مساهمتها في تحمل الإجهادات اللاإحيائية تختلف باختلاف المكونات، أو باختلاف الأصناف التابعة للنوع نفسه، أو حتى باختلاف المكونات الخلوية ضمن النبات نفسه (Ashraf, 1994; Greenway and Munns, 1980).

عموماً تعتمد معظم النباتات الراقية ضمن ظروف الإجهاد إلى تصنيع ذائبات عضوية توافقية ذات أوزان جزيئية منخفضة مثل السكريات، والأحماض العضوية و polyols والمركبات الآزوتية، مثل الأحماض الأمينية والأميدات وغيرها. ولقد أشارت العديد من الدراسات إلى تراكم

الأحماض الأمينية في معظم الأنواع النباتية الراقية المعرضة للإجهاد الملحي (Mansour, 1994; Wyn Jones, 1981; Ashraf, 1994; Wyn Jones, 2000). ويعد البرولين أهم هذه الأحماض الأمينية، وبخاصة في محاصيل الحبوب، حيث يتراكم بكميات معنوية أكبر بالمقارنة مع باقي الأحماض الأمينية الأخرى (Ashraf, 1994; Wyn Jones, 1981; Ali et al., 1999; Ashraf, 2003; Abraham et al., 1993). وتتجلى أهمية البرولين في كونه من الذائبات الحلوية الفعالة جداً (Wyn Jones, 1981; Ashraf, 1994). ويسهم في استقرار وثبات الأغشية السيتوبلاسمية (Gadallah, 1999; Rudolph et al., 1986). ويقلل من تأثير أملاح الصوديوم في سلامة الأغشية السيتوبلاسمية (Mansour, 1998). وتسمى مثل هذه الذائبات العضوية بالحافظات الحلوية التوافقية Compatible osmoprotectants، لأنها لا تؤثر سلباً في فعالية الأنزيمات ضمن سيتوبلاسم الخلية النباتية حتى وإن وجدت بتركيز مرتفعة جداً (Supra-optimal levels (Dubey, 1997; Wyn Jones et al., 1984). وتشير بعض الدراسات إلى أن كمية المادة الجافة المستخدمة في تصنيع الحافظات الحلوية تحت ظروف الإجهاد الملحي تقدر بنحو 10% من كمية المادة الجافة الكلية، ما يؤثر سلباً في كمية نواتج التمثيل الضوئي المتاحة للنبات وتطوره (Why Jones and Gorham, 1983). ورغم الجدل الكبير حول أهمية البرولين في التعديل الحلوي وارتباطه بتحمل الإجهاد الملحي إلا أن معظم الدراسات تشير إلى حدوث ارتفاع ملحوظ في تركيز البرولين في معظم الطرز الوراثية المحتملة للملوحة بالمقارنة مع الطراز الحساسة

أشار (Lutts et al., 1996) إلى أن البرولين لم يسهم في آلية التعديل الحلوي في نباتات الرز المجعدة ملحياً، وارتبط تراكم البرولين بالدلالة على مقدار الضرر الحاصل وليس بدرجة التحمل. في حين أدت إضافة البرولين إلى أجنة الشعير تحت ظروف الإجهاد الملحي إلى خفض محتوى الأجزاء الهوائية من شوارد الصوديوم والكلور، ما أدى إلى زيادة معدل النمو (Lone et al., 1987). ويعزى بشكل عام، ازدياد محتوى الأنسجة النباتية من البرولين ضمن ظروف الإجهاد الملحي والمائي إلى ازدياد نشاط الأنزيمات الداخلة في تصنيع البرولين، مثل Pyrroline-5-carboxylate reductase, ornithine aminotransferase، وبالمقابل تراجع نشاط الأنزيمات الهدامة للبرولين، مثل Proline oxidase، وذلك ضمن ظروف الإجهاد الملحي (Madan et al., 1995). ولوحظ تراكم ملحوظ في الأحماض الأمينية الحرة وبروتينات الإجهاد (Osmotin) في العديد من الأنواع النباتية استجابةً للتبدلات الحاصلة في الجهد الحلوي في وسط النمو الخارجي (Navari-Izzo et al., 1990). وتتراكم الأحماض الأمينية الحرة في كل

من الأنواع النباتية المتكيفة مع بيئات المياه العذبة أو المتكيفة مع البيئات المتملحة عندما تتعرض للإجهاد الملحي (Krishnamurthy and Bhagwat, 1990; Krishnamurthy et al., 1987). ويعد البرولين من أهم الأحماض الأمينية الحرة التي تتراكم استجابةً للإجهاد المائي والملحي في العديد من الأنواع النباتية (Ansary and Burlyn, 1987; Bandurska, 1991). ويساعد البرولين في التنظيم الحلوي Osmoregulation، وثبات البروتينات Proteins stabilization، وتنظيم فعالية الأنزيمات، وضبط درجة حموضة السيتوبلازم، وحفظ الأزوت والطاقة لاستعمالها خلال فترة استعادة النمو growth Recovery بعد زوال العامل البيئي المحدد للنمو (الملوحة) (Krishnamurthy et al., 1987). وفي دراسة أخرى استطاعت أصناف القمح المعرضة للإجهاد الملحي أو المائي أن تراكم البرولين في أوراقها وسوقها وجذورها (Tipirdamaz and Cakirlar, 1990). وكانت هذه العملية أكثر وضوحاً في الأصناف الحساسة، والتي حافظت على محتوى ماء نسبي (RWC %) أقل في أنسجتها (Lu et al., 1989). وتمكنت أصناف القمح عالية التحمل للملحة أن تصنع كمية أكبر من البرولين بالمقارنة مع الأصناف الحساسة (Srivastava et al., 1988).

ويعرف أيضاً تحمل الملوحة بقدرة النباتات على النمو وإكمال دورة حياتها فوق المهد الذي يحتوي على تراكيز مرتفعة من الأملاح الذوابة. وتسبب الملوحة المرتفعة تأثيرات حلوية وأيونية في نمو النبات. وتتمثل الإستجابات الرئيسة للأنواع النباتية المتكيفة مع بيئات المياه العذبة للملحة، بعملية الحد من نقل الأملاح إلى الأجزاء الهوائية الأكثر حساسية والمحافظة على اتزان العلاقات المائية من خلال تصنيع الذائبات العضوية (Lauchli and Epstein, 1990). ويمكن أن يكون التباين الوراثي بين الأنواع المتكيفة مع بيئات المياه العذبة لتحمل الملوحة مرتبطاً مع أحد أو كلا هاتين العمليتين. وبالنسبة للعديد من الأنواع النباتية، فإن الاختلافات في درجة تحمل الملوحة يمكن أن يكون مرتبطاً إلى حد كبير بالحد من امتصاص ونقل وتراكم شوارد الصوديوم والكلور على مستوى النبات الكامل، أو على مستوى الأجزاء النبات الهوائية، أو على مستوى الورقة الواحدة (Bernstein et al., 1969; Salim, 1989). وفي مثل هذه الحالات فإن تحسين تحمل الملوحة يمكن أن يتم باستعمال آلية طرد الشوارد من الأنسجة النباتية الحساسة كمؤشر انتخاب فيزيولوجي عام. وتتسم الكفاءة بالحد من تراكم شوارد الكلور في أجزاء النبات الهوائية، بأنها آلية فيزيولوجية عامة، أي أنها نتيجة تكاملية للعديد من الخصائص الفيزيولوجية. وتتضمن آلية ضبط امتصاص الشوارد عند مستوى الأغشية السيتوبلاسمية في خلايا الجذور، وعند مستوى الأغشية السيتوبلاسمية للفجوات داخل خلايا القشرة Cortex (Cram, 1973; Douglas and Walker,

(1985)، وتراكم أو تحرير الشوارد من خلايا الأسطوانة الوعائية Stele إلى الأوعية الناقلة الخشبية Xylem ، وإعادة امتصاص الشوارد المعدنية من قبل خلايا الأوعية الناقلة الخشبية البارانشيمية (Lauchli and Weinke, 1979)، والنقل ضمن خلايا اللحاء Phloem، وحجز الشوارد المعدنية الضارة ضمن الأوراق المسنة (Greenway and Munns, 1980).

وحتى تتمكن النباتات النامية تحت ظروف الإجهاد الملحي من المحافظة على الحد الأدنى من النمو لابد أن تتكيف مع مثل هذه الظروف غير الملائمة من خلال إحداث تبدلات تكيفية في استقلاب وتركيب الخلية النباتية. ومن أهم هذه الآليات، كفاءة النباتات في تصنيع وتراكم الذائبات العضوية Organic solutes داخل خلاياها، مثل السكريات، والأحماض الأمينية الحرة. ومن أكثر المركبات الآزوتية التي تتراكم في خلايا النباتات المعرضة للإجهادات البيئية، الأميدات مثل، الغلوتامين والأسبارجين، والأحماض الأمينية مثل، الأرجنين والبرولين، والأميدات العديدة مثل البتريسين (Rabe, 1990). عموماً، تعتمد الأنواع النباتية المتحملة للملوحة على أكثر من آلية، ويمكن أن تختلف آليات تحمل الملوحة باختلاف النوع النباتي. ويتأثر تحمل الملوحة بالعديد من العوامل المرتبطة بالنبات، والتربة، والظروف البيئية السائدة ومدى تداخلها مع بعضها البعض. حيث يؤدي ارتفاع درجات الحرارة وانحباس الأمطار إلى جفاف التربة وتركز الأملاح فيها، ما يزيد من شدة الإجهاد الملحي، ومن ثمّ يمكن أن تتأثر الأنواع النباتية بالملوحة بشكل أكبر تحت ظروف المناخ الحار والجاف بالمقارنة مع المناخ الرطب والبارد (Jan et al., 1997).

وتتلخص آليات تحمل الملوحة بالنقاط الآتية:

- 1- الامتصاص الانتقائي للشوارد المعدنية K^+/Na^+ discrimination.
- 2- طرد الشوارد المعدنية الضارة Ion exclusion.
- 3- ضبط امتصاص الشوارد المعدنية الضارة عند مستوى الجذور، أو منع انتقالها إلى الأوراق.
- 4- حجز الشوارد المعدنية الضارة ضمن الفجوات Ion sequestration.
- 5- القدرة المميزة لتصنيع كمية أكبر من الذائبات العضوية التوافقية وتجميعها في سيتوبلازم الخلية النباتية لخفض الجهد المائي فيها وزيادة حدة التدرج في الجهد المائي بين النبات ومحلول التربة، ما يساعد في زيادة امتصاص الماء والمحافظة على جهد الامتلاء داخل الخلايا النباتية (Tim, 2000; Niknam and McComb, 2000; Volkmar et al; 1998).
- 6- تغيير مسار عملية التمثيل الضوئي.
- 7- تغيير تركيب الأغشية السيتوبلازمية.

8-تصنيع بعض الهرمونات النباتية، مثل حمض الأبسيسيك الذي يحث المسامات على الإنغلاق.

9- تحريض تصنيع الأنزيمات المؤكسدة للجذور الحرة Antioxidative enzymes، مثل [Ascorbate peroxidase, Catalase, Super Oxide Dismutase (SOD)].

وتختلف النباتات في تحملها Tolerance للملوحة إذ تصنف النباتات وفقاً لتحملها (Greenway and Munns, 1980) إلى:

❖ مجموعة محبة للملوحة Halophytes:

تضم نباتات تتحمل تراكيز عالية من NaCl تتراوح بين 200 و 500 mM من NaCl كالشوندر السكري (Beta vulgaris L.) الذي يتحمل بحدود 260 mM ويمكن للملوحة أن تؤثر إيجابياً في النمو في مثل هذه النباتات.

• مجموعة مختلفة في تحملها للملوحة فتضم نباتات ملحية Halophytes ونباتات لملحية تسمى Glycophytes:

إذ تتحمل تراكيز من الأملاح تتراوح بين 70 و 200 mM من NaCl وتضم:

1- نباتات عالية التحمل، كالقطن والشعير.

2- نباتات متوسطة التحمل، كالبنندورة.

3- نباتات حساسة، تتحمل 60 mM كالفاصولياء وفول الصويا، حيث يبدأ النمو بالتأثر بالملوحة حتى باستعمال تراكيز منخفضة منه.

• نباتات شديدة الحساسية للملوحة (لاملحية) Glycophytes مثل الليمون الحامض، والحمص. بالرغم من ذلك فإن هذا التقسيم ليس ثابتاً ويمكن أن يختلف حسب العمر الفيزيولوجي للنباتات أو لمرحلة نموها. ويرى (Mass and Poss, 1989) أن محاصيل الحبوب Cereales أكثر حساسية للملوحة في مرحلة النمو الخضري والمراحل المبكرة، وتصبح أقل حساسية خلال مرحلة الأزهار ومرحلة امتلاء الحبة، وأن هناك استجابات مختلفة لتحمل الملوحة في المراحل المختلفة للنمو. إن إحدى الخصائص المميزة لفعالية النباتات التي تنمو في البيئة المالحة هي أنها تدّخر كميات متزايدة من العناصر ذات الوزن الجزيئي المنخفض والمواد الذوابة في خلاياها. لتحقيق التعادل الحولي.

مواد البحث وطرائقهMaterials and Methods:

❖ **موقع تنفيذ التجربة:** نُفذت الدراسة ضمن الليزيمترات في محطة بحوث إزرع التابعة للمركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد)، تقع المحطة شرق خط طول 36.15° وشمال خط العرض 32.51° ترتفع المنطقة عن سطح البحر 575 م. وتم قياس المؤشرات الفيزيولوجية في مخابر الهيئة العامة للتقانات الحيوية والمخابر التابعة لكلية الزراعة بجامعة دمشق.

❖ **المادة النباتية Plant material:** تمت زراعة 4 أصناف من الحمص (غاب3، غاب4،

غاب5، بلدي)، مصدرها الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، وتتميز بالموصفات التالية:

• **غاب3:** صنف شتوي متحمل للبرودة يمكن زراعته بشكل مبكر، نموه نصف مفترش، شكل البذور بازلي خشن الملمس، ومتحمل للاسكوكيتا، يمكن زراعته في العروتين الشتوية والربيعية.

• **غاب4:** صنف شتوي متحمل للبرودة يمكن زراعته بشكل مبكر، متحمل للإصابة بلفحة الاسكوكيتا.

• **غاب5:** يمتاز بإنتاجية عالية، يصلح للزراعة الشتوية، يصلح للحصاد الآلي، متحمل للإصابة بلفحة الاسكوكيتا.

• **بلدي:** صنف ربيعي غير مقاوم لللفحة الأسكوكايتا وهو أفضل الأصناف من حيث الموصفات المورفولوجية والتكنولوجية للحبة (متجدد، لونه أشقر باهت، كبيرة الحجم).

❖ **طريقة الزراعة:** تمت الزراعة خلال النصف الثاني من شهر كانون الثاني لعام 2013. تحت

غطاء بلاستيكي شفاف للحماية من الأمطار ضمن ليزيمترات ذات أبعاد (70X70 سم)،

وارتفاع (100 سم)، مملوءة بالرمل والخفان المخلوطة بشكل متجانس ونسبة 2:1، تحت

مستويات مختلفة من الملوحة (0، 50، 75، 100 ميلي مولر من ملح NaCl)، ونفذت

التجربة وفق تصميم القطع المنشقة بواقع أربعة مكررات، كل مكرر يتمثل بليزيمترين، تمت في

كل ليزيمتر زراعة سطرين، كل سطر يمثل صنف، وزرع في كل سطر ثمانية بذور، المسافة

بينها 8 سم، والمسافة بين السطور 30 سم. وتم ري كل الليزيمترات بالماء العادي حتى أصبح

عمر البادرات 4 أسابيع، وبعدها تم تطبيق معاملات الري بالمحلول الملحي، تمت إضافة

محلول Hogland من أجل تزويد النباتات بالعناصر المعدنية المغذية Hogland,

and Arnon (1950).

المؤشرات المدروسة:

❖ التجربة المخبرية:

تم تنفيذ تجربة مخبرية ماثلة للتجربة للحقلية من حيث التراكيز الملحية والأصناف والمكررات. حيث عُرضت بادرات الحمص التي تم تنبيتها في أطباق بتري ضمن الحاضنة بعمر 5 أيام إلى مستويات الملوحة المطبقة (100,75,50,0mM NaCl) مدة يومين، ومن ثم نقلت إلى أطباق بتري تحتوي الماء المقطر مدة 72 ساعة من أجل استعادة النمو.

وتمت دراسة المؤشرات التالية بعد نهاية التجربة:

طول الجذر (سم)، طول البادرة (سم)، الوزن الرطب للبادرات (غ)، والوزن الجاف للبادرات (غ) بعد تجفيف العينات على درجة حرارة 70°م حتى ثبات الوزن، وتم أيضاً حساب كل من نسبة الانخفاض في كل من طول الجذور وطول البادرات بالمقارنة مع معاملة الشاهد من خلال المعادلة التالية:

$$\text{نسبة الانخفاض (\%)} = \frac{(\text{متوسط طول الجذور في الشاهد} - \text{متوسط طول الجذور في المعاملة}) \times 100}{\text{متوسط طول الجذور في الشاهد}}$$

❖ تجربة الليزيمترات

أولاً - المؤشرات الشكلية Morphological Parameters

- 1- ارتفاع النبات (سم), Plant height: ويمثل طول النبات ابتداءً من نقطة تماس الساق الرئيسية مع سطح التربة وحتى قمة النبات وسُجل عند اكتمال عملية الإزهار.
- 2- عدد الأفرع فيالنبات (فرع.نبات⁻¹).
- 3- ارتفاع أول قرن (سم)

ثانياً - المؤشرات التطورية Phenological Parameters:

- 1- عدد الأيام اللازمة لـ 50% من الإزهار (يوم): عدد الأيام من الإنبات وحتى ظهور أول زهرة على 50% من هذه النباتات في كل معاملة مدروسة.
- 2- عدد الأيام اللازمة للنضج (يوم): عدد الأيام من تاريخ الإنبات وحتى تمام النضج في 90% من النباتات.

ثالثاً-المؤشرات الفيزيولوجية والبيوكيميائية Physiological and Biochemical Parameters

1- كفاءة استعمال المياه (غ.م²-م.م¹) وبحسب وفق المعادلة التالية:
الوزن الجاف الكلي (غ.م²) / كمية الماء المضافة (مل) خلال كامل موسم النمو

2- محتوى الماء النسبي في الأوراق (Relative Water Content (%RWC):
تم تقدير المحتوى المائي النسبي من خلال أخذ الورقة الرابعة على الفرع الرئيس من الاعلى حيث يتم وزنها مباشرة وسيكون ذلك عبارة عن الوزن الرطب, ثم تم وضع الورقة في طبق بترى مملوء بالماء المقطر مدة 4 ساعات وبعد ذلك تم التخلص من الماء الزائد العالق على الاوراق بوضعها على ورق ترشيح, يتم وزن الاوراق ويسمى هذا بالوزن الرطب المشبع (Turgid Weight), وبعد ذلك يتم وضع الاوراق ضمن أكياس ورقية في فرن مسخن بشكل مسبق لى درجة حرارة 105 درجة مئوية ولنصف ساعة لقتل الأنسجة النباتية ولإيقاف عملية فقد المادة الجافة بالتنفس ثم تنخفض حرارة الفرن إلى درجة حرارة 85⁰ لمدة 48 ساعة للحصول على الوزن الجاف. ثم تحسب بالمعادلة التالية (Barrs and Weatherley, 1962):

محتوى الماء النسبي (%) = (الوزن الرطب-الوزن الجاف/الوزن الرطب المشبع-الوزن الجاف) × 100

3- سلامة الأغشية الخلوية Membrane Integrity
تم أخذ عينات أقراص ورقية من الورقتين العلويتين الأولى والثانية كاملتي الإستطالة من كل صنف على حدة خلال مرحلة الإزهار، ووضع عدد أو وزن محدد من الأقراص في عبوة بلاستيكية تحتوي على 10 مل من الماء المقطروتركت العبوات على هزاز مدة ثلاث ساعات، وتم عند انقضاء مدة الرج قياس الامتصاص الأولي للمحلول، باستعمال جهاز مقياس الطيف الضوئي Spectrophotometer عند طول موجة 273 نانومتر، ثم نقلت بعد ذلك المحاليل مع الأقراص الورقية إلى أنابيب اختبار محكمة الإغلاق ووضعت مدة نصف ساعة في حمام مائي عند درجة الغليان، وتم في نهاية هذه المدة قياس إمتصاص المحلول (OD) عند طول الموجة السابقة نفسها. وحسبت استناداً إلى ما سبق نسبة التسرب في الذائبات وفق المعادلة الرياضية الآتية (Leopold et al., 1981):

نسبة التسرب (%) = (الامتصاص الأولي / الامتصاص النهائي) × 100

وتصنف أصناف الحمص التي تبدي قيم متدنية لتسرب الذائبات بأنها طرز مقاومة للملوحة، لأنها حافظت على استقرار وتكامل وسلامة الأغشية الحيوية خلال فترة الإجهاد الملحي.

4-تقدير محتوى الأوراق من البرولين (مغ.غ⁻¹):

تم أخذ عينات ورقية بوزن 100 ملغ من كل صنف من الأصناف المدروسة، ولكل من المعاملة والشاهد. ووضعت كل منها على حدة في هاون وأضيف إليها قليلاً من المحلول المائي لحمض سلفو ساليستيك (3%) وسحقت العينات بمساعدة كمية قليلة من الرمل المخبري النقي. ثم فصل المستخلص بواسطة جهاز الطرد المركزي (3000 دورة. دقيقة⁻¹) مدة 10 دقائق. وجمع محلول الإستخلاص وكمل حجمه إلى 5مل باستعمال حمض سلفو ساليستيك (3%). أخذ من المستخلص 2 مل وأضيف إليها 2 مل من محلول النينهيدرين لتنشيط التفاعل (يتألف المحلول المنشط للتفاعل من 1.25 غ نينهيدرين + 30 مل حمض الخل الثلجي + 20 مل حمض 6N أورثوفوسفوريك)، و2 مل من حمض الخل الثلجي. وضعت بعد ذلك الأنابيب في حمام مائي عند درجة الغليان مدة ساعة واحدة، ثم تم تبريدها بشكل مفاجئ وذلك بوضعها في وعاءٍ يحتوي على الثلج المطحون، أضيف 4 مل من التولوين لكل أنبوب إختبار. ورجت الأنابيب مدة 10 عشر ثوان، ثم قيسست درجة الامتصاص عند طول موجة 520 نانومتر. ولتحديد كمية البرولين في العينة النباتية قمنا بتحضير منحني معياري وذلك باستعمال كميات معروفة من البرولين (Bates et al, 1973).

رابعاً - المؤشرات المرتبطة بالغلة البذرية **Yield-related Parameters**:

- 1-متوسط عدد القرون بالنبات.
- 2-متوسط عدد البذور بالقرن.
- 3-متوسط عدد البذور بالنبات.
- 4-متوسط وزن البذور في النبات (غ.نبات⁻¹).
- 5-متوسط وزن 100 بذرة (غ): حيث تم حساب وزن 100 بذرة لكل معاملة من كل مكرر وذلك لخمس نباتات مأخوذة عشوائياً من كل سطر
حيث حسبت هذه المتوسطات لخمس نباتات مأخوذة عشوائياً من داخل الخطوط
- 6-الغلة الحيوية Biological yield (غ. م⁻²): وتمثل الوزن الجاف الكلي للنباتات بما فيه وزن الحبوب المتواجدة في مساحة 1 م² من الأرض.
- 7-الغلة من البذور (غ. م⁻²): وتمثل وزن البذور من جميع النباتات الموجودة في مساحة 1 م² من الأرض.
- 8-دليل الحصاد Harvest Index (%): ويمثل نسبة الغلة من البذور إلى الغلة البيولوجية.
دليل الحصاد (%HI) = (وزن البذور / الوزن الجاف الكلي للنبات) × 100

تصميم التجربة والتحليل الإحصائي: Experimental design and Statistical Analysis

تم استعمال تصميم القطع المنشقة (بأربعة مكررات)، وتم التحليل الإحصائي باستعمال برنامج التحليل الإحصائي 12.1 GenStat لحساب قيم أقل فرق معنوي (L.S.D) بين المعاملات والأصناف المدروسة وذلك على مستوى معنوية (5%)، وحساب معامل التباين (C.V)، ودراسة علاقات الارتباط (r) البسيط بين المؤشرات المدروسة.

النتائج والمناقشة

التجربة المخبرية:

1-1- طول الجذر (سم)

يلاحظ من الجدول (1)، والشكل (a-1) وجود فروقاتٍ معنوية في متوسط طول الجذر بين الأصناف المدروسة، والمستويات الملحية، والتفاعل بينهما. وكان متوسط طول الجذر الأعلى معنوياً لدى الصنف البلدي (3.8 سم) تلاه وبفروقاتٍ معنوية الصنف غاب3 (3.5 سم)، تلاه الصنف غاب4 (2.1 سم) في حين كان متوسط طول الجذر الأدنى معنوياً لدى الصنف غاب5 (1.6 سم). ويلاحظ حدوث تراجع مضطرب في طول الجذر بازدياد تركيز الأملاح في وسط النمو. وكان متوسط طول الجذر الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد (5.7 سم)، وتراجع تدريجياً بازدياد تركيز الأملاح حتى وصل إلى أدنى قيمة له (0.8 سم) عند مستوى الملوحة الأعلى (100 ميلي مولر NaCl). كان متوسط طول الجذر الأعلى معنوياً لدى الصنف البلدي في المعاملة الشاهد (9.4 سم) في حين كان متوسط طول الجذر الأدنى معنوياً لدى نباتات الصنف غاب5 عند المستوى الملحي الأعلى (0.6 سم).

ويلاحظ أيضاً من الجدول رقم (2) أن نسبة الانخفاض في متوسط طول الجذر كانت الأدنى لدى الصنف غاب3 في المعاملة (50Mm NaCl) (26.00%) في حين كانت نسبة الانخفاض الأعلى عند الصنف البلدي (88.2%) في المعاملة الأعلى (100 ميلي مولر NaCl). أما نسبة الانخفاض في متوسط طول الجذر كقيمة متوسطة عند جميع المستويات الملحية كانت الأعلى لدى الصنف غاب5 (67.6%) والأدنى عند الصنف غاب3 (50.5%). عموماً، يعزى الانخفاض الحاصل في طول الجذور والبادرات إلى أن ازدياد تركيز الأملاح الذوابة في المحلول الملحي يؤدي إلى خفض الجهد المائي، وتقليل كمية الماء الحر المتاح، ما يؤثر سلباً في كمية الماء الممتصة عن طريق الجذور، وتصبح كمية الماء الممتصة غير كافية لتعويض الماء المفقود بالتبخر. النتح Evapo-transpiration، فيتراجع جهد الإمتلاء (محتوى الماء النسبي والمطلق)، ويزداد عجز الإشباع المائي داخل الخلايا النباتية، ما يؤدي إلى تثبيط إستطالة الخلايا النباتية Cell expansion، لأنَّ جهد الإمتلاء يعد بمنزلة القوة الفيزيائية التي تدفع جدر الخلايا النباتية على الإستطالة، ولا يحدث النمو إلا إذا إستطالت الخلايا النباتية المنقسمة، لأنَّ النمو هو حصيلة

إنقسام وإستطالة غير عكوسة للخلايا النباتية (Cossgrove, 1989). وتعد تبعاً لذلك استطالة الخلايا النباتية من أكثر العمليات الفيزيولوجية حساسية للإجهاد الملحي (العودة, 2007).

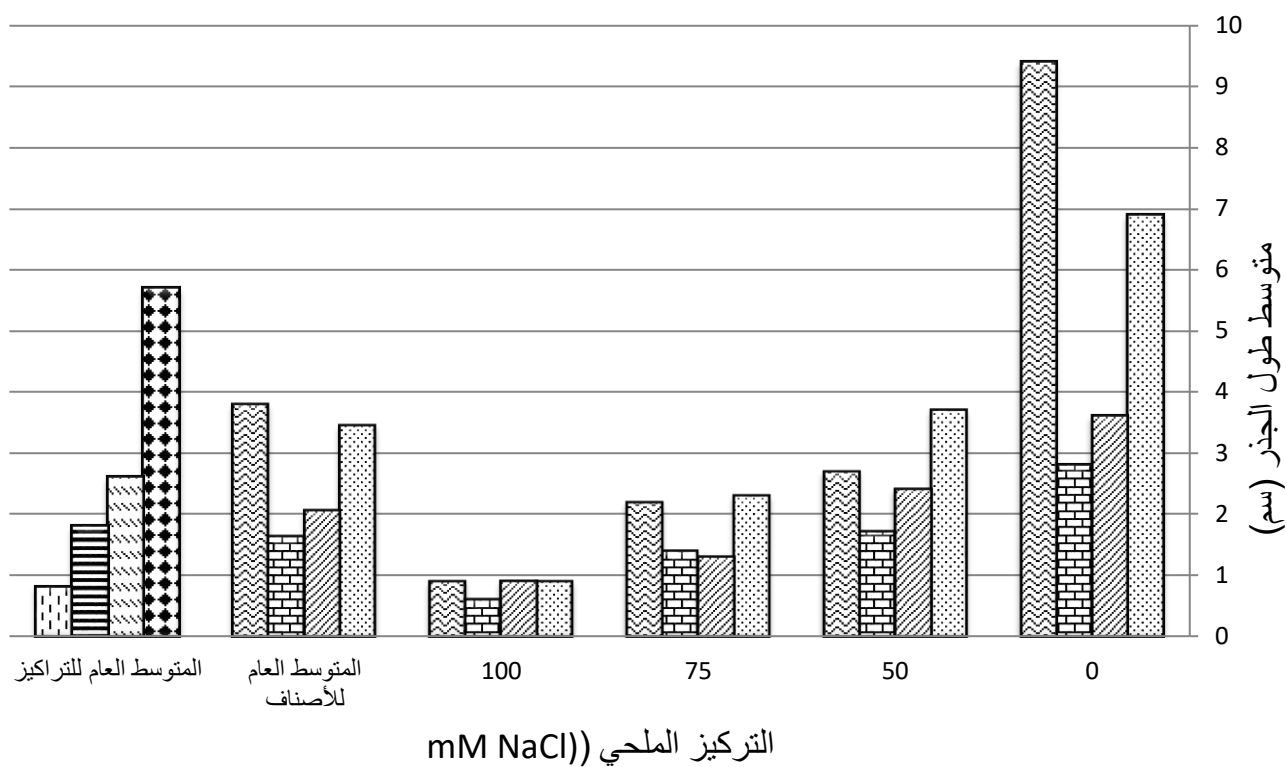
جدول رقم(1): تأثير الملوحة في متوسط طول الجذر(سم).

المتوسط العام	التركيز الملحي (mM NaCl)				الأصناف
	100	75	50	0	
3.5 ^b	0.9 ^{gh}	2.3 ^{de}	3.7 ^c	6.9 ^b	غاب 3
2.1 ^c	0.9 ^{gh}	1.3 ^{fg}	2.4 ^{de}	3.6 ^c	غاب 4
1.6 ^d	0.6 ^h	1.4 ^{fg}	1.7 ^{ef}	2.8 ^d	غاب 5
3.8 ^a	0.9 ^{gh}	2.2 ^{de}	2.7 ^d	9.4 ^a	بلدي
2.7	0.8 ^d	1.8 ^c	2.6 ^b	5.7 ^a	المتوسط العام

المتغير	الأصناف	المستويات الملحية	التفاعل
L.S.D 0.05	0.28	0.31	0.6
C.V%	15.4		

جدول رقم(2): تأثير الملوحة في نسبة الانخفاض % في متوسط طول الجذر.

المتوسط	التركيز الملحي (mM NaCl)			الأصناف
	100	75	50	
50.5	74	51.4	26	غاب 3
63.5	83.5	57	50	غاب 4
67.6	78.7	64.5	59.6	غاب 5
59.8	88.2	49.2	42	بلدي
60.3	81.1	55.5	44.4	المتوسط



الشكل رقم (a-1) تأثير الملوحة في متوسط طول الجذر (سم).

التركيز 100 التركيز 75 التركيز 50 الشاهد بلدي غاب 5 غاب 4 غاب 3

1-2- طول البادرة (سم)

يلاحظ من الجدول (3)، والشكل (2-a) وجود فروقاتٍ معنوية في صفة متوسط طول البادرات بين الأصناف المدروسة، والمستويات الملحية، والتفاعل بينهما. وكان متوسط طول البادرات الأعلى معنوياً لدى الصنف غاب3 (3.7 سم) تلاه وبفروقاتٍ معنوية الصنف البلدي (3.1 سم)، تلاه الصنف غاب4 (2.7 %) في حين كان متوسط طول البادرات الأدنى معنوياً لدى الصنف غاب5 (2.2 %). ويلاحظ حدوث تراجع مضطرب في متوسط طول البادرات بازدياد تركيز الأملاح في محلول التربة. وكان متوسط طول البادرات الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد (4.9 سم)، وتراجع تدريجياً بازدياد تركيز الأملاح حتى وصل إلى أدنى قيمة له (0.8 سم) عند مستوى الملوحة الأعلى (100 ميلي مولر NaCl).

