الجمهورية العربية السورية
جـــامعة دمـشق
كلية الهندسة الزراعية
قسم علوم البـستنة

تأثير تطعيم هجينين على أصلين من البندورة المزروعة في البيوت المحمية تحت ظروف الإجهاد الملحي

Effect of Grafting Two Hybrids on Two Rootstocks of Tomato cultivated in Green Houses Under Salinity Stress

رسالة مقدمة لنيل درجة الدكتوراه في الهندسة الزراعية – قسم علوم البستنة

إعداد

م. نجوى بسام احمد

بإشراف

المشرف المشارك	المشرف العلمي
د. رمزي مرشد	د. صفاء نجلا
أستاذ في قسم علوم البستنة	أستاذ في قسم علوم البستنة

2022

تصريح:

أصرح بأن البحث الموصوف في هذه الأطروحة تحت عنوان:

تأثير تطعيم هجينين على أصلين من البندورة المزروعة في البيوت المحمية تحت ظروف الإجهاد الملحي

لم يسبق أن قُدم للحصول على أية درجة جامعية أخرى، وغير مقدم حاليًا لذلك، وأن الأعمال، والنتائج المذكورة كافة هي جهودي الشخصية، وبتوجيه من المشرف العلمي، وأية معلومات أو نتائج أخرى ذكرت في الأطروحة قد نسبت إلى مصادرها ومؤلفيها في النص وفي قائمة المراجع.

المرشحة

نجوى بسام احمد

Declaration

To Whom It May Concern, I declare that the present research work entitle

Effect of Grafting Two Hybrids on Two Rootstocks of Tomato cultivated in Green House Under Salinity Stress

It's a new research work, and that has never been studied by any other degree, and currently it is not submitted by any one for any degree. All the mentioned results are my own efforts, and done by the direct supervision of my guide.

All the referred is cited, and well-documented in the list of references.

Candidate

Najwa Bassam Ahmed

شهادة

نشهد بأن العمل الموصوف في هذه الاطروحة؛ نتيجة بحث علمي قامت به المرشحة **نجوى بسام احمد** بإشراف الدكتورة **صفاء نجلا** الأستاذ في قسم علوم البستنة، والدكتور **رمزي مرشد** الأستاذ في قسم علوم البستنة، وأن أية مراجع أخرى بحثت في هذه الرسالة موثقة في النص.

المرشحة	المشرف المشارك	المشرف العلمي
م. نجوى بسام احمد	د. رمزي مرشد	د. صفاء نجلا

Certificate

We certify that the work described in this thesis is the result of a scientific research carried out by the candidate **Najwa Bassam Ahmed** under the supervision of Dr. **Safaa Najla**, a professor in the Department of Horticulture, and Dr. **Ramzi Murshed**, a professor in the Department of Horticulture, and that any other references were searched in this message is documented in the text.

Candidate: Najwa Bassam Ahmed

Co-Supervisor: Dr. Ramzi Murshed

Scientific Supervisor: Dr. Safaa Najla

قدمت هذه الرسالة استكمالاً لمتطلبات نيل درجة الدكتوراه في علوم البستنة.

كلية الزراعة - جامعة دمشق.

This thesis has been submitted as a partial of the requirements for Ph D degree in Department of Horticulture.
faculty of Agriculture, Damascus University.

نوقشت هذه الرسالة وأُجيزت بتاريخ:

يوم / /

لجنة الحكم:

الدكتور:

الدكتور:

الدكتور:

الدكتور:

الدكتور:

الفهرس:

فهرس المحتويات Index of contents		
الفصل	**الموضوع**	**رقم الصفحة**
الأول	**1-1: المقدمة**	1
	1-2: مشكلة البحث	4
	1-3: تساؤلات البحث	5
	1-4: فرضيات البحث	5
	1-5: مسلمات البحث	5
	1-6: أهداف البحث	6
	1-7: أهمية موضوع البحث	6
	1-8: محدوديات البحث	6
	1-9: مسوّغات البحث	8
الثاني	**2: الدراسة المرجعية**	9
	2-1: تأثير الملوحة في نمو النبات وإنتاجيته	10
	2-1-1: آلية تأثير الملوحة في النبات	10
	2-1-2: تأثير الملوحة في المؤشرات الشكلية والفيزيولوجية للنبات	12
	2-1-3: تأثير الملوحة في المؤشرات البيوكيميائية للنبات	14
	2-1-4: تأثير الملوحة في إنتاجية النبات	18
	2-1-5: تأثير الملوحة في النبات من الناحية البيولوجية	21
	2-2: تأثير التطعيم في تحمل النبات للإجهاد الملحي	24
	2-3: آليات تحمل الملوحة في النباتات المطعّمة	31
الثالث	**3: مواد البحث، وطرائقه**	34
	3-1: موقع إجراء البحث وتاريخه	35
	3-2: المادة النباتية	35
	3-3: العمليات الزراعية	36
	3-4: معاملات التجربة	37
	3-5: المؤشرات المدروسة	38
	3-5-1. المؤشرات الشكلية	38
	3-5-2. المؤشرات الفيزيولوجية والبيوكيميائية	38
	3-5-3. المؤشرات الإنتاجية	41
	3-5-4. مؤشرات جودة الثمار	43
	3-6: تصميم التجربة والتحليل الإحصائي	45
	3-7: الكشف عن بعض المورثات المرتبطة بتحمل الإجهاد الملحي	46

الرابع	**4- النتائج**	51
	4-1. المؤشرات الشكلية	52
	4-1-1: تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في المسطح الورقي (سم^2)، تبعًا لطبيعة الهجين	52
	4-1-2: تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في الفعل القاعدي، تبعًا لطبيعة الهجين	54
	4-1-3: تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في عدد الأوراق بين العناقيد، تبعًا لطبيعة الهجين	57
	4-1-4: تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في عدد الأوراق على النبات (ورقة/نبات)، تبعًا لطبيعة الهجين	59
	4-1-5: تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في طول النبات (سم)، تبعًا لطبيعة الهجين	62
	4-1-6: تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في قطر النبات (مم)، تبعًا لطبيعة الهجين	64
	4-2. المؤشرات الفيزيولوجية والبيوكيميائية	67
	4-2-1: تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في الضغط الأسموزي (MPa) للنبات، تبعًا لطبيعة الهجين	67
	4-2-2: تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في الوزن الرطب لأوراق النبات (غ)، تبعًا لطبيعة الهجين	69
	4-2-3: تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في محتوى كلوروفيل A في الورقة (مغ/غ رطب)، تبعًا لطبيعة الهجين	71
	4-2-4: تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في محتوى كلوروفيل B في الورقة (مغ/غ رطب)، تبعًا لطبيعة الهجين	74
	4-2-5: تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في محتوى المادة الجافة للأوراق (%)، تبعًا لطبيعة الهجين	76
	4-2-6: تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في محتوى الأوراق من Na^+ (ppm)، تبعًا لطبيعة الهجين	78
	4-2-7: تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في محتوى الأوراق من K^+ (ppm)، تبعًا لطبيعة الهجين	80
	4-2-8: تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في نسبة K^+ إلى Na^+ في الأوراق، تبعًا لطبيعة الهجين	84
	4-2-9: تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في محتوى الأوراق من Cl^- (%)، تبعًا لطبيعة الهجين	85
	4-2-10: تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في محتوى الأوراق من البرولين (مغ/غ رطب)، تبعًا لطبيعة الهجين	87