كان متوسط طول البادرات الأعلى معنوياً لدى الصنف البلدي وغاب3 في المعاملة الشاهد (5.5 سم) لكل منهما في حين كان متوسط متوسط طول البادرات الأدنى معنوياً لدى نباتات الصنف البلدي عند المستوى الملحي الأعلى (0.7 سم).

ويلاحظ أيضاً من الجدول رقم (4) أن نسبة الانخفاض في متوسط طول البادرات كانت لدى الصنف غاب3 في المعاملة (50Mm NaCl) (20.5%) بينما كانت نسبة الانخفاض الأعلى عند الصنف غاب4 (46.6 %) في المعاملة الأعلى (100 ميلي مولر NaCl). أما نسبة الانخفاض في متوسط طول البادرات كقيمة متوسطة عند جميع المستويات الملحية كانت الأعلى لدى الصنف غاب4 (63.9%) والأدنى عند الصنف غاب3 (44.1%).

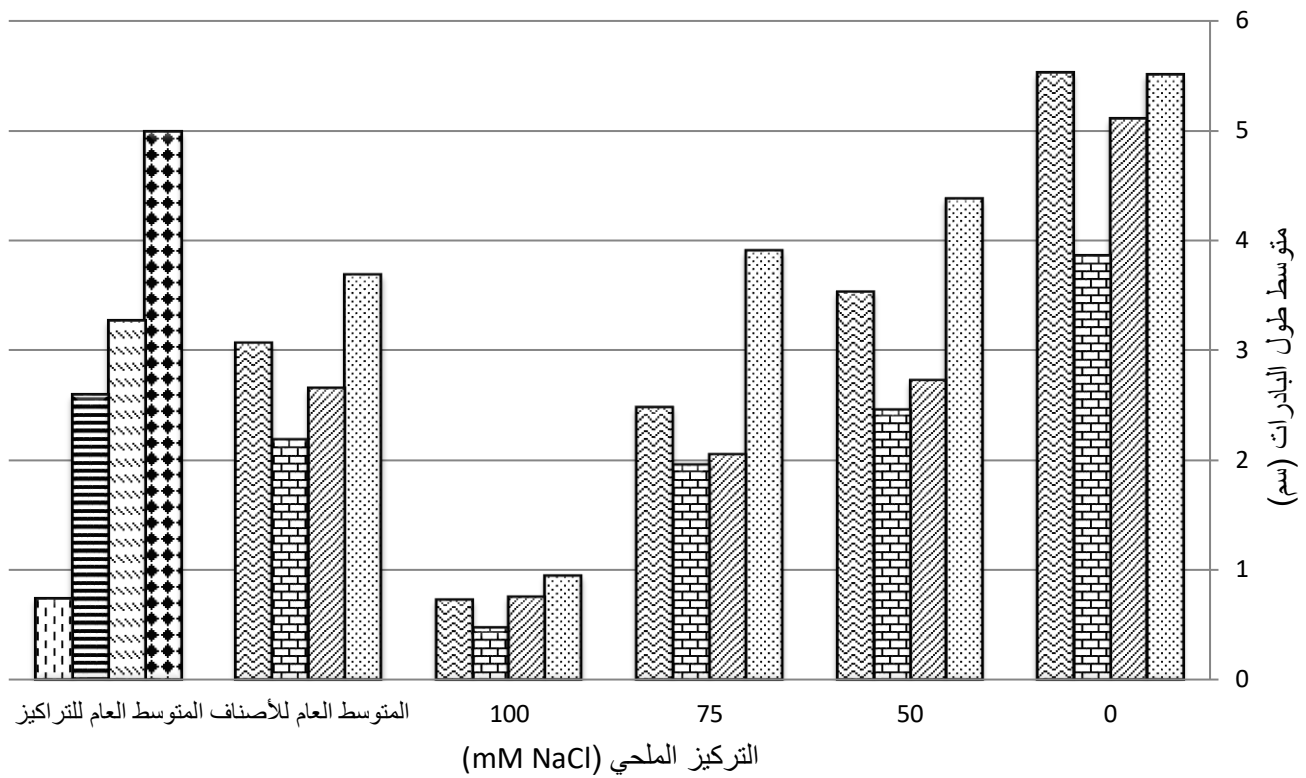
جدول رقم(3): تأثير الملوحة في متوسط طول البادرات (سم).

المتوسط العام	التركيز الملحي (mM NaCl)				الأصناف
	100	75	50	0	
3.7 ^a	0.9 ⁻	3.9 ^{bc}	4.3 ^b	5.5 ^a	غاب3
2.7 ^c	0.7 ^f	2.5 ^{de}	2.7 ^d	5.1 ^a	غاب4
2.2 ^d	2.5 ^{de}	1.9 ^e	2.5 ^{de}	3.8 ^{bc}	غاب5
3.1 ^b	0.7 ^f	2.5 ^{de}	3.5 ^c	5.5 ^a	بلدي
2.9	0.8 ^d	2.6 ^c	3.3 ^b	4.9 ^a	المتوسط العام

المتغير	الأصناف	المستويات الملحية	التفاعل
L.S.D 0.05	0.41	0.31	0.65
C.V%	15.7		

جدول رقم(4): تأثير الملوحة في نسبة الانخفاض % في متوسط طول البادرات

المتوسط	التركيز الملحي (mM NaCl)			الأصناف
	100	75	50	
44.1	82.7	29.1	20.5	غاب3
63.9	85.3	59.8	46.6	غاب4
57.8	87.7	49.4	36.4	غاب5
59.4	86.9	55.2	36.2	بلدي
56.3	85.7	48.4	34.9	المتوسط



الشكل رقم (a-2) تأثير الملوحة في متوسط طول البادرات (سم).

التركيز 100 التركيز 75 التركيز 50 الشاهد بلدي غاب 5 غاب 4 غاب 3

1-3- الوزن الرطب للبادرات (غ)

يلاحظ من الجدول (5)، والشكل (a-3) وجود فروقاتٍ معنوية في صفة متوسط الوزن الرطب للبادرات بين الأصناف المدروسة، والمستويات الملحية، والتفاعل بينهما. وكان متوسط الوزن الرطب للبادرات الأعلى معنوياً لدى الصنف البلدي (3.75 غ) تلاه وبفروقاتٍ معنوية الصنف غاب4 وغاب3 (2.40, 2.30 غ على التوالي)، في حين كان متوسط الوزن الرطب للبادرات الأدنى معنوياً لدى الصنف غاب5 (1.87 غ). ويلاحظ حدوث تراجع مضطرد في طول النبات بازدياد تركيز الأملاح في محلول التربة. وكان متوسط الوزن الرطب للبادرات الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد (4.59 غ)، وتراجع تدريجياً بازدياد تركيز الأملاح حتى وصل إلى أدنى قيمة له (0.64 غ) عند مستوى الملوحة الأعلى (100 ميلي مولر NaCl). كان متوسط الوزن الرطب للبادرات الأعلى معنوياً لدى الصنف البلدي في المعاملة الشاهد (7.22 غ) في حين كان متوسط الوزن الرطب للبادرات الأدنى معنوياً لدى نباتات الصنف غاب5 عند المستوى الملحي الأعلى (0.55 غ).

ويلاحظ أيضاً من الجدول رقم (6) أن نسبة الانخفاض في متوسط الوزن الرطب للبادرات كانت الأدنى معنوياً لدى الصنف غاب3 في المعاملة (50Mm NaCl) (12.2%) بينما كانت نسبة الانخفاض الأعلى عند الصنف البلدي (90.0%) في المعاملة الأعلى (100 ميلي مولر NaCl).

أما نسبة الانخفاض في متوسط الوزن الرطب للبادرات كقيمة متوسطة عند جميع المستويات الملحية كانت الأعلى لدى الصنف غاب5 (65.3%) والأدنى عند الصنف غاب3 (44.8%). ويمكن أن يعزى ازدياد نسبة الانخفاض في الوزن الرطب للبادرات جراء ارتفاع تركيز الملح في وسط النمو أيضاً إلى السمية الشاردية النوعية Specific Ion Toxicity نتيجة امتصاص كميات زائدة من شوارد الصوديوم والكلور الضارة، والتي قد تصل إلى مستويات سامة داخل سيتوبلازم، لخلايا النباتية مايتسبب في إحداث خلل في التغذية المعدنية والتوازن الهرموني فضلاً عن دورها في تخريب الأنزيمات التي تتوسط سير العديد من العمليات الحيوية داخل الخلايا النباتية، مثل التمثيل الضوئي في الصانعات الخضراء والتنفس في الميتوكوندريّة، حيث يتراجع معدل تصنيع المادة الجافة Dry matter والطاقة اللازمة لنمو الأنسجة النباتية وتطورها.

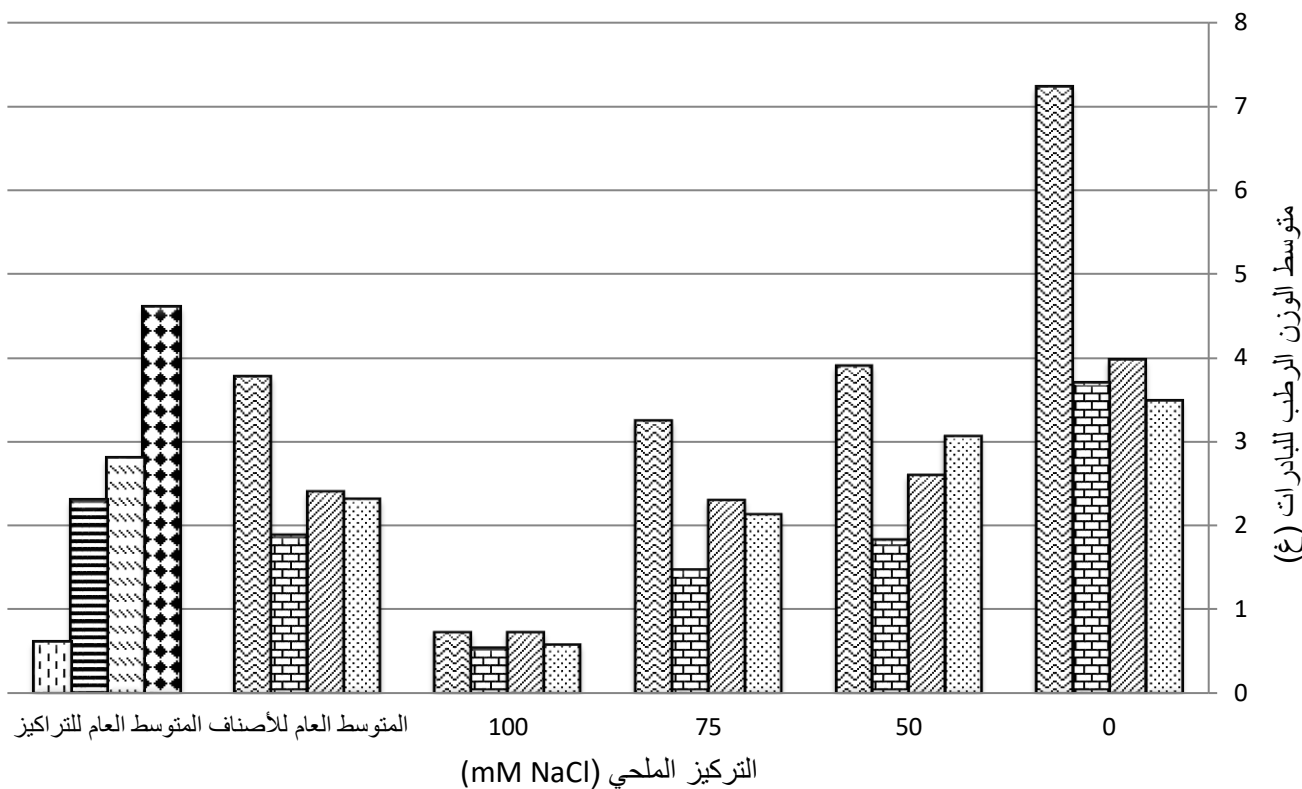
جدول رقم (5): تأثير الملوحة في متوسط الوزن الرطب للبادرات (غ).

المتوسط العام	التركيز الملحي (mM NaCl)				الأصناف
	100	75	50	0	
2.30 ^b	0.57 ^j	2.12 ^{gh}	3.05 ^e	3.47 ^{cd}	غاب3
2.40 ^b	0.72 ^j	2.30 ^{fg}	2.60 ^f	3.97 ^b	غاب4
1.87 ^c	0.55 ^j	1.47 ⁱ	1.82 ^{hi}	3.70 ^{bc}	غاب5
3.75 ^a	0.72 ^j	3.25 ^{de}	3.90 ^b	7.22 ^a	بلدي
2.59	0.64 ^d	2.28 ^c	2.84 ^b	4.59 ^a	المتوسط العام

المتغير	الأصناف	المستويات الملحية	التفاعل
L.S.D 0.05	0.39	0.39	0.39
C.V%	10.5		

جدول رقم (6): تأثير الملوحة في نسبة الانخفاض (%) في متوسط الوزن الرطب للبادرات

المتوسط	التركيز الملحي (mM NaCl)			الأصناف
	100	75	50	
44.8	83.5	38.8	12.2	غاب3
52.8	81.8	42.1	34.6	غاب4
65.3	85.1	60.1	50.7	غاب5
63.7	90	55	46	بلدي
56.7	85.1	49.0	35.9	المتوسط



الشكل رقم (a-3) تأثير الملوحة في متوسط الوزن الرطب للبادرات (غ).

التركيز 100 التركيز 75 التركيز 50 الشاهد بلدي غاب 5 غاب 4 غاب 3

1-4- الوزن الجاف للبادرات (غ)

يلاحظ من الجدول (7)، والشكل (a-4) وجود فروقاتٍ معنوية في صفة متوسط الوزن الجاف للبادرات بين الأصناف المدروسة، والمستويات الملحية، والتفاعل بينهما. وكان صفة متوسط الوزن الجاف للبادرات الأعلى معنوياً لدى الصنف البلدي وغاب3 (0.32 غ) تلاهما وبفروقاتٍ معنوية الصنف غاب4 (0.26 غ)، في حين كان صفة متوسط الوزن الجاف للبادرات الأدنى معنوياً لدى الصنف غاب5 (0.17 غ). ويلاحظ حدوث تراجع مضطرد في صفة متوسط الوزن الجاف للبادرات بزيادة تركيز الأملاح في محلول التربة. وكان صفة متوسط الوزن الجاف للبادرات الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد (0.49 غ)، وتراجع تدريجياً بزيادة تركيز الأملاح حتى وصل إلى أدنى قيمة له (0.09 غ) عند مستوى الملوحة الأعلى (100 ميلي مولر NaCl).

كان متوسط الوزن الجاف للبادرات الأعلى معنوياً لدى الصنف البلدي في المعاملة الشاهد (0.59 غ) في حين الأدنى معنوياً لدى نباتات الصنف غاب5 والبلدي عند المستوى الملحي الأعلى (0.07 غ).

ويلاحظ أيضاً من الجدول رقم (8) أن نسبة الانخفاض في صفة متوسط الوزن الجاف للبادرات كانت لدى الصنف غاب3 في المعاملة (50mM NaCl) (26.00%) في حين كانت نسبة الانخفاض الأعلى عند الصنف البلدي (88.2%) في المعاملة الأعلى (100 ميلي مولر NaCl). أما نسبة الانخفاض في صفة متوسط الوزن الجاف للبادرات كقيمة متوسطة عند جميع المستويات الملحية فكانت الأعلى لدى الصنف غاب5 (67.6%) والأدنى عند الصنف غاب3 (50.5%).

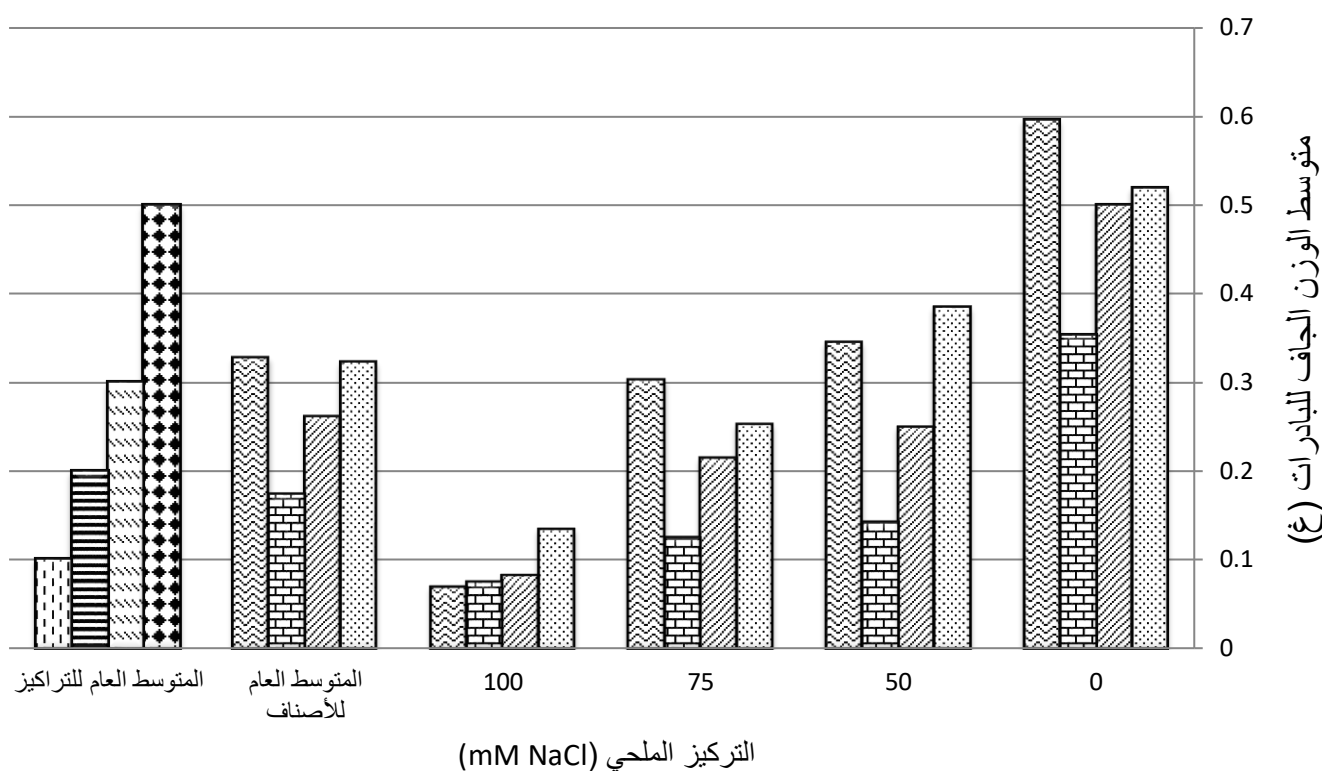
جدول رقم(7): تأثير الملوحة في متوسط الوزن الجاف للبادرات (غ)

المتوسط العام	التركيز الملحي (mM NaCl)				الأصناف
	100	75	50	0	
0.32 ^a	0.13 ^{ef}	0.25 ^d	0.38 ^c	0.52 ^{ab}	غاب 3
0.26 ^b	0.08 ^f	0.21 ^{de}	0.25 ^d	0.50 ^b	غاب 4
0.17 ^c	0.07 ^f	0.12 ^f	0.14 ^{ef}	0.35 ^c	غاب 5
0.32 ^a	0.07 ^f	0.30 ^{cd}	0.34 ^c	0.59 ^a	بلدي
0.27	0.09 ^d	0.22 ^c	0.28 ^b	0.49 ^a	المتوسط العام

المتغير	الأصناف	المستويات الملحية	التفاعل
L.S.D 0.05	0.07	0.03	0.08
C.V%	21.1		

جدول رقم(8): تأثير الملوحة في نسبة الانخفاض % في متوسط الوزن الجاف للبادرات

المتوسط	التركيز الملحي (mM NaCl)			الأصناف
	100	75	50	
50.5	74	51.4	26	غاب 3
63.5	83.5	57	50	غاب 4
67.6	78.7	64.5	59.6	غاب 5
59.8	88.2	49.2	42	بلدي
60.3	81.1	55.5	44.4	المتوسط



الشكل رقم (a-4) تأثير الملوحة في متوسط الوزن الجاف للبادرات (غ).

التركيز 100 التركيز 75 التركيز 50 الشاهد بلدي غاب 5 غاب 4 غاب 3

تجربة الليزيمترات

أولاً- الصفات المورفولوجية Morphological Traits

2-1- ارتفاع النبات (سم) Plant height

يلاحظ من الجدول (9)، والشكل (5-a) وجود فروقاتٍ معنوية في صفة ارتفاع النبات بين الأصناف المدروسة، والمستويات الملحية، والتفاعل بينهما. وكان متوسط ارتفاع النبات الأعلى معنوياً لدى الصنف البلدي (42.81 سم)، تلاه وبفروقاتٍ معنوية الصنف غاب 4 (38.75 سم)، تلاه الصنف غاب 3 (36.56 سم)، في حين كان متوسط ارتفاع النبات الأدنى معنوياً لدى الصنف غاب 5 (32.38 سم). وتبين حدوث تراجع مضطرد في طول النبات بازدياد تركيز الأملاح في محلول التربة. حيث كان متوسط طول النبات الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد (68.69 سم)، وتراجع تدريجياً بازدياد تركيز الأملاح حتى وصل إلى أدنى قيمة له (18.12 سم)، عند مستوى الملوحة الأعلى (100 ميلي مولر NaCl). وتشير نتائج التحليل الإحصائي بالنسبة إلى تفاعل الأصناف مع المستويات الملحية إلى وجود فروقاتٍ معنوية، حيث كان متوسط طول النبات الأعلى معنوياً لدى الصنفين البلدي وغاب 4 في المعاملة الشاهد (77.00، 73.25 سم لى التوالي) وبدون فروقاتٍ معنوية، ثم كل من الصنفين غاب 3 وغاب 5 (60.25، 64.25 سم على التوالي) عند معاملة الشاهد في حين كان متوسط ارتفاع النبات الأدنى معنوياً لدى نباتات الصنف غاب 5 عند المستوى الملحي الأعلى (12.50 سم).

ويلاحظ أيضاً من الجدول رقم (10) أن نسبة الانخفاض في ارتفاع النبات كانت الأدنى لدى الصنف غاب 5 في المعاملة (50Mm NaCl) (46.5%)، بينما كانت نسبة الانخفاض الأعلى عند الصنف غاب 4 (81.2%)، في المعاملة الأعلى (100 ميلي مولر NaCl). أما نسبة الانخفاض في ارتفاع النبات كقيمة متوسطة عند جميع المستويات الملحية كانت الأعلى لدى الصنف غاب 4 (62.8%)، والأدنى عند الصنف غاب 3 (57.5%). عموماً، يؤدي ارتفاع تركيز الأملاح الذوابة في محلول التربة وبخاصة ملح كلوريد الصوديوم (NaCl)، الأكثر سمية، إلى خفض جهد التربة المائي Soil water potential، ما يؤثر سلباً في كفاءة النباتات في امتصاص الماء، فيتراجع جهد الامتلاء داخل الخلايا النباتية، كما تثبط شوارد الصوديوم Na^+ والكلور Cl^- امتصاص العديد من الشوارد المعدنية المغذية الموجبة (مثل، K^+ ، Ca^{2+} ، Mg^{2+})، والسالبة (مثل، NO_3^-) مسببةً إضطراباً في التغذية المعدنية Nutrient disorder، ما يؤثر سلباً في معدل إنقسام واستطالة خلايا أنسجة الساق النباتية، وتتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه

(Varsha Mudga, 2010) 2 على محصول الحمص و(الشيخ علي, 2006) في محصول القمح و(اللحام, 2005) في الذرة البيضاء، و(Yeo et al, 1991) في محصول الرز Rice. ويؤدي تراجع طول النبات إلى عدم تمكنه من الحصول على كمية كافية من الطاقة الضوئية لإقلاع عملية التمثيل الضوئي فتتراجع كفاءتها التمثيلية Photo-synthetic capacity، وتقل فيها كفاءة استعمال المياه Water use efficiency (WUE)، بسبب استمرار عملية فقد الماء بالتبخر النتح، ويتراجع بالمقابل معدل التمثيل الضوئي (Hethernigton, 2001). ويلاحظ وجود علاقة إرتباط موجبة ومعنوية جداً بين صفة ارتفاع النبات ومتوسط كل من عدد ووزن البذور في النبات ($r = 0.89^{**}$, $r = 0.93^{**}$ على التوالي) (جدول، 43) وهذا يتوافق مع ما توصل إليه كل من (Tripathi, 1998) و(Yucel et al., 2006) على محصول الحمص، كما نلاحظ وجود علاقة إرتباط موجبة ومعنوية بين صفة ارتفاع النبات ووزن المئة بذرة ($r = 0.85^{**}$) وأيضاً تتوافق هذه النتيجة مع ما استنتجه (Reza et al., 2007) على نفس المحصول ما يشير إلى أهمية زيادة حجم المجموع الخضري الفعّال في عملية التمثيل الضوئي لتصنيع وإتاحة كمية أكبر من المادة الجافة خلال مرحلة النمو الثمري، ما يؤدي إلى زيادة عدد البذور المتشكلة في النبات الواحد ودرجة إمتلائها.

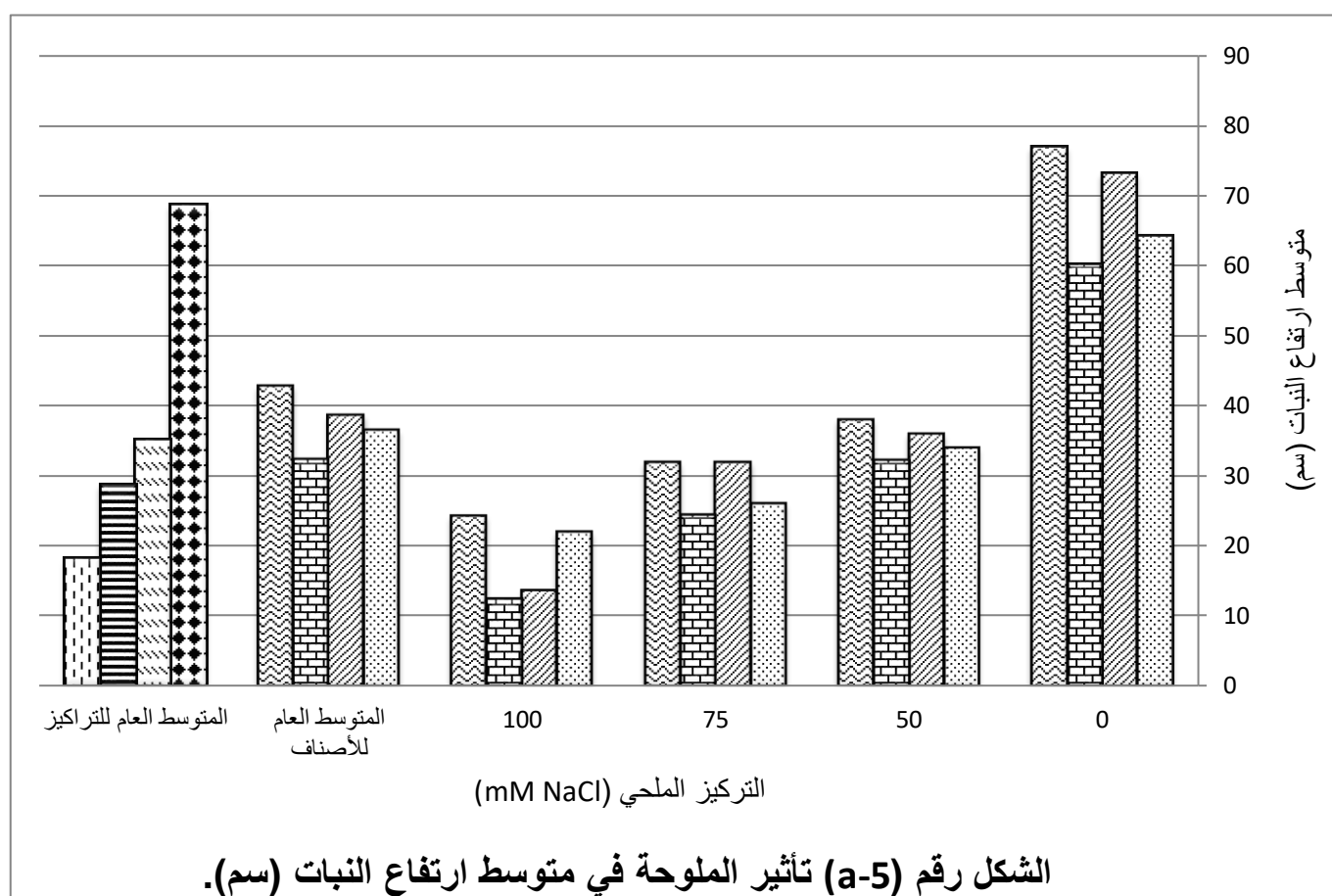
جدول رقم (9): تأثير الملوحة في متوسط ارتفاع النبات (سم) لدى بعض أصناف الحمص المدروسة.

المتوسط العام	التركيز الملحي (mM NaCl)				الأصناف
	100	75	50	0	
36.56 ^c	22.00 ^f	26.00 ^f	34.00 ^{de}	64.25 ^b	غاب3
38.75 ^b	13.75 ^g	32.00 ^e	36.00 ^{de}	73.25 ^a	غاب4
32.38 ^d	12.50 ^g	24.50 ^f	32.25 ^e	60.25 ^c	غاب5
42.81 ^a	24.25 ^f	32.00 ^e	38.00 ^d	77.00 ^a	بلدي
37.63	18.12 ^d	28.62 ^c	35.06 ^b	68.69 ^a	المتوسط العام

المتغير	الأصناف	المستويات الملحية	التفاعل
L.S.D 0.05	1.68	2.04	3.87
C.V%	7.2		

جدول رقم (10): تأثير الملوحة في نسبة الانخفاض % في متوسط ارتفاع النبات

المتوسط	التركيز الملحي (mM NaCl)			الأصناف
	100	75	50	
57.5	65.8	59.5	47.1	غاب 3
62.8	81.2	56.3	50.9	غاب 4
61.7	79.3	59.3	46.5	غاب 5
59.2	68.5	58.4	50.6	بلدي
60.3	73.7	58.4	48.8	المتوسط



التركيز 100 التركيز 75 التركيز 50 الشاهد بلدي غاب 5 غاب 4 غاب 3

2-2- عدد الأفرع في النبات No. of branch per plant

يلاحظ من الجدول (11)، والشكل (a-6) عدم وجود فروقات معنوية في صفة عدد الأفرع في النبات بين الأصناف المدروسة ووجود فروقات معنوية في هذه الصفة بين المستويات الملحية المختلفة والتفاعل بينها وبين الأصناف.

وكان متوسط عدد الأفرع في النبات الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد (3.33) فرع/النبات، وتراجع بازدياد تركيز الأملاح حتى وصل إلى أدنى قيمة له (2.15 فرع.النبات⁻¹) عند مستوى الملوحة الأعلى (100 ميلي مولر NaCl). وهذا يتوافق مع ما توصل إليه Mudgal, and S Mishra (2009) حيث أكد حدوث تراجع معنوي بصفة عدد الأفرع بالنبات تحت ظروف الإجهاد الملحي على محصول الحمص. كان متوسط عدد الأفرع في النبات الأعلى معنوياً لدى الصنف غاب5 في المعاملة الشاهد (3.6 فرع.النبات⁻¹) تلاه كل من الصنف غاب4 والبلدي عند المعاملة نفسها (3.3, 3.4 فرع.النبات⁻¹ على التوالي). في حين كان متوسط عدد الأفرع في النبات الأدنى معنوياً لدى نباتات الصنف غاب5 عند المستوى الملحي الأعلى (1.75 فرع.النبات⁻¹).