	4-3. المؤشرات الإنتاجية	91
	4-3-1: تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في عدد العناقيد في النبات، تبعًا لطبيعة الهجين	91
	4-3-2: تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في عدد الثمار /العنقود، تبعًا لطبيعة الهجين	93
	4-3-3: تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في الوزن الرطب للثمرّة (غ)، تبعًا لطبيعة الهجين	96
	4-3-4: تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في قطر الثمرة (مم)، تبعًا لطبيعة الهجين	98
	4-3-5: تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في الإنتاجية (كغ/م^2)، تبعًا لطبيعة الهجين	100
	4-4. مؤشرات جودة الثمار	103
	4-4-1: تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في محتوى الثمرة من المادة الجافة (%)، تبعًا لطبيعة الهجين	103
	4-4-2: تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في نسبة الحموضة الكلية في الثمرة (%)، تبعًا لطبيعة الهجين	105
	4-4-3: تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في نسبة المواد الصلبة الذائبة في الثمرة (%)، تبعًا لطبيعة الهجين	107
	4-4-4: تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في صلابة الثمرة (كغ/سم^2)، تبعًا لطبيعة الهجين	110
	4-4-5: تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في محتوى الكلوروفيل الكلي في الثمرة (مغ/غ رطب)، تبعًا لطبيعة الهجين	112
	4-4-6: تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في محتوى الكاروتينات في الثمرة (مغ/ كغ)، تبعًا لطبيعة الهجين	115
	4-4-7: تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في محتوى الليكوبين في الثمرة (مغ/ كغ)، تبعًا لطبيعة الهجين	117
	4-5: نتائج تحليل المكونات الرئيسة	120
	4-6: نتائج التحليل العنقودي للقيم النسبية للقراءات	122
	4-7: الكشف عن وجود مورثات الملوحة في الهجن والأصول المدروسة	123
الخامس	**5- المناقشة**	125
السادس	**6-1: الاستنتاجات**	133
	6-2: التوصيات والمقترحات	136
السابع	**المراجع العلمية**	137
	المراجع العربية	138

	المراجع الأجنبية	138
	الملحقات	157

فهرس الجداول Index of tables

رقم الجدول	العنوان	رقم الصفحة
1	بادئات المورثات المدروسة.	48
2	تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في المسطح الورقي (سم^2).	53
3	تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في الفعل القاعدي (ورقة).	55
4	تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في عدد الأوراق بين العناقيد (ورقة).	57
5	تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في عدد الأوراق في النبات (ورقة/نبات).	60
6	تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في طول النبات (سم).	62
7	تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في قطر النبات (مم).	65
8	تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في الضغط الأسموزي للنبات (MPa).	68
9	تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في الوزن الرطب لأوراق النبات (غ).	70
10	تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في محتوى الورقة من كلوروفيل A (مع/غ رطب).	72
11	تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في محتوى الورقة من كلوروفيل B (مغ/غ رطب).	75
12	تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في محتوى المادة الجافة للأوراق (%).	77
13	تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في محتوى الأوراق من Na^+ (ppm).	79
14	تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في محتوى الأوراق من K^+ (ppm).	82
15	تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في محتوى الأوراق من Cl^- (%).	86
16	تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في محتوى الأوراق من البرولين (مغ/غ رطب).	88
17	تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في عدد العناقيد على النبات.	92
18	تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في عدد الثمار /العنقود.	94
19	تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في الوزن الرطب للثمرّة (غ).	96

20	تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في قطر الثمرة (مم).	99
21	تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في الإنتاجية (كغ/م^2).	101
22	تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في محتوى الثمرة من المادة الجافة (%).	104
23	تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في نسبة الحموضة الكلية في الثمرة (%).	106
24	تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في صلابة الثمرة (كغ/سم^2).	111
25	تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في محتوى الكلوروفيل الكلي في الثمرة (مغ/غ رطب).	113
26	تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في محتوى الكاروتينات في الثمرة (مغ/ كغ).	116
27	تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في محتوى الليكوبين في الثمرة (مغ/ كغ).	118
28	نتائج الكشف عن المورثات المرتبطة بالملوحة في الهجن والأصول المدروسة.	124

فهرس الأشكال Index of tables

رقم الشكل	العنوان	رقم الصفحة
1	تأثير طبيعة الهجين وحالة النبات في المسطح الورقي.	54
2	تأثير طبيعة الهجين وحالة النبات في الفعل القاعدي.	56
3	تأثير طبيعة الهجين وحالة النبات في عدد الأوراق بين عنقودين.	59
4	تأثير طبيعة الهجين وحالة النبات في عدد الأوراق على النبات.	61
5	تأثير طبيعة الهجين وحالة النبات في طول النبات.	63
6	تأثير طبيعة الهجين وحالة النبات في قطر الساق.	66
7	تأثير طبيعة الهجين وحالة النبات في قيم الضغط الأسموزي	69
8	تأثير طبيعة الهجين وحالة النبات في الوزن الرطب للأوراق.	71
9	تأثير طبيعة الهجين وحالة النبات في محتوى الورقة من كلوروفيل A.	73
10	تأثير طبيعة الهجين وحالة النبات في محتوى الورقة من كلوروفيل B.	76
11	تأثير طبيعة الهجين وحالة النبات في محتوى المادة الجافة في الورقة.	78
12	تأثير طبيعة الهجين وحالة النبات في محتوى الأوراق من Na^+.	80
13	تأثير طبيعة الهجين وحالة النبات في محتوى الأوراق من K^+.	83
14	تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في نسبة +K إلى +Na في الأو راق في الهجين نينار	84
15	تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في نسبة +K إلى +Na في الأوراق في الهجين جلنار	84

16	تأثير طبيعة الهجين وحالة النبات في نسبة Na^+/K^+.	58
17	تأثير طبيعة الهجين وحالة النبات في محتوى الأوراق من Cl^-.	87
18	تأثير طبيعة الهجين وحالة النبات في محتوى الأوراق من البرولين.	89
19	تأثير طبيعة الهجين وحالة النبات في عدد العناقيد.	93
20	تأثير طبيعة الهجين وحالة النبات في عدد الثمار/عنقود.	95
21	تأثير طبيعة الهجين وحالة النبات في وزن الثمار.	98
22	تأثير طبيعة الهجين وحالة النبات في قطر الثمرة.	100
23	تأثير طبيعة الهجين وحالة النبات في الإنتاجية.	102
24	تأثير طبيعة الهجين وحالة النبات في نسبة المادة الجافة في الثمرة.	105
25	تأثير طبيعة الهجين وحالة النبات في نسبة الحموضة الكلية في الثمرة.	107
26	تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في نسبة المواد الصلبة الذائبة في الثمرة في الهجين نينار.	108
27	تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في نسبة المواد الصلبة الذائبة في الثمرة في الهجين جلنار	109
28	تأثير طبيعة الهجين وحالة النبات في نسبة المواد الصلبة الذائبة.	109
29	تأثير طبيعة الهجين وحالة النبات في صلابة الثمرة.	112
30	تأثير طبيعة الهجين وحالة النبات في الكلوروفيل الكلي في الثمار.	114
31	تأثير طبيعة الهجين وحالة النبات في محتوى الثمار من الكاروتينات.	117
32	تأثير طبيعة الهجين وحالة النبات في محتوى الثمار من الليكوبين.	119
33	تحليل المكونات الرئيسة للمؤشرات الشكلية والفيزيولوجية والبيوكيميائية في 6حالات نباتية من البندورة تحت ظروف الإجهاد الملحي.	121
34	التحليل العنقودي لهجن البندورة غير المطعّمة وتلك المطعّمة على الأصلين، وفق تحملها للإجهاد الملحي بناءً على مجموع القيم النسبية للمؤشرات المدروسة جميعها.	123
35	:الرحلان الكهربائي لاستخلاص DNA ونتائج التفاعل التسلسلي البوليميرازي للمورثات المدروسة.	124

جدول المختصرات العلمية في الأطروحة Abbreviations		
المصطلح باللغة العربية	المصطلح باللغة الإنكليزية	الاختصار العلمي
الملوحة	Salinity	–
ملح كلور الصوديوم	Sodium Chloride	NaCl
الكلور	Chloride	Cl
الصوديوم	Sodium	Na
البوتاسيوم	Potassium	K
المواد الصلبة الذائبة الكلية	Total Soluble Solids	TSS
الحموضة الكلية	Total Acidity	TA
التكيف الأسموزي	Osmotic adjustment	-
مالون ثنائي الألدهيد	Malondialdehyde	MDA
الماء الأكسجيني	Hydrogen Peroxide	H_2O_2
موقع الصفة الكمية	Quantitative trait locus	QTLs
التفاعل التسلسلي البوليميرازي	Polymerase Chain Reaction	PCR
بروتين التخلق الجنيني المتأخر	Late Embryogenesis-Abundant	LEA
مورثة SOS1	Salt Overly Seneitive	SOS1
مورثة DREB1	dehydration-responsive element binding	DREB1
مورثة NHX1	Na^+/H^+ Exchanger	NHX1
مورثة TIP	Tonoplast Instrinsic Protein	TIP
مورثة VP1	Viviparous-1	VP1
مورثة HAL1	Halotolerance	HAL1
تحليل المكونات الرئيسة	Principle Component Analysis	PCA
محلول استخلاص	Cetyl trimethyl ammonium bromide	CTAB