ويلاحظ أيضاً من الجدول رقم (12) أن نسبة الانخفاض في عدد الأفرع في النبات كانت لدى الصنف غاب3 في المعاملة (50Mm NaCl) (1.7%) بينما كانت نسبة الانخفاض الأعلى عند الصنف غاب5 (51.4%) وذلك في المعاملة (100 ميلي مولر NaCl). أما نسبة الانخفاض في عدد الأفرع في النبات كقيمة متوسطة عند جميع المستويات الملحية كانت الأدنى لدى الصنف غاب3 (12.2%)، والأعلى عند الصنف غاب5 (31.9%).

ويلاحظ وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية جداً بين صفة عدد الأفرع في النبات ومتوسط كل من الغلة الحيوية ($r = 0.76^{**}$) والغلة من البذور ($r = 0.69^{**}$) (جدول، 43)، ما يشير إلى أهمية زيادة حجم المجموع الخضري الفعال (عدد الأوراق، ومساحتها) في عملية التمثيل الضوئي لتصنيع وإتاحة كمية أكبر من المادة الجافة خلال مرحلة النمو الثمري، ما يؤدي إلى زيادة عدد البذور المتشكلة في النبات الواحد ودرجة إمتلاؤها.

ويلاحظ وجود علاقات ارتباط سلبية بين صفتي ارتفاع النبات وعدد الأفرع في النبات مع كل من صفة سلامة الأغشية السيتوبلاسمية (-0.70^{**} ، -0.56^{**})، ومحتوى البرولين (-0.85^{**})، - (0.64^{**}) (جدول، 43)، ويعزى ذلك إلى أن زيادة ارتفاع النبات وتفرعه (النمو الخضري) تؤدي إلى زيادة مساحة المسطح القابل للنطح، ومن ثم معدل فقد الماء بالتبخر. نتج، ما يؤدي إلى زيادة

عجز الإشباع المائي (تراجع محتوى الماء النسبي)، وبخاصة إذا ما افتقر الصنف لمجموع جذري متعمق ومتشعب، أو آلية التعديل الحلولي. ويؤثر التقاف Desiccation سلباً في تركيب البروتينات والمواد الدهنية المفسفرة الداخلة في تركيب الأغشية السيتوبلاسمية، ما يؤثر سلباً في تماسك هذه الأغشية، وتفقدها خاصيتها الإصطفائية ما يؤثر سلباً في حياة الخلية النباتية. وتفسر العلاقة السلبية بين ازدياد ارتفاع النبات، وعدد الأفرع في النبات وتراجع القدرة على التعديل الحلولي إلى تقليل كمية المادة الجافة المتاحة لتصنيع الذائبات العضوية التوافقية نتيجة استهلاكها في النمو الطولي الزائد.

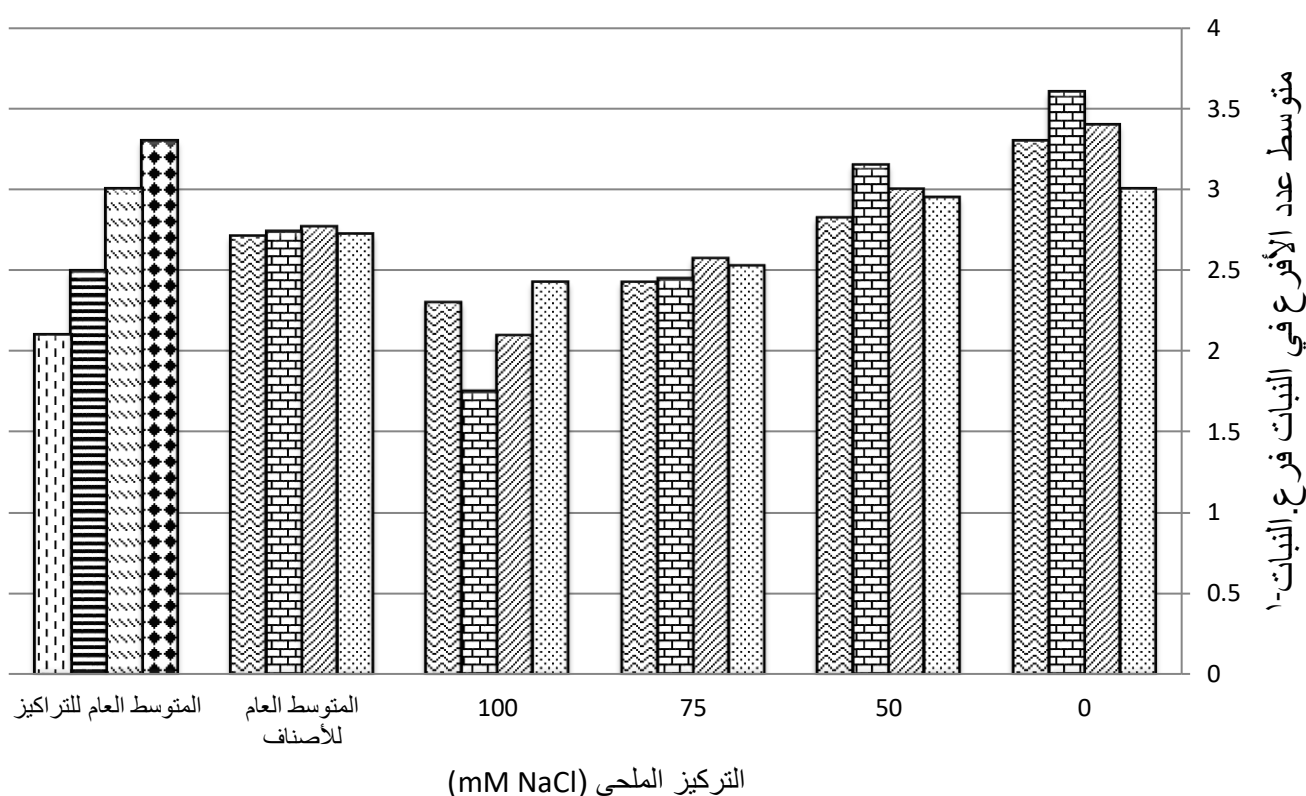
جدول رقم(11): تأثير الملوحة في متوسط عدد الأفرع في النبات (فرع.النبات¹⁻).

المتوسط العام	التركيز الملحي (mM NaCl)				الأصناف
	100	75	50	0	
2.73 ^a	2.42 ^{def}	2.52 ^{cdef}	2.95 ^{bcde}	3.00 ^{abcd}	غاب3
2.76 ^a	2.10 ^{fg}	2.57 ^{cdef}	3.00 ^{abcd}	3.40 ^{ab}	غاب4
2.73 ^a	1.75 ^g	2.45 ^{def}	3.15 ^{abc}	3.60 ^a	غاب5
2.71 ^a	2.30 ^{efg}	2.42 ^{def}	2.82 ^{bcde}	3.30 ^{ab}	بلدي
2.74	2.15 ^d	2.50 ^c	2.98 ^b	3.33 ^a	المتوسط العام

المتغير	الأصناف	المستويات الملحية	التفاعل
L.S.D 0.05	0.34	0.27	0.57
C.V%	14.6		

جدول رقم (12): تأثير الملوحة في نسبة الانخفاض % في متوسط عدد الأفرع في النبات

المتوسط	التركيز الملحي (mM NaCl)			الأصناف
	100	75	50	
12.2	19.2	15.8	1.7	غاب 3
24.8	38.2	24.3	11.8	غاب 4
31.9	51.4	31.9	12.5	غاب 5
23.7	30.3	26.5	14.4	بلدي
23.2	34.8	24.6	10.1	المتوسط



التركيز 100 التركيز 75 التركيز 50 الشاهد بلدي غاب 5 غاب 4 غاب 3

2-3- ارتفاع أول قرن (سم) First pod height

يُلاحظ من الجدول (13)، والشكل (7-a) وجود فروقاتٍ معنوية في صفة ارتفاع أول قرن بين الأصناف المدروسة، والمستويات الملحية، والتفاعل بينهما. وكان متوسط ارتفاع أول قرن الأعلى معنوياً لدى صنف غاب4 (25.69 سم)، تلاه وبدون بفروقاتٍ معنوية الصنف غاب3 (23.81 سم)، تلاه الصنف البلدي (22.25 سم)، في حين كان متوسط ارتفاع أول قرن الأدنى معنوياً لدى الصنف غاب5 (21.75 سم)، ويلاحظ حدوث تراجع مضطرب في ارتفاع أول قرن بازدياد تركيز الأملاح في محلول التربة. وكان متوسط ارتفاع أول قرن الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد (47.31 سم)، وتراجع تدريجياً بازدياد تركيز الأملاح حتى وصل إلى أدنى قيمة له (9.38 سم)، عند مستوى الملوحة الأعلى (100 ميلي مولر NaCl). وتشير نتائج التحليل الإحصائي بالنسبة إلى تفاعل الأصناف مع المستويات الملحية إلى وجود فروقاتٍ معنوية، حيث كان متوسط ارتفاع أول قرن الأعلى معنوياً لدى الصنف غاب4 في المعاملة الشاهد (54.00 سم)، في حين كان متوسط ارتفاع أول قرن الأدنى معنوياً لدى نباتات الصنف غاب3 عند المستوى الملحي الأعلى (7.50 سم).

عموماً يلاحظ أن نسبة الانخفاض في ارتفاع أول قرن تزداد بازدياد تركيز الأملاح في وسط النمو (جدول 6) وكانت نسبة الانخفاض الأعلى لدى الصنف البلدي، تلاه الصنف غاب4، في حين كانت الأدنى لدى الصنفين غاب3، غاب5 (63.9% لكل منهما).

ويعزى إنخفاض ارتفاع أول قرن بازدياد تركيز الأملاح إلى تراجع متوسط ارتفاع النبات، حيث يلاحظ وجود توافق بين متوسط ارتفاع النبات ومتوسط ارتفاع أول قرن، حيث كان متوسط ارتفاع القرن الأول الأعلى لدى الأصناف التي كان فيها متوسط ارتفاع النبات الأعلى (البلدي، غاب4، غاب3) في حين كان متوسط ارتفاع النبات الأدنى لدى الصنف غاب5. وما يؤكد ذلك وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية جداً بين صفة ارتفاع أول قرن وارتفاع النبات ($r = 0.94^{**}$). وارتبطت أيضاً صفة ارتفاع أول قرن بشكلٍ موجب ومعنوي جداً مع معامل الحصاد ($r = 0.84^{**}$) وهذا يتعارض مع ما توصل إليه (Yadav et al, 2001) تحت ظروف الزراعة المناسبة (بدون إجهاد) حيث ارتبطت صفة ارتفاع أول قرن عن سطح الأرض ارتباطاً سلبياً مع معامل الحصاد.

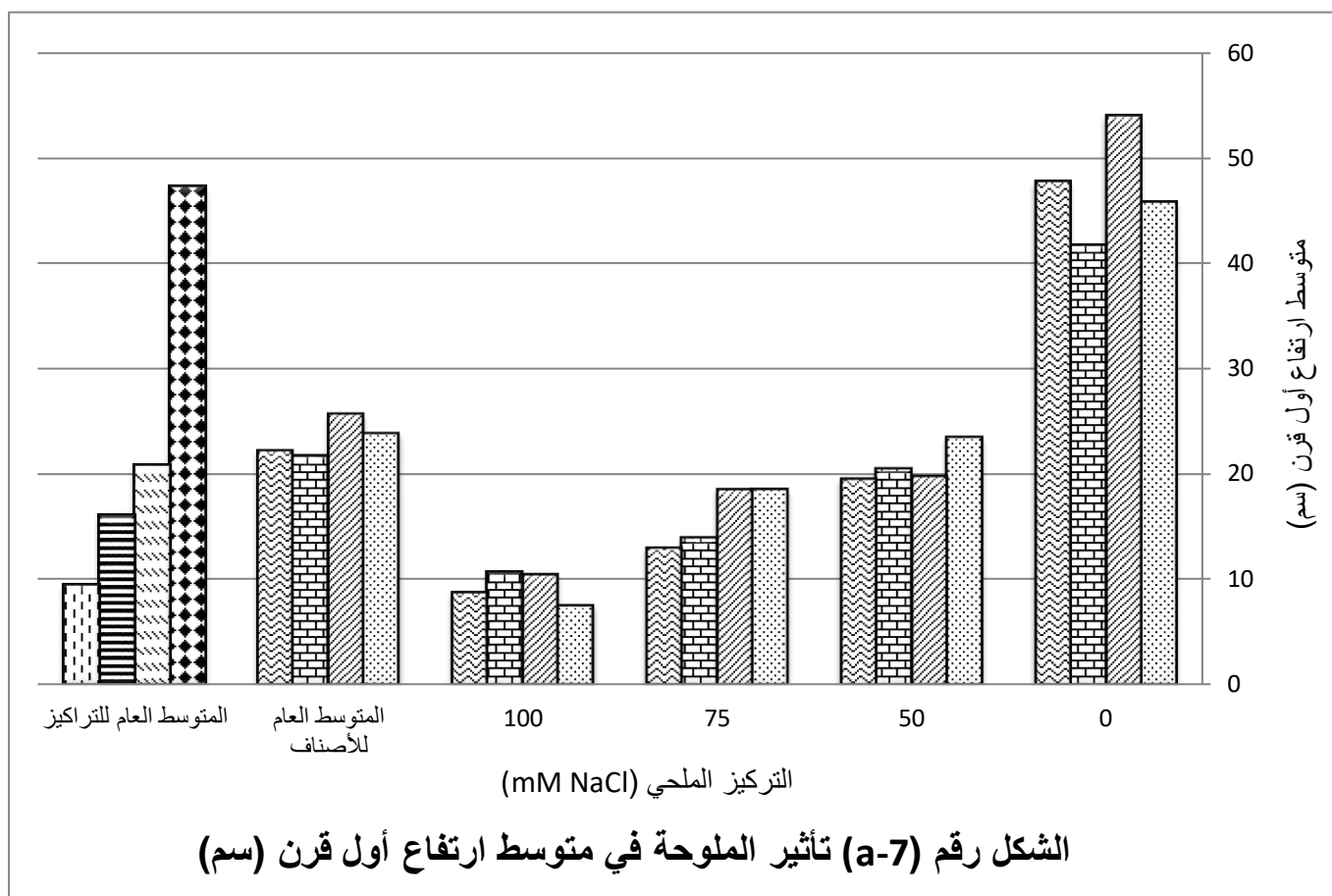
جدول رقم (13): تأثير الملوحة في متوسط ارتفاع أول قرن (سم).

المتوسط العام	التركيز الملحي (mM NaCl)				الأصناف
	100	75	50	0	
23.81 ^{ab}	7.50 ^g	18.50 ^e	23.50 ^d	45.75 ^b	غاب3
25.69 ^a	10.50 ^{fg}	18.50 ^e	19.75 ^{de}	54.00 ^a	غاب4
21.75 ^c	10.75 ^{fg}	14.00 ^f	20.5 ^{de}	41.75 ^c	غاب5
22.25 ^{bc}	8.75 ^g	13.00 ^f	19.50 ^{de}	47.75 ^b	بلدي
23.38	9.38 ^d	16.00 ^c	20.81 ^b	47.31 ^a	المتوسط العام

المتغير	الأصناف	المستويات الملحية	التفاعل
L.S.D 0.05	2.14	1.98	3.91
C.V%	11.7		

رقم(14): تأثير الملوحة في نسبة الانخفاض في ارتفاع أول قرن (%).

المتوسط	التركيز الملحي (mM NaCl)			الأصناف
	100	75	50	
63.9	83.6	59.6	48.6	غاب3
69.9	80.6	65.7	63.4	غاب4
63.9	74.3	66.5	50.9	غاب5
71.2	81.7	72.8	59.2	بلدي
67.2	80.1	66.2	55.5	المتوسط



التركيز 100 التركيز 75 التركيز 50 الشاهد بلدي غاب 5 غاب 4 غاب 3

ثانياً : الصفات التطورية Phenological traits

3-1- متوسط عدد الأيام حتى الإزهار (يوم) Flowering date

يؤدي بشكل عام، ازدياد تركيز الأملاح إلى تقصير طول مرحلة النمو الخضري، والتبكير في موعد الإزهار ويلاحظ من الجدول (15)، والشكل (8-a) وجود فروقات معنوية في صفة متوسط عدد الأيام حتى الإزهار (يوم)، بين الأصناف المدروسة، والمستويات الملحية، والتفاعل بينهما. وكان متوسط عدد الأيام حتى الإزهار الأعلى معنوياً لدى الصنف البلدي (81.75 يوم)، تلاه وبفروقات معنوية الصنف غاب3 (78.75 يوم)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى كل من الصنفين غاب4 وغاب5 (75.38, 75.25 يوم على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينهما. ويلاحظ حدوث تراجع مضطرب في متوسط عدد الأيام حتى الإزهار بازدياد تركيز الأملاح في محلول التربة. وكان متوسط عدد الأيام حتى الإزهار الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد (85.94 يوم)، وتراجع تدريجياً بازدياد تركيز الأملاح حتى وصل إلى أدنى قيمة له (71.38 يوم)، عند مستوى الملوحة الأعلى (100 ميلي مولر NaCl). كان متوسط عدد الأيام حتى الإزهار الأعلى معنوياً لدى الصنفين البلدي وغاب3 في معاملة الشاهد (88.00, 92.25 يوم على التوالي) وبدون فروقات معنوية، في حين كان متوسط عدد الأيام حتى الإزهار الأدنى معنوياً لدى نباتات الصنف غاب4 عند المستوى الملحي الأعلى (69.50 يوم).

ويلاحظ أيضاً من الجدول رقم (16) أن نسبة الانخفاض في متوسط عدد الأيام حتى الإزهار كانت الأدنى لدى الصنف غاب4 في المعاملة (50Mm NaCl) (5.5%) بينما كانت نسبة الانخفاض الأعلى عند الصنف البلدي (21.7%)، في المعاملة الأعلى (100 ميلي مولر NaCl). أما نسبة الانخفاض في عدد الأيام حتى الإزهار كقيمة متوسطة عند جميع المستويات الملحية كانت الأعلى لدى الصنف البلدي (15.2%)، والأدنى عند الصنف غاب5 (9.5%).

عموماً، يؤدي إرتفاع تركيز الأملاح الذوابة في محلول التربة إلى تقصير طول مرحلة النمو الخضري، ما يؤدي إلى حدوث الإزهار بوقت أبكر، ولكن يسبب تراجع طول مرحلة النمو الخضري تراجعاً في كفاءة النبات التمثيلية، بسبب تراجع كمية الطاقة الضوئية الممتصة والمحولة إلى طاقة كيميائية، فتقل كمية المادة الجافة المصنعة والمتاحة للنبات، خلال مرحلة الإزهار، ما يؤثر سلباً في عدد الأزهار الخصبة المتشكلة، وبالتالي ينخفض عدد القرون المتشكلة في النبات

ومن ثم عدد البذور في النبات في وحدة المساحة من الأرض. ويؤكد هذا الكلام وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية جداً بين صفة عدد الأيام حتى الإزهار وكل من ارتفاع النبات وعدد الأفرع بالنبات وارتفاع أول قرن (0.80^{**} , 0.49^{**} , 0.74^{**} على التوالي). ووجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين عدد الأيام حتى الإزهار والغلة الحيوية (0.74^{**}).

وتؤكد هذه النتائج علاقة الارتباط الموجبة والمعنوية جداً بين موعد الإزهار وعدد البذور في النبات ($r = 0.61^{**}$). وترتبط هذه الصفة طردياً مع محتوى الماء النسبي ($r = 0.71^{**}$)، (جدول، 43). ويلاحظ أيضاً وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين صفة عدد الأيام حتى الإزهار وعدد الأيام اللازمة للنضج ($r = 0.64^{**}$)، وارتبطت أيضاً هذه صفة بشكل موجب ومعنوي جداً مع صفة الغلة من البذور ($r = 0.84^{**}$) تتناقضت هذه النتائج مع نتائج Arshad et al., (2003) سجل ارتباطاً سلبياً للأيام اللازمة للإزهار مع الغلة البذرية في الحمص تحت ظروف الزراعة المناسبة.

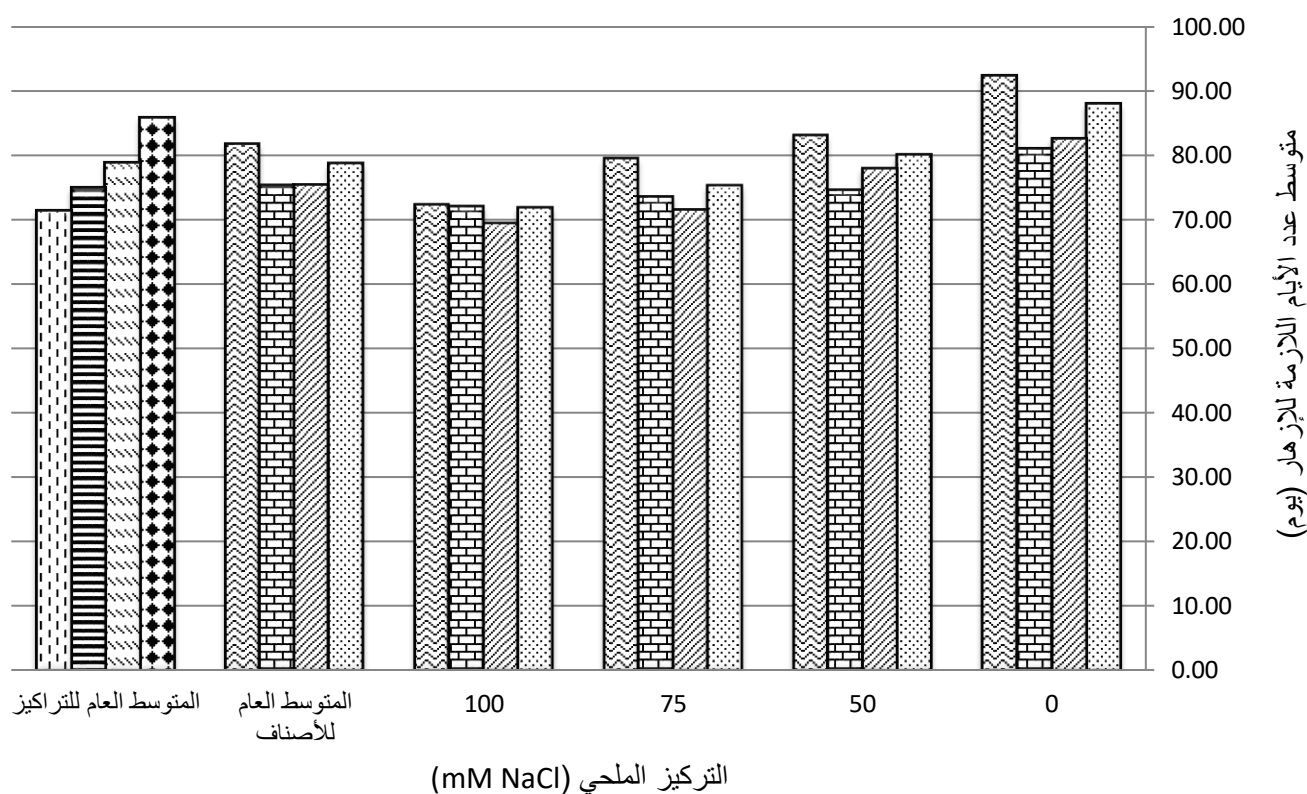
جدول رقم (15): تأثير الملوحة في متوسط عدد الأيام اللازمة للإزهار (يوم).

المتوسط العام	التركيز الملحي (mM NaCl)				الأصناف
	100	75	50	0	
78.75 ^b	71.75 ^{fg}	75.25 ^{def}	80.00 ^{bc}	88.00 ^a	غاب 3
75.38 ^c	69.50 ^g	71.50 ^{fg}	78.00 ^{cde}	82.50 ^{bc}	غاب 4
75.25 ^c	72.00 ^{fg}	73.50 ^{efg}	74.50 ^{ef}	81.00 ^{bc}	غاب 5
81.75 ^a	72.25 ^{fg}	79.50 ^{bcd}	83.00 ^b	92.25 ^a	بلدي
77.78	71.38 ^d	74.94 ^c	78.88 ^b	85.94 ^a	المتوسط العام

المتغير	الأصناف	المستويات الملحية	التفاعل
L.S.D 0.05	1.38	2.32	4.27
C.V%	3.9		

جدول رقم (16): تأثير الملوحة في متوسط نسبة الانخفاض في عدد الأيام اللازمة للإزهار (%)

المتوسط	التركيز الملحي (mM NaCl)			الأصناف 4
	100	75	50	
14.0	18.5	14.5	9.1	غاب 3
11.5	15.8	13.3	5.5	غاب 4
9.5	11.1	9.3	8	غاب 5
15.2	21.7	13.8	10	بلدي
12.6	16.8	12.7	8.2	المتوسط



3-2- متوسط عدد الأيام اللازمة للنضج (يوم) Maturity date

يُلاحظ من الجدول (17)، والشكل (9-a) وجود فروقاتٍ معنوية في صفة متوسط عدد الأيام اللازمة للنضج بين الأصناف المدروسة، والمستويات الملحية، والتفاعل بينهما. وكان متوسط عدد الأيام اللازمة للنضج الأعلى معنوياً لدى الصنفين غاب5 وغاب3 (122.1, 120.4 يوم على التوالي)، وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما، تلاهما الصنف البلدي (118.4 يوم)، في حين كان متوسط عدد الأيام اللازمة حتى النضج الأدنى معنوياً لدى الصنف غاب4 (115.4 يوم)، ويلاحظ حدوث تراجع مضطرب في متوسط عدد الأيام اللازمة للنضج بازدياد تركيز الأملاح في محلول التربة. وكان متوسط عدد الأيام اللازمة للنضج الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد (128.6 يوم)، وتراجع تدريجياً بازدياد تركيز الأملاح حتى وصل إلى أدنى قيمة له (110.9 يوم)، عند مستوى الملوحة الأعلى (100 ميلي مولر NaCl). كان متوسط عدد الأيام اللازمة للنضج الأعلى معنوياً لدى الصنف البلدي في المعاملة الشاهد (133.5 يوم)، تلاه عند التركيز نفسه الملحي الصنف غاب5 (129.5 يوم)، في حين كان متوسط عدد الأيام اللازمة للنضج الأدنى معنوياً لدى نباتات الصنف البلدي وغاب4 (107.8, 107.2 يوم على التوالي)، عند المستوى الملحي الأعلى.

ويلاحظ أيضاً من الجدول رقم (18) أن نسبة الانخفاض في متوسط عدد الأيام اللازمة للنضج كانت الأدنى لدى الصنف غاب5 في المعاملة (50Mm NaCl) (2.7%)، بينما كانت نسبة الانخفاض الأعلى عند الصنف البلدي (19.7%)، في المعاملة الأعلى (100 ميلي مولر NaCl). أما نسبة الانخفاض في متوسط عدد الأيام اللازمة للنضج كقيمة متوسطة عند جميع المستويات الملحية كانت الأعلى لدى الصنف البلدي (15.1%) والأدنى عند الصنف غاب5 (7.6%).

يتبين ما تقدم، أنّ الإجهاد الملحي يقصر من أطوال الأطوار الفينولوجية لمحصول الحمص، ويؤثر ذلك سلباً في طول فترة الإزهار وطول فترة النضج، ما يؤثر سلباً في مكونات الغلة البذرية (عدد القرون في النبات، وعدد البذور في النبات، ووزن المئة بذرة) ويؤدي إلى تراجع غلة المحصول الاقتصادية. تتوافق هذه النتائج مع نتائج (Varsha Mudga, 2010) على محصول الحمص عند تعرضه للإجهاد الملحي.

كما يتضح من الجدول رقم (43) وجود علاقة ارتباط موجبة وقوية بين عدد الأيام اللازمة للنضج مع عدد الأيام اللازمة للإزهار ومع ارتفاع النبات ومع عدد القرون بالنبات ($r = 0.64^{**}$).

$r = 0.80^{**}$, $r = 0.74^{**}$) ويلاحظ وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية جداً بين صفة عدد الأيام اللازمة للنضج والغلة من البذور ($r = 0.80^{**}$). ويلاحظ وجود علاقة ارتباطاً موجبة ومعنوية جداً بين موعد النضج ومتوسط عدد البذور في النبات ($r = 0.79^{**}$)، ووزن البذور في النبات ($r = 0.81^{**}$) (جدول، 43)، ما يشير إلى أهمية تأخر النضج في زيادة طول فترة نمو البذور، وطول فترة إمتلائها، ما يؤدي إلى زيادة حجم البذور المتشكلة، وكفاءتها التخزينية Storage capacity، ومن ثمّ درجة إمتلائها. ما يؤكد أهمية إستدامة إخضرار الأوراق Stay green في زيادة كمية نواتج التمثيل الضوئي الواصلة إلى البذور.

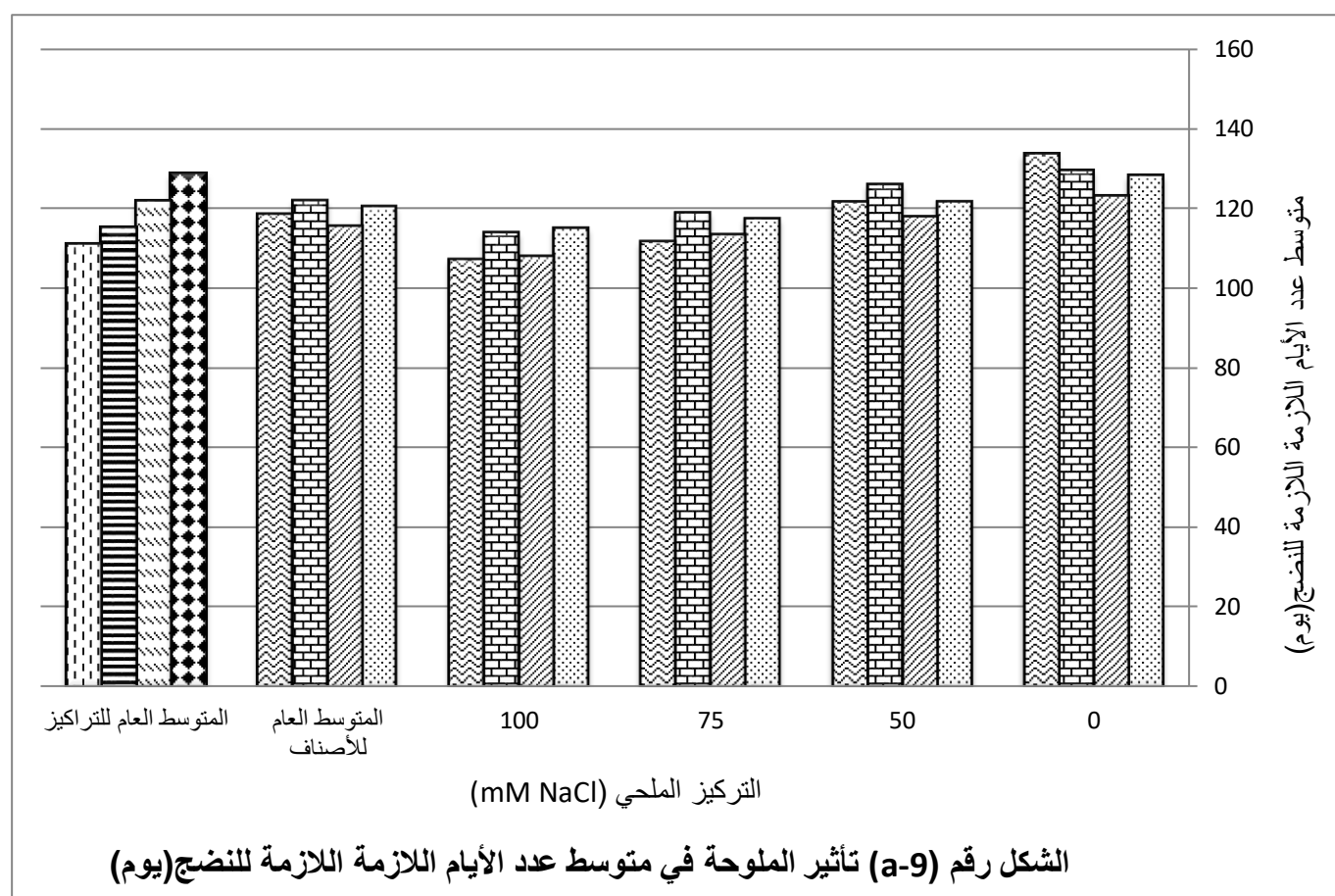
جدول رقم (17): تأثير الملوحة في متوسط عدد الأيام اللازمة للنضج (يوم)

المتوسط العام	التركيز الملحي (mM NaCl)				الأصناف
	100	75	50	0	
120.4 ^{ab}	114.8 ^{fg}	117.2 ^{efg}	121.5 ^{de}	128.2 ^{abc}	غاب 3
115.4 ^c	107.8 ^h	113.2 ^{fgh}	117.8 ^{efg}	123.0 ^{cde}	غاب 4
122.1 ^a	114.0 ^{fg}	119.0 ^{ef}	126.0 ^{bcd}	129.5 ^{ab}	غاب 5
118.4 ^b	107.2 ^h	111.5 ^{gh}	121.5 ^{de}	133.5 ^a	بلدي
119.11	110.9 ^d	115.2 ^c	121.7 ^b	128.6 ^a	المتوسط العام

المتغير	الأصناف	المستويات الملحية	التفاعل
L.S.D 0.05	2.59	2.90	5.55
C.V%	3.3		

جدول رقم(18): تأثير الملوحة في نسبة الانخفاض % في متوسط عدد الأيام اللازمة للنضج

المتوسط	التركيز الملحي (mM NaCl)			الأصناف
	100	75	50	
8.1	10.5	8.6	5.2	غاب 3
8.2	12.4	8	4.2	غاب 4
7.6	12	8.1	2.7	غاب 5
15.1	19.7	16.5	9	بلدي
9.7	13.7	10.3	5.3	المتوسط



التركيز 100 التركيز 75 التركيز 50 الشاهد بلدي غاب 5 غاب 4 غاب 3

ثالثاً - الصفات الفيزيولوجية والبيوكيميائية:

4-1- كفاءة استعمال المياه غ.م².ل⁻¹ (WUE)

يُلاحظ من الجدول (19)، والشكل (a-10) وجود فروقاتٍ معنوية في متوسط كفاءة استعمال المياه بين الأصناف المدروسة، والمستويات الملحية، والتفاعل بينهما. وكان متوسط كفاءة استعمال المياه الأعلى معنوياً لدى الصنف البلدي (1.08 غ.م².ل⁻¹) تلاه وبفروقاتٍ معنوية الصنف غاب 5 (1.02 غ.م².ل⁻¹)، تلاه الصنف غاب 4 (1.00 غ.م².ل⁻¹)، في حين كان متوسط كفاءة استعمال المياه الأدنى معنوياً لدى الصنف غاب 3 (0.77 غ.م².ل⁻¹). ويلاحظ حدوث تراجع مضطرب في كفاءة استعمال المياه بازدياد تركيز الأملاح في محلول التربة. وكان متوسط كفاءة استعمال المياه الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد (1.60 غ.م².ل⁻¹)، وتراجع تدريجياً بازدياد تركيز الأملاح حتى وصل إلى أدنى قيمة له (0.35 غ.م².ل⁻¹) عند مستوى الملوحة الأعلى (100 ميلي مولر NaCl). وكان متوسط كفاءة استعمال المياه الأعلى معنوياً لدى الصنف البلدي في المعاملة الشاهد (1.82 غ.م².ل⁻¹)، في حين كان متوسط كفاءة استعمال المياه الأدنى معنوياً لدى نباتات الصنف غاب 3 عند المستوى الملحي الأعلى (0.32 غ.م².ل⁻¹) ويفسر تراجع قيمة كفاءة استعمال المياه بازدياد تركيز الأملاح في وسط النمو، بأن التراجع في معدل التمثيل الضوئي تحت ظروف الإجهاد المائي في الحمص ألى بكثير من التراجع الحاصل في معدل النتج نتيجة تراجع الناقلية المسامية، حيث تؤثر الأملاح سلباً في كل من العوامل المسامية (Ci) والأجهزة التمثيلية، لأن الحمص بالذات حساس بشكل كبير للملوحة (التأثير الحولي والسمي الأيوني).