الملخص:

نُفّذ البحث في محطة بستان الباشا– اللاذقية التابعة لشركة سليمان الزراعية الخاصة، لموسمين متتاليين في شهر أيلول عام 2019 وعام 2020، وفي مخابر كلية الهندسة الزراعية في جامعة دمشق ومخابر الهيئة العامة للتقانة الحيوية. طُعّم كلٌّ من هجيني البندورة جلنار ونينار على أصلي البندورة Defenser و XR400. زُرعت الهجن والنباتات المطعّمة في البيت المحمي، وطُبّق عليها أربعة مستويات من الإجهاد الملحي (المحدث باستعمال كلوريد الصوديوم بالتراكيز 0، 50، 100، 150 mM من NaCl). اختلفت استجابة النباتات للإجهاد وللتطعيم حسب مستوى الإجهاد والطعم والأصل.

أدّى الإجهاد الملحي لخفض نمو النبات (المسطح الورقي، عدد الأوراق الكلي وطول النبات) في الهجينين نينار وجلنار، حيث سجل المسطح الورقي عند مستوى ملوحة 150 mM في الهجينين 47.23 و39.74 سم^2 بالمقارنة مع 228.17 و217.39 سم^2، على الترتيب في شاهد كل منهما. في الوقت الذي زاد فيه الإجهاد الملحي قطر النبات معنويًّا لكلا الهجينين، انخفض الفعل القاعدي في الهجين نينار فقط. كما أدّى الإجهاد إلى تغيرات في المؤشرات الفيزيولوجية والبيوكيميائية، فعند مستوى ملوحة 150 mM زادت القيمة المطلقة للضغط الأسموزي فبلغت 1.21– و1.13– Mpa في الهجينين بالمقارنة مع 0.81– و0.75– Mpa في شاهد كل منهما، على الترتيب. في الوقت الذي ارتفع فيه محتوى المادة الجافة والبرولين والكلور، انخفض الوزن الرطب للنبات ومحتواه من كلوروفيل A و B ونسبة $Na^+:K^+$ حيث بلغت 2.28 و2.08 في الهجينين بالمقارنة مع شاهد كل منهما (5.58 و4.96، على الترتيب). من حيث الإنتاجية، أدّى الإجهاد إلى انخفاض عدد العناقيد، عدد الثمار على العنقود، الوزن الرطب للثمرة، قطر الثمرة وبالتالي الإنتاجية (25.24 و24.32 كغ/ م^2 في الهجينين عند مستوى ملوحة 150 mM مقابل 33.3 و32.12 كغ/ م^2 في شاهد كل منهما). إضافة لذلك، حسّن الإجهاد الملحي من نوعية الثمار من خلال زيادة محتوى المادة الجافة عند الهجين جلنار والحموضة الكلية والمواد الصلبة الذائبة والليكوبين لكلا الهجينين، إلا أنه أدّى إلى تناقص صلابة الثمار.

أسهم تطعيم هجيني البندورة نينار وجلنار على الأصلين XR400 وDefenser، في تحسين تحمل نباتات البندورة للملوحة. فقد تحسن نمو النبات (من حيث عدد الأوراق وطول النبات) بينما لم يتأثر قطره. هذا ولم يسجل تطعيم الهجينين زيادة معنوية في المسطح الورقي إلا عند استخدام الأصل XR400، أما الفعل القاعدي فكانت الزيادة معنوية لكل من الهجينين على كلا الأصلين. كذلك أدّى تطعيم الهجينين على الأصلين لتعزيز ظاهرة التكيف الأسموزي المتمثلة بتراكم بعض المركبات الأسموزية مثل البرولين، وزيادة محتوى K^+، على وجه التحديد عند تطعيم الهجينين على XR400 (7356.06 و7291.67 ppm بالمقارنة مع الهجن غير المطعّمة 5265.15 و5363.64 ppm، على الترتيب)، إلى جانب خفض القيمة المطلقة للضغط الأسموزي للنبات ومحتواه من Na^+ (ترواح الانخفاض بين 1.2 – 1.4 مرّة للهجينين المطعّمين على الأصلين وذلك عن 2240.26 و2488.73 ppm في الهجينين غير المطعّمين).