ويلاحظ أيضاً من الجدول رقم (20) أن نسبة الانخفاض في متوسط كفاءة استعمال المياه كانت الأدنى لدى الصنف غاب 3 في المعاملة (50Mm NaCl) (21.1%)، بينما كانت نسبة الانخفاض الأعلى عند الصنف غاب 5 (80.4%)، في المعاملة الأعلى (100 mM NaCl). أما نسبة الانخفاض في متوسط كفاءة استعمال المياه كقيمة متوسطة عند جميع المستويات الملحية كانت الأعلى لدى الصنف غاب 5 (55.9%)، والأدنى عند الصنف غاب 3 (48.7%). ويلاحظ وجود علاقة إرتباط موجبة ومعنوية بين متوسط كفاءة استعمال المياه مع الغلة من البذور والغلة الحيوية ($r = 0.55^{**}$, $r = 0.57^{**}$) ما يشير إلى أهمية صفة كفاءة استعمال المياه لزيادة غلة الحمص البذرية تحت ظروف.

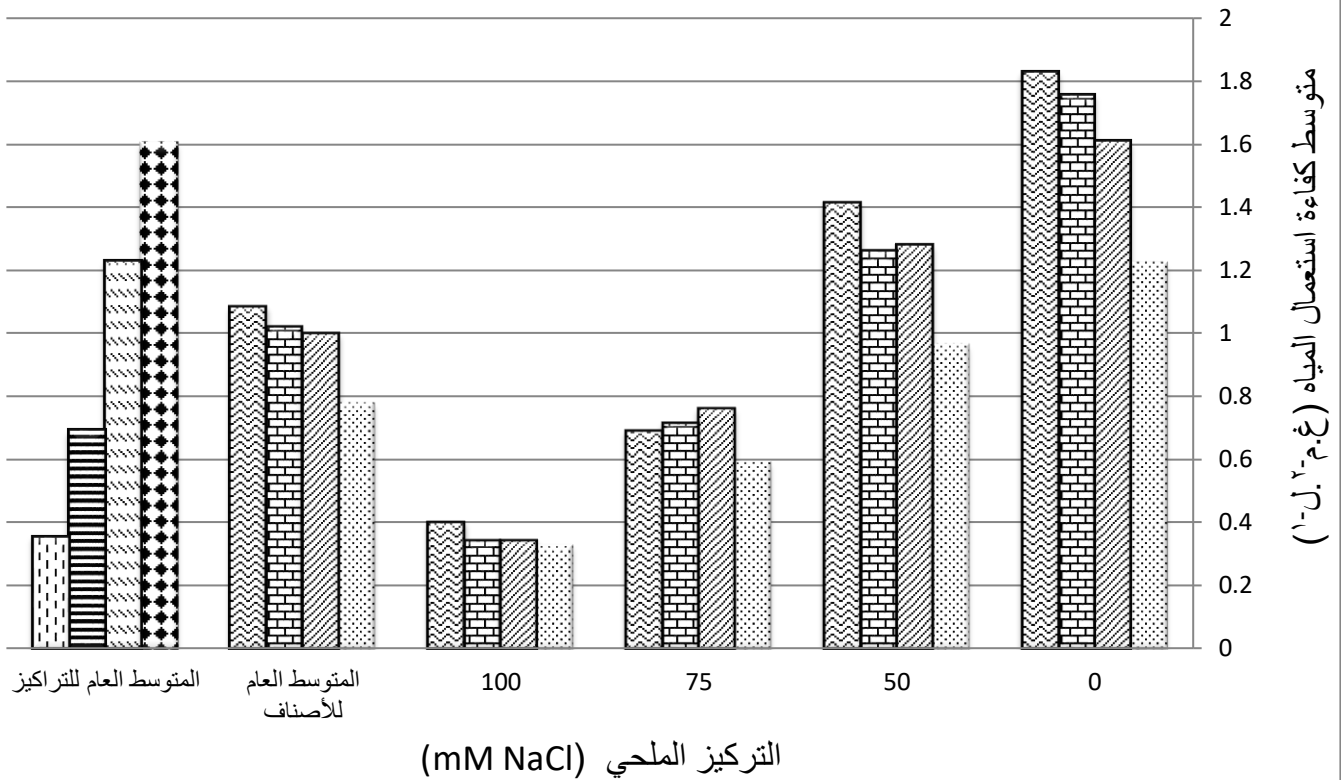
جدول رقم(19): تأثير الملوحة في متوسط كفاءة استعمال المياه غ.م².ل⁻¹

المتوسط العام	التركيز الملحي (mM NaCl)				الأصناف
	100	75	50	0	
0.77 ^d	0.32 ^{ij}	0.58 ^h	0.96 ^e	1.22 ^d	غاب3
1.00 ^b	0.34 ^{ij}	0.76 ^d	1.28 ^d	1.60 ^b	غاب4
1.02 ^b	0.34 ^{ij}	0.71 ^f	1.26 ^d	1.75 ^a	غاب5
1.08 ^a	0.40 ⁱ	0.69 ^{fg}	1.41 ^e	1.82 ^a	بلدي
0.96	0.35 ^d	0.69 ^c	1.22 ^b	1.60 ^a	المتوسط العام

المتغير	الأصناف	المستويات الملحية	التفاعل
L.S.D 0.05	0.041	0.398	0.080
C.V%	0.013		

جدول رقم(20): تأثير الملوحة في نسبة الانخفاض % في متوسط كفاءة استعمال المياه

المتوسط	التركيز الملحي (mM NaCl)			الأصناف
	100	75	50	
48.7	73.3	51.7	21.1	غاب3
50.5	78.6	52.6	20.4	غاب4
55.9	80.4	59.3	28.1	غاب5
54.3	78.1	62.6	22.6	بلدي
52.4	77.6	56.5	23.1	المتوسط



الشكل رقم (a-6) تأثير الملوحة في متوسط كفاءة استعمال المياه (غ.م.².ل.¹)

التركيز 100 التركيز 75 التركيز 50 الشاهد بلدي غاب 5 غاب 4 غاب 3

4-2- محتوى الماء النسبي (Relative water content(%)

ويلاحظ من الجدول (21)، والشكل (a-11) وجود فروقاتٍ معنوية في صفة متوسط محتوى الماء النسبي بين الأصناف المدروسة، والمستويات الملحية، والتفاعل بينهما. وكان متوسط محتوى الماء النسبي الأعلى معنوياً لدى الصنف غاب 5 (71.31%)، تلاه وبفروقاتٍ معنوية الأصناف البلدي، وغاب 3، وغاب 4 (68.21, 69.05, 68.08% على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها. ويلاحظ حدوث تراجع مضطرب في متوسط محتوى الماء النسبي بازدياد تركيز الأملاح في محلول التربة. وكان متوسط محتوى الماء النسبي الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد (77.51%)، وتراجع تدريجياً بازدياد تركيز الأملاح حتى وصل إلى أدنى قيمة له (61.46%)، عند مستوى الملوحة الأعلى (100 ميلي مولر NaCl). وكان متوسط محتوى الماء النسبي الأعلى معنوياً لدى الصنف غاب 3 في المعاملة الشاهد (79.73%)، في حين كان متوسط محتوى الماء النسبي الأدنى معنوياً لدى نباتات الصنف غاب 3 لكن عند المستوى الملحي الأعلى (58.38%).

يعزى بشكل عام، تراجع محتوى الماء النسبي في الأوراق لدى جميع الأصناف نتيجة إرتفاع تركيز الأملاح في التربة إلى تراجع قيمة جهد الإمتلاء داخل خلايا الأوراق، حيث يؤدي ازدياد تركيز الأملاح إلى خفض قيمة الجهد المائي لمحلول التربة (يصبح أكثر سلباً) فيقل فرق التدرج في الجهد المائي (Water potential gradient) (WPG) بين محلول التربة وخلايا المجموعة الجذرية، ما يؤدي إلى تراجع معدل تدفق وإمتصاص الماء من قبل الجذور حيث يعد فرق التدرج في الجهد المائي بمنزلة القوة المحركة لإنتقال الماء. وتصبح تبعاً لذلك كمية الماء الممتصة قليلة، وغير كافية لتعويض الماء المفقود بالتبخر النتح، فتتعرض الخلايا النباتية إلى العجز المائي Water deficit نتيجة تراجع محتواها المائي (Bressan et al., 1990).

ويلاحظ أيضاً من الجدول رقم (22) أن نسبة الانخفاض في متوسط محتوى الماء النسبي كانت الأدنى لدى الصنف البلدي في المعاملة (50Mm NaCl) (4.00%) بينما كانت نسبة الانخفاض الأعلى عند الصنف غاب 3 (26.80%)، في المعاملة الأعلى (100 ميلي مولر NaCl). أما نسبة الانخفاض في متوسط محتوى الماء النسبي كقيمة متوسطة عند جميع المستويات الملحية كانت الأعلى لدى الصنف غاب 3 (19.3%)، والأدنى عند الصنف غاب 4 (11.3%).

ويلاحظ وجود علاقة ارتباط سلبية ومعنوية جداً بين صفة محتوى الماء النسبي وكل من نسبة الذائبات المتسربة عبر الأغشية ($r = -0.73^{**}$)، ومحتوى البرولين ($r = -0.88^{**}$) (جدول، 43) ما يشير إلى أهمية المحافظة على محتوى الخلايا النباتية المائي للحد من حجم الضرر الحاصل في الأغشية السيتوبلاسمية، ومن ثمّ تقليل نسبة الذائبات المتسربة عبرها. وتسمح المحافظة على محتوى عالٍ من جهد الإمتلاء (محتوى الماء النسبي) داخل الخلية النباتية إلى تقليل حاجة النبات لتصنيع الذائبات العضوية التي تؤدي دوراً مهماً في المحافظة على جهد الإمتلاء، وترطيب بروتوبلازم الخلية النباتية، وحماية مكتنفاتها الحساسة، ما يقلل من كمية الطاقة والكربون (المادة الجافة) المستخدمة في تصنيع الذائبات العضوية، وإتاحة كمية أكبر منها لنمو أجزاء النبات المختلفة وهذا ما تؤكد وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية جداً بين صفة محتوى الماء النسبي وعدد ووزن البذور بالنبات ووزن المئة بذرة ($r = 0.84^{**}$, $r = 0.89^{**}$, $r = 0.87^{**}$) على التوالي. وأيضاً يرتبط محتوى الماء النسبي مع عدد الأيام اللازمة للإزهار وعدد الأيام اللازمة للنضج بعلاقة ارتباط موجبة ومعنوية جداً ($r = 0.71^{**}$, $r = 0.80^{**}$) على التوالي.

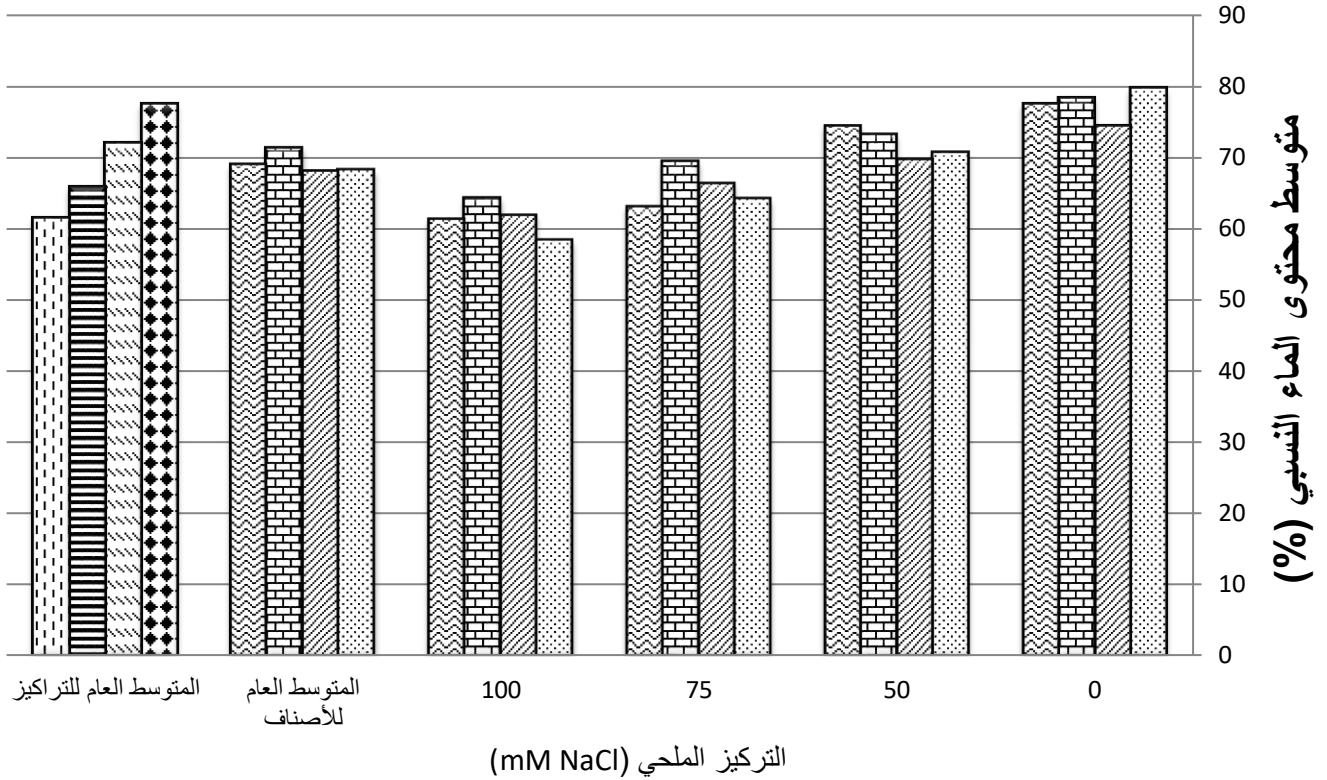
جدول رقم (21): تأثير الملوحة في متوسط محتوى الماء النسبي (%)

المتوسط العام	التركيز الملحي (mM NaCl)				الأصناف
	100	75	50	0	
68.21 ^b	58.38 ⁱ	64.08 ^{gh}	70.65 ^{de}	79.73 ^a	غاب3
68.08 ^b	61.85 ^h	66.35 ^{fg}	69.70 ^{ef}	74.42 ^{bc}	غاب4
71.31 ^a	64.30 ^{gh}	69.43 ^{ef}	73.13 ^{cd}	78.38 ^a	غاب5
69.05 ^b	61.33 ^{hi}	63.00 ^{gh}	74.38 ^{bc}	77.50 ^{ab}	بلدي
69.16	61.46 ^d	65.71 ^c	71.96 ^b	77.51 ^a	المتوسط العام

المتغير	الأصناف	المستويات الملحية	التفاعل
L.S.D 0.05	1.38	1.7	3.23
C.V%	3.3		

جدول رقم(22): تأثير الملوحة في نسبة الانخفاض (%) في متوسط محتوى الماء النسبي في الأوراق.

المتوسط	التركيز الملحي (mM NaCl)			الأصناف
	100	75	50	
19.3	26.8	19.6	11.4	غاب 3
11.3	16.9	10.8	6.3	غاب 4
12.0	18	11.4	6.7	غاب 5
14.5	20.9	18.7	4	بلدي
14.3	20.7	15.1	7.1	المتوسط



الشكل رقم (a-11) تأثير الملوحة في متوسط محتوى الماء النسبي (%) في الأوراق

التركيز 100 التركيز 75 التركيز 50 الشاهد بلدي غاب 5 غاب 4 غاب 3

4-3- نسبة الذائبات المتسربة (%) Solutes leakage

يلاحظ من الجدول (23)، والشكل (a-12) وجود فروقاتٍ معنوية في متوسط نسبة تسرب الذائبات (%) بين الأصناف المدروسة، والمستويات الملحية، والتفاعل بينهما. كان متوسط نسبة تسرب الذائبات الأعلى معنوياً لدى الصنفين غاب5، والبلدي (44.58, 43.92 % لى التوالي) وبدون فروقات معنوية بينهما، تلاهما الصنف غاب4 (42.05 %)، في حين كان متوسط نسبة تسرب الذائبات الأدنى معنوياً لدى الصنف غاب3 (40.70 %). ويلاحظ حدوث ازدياد مضطرب في متوسط نسبة تسرب الذائبات بازدياد تركيز الأملاح في محلول التربة. فكان متوسط نسبة تسرب الذائبات الأدنى معنوياً عند معاملة الشاهد (32.02 %)، وازداد تدريجياً بازدياد تركيز الأملاح حتى وصل إلى أعلى قيمة له (59.08 %)، عند مستوى الملوحة الأعلى (100 ميلي مولر NaCl). وتشير نتائج التحليل الإحصائي بالنسبة إلى تفاعل الأصناف مع المستويات الملحية إلى وجود فروقاتٍ معنوية، حيث كان متوسط نسبة تسرب الذائبات الأعلى معنوياً لدى الصنف غاب3 عند المستوى الملحي الأعلى (66.08 %). في حين كان متوسط نسبة تسرب الذائبات الأدنى معنوياً لدى نباتات الصنف غاب3 في المعاملة الشاهد (28.12 %)، فنلاحظ أنه حتى في المعاملة الشاهد يوجد تسرب في الذائبات ويفسر ذلك على أساس أن النباتات لا تتعرض فقط للإجهاد الملحي خلال دورة حياتها، وقد تتعرض للإجهاد المائي وإجهاد الحرارة المرتفعة وبخاصة عند الزراعة في حيز محدود (الليزيميرات)، وهذا ما يسمى إصطلاحاً بتأثير حجم الحوض Pot size effect

ويظهر أيضاً من الجدول رقم (24) أن نسبة الزيادة في متوسط نسبة تسرب الذائبات كانت الأدنى لدى الصنف غاب5 في المعاملة (50Mm NaCl) (6.6 %)، بينما كانت نسبة الزيادة الأعلى عند الصنف غاب4 (116.1 %)، في المعاملة الأعلى (100 ميلي مولر NaCl). أما نسبة الزيادة في متوسط نسبة تسرب الذائبات كقيمة متوسطة عند جميع المستويات الملحية كانت الأعلى لدى غاب3 (59.7 %)، والأدنى عند الصنف غاب5 (16.4 %)، عموماً تتناسب نسبة الزيادة في تركيز الذائبات المتسربة عبر الأغشية الحيوية طردياً مع مستوى الملوحة. ويفسر ذلك بأن زيادة تركيز الأملاح تؤدي إلى زيادة امتصاص ونقل كمياتٍ من الشوارد الضارة وتشكيل الجذور الحرة Reactive oxygen species (ROS) (Meloni et al., 2003)، التي تعمل على تخريب الأغشية الخلوية وتزيد من نفاذيتها. وبالتالي ترتبط نسبة تسرب الذائبات بحجم الضرر الحاصل في الأغشية الخلوية بتأثير الإجهاد الملحي. فكلما قلت نسبة الذائبات المتسربة دلّ ذلك

على كفاءة الصنف في المحافظة على إستقرار، وثبات، وسلامة الأغشية السيتوبلاسمية تحت ظروف الإجهاد الملحي والعكس صحيح. وترتبط أيضاً كفاءة الصنف في المحافظة على سلامة الأغشية الحيوية، بازدياد المقدرة على إستعادة النمو Recovery growth بعد إنقضاء العامل البيئي (الملوحة) المحدد للنمو، حيث تستطيع فقط الخلايا النباتية التي بقيت حية في نهاية فترة الإجهاد الملحي أن تستأنف نموها، وتعوض التراجع الحاصل في النمو خلال فترة التعرض للإجهاد الملحي (AL-Ouda, 1999).

ويلاحظ وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية جداً بين محتوى البرولين وكفاءة الصنف في المحافظة على سلامة الأغشية السيتوبلاسمية ($r = 0.73^{**}$) (جدول، 43)، ما يشير إلى دور البرولين كأحد أهم الذائبات التوافقية في حماية الأغشية السيتوبلاسمية من التخرّب بتأثير الإجهاد الملحي.

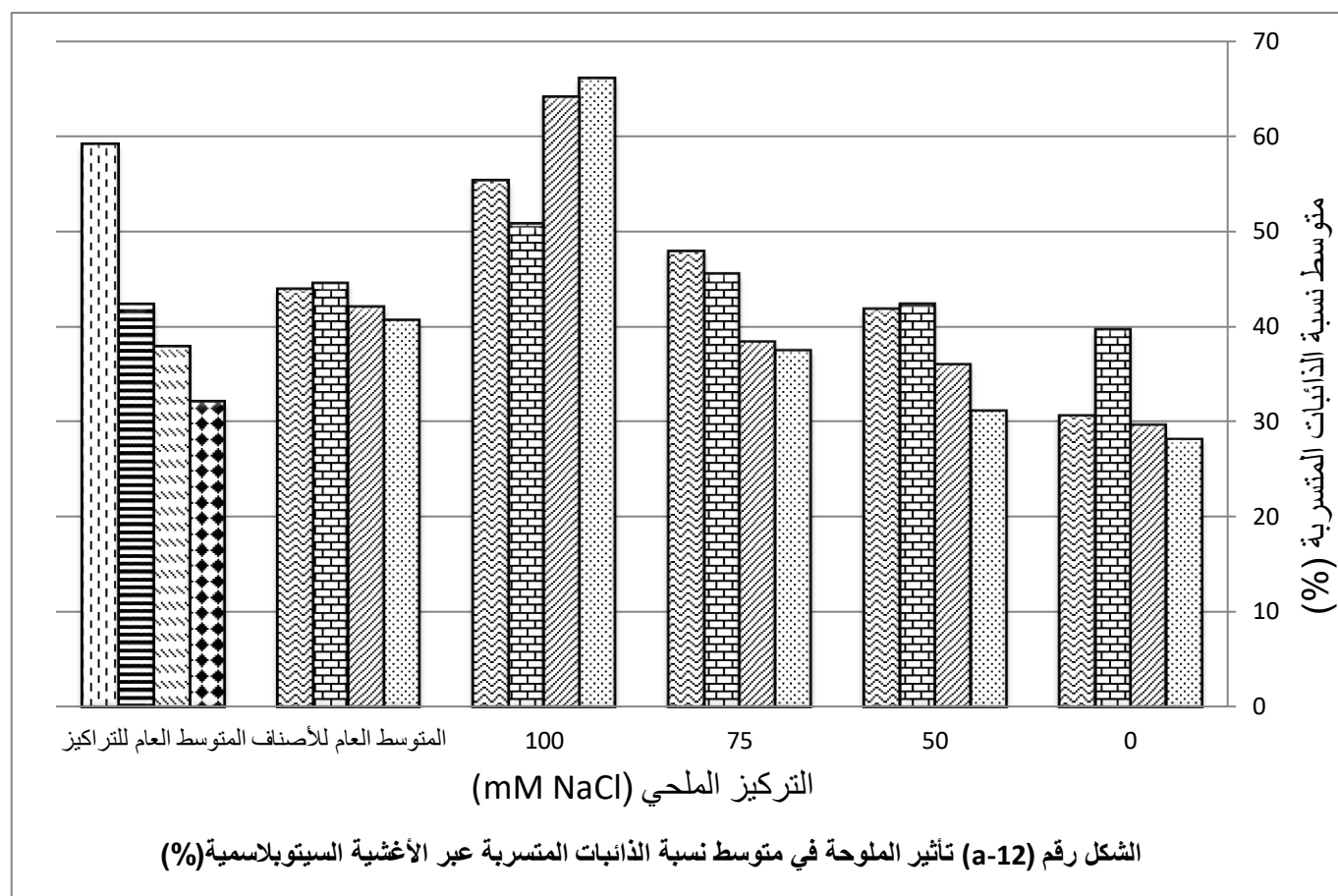
جدول رقم(23): تأثير الملوحة في متوسط نسبة تسرب الذائبات (%).

المتوسط العام	التركيز الملحي (mM NaCl)				الأصناف
	100	75	50	0	
40.70 ^c	66.08 ^a	37.45 ^{gh}	31.15 ⁱ	28.12 ⁱ	غاب3
42.05 ^{bc}	64.12 ^a	38.42 ^{fgh}	35.97 ^h	29.67 ⁱ	غاب4
44.58 ^a	50.77 ^c	45.52 ^{de}	42.32 ^{ef}	39.70 ^{fgh}	غاب5
43.92 ^{ab}	55.32 ^b	47.90 ^{cd}	41.88 ^{efg}	30.60 ⁱ	بلدي
42.81	59.08 ^a	42.32 ^b	37.83 ^c	32.02 ^d	المتوسط العام

المتغير	الأصناف	المستويات الملحية	التفاعل
L.S.D 0.05	2.04	2.17	4.19
C.V%	6.9		

جدول رقم(24): تأثير الملوحة في نسبة الزيادة في متوسط نسبة الذائبات (%).

المتوسط	التركيز الملحي (mM NaCl)			الأصناف 8
	100	75	50	
59.7	135	33.2	10.8	غاب 3
55.6	116.1	29.5	21.2	غاب 4
16.4	27.9	14.7	6.6	غاب 5
58.1	80.8	56.5	36.9	بلدي
47.4	90.0	33.5	18.9	المتوسط



التركيز 100 التركيز 75 التركيز 50 الشاهد بلدي غاب 5 غاب 4 غاب 3

4-4 - محتوى البرولين في الأوراق (مغ.غ⁻¹): Proline content

يلاحظ من الجدول (25) والشكل (a-13) ازدياد تراكم البرولين في أنسجة الأوراق بإزدياد تركيز الأملاح في وسط النمو لدى جميع الأصناف المدروسة. وتشير نتائج التحليل الإحصائي إلى وجود فروقات معنوية في محتوى أنسجة الأوراق من البرولين بين الأصناف والمستويات الملحية، والتفاعل بينهما. حيث كان متوسط محتوى البرولين الأعلى معنوياً لدى الصنف غاب4 (14.75 مغ.غ⁻¹) تلاه وبفروقات معنوية الأصناف غاب3، والبلدي، وغاب5 (11.80, 11.41, 12.97 مغ.غ⁻¹ على التوالي) وبدون فروقات معنوية بين الأخيرة

ويلاحظ حدوث ازدياد مضطرب في متوسط محتوى البرولين بازدياد تركيز الأملاح في محلول التربة. فكان متوسط محتوى البرولين الأدنى معنوياً عند معاملة الشاهد (7.43 مغ.غ⁻¹)، وازداد تدريجياً بازدياد تركيز الأملاح حتى وصل إلى أعلى قيمة له (18.09 مغ.غ⁻¹)، عند مستوى الملوحة الأعلى (100 mM NaCl).

وكان متوسط محتوى البرولين الأعلى معنوياً لدى الصنف البلدي عند المستوى الملحي الأعلى (18.86 مغ.غ⁻¹). في حين كان متوسط محتوى البرولين الأدنى معنوياً لدى نباتات الصنف غاب5 في المعاملة الشاهد (4.18 مغ.غ⁻¹).

ويلاحظ أيضاً من الجدول رقم (26) أن نسبة الزيادة في متوسط محتوى البرولين كانت الأدنى لدى الصنف غاب4 في المعاملة (50 Mm NaCl) (6.6%) بينما كانت نسبة الزيادة الأعلى عند الصنف غاب4 (116.1%)، في المعاملة الأعلى (100 mM NaCl) أما نسبة الزيادة في متوسط محتوى البرولين كقيمة متوسطة عند جميع المستويات الملحية كانت الأعلى لدى غاب3 (59.7%)، والأدنى عند الصنف غاب5 (16.4%).

عموماً، ورغم الجدل الدائر حول أهمية البرولين في زيادة تحمل النباتات للملوحة، يعد البرولين من الذائبات العضوية التوافقية التي يؤدي تراكمها ضمن سيتوبلازم الخلايا النباتية إلى خفض الجهد المائي فيها، وزيادة حدة فرق التدرج في الجهد المائي بين الخلايا النباتية والوسط المحيط، ما يسمح باستمرار إنتقال الماء من منطقة إنتشار الجذور إلى داخل النبات للمحافظة على جهد الإمتلاء الضروري لإستطالة الخلايا النباتية، وإستمرار إنفتاح المسامات وانتشار غاز الفحم اللازم لعملية التمثيل الضوئي، بالإضافة إلى أهمية البرولين كمصدر للطاقة والأزوت الذي يمكن النباتات من استعادة النمو عند زوال العامل البيئي المحدد له (Ansary and Burlyn, 1987;

الأصناف التي تصنع كمية أكبر من البرولين بقدر أكبر على إستعادة النمو. ويؤمن البرولين أيضاً ثبات البروتينات وتنظيم فعالية الأنزيمات، وضبط درجة الحموضة في سيتوبلازم الخلايا النباتية (Krishnamurthy et al., 1987). وتؤكد هذه النتائج وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية جداً بين محتوى الأوراق من البرولين ونسبة الذائبات المتسربة ($r=0.73^{**}$) (جدول، 43). ولكن ارتبط تراكم البرولين سلباً مع جميع مكونات الغلة البذرية، فارتبط معامل البرولين سلباً وبمعنوية عالية مع كل من عدد ووزن البذار ووزن المئة بذرة ($r=-0.92^{**}$, $r=-0.91^{**}$, $r=-0.90^{**}$ على التوالي)، ما يشير إلى تعارض هذه الصفة المرتبطة بتحمل الملوحة مع إمكانية المحافظة على كفاءة الصنف الإنتاجية، وتعزى علاقات الارتباط السالبة بين محتوى البرولين وجميع مكونات الغلة البذرية إلى استهلاك جزء كبير من نواتج التمثيل الضوئي لتصنيع البرولين على حساب كمية المادة الجافة المتاحة خلال مرحلتي الأزهار وامتلاء البذور الأمر الذي يؤثر سلباً في عدد البذور ووزن المئة بذرة.