أدّى تطعيم الهجينن على الأصلين إلى زيادة الإنتاجية بمقدار ترواح بين 1.2– 1.3 مرّة بالمقارنة مع النباتات غير المطعّمة (24.46 و24.28 كغ/م^2، على الترتيب)، نتيجة زيادة واحد أو أكثر من مكوناتها (عدد العناقيد/النبات، عدد الثمار/العنقود، وزن الثمار وقطرها). كما ساهم التطعيم على الأصلين بتحسين بعض صفات جودة الثمار، مثل محتوى المادة الجافة. كما ارتفع محتوى TSS في الهجين نينار المطعّم على الأصلين، والهجين جلنار المطعّم على XR400. بشكل عام، لم يؤثر التطعيم في صلابة الثمار وحموضتها، لكن زادت الصلابة معنويًا عند تطعيم الهجين نينار على Defenser، وزادت الحموضة عند تطعيم الهجين نينار على XR400. أفضت نتائج تحليل PCA والتحليل العنقودي للصفات الشكلية والفيزيولوجية والبيوكيميائية والإنتاجية، لتصنيف الأصل XR400 كمتحمل للإجهاد الملحي والأصل Defenser كنصف متحمل، وتوافقت هذه النتائج مع النتائج الجزيئية للمورثات المتحكمة بصفة التحمل إذ تواجدت 3 مورثات في كل أصل بينما تم الكشف عن مورثتين فقط في كل هجين.

الكلمات الرئيسية: أصل، بندورة، تطعيم، هجين، إجهاد ملحي، مورثات ملوحة.

أولاً– الكود الرقمي المقترح Suggested digital code:

تسجيل الرسالة																المشرف		الشعبة		القسم		الكلية		فرع الجامعة	الجامعة
الطالب		الدرجة		السنة				الشهر																	
																								0	2

ثانياً– التعريفات Definitions:

الأصل Rootstock: جزء من النبات المطعم والذي يعطي المجموع الجذري، ويكون متأقلمًا مع الظروف البيئية ويحمل بعض صفات المقاومة للإجهادات الحيوية واللاحيوية.

الطعم Scion: الجزء الخضري لصنف من النباتات المرغوبة لخصائصه وصفاته.

التطعيم Grafting: دمج أنسجة نباتين (الطعم والأصل) أو أكثر لتكوين نبات واحد (Andrews و Marquez، 1993).

الإجهاد الملحي Saline Stress: زيادة تركيز الأيونات الذوابة في وسط نمو النبات الذي يؤثر في العمليات الفيزيولوجية والاستقلابية في النبات ومن ثمّ تثبيط نموه.

تحمل الإجهاد الملحي Salinity Tolerance: قدرة النبات على مقاومة التأثيرات الضارة لتراكيز الملوحة العالية في الجذور أو في الأوراق من دون وجود تأثيرات معاكسة في نمو النبات (Shannon و Grieve، 1999).

الفصل الأول:

المقدمة

Introduction

1-1 المقدمة Introduction:

تشكل ملوحة المياه والتربة تهديداً حقيقياً لنمو النبات، إذ تسبب ضرراً لِـ 20% من محاصيل العالم سنوياً ولاسيما في المناطق الجافة ونصف الجافة في العالم، إذ تؤدي قلة الأمطار والتبخر العالي ومياه الري المالحة وعدم كفاءة استخدام المياه إلى مشاكل الملوحة، والتي بسببها يتوقع الباحثون أنه بحلول عام 2050 م ستتحول الأراضي إلى أراضي غير صالحة للزراعة (Roychoudhury *et al*., 2013). تعاني 20 % من مجمل الأراضي المزروعة و33% من مجمل الأراضي المروية في العالم من الملوحة المرتفعة (Foolad، 2004). وفق التقديرات، يفقد ما يقارب 3 هكتار من الأراضي المنتجة في الدقيقة الواحدة بسبب الملوحة (Arzani، 2008). هذا وتعرّف الترب المالحة أنها الترب التي تزيد فيها نسبة الأملاح الذوابة عن حد معين، إذ تكون الناقلية الكهربائية لمستخلص العجينة المشبعة 4 ميلي موز/سم عند درجة حرارة 25 م° ونسبة الصوديوم المتبادل 15% ودرجة الحموضة أقل من 8.5، تصبح معها مثل هذه الترب غير ملائمة لنمو أغلب المحاصيل الزراعية، على حين أنّ المحاصيل التي تستطيع النمو فيها لا تعطي إنتاجًا مناسبًا (Arzani، 2008). وتقاس الملوحة بمعرفة قيم الناقلية الكهربائية.