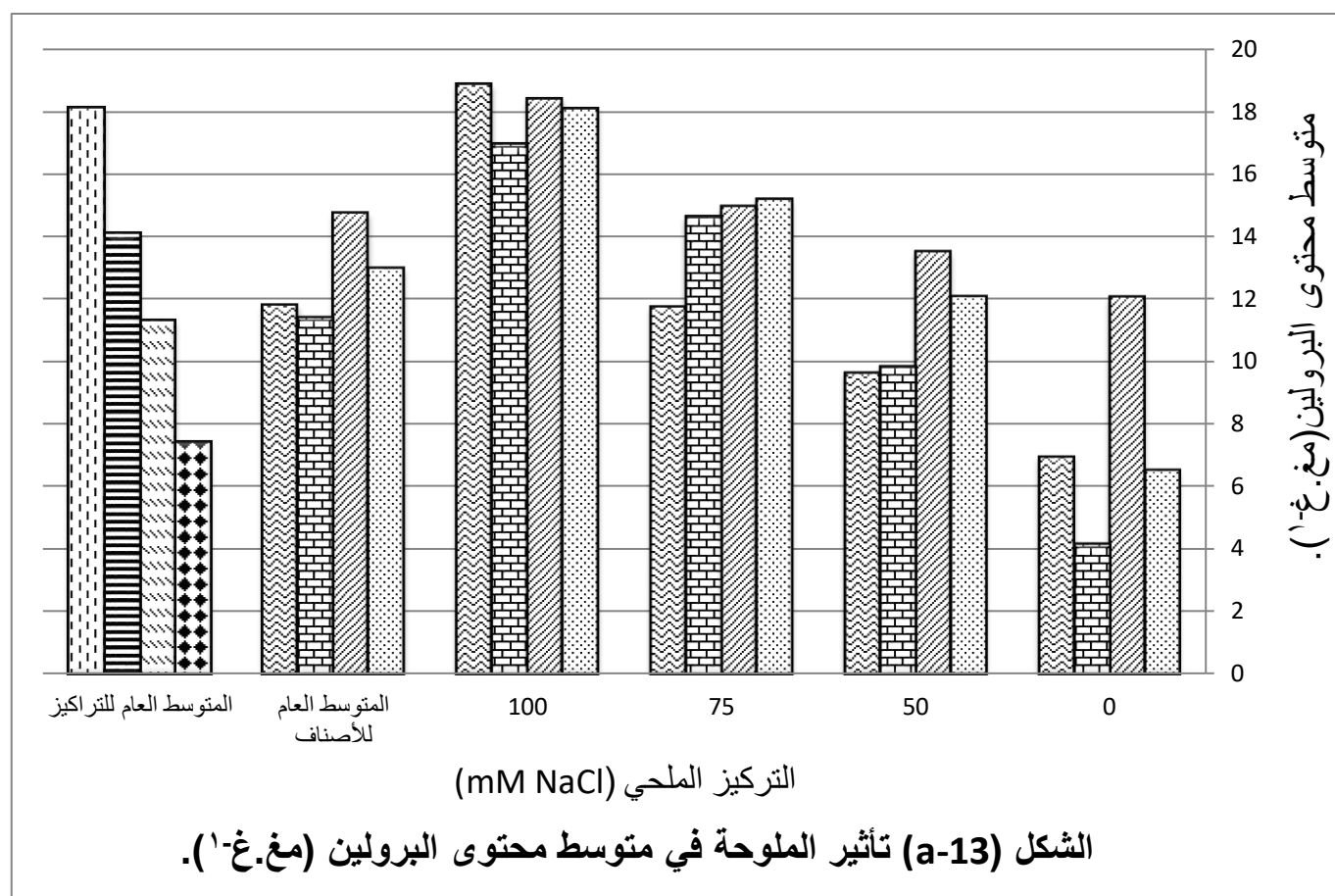
جدول رقم (25): تأثير الملوحة في متوسط محتوى البرولين (مغ. غ⁻¹)

المتوسط العام	التركيز الملحي (mM NaCl)				الأصناف
	100	75	50	0	
12.97 ^b	18.09 ^{ab}	15.19 ^c	12.08 ^d	6.51 ⁱ	غاب3
14.75 ^a	18.42 ^a	14.97 ^c	13.52 ^{dc}	12.08 ^d	غاب4
11.41 ^b	16.97 ^b	14.64 ^c	9.85 ^f	4.18 ^h	غاب5
11.80 ^b	18.86 ^a	11.74 ^{de}	9.63 ^f	6.96 ^g	بلدي
12.7	18.09 ^a	14.14 ^b	11.27 ^c	7.43 ^d	المتوسط العام

المتغير	الأصناف	المستويات الملحية	التفاعل
L.S.D 0.05	0.48	0.71	1.33
C.V%	7.8		

جدول رقم(26): تأثير الملوحة في نسبة الزيادة في متوسط محتوى البرولين (%).

المتوسط	التركيز الملحي (mM NaCl)			الأصناف
	100	75	50	
132.3	177.9	133.3	85.6	غاب 3
29.4	52.5	23.9	11.9	غاب 4
230.6	306	250.2	135.6	غاب 5
92.7	171	68.7	38.4	بلدي
121.3	176.9	119.0	67.9	المتوسط



التركيز 100 التركيز 75 التركيز 50 الشاهد بلدي غاب 5 غاب 4 غاب 3

رابعاً : المؤشرات المرتبطة بالغلة البذرية Yield-related Parameters

5-1- متوسط عدد القرون بالنبات (قرن.نبات⁻¹) Pod number per plant

يلاحظ من الجدول (27)، والشكل (a-14) وجود فروقاتٍ معنوية في متوسط عدد القرون بالنبات بين الأصناف المدروسة، والمستويات الملحية، والتفاعل بينهما. وكان متوسط عدد القرون بالنبات الأعلى معنوياً لدى الصنف غاب 3 (4.5 قرن.نبات⁻¹)، تلاه الصنف البلديوغاب 3 (4.2, 4.1 قرن.نبات⁻¹)، على التوالي ودون وجود فروق معنوية بينهما، في حين كان متوسط عدد القرون بالنبات الأدنى معنوياً لدى الصنف غاب 4 (3.7 قرن.نبات⁻¹). ويلاحظ حدوث تراجع مضطرب في متوسط عدد القرون بالنبات بازدياد تركيز الأملاح في محلول التربة. وكان متوسط عدد القرون بالنبات الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد (7.1 قرن.نبات⁻¹)، وتراجع تدريجياً بازدياد تركيز الأملاح حتى وصل إلى أدنى قيمة له (1.5 قرن.نبات⁻¹)، عند مستوى الملوحة الأعلى (100 ميلي مولر NaCl). وكان متوسط عدد القرون بالنبات الأعلى معنوياً لدى الصنف البلدي في المعاملة الشاهد (7.7 قرن.نبات⁻¹)، في حين كان متوسط عدد القرون بالنبات الأدنى معنوياً لدى نباتات الصنف غاب 4 وغاب 5 عند المستوى الملحي الأعلى (1.4 قرن.نبات⁻¹). عموماً، يؤدي ارتفاع تركيز الأملاح الذوابة في محلول التربة إلى تقصير طول مرحلة النمو الخضري، ما يؤثر سلباً في حجم المسطح الورقي الأخضر المتشكل، وتراجع كفاءة النبات التمثيلية، بسبب تراجع كمية الطاقة الضوئية الممتصة والمحولة إلى طاقة كيميائية مخزونة في روابط المركبات العضوية المصنعة (السكريات)، فتقل كمية المادة الجافة المصنعة والمتاحة للنبات في مرحلة الإزهار، ما يؤثر سلباً في عدد القرون المتشكلة في النبات، ومن ثم عدد البذور في القرن، ويسبب الجهاد الملحي أيضاً تقصيراً في طول مرحلة الإزهار، ما يثير سلباً في عدد الأزهار الخصبة المتشكلة، زمن ثم عدد القرون في النبات.

ويلاحظ أيضاً من الجدول رقم (28) أن نسبة الانخفاض في متوسط عدد القرون بالنبات كانت الأدنى لدى الصنف غاب 5 في المعاملة (50Mm NaCl) (17.8%)، بينما كانت نسبة الانخفاض الأعلى عند الصنف البلدي (80.4%)، في المعاملة الأعلى (100 mM NaCl). أما نسبة الانخفاض في متوسط عدد القرون بالنبات كقيمة متوسطة عند جميع المستويات الملحية كانت الأعلى لدى الصنف البلدي (59.7%)، والأدنى عند الصنف غاب 3

(53.8%). تتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه (Ranju, 2005) على محصول الحمص حيث سجل انخفاضاً معنوياً في عدد القرون بالنبات تحت تأثير الإجهاد الملحي

يلاحظ وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية جداً بين صفة عدد القرون بالنبات والغلة البذرية ($r = 0.90^{**}$). وارتبطت أيضاً صفة عدد القرون بالنبات بشكل موجب ومعنوي مع صفة عدد البذور بالقرن ($r = 0.68^{**}$). وكان معامل الارتباط بين عدد القرون بالنبات ووزن المئة بذرة ايجابياً ومعنوياً ($r = 0.88^{**}$), وهذا لا يتوافق مع نتائج (Reza et al., 2007) حيث وجد علاقة ارتباط سلبية ذات دلالة إحصائية بين عدد القرون في النبات ووزن 100 بذرة على محصول الحمص في ظروف الزراعة المناسبة, ويفسر ذلك بأنه تحت ظروف الإجهاد الملحي عادةً ما يكون عدد القرون المتشكلة في النبات ومن ثم عدد البذور أقل بكثير بالمقارنة مع ظروف الزراعة المناسبة, بسبب تقصير أطوال المراحل الفيزيولوجية المختلفة, وتراجع معدل تصنيع وتراكم المادة الجافة, وبالتالي ستكون حدة المنافسة Competition على نواتج التمثيل الضوئي أقل ما يؤدي إلى زيادة درجة إمتلاء البذور وزيادة متوسط المئة بذرة. والعكس بالنسبة إلى ظروف الزراعة المروية المناسبة.

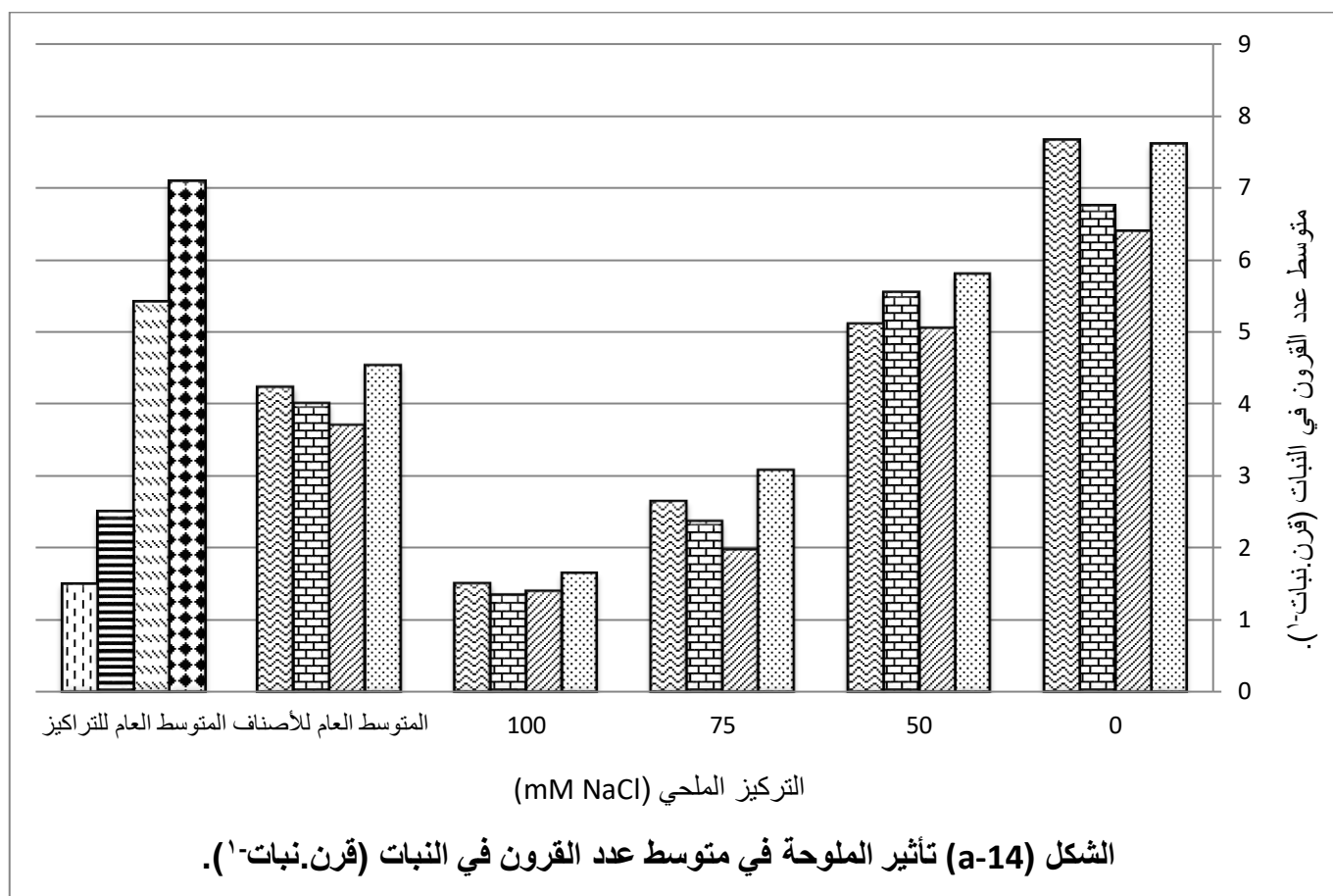
جدول رقم (27): تأثير الملوحة في متوسط عدد القرون بالنبات (قرن. نبات⁻¹).

المتوسط العام	التركيز الملحي (mM NaCl)				الأصناف
	100	75	50	0	
4.5 ^a	1.7 ^{fg}	3.1 ^e	5.8 ^{bcd}	7.6 ^a	غاب 3
3.7 ^b	1.4 ^g	1.9 ^{efg}	5.1 ^d	6.4 ^{bc}	غاب 4
4.1 ^{ab}	1.4 ^g	2.4 ^{efg}	5.6 ^{cd}	6.8 ^{ab}	غاب 5
4.2 ^{ab}	1.5 ^{fg}	2.7 ^{ef}	5.1 ^d	7.7 ^a	بلدي
4.13	1.5 ^d	2.5 ^c	5.4 ^b	7.1 ^a	المتوسط العام

المتغير	الأصناف	المستويات الملحية	التفاعل
L.S.D 0.05	0.75	0.51	1.09
C.V%	18.6		

جدول رقم (28): تأثير الملوحة في نسبة الانخفاض % في متوسط عدد القرون في النبات .

المتوسط	التركيز الملحي (mM NaCl)			الأصناف
	100	75	50	
53.8	78.3	59.5	23.7	غاب 3
56.1	78.1	69.1	21.1	غاب 4
54.2	80	64.8	17.8	غاب 5
59.7	80.4	65.4	33.3	بلدي
56.0	79.2	64.7	24.0	المتوسط



التركيز 100 التركيز 75 التركيز 50 الشاهد بلدي غاب 5 غاب 4 غاب 3

5-2- متوسط عدد البذور بالقرن No. of Seeds per pod

يلاحظ من الجدول (29)، والشكل (15-a) عدم وجود فروقات معنوية في صفة متوسط عدد البذور بالقرن بين الأصناف المدروسة ووجود فروقات معنوية بين المستويات الملحية المختلفة والتفاعل بينها وبين الأصناف المدروسة. كان متوسط عدد البذور بالقرن الأعلى لدى صنف غاب3 (1.45 بذرة.قرن⁻¹)، تلاه الأصناف البلدي، وغاب5، وغاب4 (1.44، 1.36، 1.33 بذرة.قرن⁻¹ على التوالي)، وبدون فروقات معنوية بينها. ويلاحظ حدوث تراجع مضطرد في متوسط عدد البذور بالقرن بازدياد تركيز الأملاح في محلول التربة. وكان متوسط عدد البذور بالقرن الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد (1.73 بذرة.قرن⁻¹)، وتراجع تدريجياً بازدياد تركيز الأملاح حتى وصل إلى أدنى قيمة له (1.05 بذرة.قرن⁻¹)، عند مستوى الملوحة الأعلى (100Mm NaCl).

وكان متوسط عدد البذور بالقرن الأعلى معنوياً لدى الصنف غاب3 في المعاملة الشاهد (1.8 بذرة.قرن⁻¹)، تلاها غاب5 عند نفس المعاملة (1.75 بذرة.قرن⁻¹)، في حين كان متوسط عدد البذور بالقرن الأدنى معنوياً لدى نباتات الصنف البلدي عند المستوى الملحي الأعلى (1.00 بذرة.قرن⁻¹).

ويلاحظ أيضاً من الجدول رقم (30) أن نسبة الانخفاض في متوسط عدد البذور بالقرن كانت الأدنى لدى الصنف البلدي في المعاملة (50Mm NaCl) (7.6%)، بينما كانت نسبة الانخفاض الأعلى عند الصنف غاب3 (41.7%)، في المعاملة الأعلى (100 ميلي مولر NaCl). أما نسبة الانخفاض في عدد البذور بالقرن كقيمة متوسطة عند جميع المستويات الملحية كانت الأعلى لدى الصنف غاب4 (29.9%)، والأدنى عند الصنف البلدي (25.6%).

عموماً، يعزى تراجع متوسط عدد البذور في القرن إلى تراجع كمية المادة الجافة المتاحة خلال مرحلة العقد Seed setting، ما يؤثر سلباً في عدد البذرة المتطورة والمتشكلة

وأظهرت صفة عدد البذور في القرن ارتباطاً موجباً مع صفة عدد الأفرع على النبات ($r = 0.54^{**}$) ما يشير إلى أهمية المحافظة على حجم المجموع الخضري تحت ظروف الإجهاد الملحي لزيادة كفاءة النبات التمثيلية، وتصنيع كمية أكبر من المادة الجافة من خلال أسر كمية أكبر من الأشعة الضوئية الفعالة في عملية التمثيل الضوئي (PAR)، ما يؤدي إلى زيادة كمية نواتج التمثيل الضوئي المتاحة خلال مرحلة تشكل القرون وتطورها. ويلاحظ وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية جداً بين صفة عدد البذور بالقرن مع كلا من عدد ووزن البذور بالنبات ومعامل

الحصاد ($r = 0.72^{**}$)، وارتبطت أيضاً صفة عدد البذور بالقرن بشكلٍ موجب ومعنوي جداً مع صفة وزن المئة بذرة ($r = 0.72^{**}$). ويظهر أيضاً من (الجدول، 43) وجود علاقة ارتباط قوية وموجبة بين عدد البذور بالقرن وعدد القرون بالنبات ($r = 0.83^{**}$) بينما استنتج Padi (2003) أن هناك علاقة ارتباط سلبية بين عدد البذور بالقرن وعدد القرون في النبات الواحد، تحت ظروف الزراعة المناسبة.

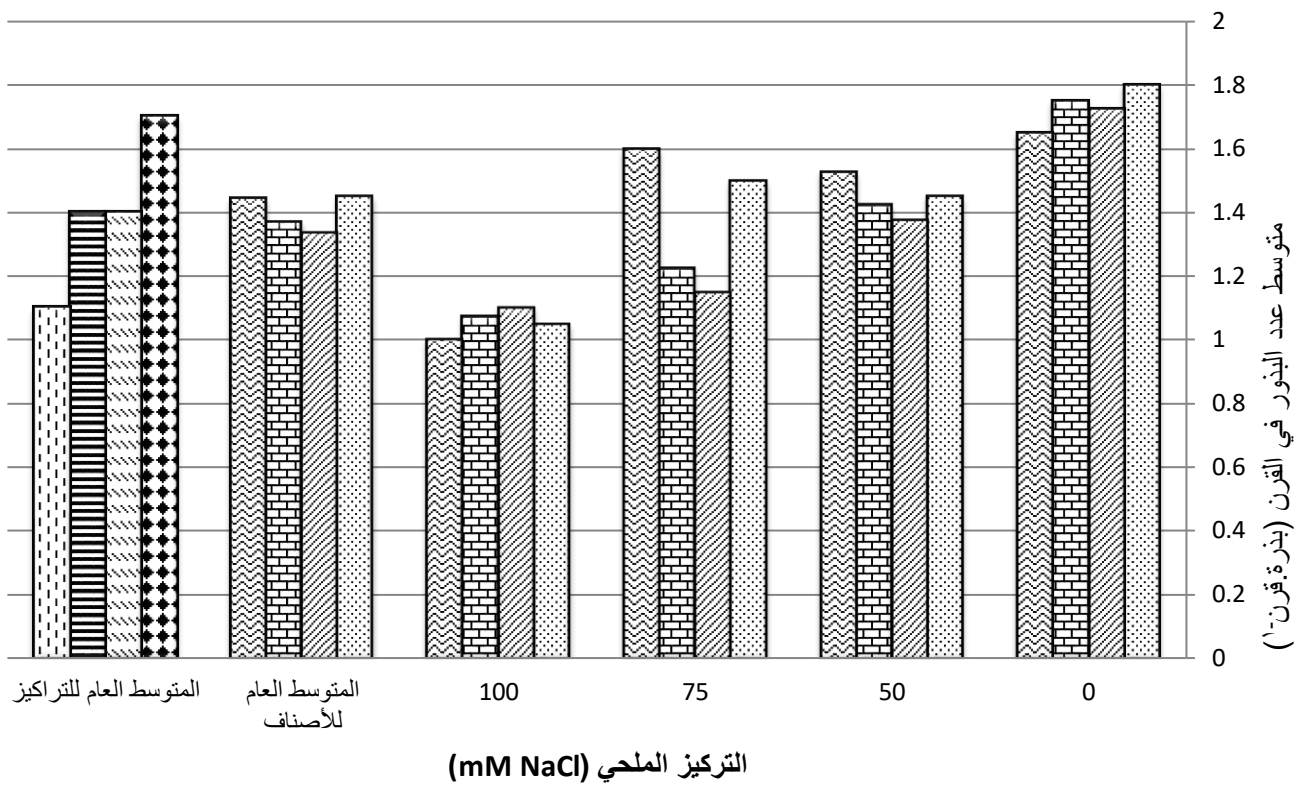
جدول رقم (29): تأثير الملوحة في متوسط عدد البذور في القرن (بذرة.قرن⁻¹).

المتوسط العام	التركيز الملحي (mM NaCl)				الأصناف
	100	75	50	0	
1.45 ^a	1.05 ^f	1.50 ^{bc}	1.45 ^{cd}	1.80 ^a	غاب3
1.33 ^a	1.10 ^f	1.15 ^{ef}	1.37 ^{cde}	1.73 ^{ab}	غاب4
1.36 ^a	1.07 ^f	1.22 ^{def}	1.42 ^{cd}	1.75 ^{ab}	غاب5
1.44 ^a	1.00 ^f	1.60 ^{abc}	1.52 ^{bc}	1.65 ^{abc}	بلدي
1.4	1.05 ^c	1.36 ^b	1.44 ^b	1.73 ^a	المتوسط العام

المتغير	الأصناف	المستويات الملحية	التفاعل
L.S.D 0.05	0.18	0.10	0.24
C.V%	12.1		

جدول رقم (30): تأثير الملوحة في نسبة الانخفاض % في متوسط عدد البذور في القرن

المتوسط	التركيز الملحي (mM NaCl)			الأصناف
	100	75	50	
25.9	41.7	16.7	19.4	غاب3
29.9	36.2	33.3	20.3	غاب4
29.1	38.6	30	18.6	غاب5
25.6	39.4	29.7	7.6	بلدي
27.6	39.0	27.4	16.5	المتوسط



الشكل (a-15) تأثير الملوحة في متوسط عدد البذور في القرن (بذرة/قرن-١).

التركيز 100 التركيز 75 التركيز 50 الشاهد بلدي غاب 5 غاب 4 غاب 3

5-3- متوسط عدد البذور في النبات No. of Seeds per plant

يلاحظ من الجدول (31)، والشكل (a-16) وجود فروقاتٍ معنوية في صفة متوسط عدد البذور في النبات بين الأصناف المدروسة، والمستويات الملحية، والتفاعل بينهما. وكان متوسط عدد البذور في النبات الأعلى معنوياً لدى صنف غاب3 (6.84 بذرة.نبات⁻¹) تلاه وبفروقاتٍ معنوية الأصناف البلدي، وغاب4، وغاب5 (6.18، 5.75، 5.49 بذرة.نبات⁻¹ على التوالي)، وبدون فروقات معنوية ضمن هذه الأصناف. ويلاحظ حدوث تراجع مضطرد في عدد البذور في النبات بزيادة تركيز الأملاح في محلول التربة. وكان متوسط عدد البذور في النبات الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد (1.73 بذرة.نبات⁻¹)، وتراجع تدريجياً بزيادة تركيز الأملاح حتى وصل إلى أدنى قيمة له (1.32 بذرة.نبات⁻¹)، عند مستوى الملوحة الأعلى (100 Mm NaCl).

وكان متوسط عدد البذور في النبات الأعلى معنوياً لدى الصنف غاب3 في المعاملة الشاهد (13.43 بذرة.نبات⁻¹)، في حين كان متوسط عدد البذور في النبات الأدنى معنوياً لدى نباتات الصنف غاب5 عند المستوى الملحي الأعلى (1.05 بذرة.نبات⁻¹).

ويلاحظ أيضاً من الجدول رقم (32) أن نسبة الانخفاض في عدد البذور في النبات كانت الأدنى لدى الصنف غاب5 في المعاملة (50Mm NaCl) (27.8%) بينما كانت نسبة الانخفاض الأعلى عند الصنف البلدي (89.05%)، في المعاملة الأعلى (100 ميلي مولر NaCl). أما نسبة الانخفاض في عدد البذور في النبات كقيمة متوسطة عند جميع المستويات الملحية كانت الأعلى لدى الصنف غاب4 (65.4%)، والأدنى عند الصنف البلدي (62.8%). عموماً، يعزى تراجع متوسط عدد البذور في النبات بتأثير إرتفاع تركيز الأملاح إلى تأثير الأملاح في تخفيض وتراجع مساحة المسطح الورقي الأخضر، وكفاءة النبات التمثيلية، وعدم كفاية نواتج التمثيل الضوئي لمتطلبات النبات الأساسية فيقل عدد الأزهار المتشكلة وتزيد نسبة الأزهار العميقة منها وبالتالي يقل عدد القرون بالنبات وعدد البذور بالقرن.

يلاحظ وجود علاقة إرتباط موجبة ومعنوية جداً بين عدد البذور في النبات معالطة البذرية ووزن 100 بذرة ($r = 0.91^{**}$, $r = 0.87^{**}$) على التوالي، وهذا يتوافق مع ما توصل إليه (Bhaduoria et al., 2003) حيث لاحظ ارتباط صفة عدد البذور بالنبات ارتباطاً إيجابياً مع الغلة البذرية ومع وزن 100 بذرة.

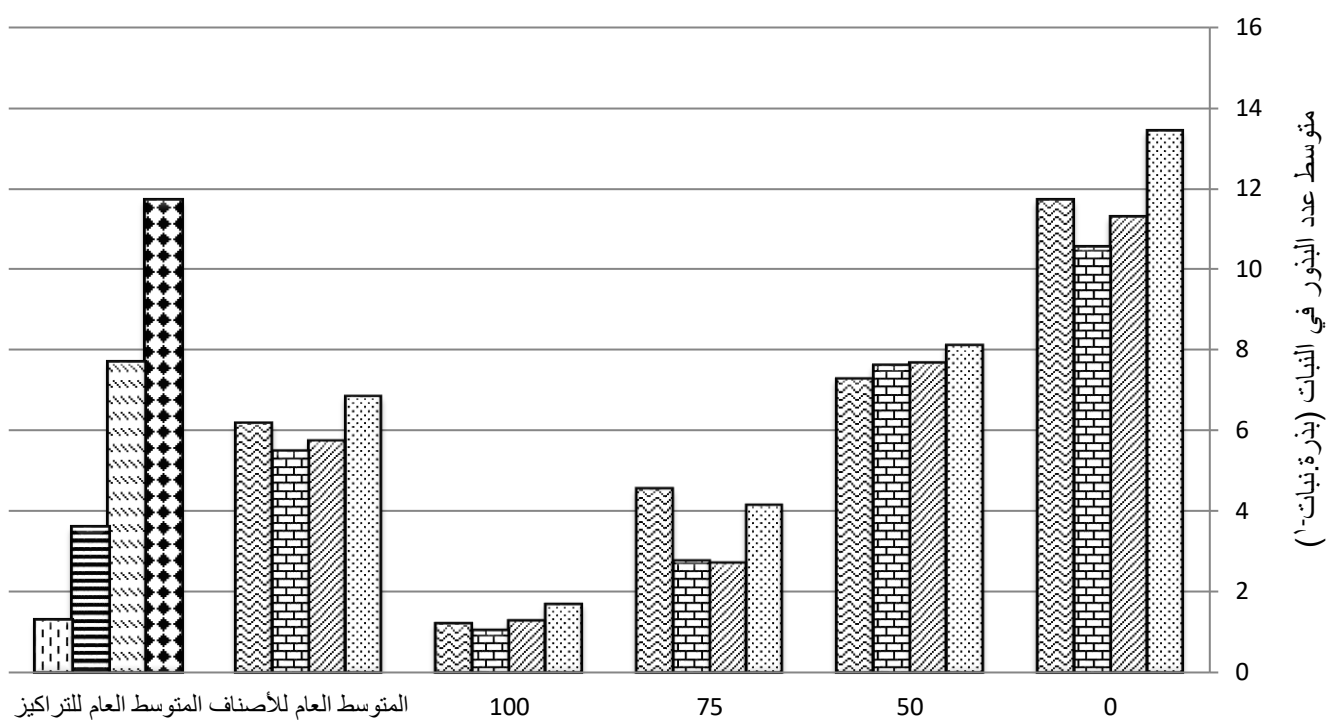
جدول رقم(31): تأثير الملوحة في متوسط عدد البذور في النبات (بذرة.نبات¹⁻).

المتوسط العام	التركيز الملحي (mM NaCl)				الأصناف
	100	75	50	0	
6.84 ^a	1.70 ^{fg}	4.15 ^{de}	8.10 ^c	13.43 ^a	غاب3
5.75 ^b	1.30 ^{fg}	2.73 ^{ef}	7.68 ^c	11.30 ^b	غاب4
5.49 ^b	1.05 ^g	2.78 ^{ef}	7.60 ^c	10.53 ^b	غاب5
6.18 ^b	1.23 ^{fg}	4.55 ^d	7.28 ^c	11.70 ^a	بلدي
6.06	1.32 ^d	3.55 ^c	7.66 ^b	11.73 ^a	المتوسط العام

المتغير	الأصناف	المستويات الملحية	التفاعل
L.S.D 0.05	1.14	0.61	1.42
C.V%	16.5		

جدول رقم(32): تأثير الملوحة في نسبة الانخفاض % في متوسط عدد البذور في النبات

المتوسط	التركيز الملحي (mM NaCl)			الأصناف
	100	75	50	
65.4	87.3	69.1	39.7	غاب3
65.5	88.5	75.9	32.1	غاب4
63.8	90	73.6	27.8	غاب5
62.8	89.5	61.1	37.8	بلدي
64.4	88.8	69.9	34.4	المتوسط



الشكل رقم (a-16) تأثير الملوحة في متوسط عدد البذور في النبات (بذرة.نبات⁻¹).
التركيز الملحي (mM NaCl)

التركيز 100 التركيز 75 التركيز 50 الشاهد بلدي غاب 5 غاب 4 غاب 3

5-4- متوسط وزن البذور في النبات (غ.نبات¹⁻) Seed weight per plant

يلاحظ من الجدول (33)، والشكل (a-17) وجود فروقاتٍ معنوية في صفة متوسط وزن البذور في النبات بين الأصناف المدروسة، والمستويات الملحية، والتفاعل بينهما. وكان متوسط وزن البذور في النبات الأعلى معنوياً لدى صنف البلدي (1.41 غ.نبات¹⁻)، تلاه وبفروقاتٍ معنوية الصنف غاب4 (1.31-1 غ.نبات¹⁻)، في حين كان متوسط وزن البذور في النبات الأدنى معنوياً لدى الصنفين غاب5، غاب3 (1.21، 1.19 غ.نبات¹⁻ على التوالي) وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما. ويلاحظ حدوث تراجع مضطرب في متوسط وزن البذور في النبات بازدياد تركيز الأملاح في محلول التربة. وكان متوسط وزن البذور في النبات الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد (2.76 غ.نبات¹⁻)، وتراجع تدريجياً بازدياد تركيز الأملاح حتى وصل إلى أدنى قيمة له (0.13 غ.نبات¹⁻ عند مستوى الملوحة الأعلى (100 ميلي مولر NaCl). وتشير نتائج التحليل الإحصائي بالنسبة إلى تفاعل الأصناف مع المستويات الملحية إلى وجود فروقاتٍ معنوية، حيث كان متوسط وزن البذور في النبات الأعلى معنوياً لدى الصنف البلدي في المعاملة الشاهد (3.05 غ.نبات¹⁻) في حين كان متوسط وزن البذور في النبات الأدنى معنوياً لدى نباتات الصنف غاب5 عند المستوى الملحي الأعلى (0.09 غ.نبات¹⁻).

ويلاحظ أيضاً من الجدول رقم (34) أن نسبة الانخفاض في متوسط وزن البذور في النبات كانت الأدنى لدى الصنف غاب3 في المعاملة (50Mm NaCl) (34.00%) بينما كانت نسبة الانخفاض الأعلى عند الصنف غاب5 (96.04%) في المعاملة الأعلى (100 ميلي مولر NaCl). أما نسبة الانخفاض في متوسط وزن البذور في النبات كقيمة متوسطة عند جميع المستويات الملحية كانت الأعلى لدى الصنف غاب5 (71.90%) والأدنى عند الصنف غاب3 (69.5%). عموماً، يعزى التراجع الحاصل في متوسط وزن البذور في النبات تحت ظروف الإجهاد الملحي إلى تراجع كلٍ من عدد القرون في النبات والبذور بالقرن، وإلى انخفاض درجة إمتلاء البذور بسبب قلة كفاءة النبات التمثيلية، وعدم كفاية نواتج التمثيل الضوئي خلال مرحلة إمتلاء البذور، بالإضافة إلى تراجع كفاءة توزيع Partitioning efficiency نواتج التمثيل الضوئي، التي تهدر لتشكيل مجموع جذري أكبر وتصنيع الذائبات العضوية (Proline)، وزيادة معدل أكسدة المادة الجافة، نتيجة زيادة معدل تنفس الصيانة Maintenance respiration، وتنفس النمو Growth respiration، بالإضافة إلى إمكانية ازدياد معدل التنفس الضوئي Photorespiration، ما يؤثر سلباً في معدل صافي التمثيل

الضوئي (NAR) Net Assimilation Rate، وكمية المادة الجافة المتبقية، والمتاحة لنمو النباتات وتطورها وإنتاجيتها

يلاحظ وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية جداً (جدول، 43) بين صفة وزن البذور وكل من وزن المئة بذرة والغلة من البذور ($r = 0.94^{**}$, $r = 0.98^{**}$)، وهذا يتوافق مع ما توصلوا إليه (1999) Vivek et al., و (1999) Bakhsh et al., و (2003) Arshad et al., حيث أكدوا أن هناك ارتباطاً إيجابياً بين وزن البذور بالنبات مع وزن 100 بذرة.

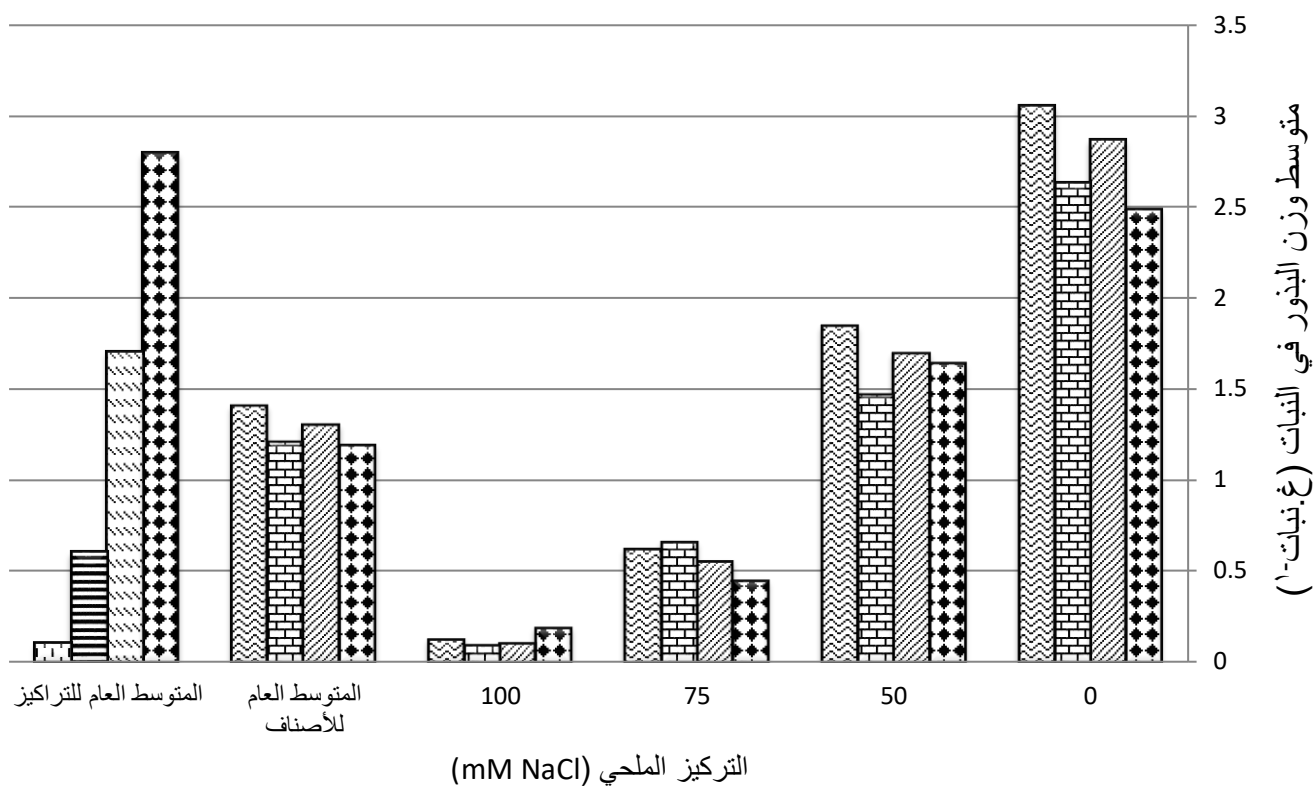
جدول رقم (33): تأثير الملوحة في متوسط وزن البذور في النبات (غ. نبات¹).

المتوسط العام	التركيز الملحي (mM NaCl)				الأصناف
	100	75	50	0	
1.19 ^c	0.19 ⁱ	0.44 ^h	1.64 ^e	2.48 ^c	غاب 3
1.31 ^b	0.11 ⁱ	0.55 ^{gh}	1.69 ^e	2.86 ^b	غاب 4
1.21 ^c	0.09 ⁱ	0.65 ^g	1.46 ^f	2.63 ^c	غاب 5
1.41 ^a	0.12 ⁱ	0.62 ^g	1.84 ^d	3.05 ^a	بلدي
1.28	0.13 ^d	0.57 ^c	1.66 ^b	2.76 ^a	المتوسط العام

المتغير	الأصناف	المستويات الملحية	التفاعل
L.S.D 0.05	0.11	0.06	0.15
C.V%	8.1		

جدول رقم (34): تأثير الملوحة في نسبة الانخفاض % في متوسط وزن البذور في النبات

المتوسط	التركيز الملحي (mM NaCl)			الأصناف
	100	75	50	
69.5	92.4	82	34	غاب 3
72.7	96.3	80.8	41	غاب 4
71.9	96.4	75	44.3	غاب 5
71.7	95.9	79.6	39.6	بلدي
71.4	95.3	79.4	39.7	المتوسط



الشكل رقم (a-17) تأثير الملوحة في متوسط وزن البذور في النبات (غ.نبات⁻¹).

التركيز 100 التركيز 75 التركيز 50 الشاهد بلدي غاب 5 غاب 4 غاب 3

5-5- متوسط وزن المئة بذرة (غ) 100-seedweight

يلاحظ من الجدول (35)، والشكل (18-a) وجود فروقاتٍ معنوية في صفة متوسط وزن المئة بذرة بين الأصناف المدروسة، والمستويات الملحية، والتفاعل بينهما. وكان متوسط وزن المئة بذرة الأعلى معنوياً لدى الصنف البلدي (20.90 غ)، تلاه وبفروقاتٍ معنوية الصنف غاب 5 (18.37 غ)، في حين كان متوسط وزن المئة بذرة الأدنى معنوياً لدى الصنفين غاب 3، غاب 4 (14.57، 15.61 غ على التوالي). ويلاحظ حدوث تراجع مضطرب في متوسط وزن المئة بذرة بازدياد تركيز الأملاح في محلول التربة. وكان متوسط متوسط وزن المئة بذرة الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد (29.65 غ)، وتراجع تدريجياً بازدياد تركيز الأملاح حتى وصل إلى أدنى قيمة له (6.91 غ) عند مستوى الملوحة الأعلى (100 ميلي مولر NaCl). وكان متوسط وزن المئة بذرة الأعلى معنوياً لدى الصنف البلدي في المعاملة الشاهد (33.84 غ) في حين كان متوسط متوسط وزن المئة بذرة الأدنى معنوياً لدى نباتات الصنف البلدي عند المستوى الملحي الأعلى (5.36 غ).

تُظهر النتائج في الجدول رقم (36) أن نسبة الانخفاض في متوسط وزن المئة بذرة كانت الأدنى لدى الصنف البلدي في المعاملة (50Mm NaCl) (17.00%) بينما كانت نسبة الانخفاض الأعلى عند الصنف البلدي (84.2%) في المعاملة الأعلى (100 ميلي مولر NaCl). أما نسبة الانخفاض في متوسط وزن المئة بذرة كقيمة متوسطة عند جميع المستويات الملحية كانت الأعلى لدى الصنف غاب 4 (59.6%) والأدنى عند الصنف البلدي (51.0%). ويعزى تراجع وزن المئة بذرة بازدياد تركيز الأملاح إلى قيام جزئيات الملح بشد جزئيات الماء، مقللةً بذلك من عدد جزئيات الماء الحرة المتاحة للنبات (أي يصبح الجهد المائي أكثر سلباً)، ويقل تبعاً لذلك فرق التدرج في الجهد المائي بين محلول التربة وخلايا المجموعة الجذرية، ويتراجع هذا الفرق أكثر كلما إزداد تركيز الأملاح الذوابة في وسط النمو، وبما أن الماء ينتقل من الوسط ذو الجهد المائي العالي (الأقل سلباً) إلى الوسط ذو الجهد المائي المنخفض (الأكثر سلباً)، فسوف يتراجع معدل تدفق وإمتصاص الماء عن طريق المجموعة الجذرية، وقد ينعدم إمتصاص الماء عندما يصل تركيز الأملاح إلى حدٍ يصبح فيه الجهد المائي لمحلول التربة (Ψ_{w0}) مساوٍ للجهد المائي داخل النبات (Ψ_{wi}). وسيؤثر تراجع إمتصاص الماء في عملية نقل نواتج التمثيل الضوئي من المصدر إلى المصب، لأنّ الماء هو الناقل الوحيد لنواتج التمثيل الضوئي، إضافة إلى قلة نواتج التمثيل الضوئي المتاحة خلال فترة إمتلاء البذور، نتيجة تأثير الملوحة سلباً في كفاءة النبات التمثيلية ما يؤثر سلباً في درجة إمتلاء البذور، ومتوسط وزن المئة بذرة، ومن ثمّ الغلة من البذور.

ويلاحظ وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية جداً بين وزن المئة بذرة مع الغلة الحيوية والغلة من البذور ($r = 0.95^{**}$ ، $r = 0.95^{**}$)، ويشير ذلك إلى أهمية زيادة كمية المادة الجافة المصنعة، والمتاحة خلال فترة امتلاء الحبوب، بالإضافة إلى توافر الماء لنقل نواتج التمثيل الضوئي المخزونة في الأوراق والسوق إلى البذور. أما (Chand and Singh, 1997) و (Bakhsh et al, 1999) فقد سجلوا ارتباطاً سلبياً بين صفة وزن 100 بذرة مع عدد القرون بالنبات في ظروف الزراعة العادية. ويمكن أن تفسر علاقة الارتباط الموجبة بين وزن المئة بذرة مع متوسط عدد البذور ومع عدد القرون بالنبات لدى الأصناف المدروسة تحت ظروف الإجهاد الملحي إلى عدم تشكل عدد كبير من البذور بالقرن بالمقارنة مع الشاهد.

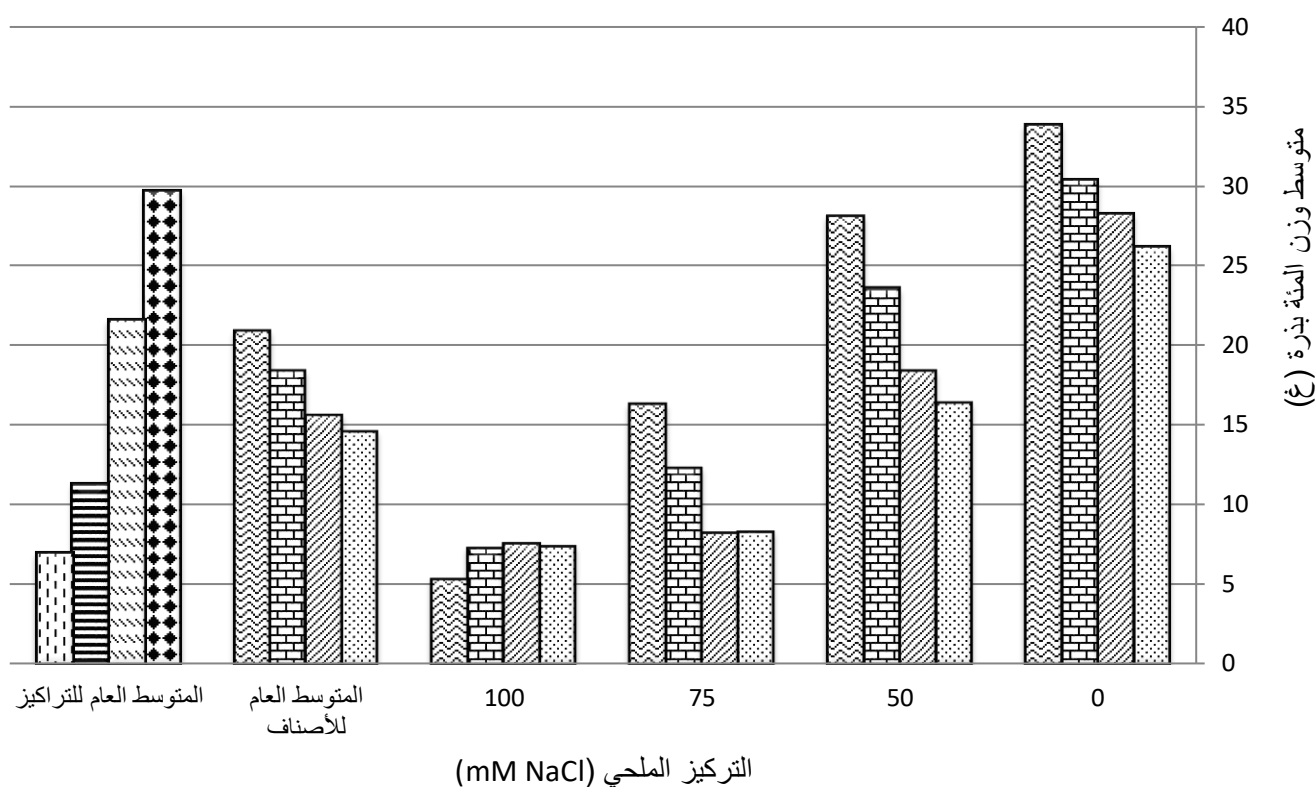
جدول رقم (35): تأثير الملوحة في متوسط وزن المئة بذرة (غ).

المتوسط العام	التركيز الملحي (mM NaCl)				الأصناف
	100	75	50	0	
14.57 ^c	7.39 ^{gh}	8.28 ^g	16.42 ^e	26.20 ^c	غاب3
15.61 ^c	7.58 ^{gh}	8.23 ^g	18.39 ^e	28.22 ^{bc}	غاب4
18.37 ^b	7.31 ^{gh}	12.27 ^f	23.55 ^d	30.35 ^b	غاب5
20.90 ^a	5.36 ^h	16.33 ^e	28.08 ^{bc}	33.84 ^a	بلدي
17.4	6.91 ^d	11.27 ^c	21.61 ^b	29.65 ^a	المتوسط العام

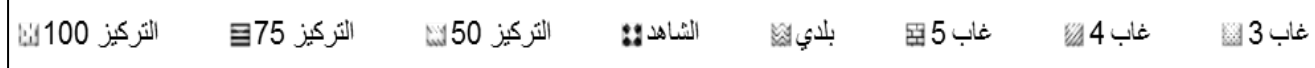
المتغير	الأصناف	المستويات الملحية	التفاعل
L.S.D 0.05	0.58	1.19	2.15
C.V%	8.8		

جدول رقم (36): تأثير الملوحة في نسبة الانخفاض % في متوسط وزن المئة ذرة.

المتوسط	التركيز الملحي (mM NaCl)			الأصناف
	100	75	50	
59.2	71.8	68.4	37.3	غاب 3
59.6	73.1	70.8	34.8	غاب 4
52.6	75.9	59.6	22.4	غاب 5
51.0	84.2	51.7	17	بلدي
55.6	76.3	62.6	27.9	المتوسط



الشكل رقم (a-18) تأثير الملوحة في متوسط وزن المئة بذرة (غ).



5-6- الغلة الحيوية (غ.م²): Biological yield

يُلاحظ من الجدول (37)، والشكل (a-19) وجود فروقاتٍ معنوية في متوسط الغلة الحيوية بين الأصناف المدروسة، والمستويات الملحية، والتفاعل بينهما. وكان متوسط الغلة الحيوية الأعلى معنوياً لدى الصنف البلدي (216.5 غ.م²) تلاه وبفروقاتٍ معنوية الصنف غاب 5 (203.7 غ.م²)، تلاه الصنف غاب 4 (199.6 غ.م²)، في حين كان متوسط الغلة الحيوية الأدنى معنوياً لدى الصنف غاب 3 (154.9 غ.م²). ويلاحظ حدوث تراجع مضطرب في طول النبات بازدياد تركيز الأملاح في محلول التربة. وكان متوسط الغلة الحيوية الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد (320.4 غ.م²)، وتراجع تدريجياً بازدياد تركيز الأملاح حتى وصل إلى أدنى قيمة له (70.7 غ.م²) عند مستوى الملوحة الأعلى (100 ميلي مولر NaCl). وكان متوسط الغلة الحيوية الأعلى معنوياً لدى الصنف البلدي في المعاملة الشاهد (365.2 غ.م²) في حين كان الأدنى معنوياً لدى نباتات الصنف غاب 3 عند المستوى الملحي الأعلى (65.2 غ.م²).

ويلاحظ أيضاً من الجدول رقم (38) أن نسبة الانخفاض في متوسط الغلة الحيوية كانت الأدنى لدى الصنف غاب 3 في المعاملة (50Mm NaCl) (21.1%) بينما كانت نسبة الانخفاض الأعلى عند الصنف غاب 5 (80.4%) في المعاملة الأعلى (100 ميلي مولر NaCl). أما نسبة الانخفاض في الغلة الحيوية كقيمة متوسطة عند جميع المستويات الملحية كانت الأعلى لدى الصنف غاب 5 (55.9%) والأدنى عند الصنف غاب 3 (48.7%).

عموماً، يعزى تراجع الغلة الحيوية بازدياد تركيز الأملاح إلى تراجع كل من ارتفاع النبات، وعدد الأفرع بالنبات، وعدد القرون.

يلاحظ وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية جداً بين صفة الغلة الحيوية مع الغلة من البذور ($r = 0.96^{**}$) وهذا ينسجم مع ما وجدته (Reza et al, 2007) من علاقات ارتباط ايجابية وذات دلالة بين الغلة البذرية والغلة الحيوية. وارتبطت أيضاً صفة الغلة الحيوية بشكلٍ موجب ومعنوي جداً مع ارتفاع النبات ومع عدد الأفرع بالنبات ($r = 0.87^{**}$, $r = 0.76^{**}$). ويلاحظ أيضاً وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية جداً بين صفة متوسط الغلة الحيوية ومتوسط عدد البذور في النبات ($r = 0.88^{**}$)، ووزن البذور في النبات ($r = 0.95^{**}$) ومتوسط وزن المئة بذرة ($r = 0.95^{**}$)، ما يشير إلى أهمية المحافظة على حجم المصدر ومن ثم كفاءة النبات التمثيلية، وتصنيع وتجميع/تراكم المادة الجافة تحت ظروف الإجهاد الملحي لتحسين مكونات غلة محصول

الحمص. ويؤكد ذلك الارتباط الموجب والقوي جداً بين الغلة الحيوية ومعامل الحصاد) $r = 0.80^{**}$). وتتوقف بشكل عام كمية المادة الجافة المصنعة أثناء عملية التمثيل الضوئي على مساحة المسطح الورقي الأخضر الفعّال في عملية التمثيل الضوئي، حيث تزداد كمية الطاقة الضوئية الفعّالة الممتصة بزيادة المسطح الورقي، وتتوقف بالإضافة إلى ذلك على كفاءة النبات في تحويل الطاقة الضوئية الممتصة إلى طاقة كيميائية مخزونة في روابط المركبات العضوية (السكريات) المصنعة (Radiation use efficiency (RUE)).

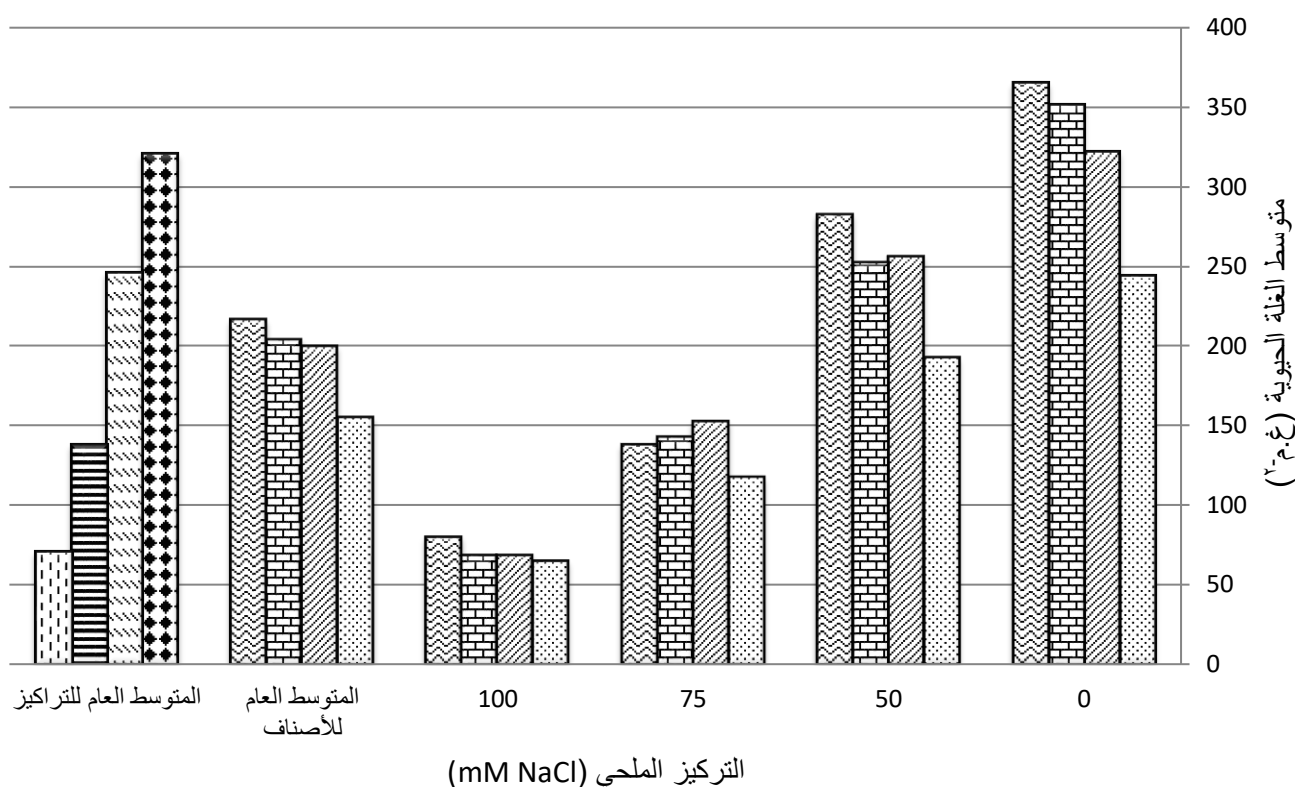
جدول رقم (37): تأثير الملوحة في متوسط الغلة الحيوية (غم.م⁻²).

المتوسط العام	التركيز الملحي (mM NaCl)				الأصناف
	100	75	50	0	
154.9 ^d	65.2 ^{ij}	117.8 ^h	192.5 ^e	244.0 ^d	غاب3
199.6 ^b	68.8 ^{ij}	152.3 ^d	255.9 ^d	321.4 ^b	غاب4
203.7 ^b	68.8 ^{ij}	142.9 ^f	252.3 ^d	351.0 ^a	غاب5
216.5 ^a	80.0 ⁱ	138.1 ^{fg}	282.6 ^c	365.2 ^a	بلدي
193.7	70.7 ^d	137.8 ^c	245.8 ^b	320.4 ^a	المتوسط العام

المتغير	الأصناف	المستويات الملحية	التفاعل
L.S.D 0.05	8.28	7.96	16.01
C.V%	2.6		

جدول رقم(38): تأثير الملوحة في نسبة الانخفاض % في متوسط الغلة الحيوية.

المتوسط	التركيز الملحي (mM NaCl)			الأصناف
	100	75	50	
48.7	73.3	51.7	21.1	غاب 3
50.5	78.6	52.6	20.4	غاب 4
55.9	80.4	59.3	28.1	غاب 5
54.3	78.1	62.2	22.6	بلدي
52.4	77.6	56.5	23.1	المتوسط



الشكل رقم (a-19) تأثير الملوحة في متوسط الغلة الحيوية (غ.م⁻²).

التركيز 100 التركيز 75 التركيز 50 الشاهد بلدي غاب 5 غاب 4 غاب 3

5-7- الغلة البذرية (غ.م⁻²): Seed yield

يلاحظ من الجدول (39)، والشكل (a-20) وجود فروقاتٍ معنوية في متوسط الغلة من البذور بين الأصناف المدروسة، والمستويات الملحية، والتفاعل بينهما. وكان متوسط الغلة من البذور الأعلى معنوياً لدى الصنف البلدي (63.86 غ.م⁻²) تلاه وبفروقاتٍ معنوية الصنفين غاب4 وغاب5 (48.01, 49.56 غ.م⁻²)، في حين كان متوسط الغلة من البذور الأدنى معنوياً لدى الصنف غاب3 (43.01 غ.م⁻²). ويلاحظ حدوث تراجع مضطرب في الغلة من البذور بازدياد تركيز الأملاح في محلول التربة. وكان متوسط الغلة من البذور الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد (107.84 غ.م⁻²)، وتراجع تدريجياً بازدياد تركيز الأملاح حتى وصل إلى أدنى قيمة له (10.15 غ.م⁻²) عند مستوى الملوحة الأعلى (100 ميلي مولر NaCl). وكان متوسط الغلة من البذور الأعلى معنوياً لدى الصنف البلدي في المعاملة الشاهد (131.89 غ.م⁻²) في حين كان متوسط الغلة من البذور الأدنى معنوياً لدى نباتات الصنف غاب4 عند المستوى الملحي الأعلى (7.93 غ.م⁻²).

ويلاحظ أيضاً من الجدول رقم (40) أن نسبة الانخفاض في متوسط الغلة من البذور كانت الأدنى لدى الصنف البلدي (39.5 %) في المعاملة (50Mm NaCl) بينما كانت نسبة الانخفاض الأعلى عند الصنف غاب5 (90.9 %) في التركيز الملحي الأعلى (100 ميلي مولر NaCl). أما نسبة الانخفاض في متوسط الغلة من البذور كقيمة متوسطة عند جميع المستويات الملحية كانت الأعلى لدى الصنف غاب5 (72.6 %) والأدنى عند الصنف غاب3 (68.3 %). عموماً، يعزى التراجع الحاصل في متوسط الغلة من البذور في النبات تحت ظروف الإجهاد الملحي إلى تراجع كلٍ من عدد القرون في النبات، وعدد البذور بالنبات، ووزن المئة بذرة، وإلى بسبب قلة كفاءة النبات التمثيلية، وعدم كفاية نواتج التمثيل الضوئي خلال مرحلة النمو الثمري (الإزهار وتشكل القرون وتطورها، ونمو البذور وإملائها).

يلاحظ وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية جداً بين صفة الغلة من البذور وكل من عدد القرون بالنبات وعدد البذور بالقرن وعدد البذور بالنبات ($r = 0.91^{**}$, $r = 0.75^{**}$, $r = 0.90^{**}$) على التوالي. وأظهرت الغلة البذرية ارتباطاً إيجابياً عالياً عدد الأيام اللازمة للإزهار والأيام اللازمة للنضج ($r = 0.84^{**}$, $r = 0.80^{**}$) وهذا يتفق مع نتائج (Vijayalakshmi et al., 2000; Saleem et al., 2002) في ظروف الزراعة العادية.

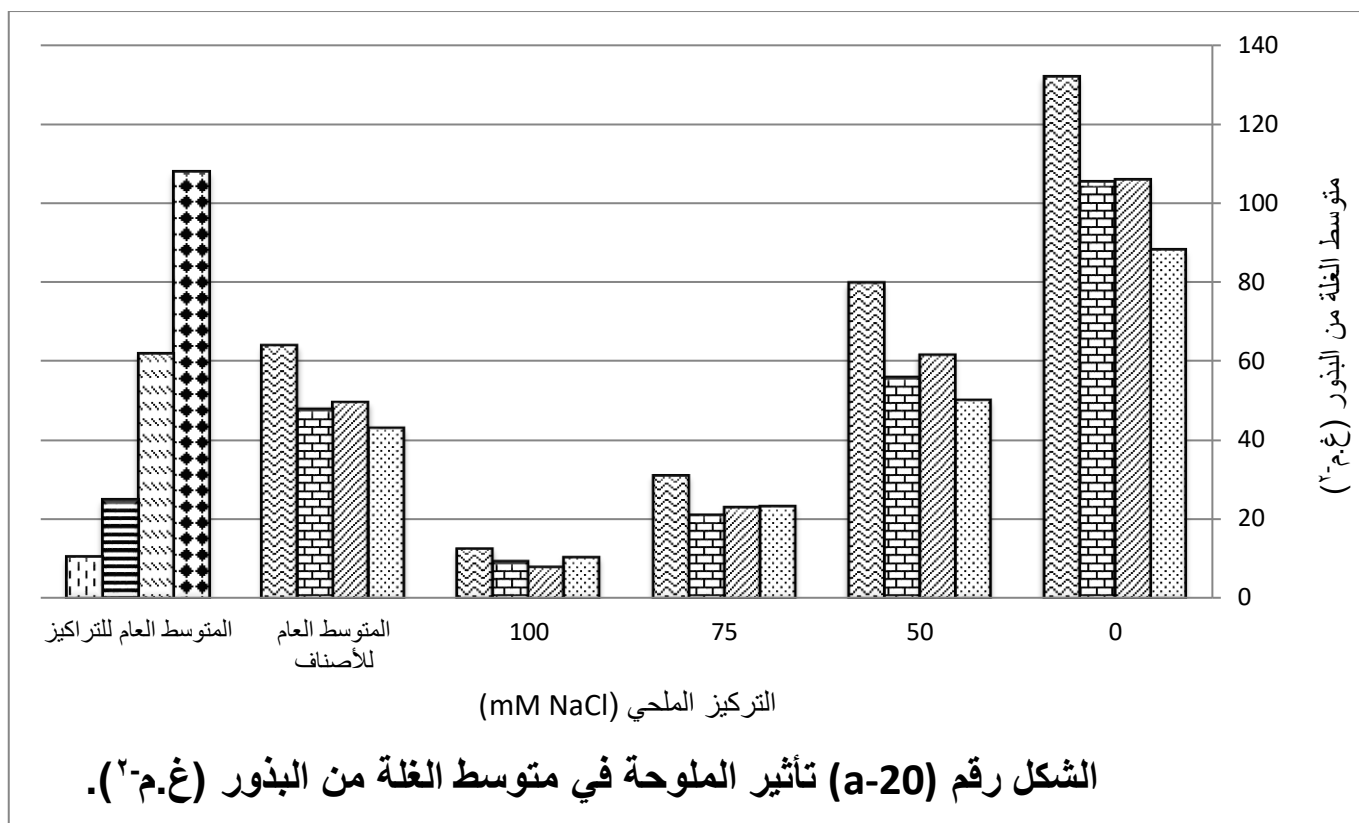
جدول رقم(39): تأثير الملوحة في متوسط الغلة من البذور (غ.م⁻²).