يتبع نبات البندورة لحقيقيات النوى Eucaryota

المملكة النباتية Plantae

شعبة البذريات Spermatophyta

تحت شعبة مغلفات البذور Angiospermae

صف ثنائيات الفلقة Dicolytedonae

الفصيلة الباذنجانية Solanaceae

الجنس Solanum

النوع *Solanum lycopersicum* (Linnaeus, 1753).

يعدُّ نبات البندورة من نباتات الجو الدافئ يحتاج إلى موسم نمو مشمس طويل وخالٍ من الصقيع، إذ يتأرجح المجال الحراري الملائم لنمو البندورة بين 18 و25 درجة مئوية. تتجمد النباتات عند الصفر المئوي ولا

يسجل نمو في درجة حرارة تقل عن 10 درجة مئوية، ويزداد معدل النمو تدريجيًا مع ارتفاع درجة الحرارة حتى تصل إلى 30 درجة مئوية. إلا أن المؤشرات الحيوية لنبات البندورة تنخفض مع ارتفاع الحرارة أعلى من ذلك. وكذلك تؤثر درجات الحرارة في عقد الثمار، وسرعة نموها إذ ينخفض عقد الثمار بشدة عند ارتفاع الحرارة ليلًا حتى 25 درجة مئوية ونهاراً حتى 38 درجة مئوية. أما بالنسبة إلى التربة فإن نبات البندورة قادر على النمو في أنواع الترب المختلفة من الرملية وحتى الطينية الثقيلة ولكنه يفضل التربة الرملية أو اللومية الحمراء الغنية بالمادة العضوية جيدة الصرف ويتراوح رقم الحموضة فيها بين 6 إلى 7 (بوراس وآخرون، 2006).

تعدُّ البندورة Tomato (*Solanum Lycopersicon* L.) واحدة من الخضار الباذنجانية التي تزرع كمحصولًا حوليًا لأجل ثمارها الطازجة أو المصنعة (Sholi, 2012). تتمتع البندورة بموقع متقدم بين الخضار المختلفة في أنحاء العالم كافة؛ فهي ثاني أكثر الخضار المنتجة عالمياً، نظراً إلى أهميتها الغذائية والاقتصادية، فضلًا عن أنها مثالًا للدراسات الفيزيولوجية في الهندسة الوراثية والجينية (Estañ *et al.*, 2009 & Lim *et al.*, 2016). بلغت المساحة المزروعة عالميًا بالبندورة نحو 5.1 مليون هكتاراً بإنتاجٍ قدره 186.8 مليون طن (FAO، 2020). أمّا محليًا، فقد بلغ إجمالي مساحة الأراضي المكشوفة المزروعة بمحصول البندورة في سورية قرابة 14458 هكتارًا بإنتاجٍ قدره 780617 طنًّا، أمّا البيوت البلاستيكية المخصّصة لهذا المحصول فقد بلغت مساحتها نحو 3902 هكتارًا بإنتاجٍ قدره 487735 طنًّا (المجموعة الإحصائية الزراعية، 2020). تختلف المحاصيل في قدرتها على تحمل الإجهاد الملحي تبعًا لقدرتها على تصنيع الذّائبات العضوية التّوافقية وتجميعها (Gupta and Huang, 2014)، ووفقاً لذلك تُصنّف البندورة في بعض الدّراسات أنّها متوسطة التّحمل للملوحة (Singh *et al.,* 2012)، في حين تُصنّفها دراسات أخرى بوصفها نوعًا نباتيًا حسّاسًا للملوحة (Coban *et al.,* 2020).