المتوسط العام	التركيز الملحي (mM NaCl)				الأصناف
	100	75	50	0	
43.01 ^c	10.51 ⁱ	23.32 ^h	50.03 ^f	88.17 ^c	غاب3
49.56 ^b	7.93 ⁱ	22.98 ^h	61.43 ^e	105.91 ^b	غاب4
48.01 ^b	9.57 ⁱ	21.25 ^h	55.83 ^{ef}	105.38 ^b	غاب5
63.86 ^a	12.57 ⁱ	31.21 ^g	79.77 ^d	131.89 ^a	بلدي
51.11	10.15 ^d	24.69 ^c	61.76 ^b	107.84 ^a	المتوسط العام

المتغير	الأصناف	المستويات الملحية	التفاعل
L.S.D 0.05	3.94	2.92	6.06
C.V%	8.3		

جدول رقم(40): تأثير الملوحة في نسبة الانخفاض % في متوسط الغلة من البذور.

المتوسط	التركيز الملحي (mM NaCl)			الأصناف
	100	75	50	
68.3	88.1	73.6	43.3	غاب3
70.9	92.5	78.3	42	غاب4
72.6	90.9	79.8	47	غاب5
68.8	90.5	76.3	39.5	بلدي
70.2	90.5	77.0	43.0	المتوسط



التركيز 100 التركيز 75 التركيز 50 الشاهد بلدي غاب 5 غاب 4 غاب 3

5-8- دليل الحصاد (Harvest Index %)

يلاحظ من الجدول (41)، والشكل (a-21) وجود فروقاتٍ معنوية في متوسط دليل الحصاد بين الأصناف المدروسة، والمستويات الملحية، والتفاعل بينهما. وكان متوسط دليل الحصاد الأعلى معنوياً لدى الصنف البلدي (25.85%) تلاه ودون وجود فروقاتٍ معنوية الصنف غاب3 (24.57%)، ثم الصنف غاب4 (22.67%) وبفرق معنوي عن الصنف البلدي، في حين كان متوسط دليل الحصاد الأدنى معنوياً لدى الصنف غاب5 (20.41%). ويلاحظ حدوث تراجع مضطرد في متوسط دليل الحصاد بازدياد تركيز الأملاح في محلول التربة. وكان متوسط دليل الحصاد الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد (33.84%)، وتراجع تدريجياً بازدياد تركيز الأملاح حتى وصل إلى أدنى قيمة له (15.37%) عند مستوى الملوحة الأعلى (100 ميلي مولر NaCl). وكان متوسط دليل الحصاد الأعلى معنوياً لدى الصنف غاب3 في المعاملة الشاهد (36.18%) في حين كان متوسط دليل الحصاد الأدنى معنوياً لدى نباتات الصنف غاب5 عند المستوى الملحي الأعلى (14.57%)

ويلاحظ أيضاً من الجدول رقم (42) أن نسبة الانخفاض في متوسط دليل الحصاد كانت الأدنى لدى الصنف البلدي في المعاملة (50Mm NaCl) (21.8%) بينما كانت نسبة الانخفاض الأعلى عند الصنف البلدي (56.5%) في المعاملة الأعلى (100 ميلي مولر NaCl). أما نسبة الانخفاض في متوسط دليل الحصاد كقيمة متوسطة عند جميع المستويات الملحية كانت الأعلى لدى الصنف غاب3 وغاب5 (42.8%) والأدنى عند الصنف البلدي (38.1%). عموماً، يتراجع دليل الحصاد إذا ما تراجع وزن البذور، أو إذا ما إزداد وزن الوزن الجاف الكلي على حساب البذور. ولكن تحت ظروف الإجهاد الملحي، وكما هو واضح من النتائج السابقة فإنّ التراجع الحاصل في قيمة دليل الحصاد، نجم عن تراجع كلٍ من وزن البذور والكتلة الحية الكلية، لكن كانت نسبة الانخفاض في وزن البذور أعلى من نسبة الانخفاض في وزن الوزن الجاف الكلي ما أدى لتراجع معنوي في دليل الحصاد.

ويلاحظ وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية جداً (جدول، 43) بين صفة معامل الحصاد ومحتوى الماء النسبي في الأوراق ($r = 0.51^{**}$)، وعدد الأيام حتى النضج ($r = 0.67^{**}$)، ووزن البذور في النبات ($r = 0.90^{**}$)، وعدد البذور في النبات ($r = 0.91^{**}$)، ووزن المئة بذرة ($r = 0.84^{**}$) ويشير ذلك إلى أهمية الماء في نقل نواتج التمثيل الضوئي، ومن ثمّ زيادة متوسط وزن

المئة بذرة. وارتبطت قيمة دليل الحصاد سلباً مع محتوى النبات من الحمض الأميني الحر البرولين ($r = -0.88^{**}$) (جدول، 43). ويعزى تراجع قيمة دليل الحصاد بازدياد تركيز البرولين إلى استهلاك جزء كبير من المادة الجافة لتصنيع البرولين، الأمر الذي يؤثر سلباً في كمية المادة الجافة المتاحة خلال مرحلة النمو، ما يؤثر سلباً في عدد البذور المتشكلة ووزنها.

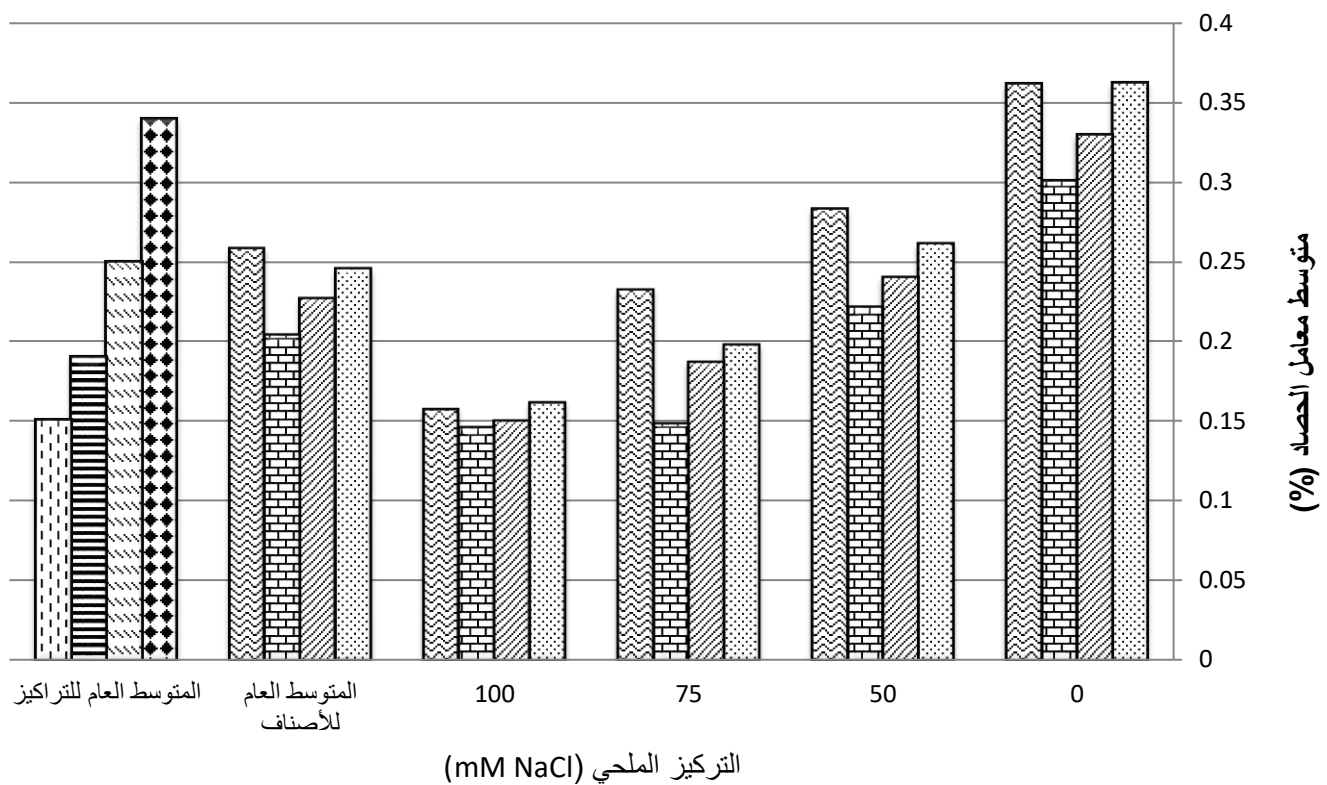
جدول رقم(41): تأثير الملوحة في متوسط معامل الحصاد(HI %).

المتوسط العام	التركيز الملحي (mM NaCl)				الأصناف
	100	75	50	0	
24.57 ^{ab}	16.16 ^{hi}	19.79 ^{fgh}	26.14 ^{cde}	36.18 ^a	غاب3
22.67 ^b	15.02 ⁱ	18.69 ^{ghi}	24.02 ^{def}	32.94 ^{ab}	غاب4
20.41 ^c	14.57 ⁱ	14.86 ⁱ	22.14 ^{efg}	30.06 ^{bc}	غاب5
25.85 ^a	15.72 ^{hi}	23.20 ^{efg}	28.29 ^{cd}	36.17 ^a	بلدي
23.37	15.37 ^d	19.14 ^c	25.15 ^b	33.84 ^a	المتوسط العام

المتغير	الأصناف	المستويات الملحية	التفاعل
L.S.D 0.05	0.017	0.022	0.04
C.V%	12.7%		

جدول رقم(42): تأثير الملوحة في نسبة الانخفاض % في متوسط معامل الحصاد.

المتوسط	التركيز الملحي (mM NaCl)			الأصناف
	100	75	50	
42.8	55.3	45.3	27.8	غاب3
41.6	54.4	43.3	27.1	غاب4
42.8	51.5	50.6	26.3	غاب5
38.1	56.5	35.9	21.8	بلدي
41.3	54.4	43.8	25.8	المتوسط



الشكل رقم (a-21) تأثير الملوحة في متوسط معامل الحصاد (%).

التركيز 100 التركيز 75 التركيز 50 الشاهد بلدي غاب 5 غاب 4 غاب 3

جدول رقم (43): قيم الارتباط بين الصفات المدروسة

	v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9	v10	v11	v12	v13	v14	v15	v16	v17
ارتفاع النبات v1	1																
عدد الأفرع / النبات v2	0.70**	1															
ارتفاع أول قرن/النبات v3	0.94**	0.65**	1														
عدد الأيام للإزهار v4	0.80**	0.49**	0.74**	1													
عدد الأيام للنضج v5	0.74**	0.66**	0.74**	0.64**	1												
كفاءة استعمال المياه v6	0.56**	0.40**	0.49**	0.50**	0.45**	1											
محتوى الماء النسبي v7	0.77**	0.61**	0.80**	0.71**	0.80**	0.49**	1										
نسبة الذائبات v8	-0.70**	-0.56**	-0.73**	-0.65**	-0.63**	-0.44**	-0.73**	1									
محتوى البرولين v9	-0.85**	-0.64**	-0.84**	-0.80**	-0.76**	-0.48**	-0.88**	0.73**	1								
عدد القرون /النبات v10	0.83**	0.69**	0.82**	0.80**	0.80**	0.53**	0.86**	-0.75**	-0.88**	1							
عدد البذور /القرن/النبات v11	0.73**	0.54**	0.70**	0.73**	0.65**	0.30*	0.64**	-0.62**	-0.80**	0.68**	1						
عدد البذور /النبات v12	0.89**	0.70**	0.87**	0.81**	0.80**	0.45**	0.84**	-0.76**	-0.92**	0.93**	0.83**	1					
وزن البذور /النبات v13	0.93**	0.72**	0.91**	0.82**	0.82**	0.55**	0.89**	-0.75**	-0.91**	0.92**	0.75**	0.95**	1				
وزن الـ100 بذرة v14	0.85**	0.67**	0.81**	0.80**	0.79**	0.58**	0.87**	-0.63**	-0.90**	0.88**	0.72**	0.87**	0.94**	1			
الغلة الحيوية v15	0.87**	0.76**	0.82**	0.74**	0.81**	0.55**	0.85**	-0.71**	-0.87**	0.89**	0.70**	0.88**	0.96**	0.95**	1		
الغلة من البذور v16	0.93**	0.69**	0.90**	0.84**	0.80**	0.57**	0.85**	-0.69**	-0.89**	0.90**	0.75**	0.91**	0.98**	0.95**	0.96**	1	
معامل الحصاد v17	0.88**	0.54**	0.84**	0.89**	0.67**	0.51**	0.78**	-0.70**	-0.88**	0.85**	0.80**	0.91**	0.90**	0.84**	0.81**	0.91**	1

جدول رقم (44): أعلى قيم لمتوسطات الصفات المدروسة عند الأصناف المختلفة

الصفة المدروسة	الأصناف			البلدي
	غاب3	غاب4	غاب5	
متوسط طول الجذر				✓
متوسط طول البادرات	✓			
متوسط الوزن الرطب للبادرات				✓
متوسط الوزن الجاف للبادرات				✓
متوسط ارتفاع النبات				✓
متوسط عدد الأفرع في النبات		✓		
متوسط ارتفاع أول قرن.		✓		
متوسط عدد الأيام اللازمة للإزهار				✓
متوسط عدد الأيام اللازمة للنضج			✓	
متوسط كفاءة استعمال المياه				✓
متوسط محتوى الماء النسبي			✓	
متوسط نسبة الذائبات			✓	
متوسط محتوى البرولين		✓		
متوسط عدد القرون في النبات	✓			
متوسط عدد البذور في القرن	✓			
متوسط عدد البذور في النبات				✓
متوسط وزن البذور في النبات				✓
متوسط وزن المنة بذرة				✓
متوسط الغلة الحيوية				✓
متوسط الغلة البذرية				✓
متوسط معامل الحصاد				✓

الاستنتاجات Conclusions

- 1- لوحظ وجود تباين وراثي في استجابة الأصناف المدروسة للإجهاد الملحي، يمكن استثماره في برامج التربية و التحسين الوراثي لزيادة غلة الحمص في البيئات المجهدة ملحياً.
- 2- يُعد الصنف البلدي من الأصناف المدروسة الأكثر تحملاً للملوحة، حيث كانت الغلتين الحيوية و البذرية الأعلى معنوياً بالمقارنة مع باقي الأصناف.
- 3- إن قيمة معامل الحصاد في الأصناف المدروسة منخفضة، ما يشير إلى إمكانية تحسين الغلة من خلال زيادة قيمة دليل الحصاد، وبخاصة في البيئات المتملحة.
- 4- أدى ازدياد تركيز المحلول الملحي إلى انخفاض ملحوظ في غالبية الصفات المدروسة وباستثناء بعض الصفات البيوكيميائية مثل نسبة تسرب الذائبات ونسبة البرولين التي ازدادت بارتفاع تركيز الملوحة (NaCl) في وسط النمو.
- 5- سجل الصنف غاب5 أعلى محتوى ماء نسبي في الأوراق، كما سجل الصنف غاب3 أدنى نسبة لتسرب الذائبات (الأفضل في سلامة الأغشية الخلوية) تحت ظروف الإجهاد الملحي ، لذلك يمكن استعمال هذين الصنفين كأباء في برامج التربية لتحسين تحمل الحمص للإجهاد الملحي من خلال توريث هاتين الصفتين الفيزيولوجيتين المهمتين.
- 6- يرتبط ازدياد مستوى الملوحة في وسط النمو بازدياد محتوى الأوراق من البرولين. ولكن ارتبط تراكم البرولين في الأوراق بحجم الضرر وليس بدرجة تحمل الملوحة.

التوصيات والمقترحات:

- 1- إستخدام الصنف البلدي كأحد آباء التربية للحمص لأنه حقق تفوقاً على باقي الأصناف في أهم الصفات.
- 2- تحديد الممارسات الزراعية التي يمكن أن تقلل من تأثير الإجهاد الملحي في نمو نباتات الحمص وتطورها.
- 3- تحديد العتبة الحرجة لتحمل الملوحة لدى أصناف الحمص، ودراسة تأثير الملوحة خلال مراحل النمو المختلفة، لتحديد المراحل الحرجة للملوحة في محصول الحمص والتي تؤثر في الغلة البذرية في الحمص.
- 4- تقويم استجابة الطرز الوراثية المدروسة استناداً إلى مؤشرات فيزيولوجية أكثر ارتباطاً بدرجة تحمل الملوحة، مثل محتوى الأوراق من حمض الأبسيسيك (ABA)، وكمية البروتينات الدفاعية المصنعة، ونمط توزيعها ضمن المكتنفات الخلوية.
- 5- تحديد مواقع المورثات المسؤولة عن أهم الصفات الفيزيولوجية، والبيوكيميائية المرتبطة بشكل مباشر بتحمل الإجهاد الملحي في محصول الحمص QTL، بهدف تسريع وتيرة التحسين الوراثي من خلال نقل المورثات المسؤولة عن تلك الصفات باستعمال التقانات الحيوية الحديثة.
- 6- استعمال تراكيز أقل من 50 ميلي مولر، عند غربلة أصناف الحمص لأن جميع الأصناف المدروسة أبدت تأثيراً سلبياً حتى على هذا التركيز.

المراجع العربية

- الشيخ علي، رؤى (2006). تطوير تقانة غربلة سريعة لتحمل الإجهاد الملحي في القمح. رسالة ماجستير قدمت إلى قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة جامعة دمشق، الجمهورية العربية السورية
- العودة، أيمن (2005). بعض الرؤى الفيزيولوجية لتحسين غلة محصول القمح الحبية ضمن الظروف البيئية المناسبة. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية المجلد (21)، العدد (2)، الصفحات: 37-50.
- العودة، أيمن (2007). تقويم أهمية التحريض وطبيعته في تحسين تحمل بعض سلالات أكساد من القمح القاسي والطري للإجهاد الملحي. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية المجلد (21)، العدد (2)، الصفحات: 15-36.
- اللاحم، غسان (2005). دراسة آلية تأثير الإجهاد الملحي على الذرة البيضاء وأنماط تحملها. رسالة دكتوراه قدمت إلى قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة جامعة دمشق، الجمهورية العربية السورية.
- المجموعة الإحصائية السنوية، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي (2005).
- المنظمة العربية للتنمية الزراعية، جامعة الدول العربية ، الخرطوم (2004).
- المنظمة العربية للتنمية الزراعية، جامعة الدول العربية ، الخرطوم (1999) .

References

- **Abbo, S. (2003).** Evalution of cultivated chickpea: for genetic bottlenecks limit diversity and constrain crop adaptation. *Functional Plant Biology*. 30(10): 1081-1087.
- Abbo, S., C. Molina, R. Jungmann, M.A. Grusak, Z. Berkovitch, Ruth Reifen, G. Kahl, P. Winter, and R. Reifen (2005).** QTL governing carotenoid concentration and weight in seeds of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Theor. Appl. Genet.* 111:185–195.
- Abraham, E.; Rigo, G.; Szekely, G.; Nagy, R.;Koncz, C.andszabados, L. (2003).** light- dependent induction of prolinebiosynthesis by abscisic acid and salt stress in inhibited by brassinosteroid in *Arabidopsis*. *Plant Mol. Biol.*, 51: 363-372.
- Alam, S.M.(1994).** Nutrients uptake by plants under stresscondition.(In Handbook ofplant and crop stresses). Marcel Dekker,Inc. New York. PP.233-236.
- Ali, G.;Srivastava, P.S. andIqbal, M. (1999).** Prolineaccumulation, protein pattern and photosynthesis in regenerants grown under NaCl stress. *Biol., Plant.* 42: 89-95.
- Allen, J.A.; Chambers, J.L. and Stine, M. (1994).** Prospects for increasing salt tolerance of forest trees: A review, *TreePhysiology*,14: 843-853.
- AL-Ouda, A.S. (1995).** Influence of sodium chloride induced salinity on wheat(*Triticum aestivum* L.). genotypes. Master Degree Thesissubmitted to Dep.of plant Physiology. BanarasHinduUniversity,Varanasi, India.
- AL-Ouda, A.S. (1999).** Genetic variability in temperature andmoisture stress tolerance in sunflower (*Helianthus annus* L.) hybrids:Assessment of some physiological and biochemical traits. Ph.D.Thesis, submitted to Crop Physiology Dept., UAS, Bangalore, India.
- Ansary, E.M. and Burlyn, E.M. (1987).** the effect of sodiumchloride on solute potential and proline accumulation in soybeanleaves. *Plant Physiol.*, 83: 238- 240.
- Arshad, M., A. Bakhsh, M. Bashir and M. Haqqani.)2002).** Determining the heritability and relationship between yield and yield components in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Pak. J. Bot.*, 34: 237-245.
- Arshad, M.; Bakhsh, A.; Zubair, M. and Ghafoor, A. (2003).** Genetic-variability and correlation studies in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Pak. J. Bot.*, 35(4): 605-611.
- Asamaa, K. (2001).** Leaf anatomical characteristics associated with shoot hydraulic conductance, stomatal conductance and stomatal sensitivity to

- changes of leaf water status in temperate deciduous trees. *Aust. J. Plant Physiol.* 28:765-774.
- Ashraf, A. and Khanum, A. (1997).** Relationship between ion accumulation and growth in two- spring wheat lines differing in salt tolerance at different growth stages. *J. Agron. Crop Sci.*, 178:39-51.
 - Ashraf, M. (1993).** Effect of Sodium chloride on water relation and some organic osmotica in arid zone plant species (*Melilotus indica* L.) *All. Der Tropen.* 94: 95-102.
 - Ashraf, M. (1994).** Breeding for salinity tolerance in plants, *Crit. Rev. Plant Sci.*, 13: 17-42.
 - Ashraf, M. (1994).** Organic substances responsible for salt tolerance in *Eruca sativa*. *Biol. Plant.*, 36: 255-259.
 - Ashraf, M. (2002).** Salt tolerance of cotton: some new advances, *Crit. Rev. Plant Sci.*, 21: 1- 30.
 - Ashraf, M. and O'Leary, J.W. (1996).** Responses of newly developed salt tolerant genotype of spring wheat to salt stress: yield components and ion distribution. *Agron. Crop Sci.*, 176:91-101.
 - **Ashraf, M. and McNeilly, T. (1988).** Variability in salt tolerance of nine spring Wheat cultivars. *J. Agron. Crop Sci.*, 160: 14-21
 - Bakhsh, A.; Ghafoor, A., and Arshad, M. (2004).** Path coefficient analysis in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under rainfed conditions. *Pak. J. Bot.* 36: 75-81.
 - Bakhsh, A.; Gull, T.; Sharif, A.; Arshad, M., and Malik, B.A. (1999).** Genetic variability character correlation in pure lines, F1 and F2 progenies of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Pak. J. Bot.*, 31(1): 41-53.
 - Bandurska, H. (1991).** Free proline accumulations as a metabolic response of plants to the action of water stress *Wiad. Bot.*, 35:35-46. (in polish).
 - Barrs, H.D. and Weatherley, P.E. (1962).** A re-examination of the relative turgidity technique for estimating water deficit in leaves. *Aust. J. Biol. Sci.* 15: 413-428.
 - Bates, L.S.; Waldron, R.P. and Tear, I.D. (1973).** Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant and Soil*, 39: 205-207.
 - Bernstein, L.; Ehlig, C.F. and Clark, R.A. (1969).** Effect of grape rootstocks on chloride accumulation in leaves. *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, 94: 584-590.
 - Bhadoriya, P.; Chaturvedi, S.K., and Awasthi, N.N.C. (2003).** Character association and path coefficient analysis in chickpea. *Ann. Agric. Res.*, 24: 684 – 687.
 - Blum, A. (1988).** Plant breeding for stress environments CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida.
 - Brawley, J. and Mathes, M.C. (1990).** The influence of NaCl on the growth of English ivy (*Hedera helix*) cuttings and callus tissue. *Env. Exp. Bot.*, 30(1): 43-50.

- Bressan, R.A.; Nelson, D.E.; Iraki, N.M.; Larosa, P.C.; Singh, N.K.; Hasegawa, P.M. and Carpita, N.C. (1990).** Reduced cell expansion and changes in cell walls of plant cells adapted to NaCl. *Environmental Injury to Plants* (F. Katterman Ed.), Academic Press, San Diego, P. 137.
- Brugnoli, E. and Bjorkman, O. (1992).** Growth of cotton under continuous salinity stress: influence on allocation pattern, stomatal and non-stomatal components of photosynthesis and dissipation of excess light energy. *Planta*, 187: 335-347.
- Carden, D.E.; Walker, D.J.; Flowers, T.J. and Miller, A.J. (2003).** Single-cell measurements of the contributions of cytosolic Na⁺ and K⁺ to salt tolerance. *Plant Physiol.*, 131: 676-683.
- Chaerle, L.; Saibo, N. and Van Der Straeten, D. (2005).** Tuning the pores towards engineering plants for improved water use efficiency. *Trends in Biotechnology* vol. 23, No. 6. 308-315.
- Chand, P. and Singh, F. (1997).** Correlation and path analysis in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Indian J. Genet.*, 54(1): 40-42.
- Chander, S.; Dahri, R., and Kumar, R. (2001).** Variation in selected recombinant inbred lines of two crosses in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Ann. Biol.*, 17(1): 29-34.
- Chapman, V.J. (1975).** The salinity problem in general, its importance, and distribution with special reference to natural halophytes Poljakoff-Mayber A., Gate, J. (eds.) In: *Plants in Saline Environment* Springer Verlag Berlin Heidelberg New York.
- Chaudhuri, K. and Choudhuri, M.A. (1997).** Effect of short term NaCl stress on water relations and gas exchange of two jute species. *Biol. Plant.* 40: 373-380.
- Cherian, S.; Reddy, M.P. and Pandya, J.B. (1999).** Studies on salt tolerance in *Avicennia marina* (Forst) Vierth. Effect of NaCl salinity on growth, ion accumulation and enzyme activity. *Indian J. Plant Physiol.* 4: 266-270.
- Cossgrove, D.J. (1989).** Characterization of long term extension of isolated cell walls from growing cucumber hypocotyls. *Planta*, 177-121.
- Cram, W.J. (1973).** Chloride fluxes in cells of the isolated root cortex of *Zea mays*. *Aust. J. Biol. Sci.*, 26: 757-779.
- Czerwinski, Z.; Pracz, J. and Rolezyk, K. (1990).** The effect of chemical method use to snow remove on roads on soil and wells water. *Man and Environment* 14(1): 127-154.
- Dittmer, H.J., 1997** _ Aquantitative study of the Roots and Roots Hairs of a Winter Plant, *Am. Jour. Bot.*, 24, p 420.
- Douglas, T.J. and Walker, R.R. (1985).** Phospholipids free sterols and adenosine triphosphatase of plasma membrane-enriched preparation from roots of citrus genotypes differing in chloride exclusion ability. *Physiol. Plant.*, 62: 51-58.

- Downton, W.J.S.; Loveys, B.R. and Grant W.J.R. (1990). Salinity effects on the stomatal behaviour of grapevine. *New Phytol.*, 116: 499- 503.
- Dubey, R.S. (1997). Photosynthesis in plants under stressful conditions, in: M. Pessarakis (Ed.), *Handbook of photosynthesis*, Marcel Dekker, New York, pp. 859-875.
- Elsheikh, E.A.E. and M. Wood. 1990. Effect of salinity on growth, nodulation and nitrogen yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *J. Expt. Bot.* 41: 1263-1269.
- Epstein, E. (1985). Salt-tolerant crops: origin, development, and prospects of the concept. *Plant and Soil*, 89: 187-198.
- Farooq, S. and Azam, F. (2005). The use of cell membrane stability (CMS) technique to screen for salt tolerant wheat varieties. *Journal of Plant Physiology*. Paper accepted for publication at 8th June 2005.
- Epstein, E., Norian, I.D.; Rush, D.W.; Kingsbury, R.W.; Kelly, D.B.; Cunningham, G.A. and Wrona, A.F. (1980). Saline culture of crops, a genetic approach. *Science* 210: 399-404.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nation). (1997). FAOSTAT.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nation). (2006). FAOSTAT.
- FAO. (2007). FAOSTAT [Online] Available by food and agriculture organization (<http://faostat.fao.org/>; verified January 2007). All copyrights reserved.
- FAO. (2008). FAOSTAT [Online] Available by food and agriculture organization (<http://faostat.fao.org/>; verified January 2007). All copyrights reserved.
- Farooq, S. (2004). Salt tolerance in *Aegilops* species: A success story. prospects of Saline Agriculture in the Arabian Peninsula. pp. 121-134.
- Flowers, T.J. and Yeo, A.R. (1995). Breeding for salt tolerance in crop plants: Where next? *Aust. J. Plant Physiol.* 22: 875-884.
- Flowers, T.J.; Troke, P.F. and Yeo, A.R. (1977). The mechanism of salt tolerance in halophytes. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 28: 89-121.
- Francois, L.E.; Grieve, C.M. Maas, E.V. and Lesch, S.M. (1994). Time of salt stress affects growth and yield components of irrigated wheat. *Agron. J.* 86:100-107.
- Francois, L.E.; Maas, E.V.; Donovan, T.J. and Youngs, 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.
- Gadallah, M.A.A. (1999). Effects of proline and glycine betaine on *Vicia faba* response to salt stress. *Biol. Plant.* 42: 249-257.
- Gale, J.; Kohl, H.C. and Hagan, R.M. (1975). Changes in the water balance and Photosynthesis of onion, bean and cotton plants under saline conditions. *Physiol Plant.* 20: 408-420.

- Gan, Y.T., R.R. Zentner, P.H. Liu and C.L. Mc Donald. (2001).** Optimum plant population density for chickpea and dry pea in a semiarid environment. Canadian J. of Plant Science, 83, 65(2-3), p(161-185).
- Gan, Y., P. Miller, B. McConkey, R. Zentner, and F. Selles. 2001.** Crop sequences: the effect on durum grain yield and protein. p. 127. In Proc. Soils and Crops Workshop 2001, Saskatoon, Saskatchewan. 22–23 Feb. 2001. Univ. of Saskatchewan, Saskatoon, SK, Canada.
- Gill, K.S. and Dutt, S.K. (1987).** Physiological aspects of salt tolerance in barley and wheat grown in pots in coastal saline conditions. Indian. J. of Agricultural Science. 57(6): 409-415.
- Gorham, J. (1996).** Salt tolerance in the Triticeae: K/Na discrimination, in synthetic hexaploid wheats. J. Exp. Bot. 41: 623-627.
- Greenway, H. (1973).** Salinity plant growth and metabolism. J. Aust. Inst. Agric. Sci. 39, 24-34.
- Greenway, H. and Munns, R. (1980).** Mechanisms of salt tolerance in non halophytes. Annu. Rev. Plant Physiol. 31: 149-190.
- Grieve, C.M.; Francois, L.E. and Maas, E.V. (1994).** Salinity affects the timing of phasic development in spring wheat. Crop Sci. 34: 1544- 1549.
- Guler, M.; Adak, M.S., and Ulukan, H. (2001).** Determining relationships among yield components using path coefficient analysis in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Eur. J. Agron., 14: 161-166.
- Hageman, M. and Erdmann, N. (1997).** Environmental stresses. In: Rai, A.K. (Ed.), Cyanobacterial Nitrogen Metabolism and Environmental Biotechnology. Springer, Heidelberg, Narosa Publishing House, New Delhi, India, pp. 156-221.
- Hasegawa, P.M.; Bressan, S.A.; Zhu, J.K. and Bohnert, H.J. (2000).** Plant cellular and molecular response to high salinity. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant. Mol. Biol., 51: 463-499.
- Hayashi, H. and Murata, N. (1998).** Genetically engineered enhancement of salt tolerance in higher plants. In: Sato, K. Murata, N. (Ed.). Stress Response of Photosynthetic Organisms: Molecularisms and Molecular Regulation. Elsevier, Amsterdam, pp. 133-148.
- Hernandez, J.A.; Campillo, A.; Alacon, J.J. and Sevilla, F. (1999).** Response of antioxidant systems and leaf water relations to NaCl stress in pea plants. New Phytol. 141: 241-251.
- Hernandez, J.A.; Olmos, E.; Corpas, F.J.; Sevilla, F. and Rio, L.A. (1995).** Salt-induced oxidative stress in chloroplasts of pea plants. Plant Sci., 105: 151-167.
- Hogland, D. R. and D. I. Arnon., 1950.** The Water-Culture Method for Growing Plant Without Soil. Calif. Agric. Expt. Sta. Circ. 347.

- Iyengar, E.R.R. and Reddy, M.P. (1994).** Crop response to salt stress: sea water application and prospects. In: Pessarakli, M. (Ed.), Handbook of plant and Crop Stress. Marcel Dekker, New York, pp.183-203.
- Iyengar, E.R.R. and Reddy, M.P. (1996).** Photosynthesis in highly salt tolerant plants. In: Pesserkali, M. (Ed.), Handbook of Photosynthesis. Marshal Dekar, Baten Rose, USA, pp. 897-909.
- Jafari- Shabestari, J.; Corke, H. and Qualset, C.O. (1995).** Field evaluation of tolerance to salinity stress in Iranian hexaploid wheat Landrace accessions. Genet. Res. Crop E 42: 147-156.
- Jambunathan, R. (1991).** Uses of tropical grain gumes proceeding of consultants meeting, 2750 Mar. 1989 ICRISAT, Center, India: International crops Research Institute for the Semh-Arid Tropics, 350pp.
- James, R.A.; Rivell, A.R.; Munns, R. and Caemmerer, S.V. (2002).** Factors affecting CO₂ assimilation, leaf injury and growth in
- Jan, K.A.; Rich, K. and Boyd, K. (1997).** Salinity and plant tolerance. Electronic publishing, Utah State University Extension.
- Jolivet Y.; Pireaux, J.C. and Dizengremel, P. (1990).** Changes in properties of barley leaf mitochondria isolated from NaCl treated plants. Plant Physiol. 94(2): 641-646.
- Kalaji, M.H. and Nalborczyk, E. (1991).** Gas exchange of barley growing under salinity stress Photosynthetica 25(2): 197-202
- Kalaji, M.H. and Pietkiewicz, S. (1993).** Salinity effect on plant growth and other physiological processes. Acta Physiologiae Plantarum, Vol. 15. No. 2. 89-124.
- Kamaker, B.; Kafi, M. and Mahallati, M.N. (2004).** Determination of the most sensitive developmental period of wheat (*Triticum aestivum* L.) to salt stress to optimize saline water utilization 4th International crop science congress.
- Katerji N., Van Hoorn J.W., Hamdy A., Mastrorilli M., Owies T., Malhotra R.S. (2001):** Response to soil salinity of chickpea varieties differing in drought tolerance. Agr. Water Manag., 50: 83–9.
- Katerji, N.; Van Hoorn, J.W.; Hamdy, A.; Bouzid, N.; EL-Sayed Marous, S. and Mastroilli, M. (1992).** Effect of salinity on water stress, growth, and yield of broadbeans. Agric. Water Manage. (21): 107-117.
- Khan, A.H. and Ashraf, M.Y. (1988).** Effect of Sodium chloride on growth and mineral composition of sorghum. Acta Physiol Plant. 10 (3): 257-264.
- Khan, M.A. (2001).** Experimental assessment of salinity tolerance of *Cerioplastagal* seedling and saplings from the Indus delta, Pakistan. Aquat. Bot. 70, 259-268.
- Khan, M.A.; Unger, I.A. and Showalter, A.M. (2000).** Effects of sodium chloride treatments on growth and ion accumulation of the halophyte *Haloxylon recurvum*. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 31:2763-2774.

- Khan, M.A.; Unger, I.A. and Showalter, A.M. (1999).** Effects of salinity on growth, Ion content, and osmotic relations in *Halopyrum mucronatum* (L.) Stapf. J. Plant Nutr. 22: 191-204.
- Khavarinejad, R.A. and Chaparzadeh, N. (1998).** Effects of NaCl and CaCl₂ on Photosynthesis and growth of alfalfa Plants. Photo Synthetic. 35: 461-466.
- Khodier, M.M.; Sabry, S.I.S. and Hanna, H.S. (1999).** Screening Wheat (*Triticum aestivum* L.) Genotypes for Salinity Tolerance in Sandy and Clay loam Soils. Annals Agric. Sci., Ain-Shams Univ. Cairo 44(1), 151-157.
- Koshcheev, A.V. and Bukin, V.P. (1988).** The effect of soil salinity on the productivity of henna. Agrokhimicheskoe Pochvennoe Issledovanie v Botanicheskikh Sadakh. 68-72. Apatity, USSR.
- Krishnamurthy, R. and Bhagwat, K.A. (1990).** Accumulation of choline and glycine betaine in salt-stressed wheat seedling. Curr. Sci 59(2): 111-112.
- Krishnamurthy, R.; Anbazhagan, M. and Bhagwat, K.A. (1987).** Accumulation of free amino acids and distribution of Na⁺, Cl⁻ and K⁺ in rice varieties exposed to NaCl stress. Indian J. Plant Physiol. XXX(2): 183-188.
- Kumar, J., and Abbo, S. (2001).** Genetics of flowering time in chickpea and its bearing on productivity in semiarid environments. *Adv. Agron.* 72:107-138.
- Kumar, S. and Gupta, R.K. (1986).** Influence of different leaf water potential on carbon metabolism in *Sorghum*. Photosynthetica 20(4): 391-396.
- Kurban, H.; Saneoka, H.; Nehira, K.; Adilla, R.; Premachandra, C.S. and Fujita, K. (1999).** Effect of salinity on growth, Photosynthesis and mineral composition in leguminous plant *Alhagipseudoalhagi* (Bieb). Soil Sci. Plant Nutr. 45: 851-862.
- Lane A. (2007).** An introduction to crop wild relatives, GeneFlow, Publication about Agricultural Biodiversity, Bioversity International, p:19.
- Larid, J. (2007).** Crop diversity a secret weapon, GeneFlow, Publication about Agricultural Biodiversity. Bioversity International, p:31-32.
- Lauchli, A. and Epstein, E. (1990).** Plant responses to saline and sodic conditions. In: Agricultural salinity Assessment and management. Ed. K.K, Tanjii. pp 113- 137. ASCE, New York. 391-396.
- Lauchli, A. and Weineke, J. (1979).** Studies on growth and distribution of Na, K and Cl in soybean varieties differing in salt tolerance. Z. Pflanzenernähr. Bodenkd. 142: 3-13.
- Lee, T.M. and Liu, C.H. (1999).** Correlation of decreases calcium contents with proline accumulation in the marine green macroalga *Ulva fasciata* exposed to elevated NaCl contents in seawater. J. Exp. Bot. 50: 1855-1862.
- Leopold, A.C.; Musgrave, M.E. and Williams, K.M. (1981).** Solute leakage resulting from leaf desiccation. Plant Physiology, 68:1222-1225.
- Lerner, H.R.; Amzallag, G.N.; Friedman, Y. and Goloubinoff, P. (1994).** The response of plants to salinity from Turgor adjustment to genome modification. Isreal. J. of Plant Sciences, 42: 285 - 300.

- Levitt, J. (1980).** Responses of plants to Environmental stresses, water, radiation, salt and other stresses, Second ed., vol. II, Academic press, New York.
- Levitt, J. (1990).** Stress interaction-back to the future. Hort Science. 25(11): 1363-1365.
- Lone, M.I.; Kueh, J.S.H.; Wyn Jones, R.G. and Bright, S.W.J. (1987).** Influence of proline and glycinebetaine on salt tolerance of cultured barley embryos, J. Exp. Bot. 38: 479-490.
- Longstreth, D.J. and Strain, B.R. (1977).** Effects of salinity and illumination on photosynthesis and water balance of *Spartina alterniflora* Loisel. Oecologia. 31: 191-199.
- López-Bellido, R.J; López-Bellido, J.E; Castillo, F. J. (2004).** Chickpea response to tillage and soil residual nitrogen in a continuous rotation with wheat: I. Biomass and seed yield. Field crops Research, V.88, 2-3, p. 191-200.
- Lutts, S.; Kinet, J.M. and Bouharmont, J. (1996).** Effects of salt stress on growth mineral nutrition and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity tolerance, Plant Growth Regul. 19: 207- 218.
- Madan, S.; Nainawatee, H.S.; Jain, R.K. and Chowdhury, J. B. (1995).** Proline and proline metabolizing enzymes in vitro selected NaCl-tolerant *Brassica juncea* L. under salt stress, Ann. Bot. 76: 51-57.
- Mandeep-Kaur, Singh, O.S. and Kaur, M. (1989).** Germination and early growth response of wheat and small canary grass to osmotic and ionic stresses. Crop Improvement. 16(2): 123-128.
- Mansour, M.M.F. (1998).** Protection of plasma membrane of onion epidermal cells by glycinebetaine against NaCl stress, Plant Physiol. Biochem. 36: 767 – 772.
- Mansour, M.M.F. (2000).** Nitrogen containing compounds and adaptation of plants to salinity stress, Biol. Plant. 43: 491-500.
- Marcar, N.E. and Termaat, A. (1990).** Effects of root- zone solutes on *Eucalyptus camaldulensis* and *Eucalyptus bicostata* seedlings: responses to Na⁺, Mg²⁺ and Cl⁻ Plant soil. 125(2): 245-254.
- Marschner, H. (1995).** Mineral Nutrition of Higher Plants, Academic Press, London.
- McCune, D.C. and Silberman, D.H. (1991).** Responses of plants to simulated saline drift as affected by species and conditions of exposure. Environ. Pollution. 70 (1): 57-69.
- Meloni, D.A.; Oliva, M.A.; Martinez, C.A. and Cambraia, J. (2003).** Photosynthesis and activity of superoxide dismutase peroxidase and glutathione reductase in cotton under salt stress. Environ. Exp. Bot., 49: 69-76.
- Meloni, D.A.; Oliva, M.A.; Ruiz, H.A. and Martinez, C.A. (2001).** Contribution of Proline and inorganic solutes to osmotic adjustment in cotton under salt stress. J. Plant Nutr. 24: 599-612.

- Mishra, S.K.; Subrahmanyam, D. and Singhal, G.S. (1991). Interrelationship between salt and light stress on primary processes of photosynthesis. *J. Plant Physiol.* 138: 92-96.
- Mudgal V, N Madaan, A Mudgal, and S Mishra (2009) Changes in growth and metabolic profile of Chickpea under salt stress. *J Appl Biosci* 23: 1436–1446-Munns, R. (2002). Comparative Physiology of salt and water stress. *Plant Cell Environ.*, 25:239-250.
- Munns, R. and Termatt, A. (1986). Whole plant responses to Salinity. *Aust. J. Plant Physiol.* 13: 143-160.
- Munns. R. (1993). Physiological processes limiting plant growth in saline soils: Some dogmas and hypotheses. *Plant Cell Environ.*, 16:15-24.
- Nakamura, Y.; Tanaka, K.; Ohta, E. and Sakata, M. (1990). Protective effect of external Ca^{2+} on elongation and the intercellular concentration of K^{+} in intact mung bean roots under high NaCl stress. *Plant Cell Physiol.* 31(6): 815- 821.
- Nautival, P.C.; Ravindra, V. and Joshi, Y.C. (1989). Germination and early seedling growth of some groundnut (*Arachis hypogaea* L.) cultivars under salt stress. *Indian. J. Plant Physiol.* 32(3): 251-253.
- Navari-Izzo, F.; Quartacci, M.F. and Izzo, R. (1990). Water stress induced changes in protein and free amino acids in field- grown maize and sunflowers. *Plant Physiol. Biochem.* 28(4): 531-537.
- Nieman, R.H.; Clark, R.A.; Pap, D.; Ogata, G. and Maas, E.V.(1988). Effects of salt stress on adenine and uridine nucleotide pools, sugar and acid-soluble phosphate in shoots of pepper and safflower. *J. Exp. Bot.* 39(200): 301-309.
- Niknam, S.R., and McComb, J. (2000). Salt tolerance screening of selected Australian woody species. *A review Forest Ecology and Management.* 139: 1-19.
- Noaman, M.M. (2000). Evaluation of some recombinant of (*riticum turgidum* L.) for salt tolerance. *Journal of Arid Environments* 46: 239-247.
- Noble, C.L. and Rogers, M.E. (1992). Arguments for the use of physiological criteria for improving the salt tolerance in crops. *Plant Physiol.* 146: 99-107.
- Noble, C.L. and Rogers, M.E. (1993). Arguments for the use of physiological criteria for improving the salt tolerance in crops. P. Randall Etal (Eds.), *Genetic Aspects of Plant Mineral Nutrition*, 127-135.
- Noble, C.L.; Halloran, G.M. and West, D.W. (1984). Identification and selection for salt tolerance in lucerne (*Medicago sativa* L.) *Aust. J. Agric Res.* 35: 90-96.
- Omielon, J.A.; Epistein, E. and Dvovak, J. (1991). Salt tolerance and ionic relations of wheat affected by individual chromosomes of salt tolerant *Lophopyrum*. *Genome.* 34(6): 961-974.
- Padi, F.K.(2003). Correlation and path coefficient analysis of yield and yield component in pigeonpea, Pak, *j. Biol.sci.*, 6:1689 - 1694.

- Parida, A.K. and Das, B.A. (2005).** Salt tolerance and salinity effect on plants: a review. *Ecotoxicology and Environment Safety* 60:324-349
- Patankar AG, Harsulkar AM, Giri AP, Gupta VS, SainaniMN, Ranjekar PK and Deshpande VV (1999).** Diversity in inhibitors of tripsin and *Helicoverpa armigera* gut proteinases in Chickpea (*Cicer arietinum*) and its wild relatives. *Theor Appl Genet* 99: 719-726.
- Ponnamperuma, F.N. (1984).** Role of cultivar tolerance in increasing rice production on saline lands. In: *Salinity Tolerance in Plants-Strategies for Crop Improvement*. (ed.) R.C. Staples and G.A. Toenniessen. 255-71.
- Poustini, K. and Siosemardeh, A. (2004).** Ion distribution in wheat cultivars in response to salinity stress. *Field Crops Research* 85:125-133.
- Rabe, E. (1990).** Stress physiology: The functional significance of the accumulation of nitrogen-containing compounds. *J. Hort. Sci.* 65:231.
- Rajesh, A.; Arumugan, R. and Venkatesalu, V. (1998).** Growth and photosynthetic characteristics of *Ceriops roxburghiana* under NaCl stress. *Photosynthetic*. 35: 285-287.
- Rausch, T.; Kirsch, M.; Low, R.; Lehr, A.; Vierech, R.; and Zhigang, A. (1996).** Salt stress responses of higher plants: The role of proton pumps and Na^+/H^+ antiporters. *J. Plant Physiology*, 148:425-433.
- Rao, D.L.N., K.E. Giller, A.R. Yeo and T.J. Flowers. 2002.** The effects of salinity and sodicity upon nodulation and nitrogen fixation in chickpea (*Cicer arietinum*). *Ann. Bot.* 89: 563-570.
- Ranju SINGLA.(2005)** Influence of Salinity on Growth and Yield Attributes in Chickpea Cultivars *Turk J Agric For* 29 (2005) 231-23 © T.BÜTAK
- Reddy M.P. and Vora, A.B. (1986).** Changes in pigment composition, Hill reaction activity and saccharides metabolism in *Pennisetum typhoides* leaves under NaCl salinity. *Photosynthetica*. 20: 50-55.
- Reddy, M.P.; Sanish, S. and Iyengar, E.R.R. (1992).** Photosynthetic studies and compartmentation of ions in different tissues of *Salicornia brachiata* Roxb. Under saline conditions. *Photosynthetica*. 26: 173-179.
- Rengel, Z. (1992).** The role of calcium in salt toxicity plant cell *Environ.* 15:625-632.
- Reza, T.; Fayaz, F. and Jelodar, N.B. (2007).** Correlation and Path coefficient Analysis of Yield, and Yield Components in Chickpea (*Cicer arietinum* L.) under dry land condition in the west of Iran. *Asian Journal of plant Sciences*, 6(7):1151-1154.
- Richards, R.A. (1996).** Increasing yield potential in wheat-source and sink limitations. In *Increasing yield potential in wheat: Breaking The Barriers* (Eds. M.P. Reynolds, S. Rajaram, and A. McNab), pp.134-149. (CIMMYT: Mexico, DF).
- Robinson, M.; Very, A.; Sanders, D. and Mansfield, T.A. (1997).** How can stomata contribute to salt tolerance? *Annals of Botany*, 80:387-393.

- Romeroaranda, R.; Soria, T. and Cuartero, J. (2001).** Tomato Plant- water uptake and plant water relationships under saline growth conditions *Plant Sci.*, 160: 265-272.
- Rudolph, A.S.; Crowe, J.H. and Crowe, L.M. (1986).** Effect of three stabilizing agents- proline, betaine and trehalose, on membrane phospholipids, *Arch. Biochem. Biophys.* 245: 134-143.
- Rush, D.W. and Epstein, E. (1976).** Genotypic responses to salinity: differences between salt-sensitive and salt-tolerant genotypes of tomato, *Plant Physiol.* 57: 162- 166.
- Saleem, M.; Shahzad, K.; Javid, M., and Rauf, S.A. (2002a).** Heritability Estimates for Grain Yield and Quality Characters in Chickpea (*Cicer arietinum*). *Int. J. Agri. Biol.* 4: 275-276.
- Saleem, M.; Tahir, M.H.N.; Kabir, R.; Javid, M., and Shahzad, K. (2002).** Interrelationships and Path Analysis of Yield Attributes in Chick Pea (*Cicer arietinum* L.). *Int. J. Agric. Biol.*, 4: 404- 406.
- Salim, M. (1989).** Effect of salinity and relative humidity on growth and ionic relations of plants. *N4w Phytol.*, 113:13-20.
- Sambo, E.Y.; Ashton, M.J. (1985).** Evidence for osmotic adjustment in *Phalaris tuberosa* L. cvv. Australian and Siroso, *Aust. J. Plant Physiol.*, 12: 481-486.
- Serrano, R.; Culianz- Macia, F.; and Moreno, V. (1999).** Genetic engineering of salt and drought tolerance with yeast regulatory genes. *Scientia Horticulturae* 78: 261-269.
- Shannon, M.C. (1998).** Adaptation of plants to Salinity, *Adv. Agron.* 60: 75-119.
- Shannon, M.C. and Grieve, C.M. (1999).** Tolerance of vegetable crops to salinity. *Scient. Hort.* 78: 5-38.
- Shannon, M.C. (1978).** Testing salt tolerance variability among tall wheat grass lines. *Agron. J.* 70:719-722.
- Sharma, S.K. (1996).** Soil salinity effects on transpiration and net photosynthetic rates, Stomatal conductance and Na⁺ and Cl⁻ contents in Durum Wheat *Biologia. Plantarum* (Czech Republic). Vol.38:519-523.
- Sindle, B. (2002).** The effect of row spacing and weed density on yield loss of chickpea, vol. 53, no12, pp.1335-1340[6page(s) (article)] (24 ref.).
- Singh, K.B. and Ocampo, B. (1997).** Exploitation of wild *Cicer* species for yield improvement in chickpea. *Theor Appl Genet*, 95:418 - 423.
- Singh, K.B., and M.C. Saxena. 1999.** Chickpeas. Macmillan Education, London.
- Slafer, G.A. and Andara, F.H. (1991).** Changes in physiological attributes of the dry matter economy of bread wheat (*Triticum aestivum*) through genetic improvement of grain yield potential at different regions of the world. A review. *Euphytica* 58: 37-49.

- Slafer, G.A.; Calderini, D.F. and Miralles, D.J. (1996). Yield components and compensation in wheat: Opportunities for further increasing yield potential. In increasing wheat potential in wheat; Breaking the Barriers, (Eds). M.P. Reynolds, S. Rajaram and A. pp. 101-133
- Soltanpour, P.N. and Follett, R.H.(2001). Crop tolerance to soilsalinity Electronic Publishing
- Soussi, M.; Lluch, C. and Ocana, A. (1998). Effects of salt stress on growth, Photosynthesis and nitrogen fixation in chick- pea (*cicerarietinum* L.). J. Exp. Bot. 49: 1329- 1337.
- Srivastava, J.P.; Gupta, S.C.; Lal, P.; Muralia, R.N. and Kumar,A. (1988). Effect of salt stress on Physiological and biochemical parameters of wheat. Ann. Arid Zone, 27 (3and 4): 197-204.
- Starck, Z. and Czajkowska, E. (1981). Function of roots in NaClstressed bean plants. In: Structure and function of Plant Roots. R. Brouwer et al., (eds.). Junk Publishers, The Hague/ Boston/ London.381-387.
- Storey, R. and Walker, R.R. (1999). Citrus and salinity. Sci Horticult., 78:39-81.
- Syversten, J.P.; Boman, B. and Tucker, D.P.H. (1989). Salinityin Florida citrus production. Proceedings of the Folrida State Horticultural Society. 102: 61-64.
- Takemura, T.; Hanagata, N.; Sugihara, K.; Baba, S.; Karube,I.and Dubinsky, Z. (2000). Physiological and biochemical responses to salt stress in the mangrove, *Bruguiera gymnorhiza*. Aquat. Bot. 68: 15-28.
- Tawaha, A.R.M.; Turk M.A., and Lee, K.D.(2005). Adaptation of chickpea to cultural practices in a Mediterranean type environment. Res. J. Agric. Bio. Sci., 1: 152-157.
- Tester, M. and Davenport, R. (2003). Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants, Ann. Bot. 91: 503-507.
- Thomas, J.M.G., K.J. Boote, L.H. Allen, M. Gallo-Meagher and J.M. Davis. 2003. Elevated temperature and carbon dioxide effects on soybean seed composition and transcript abundance. Crop Sci. 43:1548–1557
- Tim, C. (2000). Salt tolerance in plants. Australian Turfgrass Management, Vol. 25 oct.- Nov.
- Torres, A.; Bernal,C.; Bingham, F.T. and Oertle, J. (1974). Salttolerance of Mexican Wheat: II. Relation to variable sodiumchloride and length of growing season. Soil Sci. AM.Proc.38: 777-780.
- Tripathi, A.K. (1998). Variability analysis in chickpea. *Adv. Plant Sci.*, 11(2): 291-292.
- Tyerman, S.D. and Skerrett, M. (1999). Root ion channels and salinity. Scientia Horticulturae 78: 175- 325.
- Varsha Mudga (2010) Comparative Study of the Effects of Salinity on Plant Growth, Nodulation, and Leghemoglobin Content in Kabuli and Desi Cultivars of *Cicer arietinum* (L.) KBM Journal of Biology - ISSN 1948-5883

- Vivek, K.; Kar, C.S.; Sharma, P.C. and Kumar, V.(1999). Variability correlation and path coefficient analysis in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Envir. Eco.*, 17(4): 936 - 937.
- Volkmar, K.M.; Hu,Y. and Stephuhn, H. (1998). Physiological responses of plants to salinity: A Review. *Can. J. Plant Sci.*, 78: 19-27.
- Walker, R.R.; Torokfalvy, E.; Scott, N.S. and Kriedemann P.E.(1981). An analysis of photosynthetic response to salt treatment in *Vitis vinifera* Aust. J. Plant Physiol. 8: 359-374.
- Wang, Y. and Nil, N. (2000). Changes in chlorophyll, ribulose biphosphate carboxylase-Oxygenase, glissin betaine content, Photosynthesis and transpiration in *Amaranthustricolor* leaves during salt stress. *J. Hortic. Sci. Biotechnol.* 75: 623-627.
- 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.
- Weimberg, R. (1988). Modification of foliar solute concentrations by calcium in two species of wheat stressed with sodium chloride and /or potassium chloride. *Physiologia Plantarum*, 73: 418-425.
- Weimberg, R.; Lerner, H.R. and Poljakoff- Mayber, A. (1988). Cell growth and water soluble solutes concentrations in sorghum bicolor with sodium and potassium salt., *Physiol Plant.*, 62:472.
- Williams, P.C.; El-Haramein, F.J.; Nakkoul, H. and Rihawi, S.(1986). Crop Quality Evaluation Methods and Guidelines. ICARDA, Aleppo, Syria, 142 pp.
- Wyn Jones, R.G. (1981). Salt tolerance, in C.B. Johnson (Ed.). *Physiological Processes Limiting Plant Productivity*, Butterworths, London. pp. 271-292.
- Wyn Jones, R.G. and Gorham, J. (1983). Osmoregulation. In; *Encyclopedia of Plant Physiology.*, New series, Vol. 12C, Lange, O.L., Noble, P.S., Osmond C.B. and Ziegler, H.(eds.). Springer Verlag Berlin. 35-58.
- Wyn Jones, R.G., Gorham, J., McDonnell, E., (1984). Organic and inorganic solute contents as selection criteria for salt tolerance in triticeae. In: Staples, R.C., Toenniessen, G.H.(Eds.). *Salinity Tolerance in Plants*. Wiley. New York, pp.189-205. 235-249.
- Yadav, G.C.; Singh, P. K.; Singh, B.B., and Verma, R. (2001). Genetic variability and Path coefficients in urdbean. *Indian J. Pulses Res.*, 14(2): 143-144.
- Yeo, A.R. (1994). Physiological criteria in screening and breeding, in: Yeo, A.R. Flowers, T.J. (Eds.). *Soil Mineral stresses, Approaches to Crop Improvement*, Springer- Verlag, Berlin. pp. 37-60.
- Yeo, A.R. and Flowers, T.J. (1989). Salinity resistance in rice (*Oryza sativa* L.) and a pyramiding approach to breeding varieties for saline soils. *Aust. J. Plant Physiol.*, 13: 161-173.

- Yeo, A.R.(1983).** Salinity resistance: Physiologies and Prices.Physiol. Plant 58: 214-222.
- Yeo, A.R.; A.R.; Lee, K.S.; Izard, P.; Boursier, P.J. and Flowers, T.J. (1991).** Short and long term effects of salinity on leaf growth in rice (*Oryza Sativa* L.) J. Exp. Bot., 44: 763-771.
- Yucel, D. O.; Anlarsal, A.E., and Yucel, C. (2006).** Genetic Variability Correlation and Path Analysis of Yield, and Yield Components in Chickpea (*Cicerarietinum* L.). *Turk. J. Agric. & Forestry.* 30: 183 -188.
- Zhu, J.K. (2003).** Regulation of ion homeostasis under salt stress. Current opnion in Plants Biology. 6(5): 441- 445.
- Zohary, D., and Hopf, M. (2000).** Domestication of plants in the Old World. 3rd ed. Clarendon Press, Oxford, England.

Abstract

The research was conducted in Izraa research station affiliated to the Arab Center for Studies of Arid zones and Dry lands (ACSAD),(Daraa,Syria) during the growing season 2012-2013 to evaluate the response of four chickpea cultivars (Gab3,Gab4,Gab5, Balade) to NaCl induced salinity stress. The experiment was laid out according to spilt plot design replicated four times for each salinity treatment.

The four investigated cultivars were cultivated in sand and gravel(2:1) containing lysimeters, The cultivars (two in each lysimeter) were randomly distributed, with four replications for each salinity treatment including the control(0.0, 50, 75, and 100 mM NaCl). Salinity stress was applied a month from the sowing date, where the different salinity levels solution were added for each corresponding lysimeter till the physiological maturity stage of the plants. The total amount of the added saline and nutrient solutions varied with growth stage and the predominating climatic conditions. The performance of cultivars under salinity stress conditions was assessed based on some morphophysiological, biochemical, and yield associated traits.

Results showed that increasing salinity level (NaCl) in the growth medium caused significant reduction of plant height in all cultivars. The average of plant height was significantly the highest in Balade (42.81cm) followed by Gab4 (38.75 cm) and Gab3 (36.56 cm) with significant differences between them, whereas the lowest was in Gab5 (32.38 cm). The studied cultivars didn't show any differences in number of branches. The highest number was in Gab4 followed with no significant difference by Gab3.Gab5 and Balade (2.71, 2.73, 2.73, respectively). Without significant difference among them. Increasing salinity in the growth medium caused reduction in the height of the legume. The highest was in Gab4 (25.69 cm) followed by Gab3(23.81 cm) and Balade (22.25 cm) without significant differences, whereas the least height was in Gab5 (21.75 cm). increasing salinity also led to shortening the growth period and accelerating flowering. the highest was in Balade (81.75 day) and the lowest was in Gab4 and Gab5(75.25, 75.38 day,respectively). It is noticed also that salinity affect negatively the maturity time. The average number of days for maturity was the highest

in Gab5(122.1 day) whereas the least was in Gab4(115.4 day). The studied cultivars show significant differences in water use efficiency competence. The highest was in Balade(1.08 g.m⁻².l⁻¹) followed with significant differences by gab5 (1.02 g.m⁻².l⁻¹), and gab4 (1.00 g.m⁻².l⁻¹) whereas the least was in Gab3 (0.77 g.m⁻².l⁻¹). Increasing salinity caused reduction in the relative content of water (RWC%) in all studied cultivars and the significantly highest content in Gab5(71.31%) followed by Balade, Gab3, Gab4 with significant differences (69.05, 68.21, 68.08% respectively). Solutes leakage through plasma membrane enhanced with increasing salt concentration in all cultivars. The highest was in gab5(44.58%) whereas the lowest was in Gab3(40.70%). The rate of Proline synthesis and accumulation increased with salinity in all studied cultivars. The highest Proline was in Gab4(14.75 µg/g) followed by Gab3, Gab5 and Balade(11.40, 11.80, 12.97 µg/g respectively) with significant differences. The highest number in pods was in Gab3 (4.5 pod.plant⁻¹) followed Balade and Gab5 (4.1, 4.2 pod/plant, respectively) with significant differences, whereas the lowest was in Gab4(3.7 pod.plant⁻¹). The study showed that there was no difference in the number of seeds in the plant of some studied cultivars. The highest was in Gab3 (6.84 seed) followed by Balade, Gab4, Gab5 (5.49, 5.75, 6.18 seed respectively) without significant differences. Salinity stress reduced seed weight and the highest weight was in Balade (1.41g) whereas the lowest was gab5, Gab3 (1.19, 1.21 respectively). The average weight of 100-seed was different also, the highest weight of 100-seed was in Balade(20.90) followed by Gab5 (18.37) with significant differences whereas the lowest was Gab3, Gab4 (15.61, 14.57 g/m² respectively). Reduction in biological yield was caused also by salinity stress in all cultivars, the highest was in Balade (216.5 g/m²) followed by Gab5 with differences (203.7 g/m²) and gab4 (199.6 g/m²) whereas the lowest was in gab3 (154.9 g/m²). Salinity stress also caused reduction in seed yield in all cultivars, the highest was in Balade (63.86 g/m²) followed with differences Gab4, Gab5 (49.65, 48.1 g/m² respectively), whereas the lowest was in Gab3 (43.01 g/m²). Reduction in harvest index was also caused in all cultivars, and the highest was in Balade (25.85%) followed with differences by Gab3(24.57%) and Gab4(22.67%) whereas the lowest was in Gab5 (20.41%). Significant differences were also noticed in the roots length in all studied cultivars, The highest long was in Balade

(3.8cm) followed by Gab3 (3.5 cm) and Gab4(2.1 cm) with some differences, whereas the lowest was in Gab5 (1.6). the highest long of seedlings was in Gab3 (3.7) followed by Balade (3.1 cm) and Gab4(2.7 cm), where the lowest was in gab5(2.2 cm). The fresh weight of seedlings was noticed with some differences, the highest was in Balade (3.75g) followed by Gab4 and Gab3 (2.30, 2.40 g, respectively) whereas the lowest was in Gab5 (1.87g) the highest dry weight of seedling was in Balade and gab3 (0.32g) followed with significant differences by Gab4 (0.26 g), whereas the lowest was in Gab5 (0.17g).