تشكل الملوحة خطرًا حقيقيًا على إنتاج البندورة (Keatinge *et al.,* 2014). فقد بيّنت الدراسات أنّ الملوحة تُقلّل من نمو النبات وإنتاجيته (Abbasi *et al.,* 2016). فتأثير الملوحة ينعكس مباشرة في النمو

الخضري للنباتات، المتمثل في خفض دليل المساحة الورقية للنبات (Zhai *et al.,* 2015)، وانخفاض طول النبات وعدد الأوراق وكثافة المسامات ومعدل النتح (Romero–Aranda *et al.,* 2001)، وتجمع المادة الجافة في النبات (Gumi *et al.*, 2013). قد تعود آلية تأثير الإجهاد الملحي في نمو النبات وإنتاجيته إلى زيادة محتوى البرولين في النبات، وتحديداً في الأوراق أكثر منه في الثمار (Babu *et al.,* 2012). فضلاً عن أن الملوحة تؤثر في العمليات الفيزيولوجية المهمة للنبات كافة، ويعود التأثير المباشر والضار للملوحة في النبات إلى انخفاض الجهد المائي لمحلول التربة المحيطة بالجذور الذي يؤدي إلى حدوث عجز مائي داخل النبات بسبب تراكم الأملاح في التربة وقلة الماء المتاح للنبات (Hasegawa *et al.,* 2000)، بالإضافة إلى التأثيرات السامة لأيونات الصوديوم والكلور والكبريتات، وحدوث خلل في التوازن الأيوني بسبب انخفاض معدل امتصاص العناصر المعدنية المغذية (البوتاسيوم، الكالسيوم، المغنيزيوم) والذي قد يترافق مع انخفاض معدل نقلها إلى الأفرع النباتية (Serrano, 1999). إن تراكم الأملاح في الأوراق يؤدي إلى منع نمو النبات وحدوث الشيخوخة المبكرة والتدهور السريع وتناقص منشطات النمو في القمم النامية ومن ثم تناقص نمو النبات (Munns *et al.,* 1995) وانتاجيته (Singh *et al.*, 2020).

اتجهت الأبحاث إلى العديد من التقنيات لحل مشاكل الملوحة، كاستنباط الهجن النّباتية المتحملة للملوحة (Zhen *et al.*, 2010)، أو استخدام إحدى التقنيات الحيوية لزيادة تحمّل النباتات للملوحة إلا أنّ ذلك حقق نجاحًا محدودًا بسبب التعقيد الفيزيولوجي والوراثي لصفة تحمّل الملوحة عند النباتات (Lim *et al.*, 2016; Zheng *et al.*, 2016)، أو استخدام المركّبات المضادة للملوحة (مثل السيليكات) في الزّراعة الذي أصبح رائجًا في الوقت الحالي من دون الأخذ بالحسبان الأثر المتبقي لهذه المركبات (Hoffmann *et al.,* 2020). في هذا السياق، يمكن أن تكون عملية التّطعيم على الأصول المتحملة للملوحة هي الطريقة الصديقة للبيئة والمستدامة والفعالة في الاستفادة من الأصول في تحسين نمو الأصناف والهجن التجارية المعرضة للإجهادات اللاحيوية وإنتاجيتها (Kumar *et al.,* 2017).

تؤدي عملية التّطعيم إلى زيادة معدّل نمو النباتات (Balliu *et al.*, 2007) وإنتاجيتها (Cuartero *et al.*, 2006; Al-Harbi *et al.*, 2017). كما تحسّن عملية التّطعيم من المواصفات الشّكلية للنّباتات المطعّمة (Singh *et al.*, 2020)، وتزيد معدّل امتصاص العناصر المغذية، الأمر الذي ينعكس في زيادة معدّل التّركيب الضّوئي Photosynthesis (Feng *et al.*, 2019). من جهة أخرى، يساعد التطعيم تحت ظروف الملوحة في زيادة محتوى الأوراق المائي، ومعدل كتلة الجذور إلى الأفرع ويحسّن من نوعية الثمار من حيث محتواها من المواد الصلبة الذائبة، مضادات الأكسدة، نسبة المادة الجافة للثمرّة، الأحماض الكلية والأحماض القابلة للمعايرة (Di Gioia *et al.*, 2013). يمكن أن يعزى التأثير الإيجابي للتطعيم في تحمل نبات البندورة للملوحة، إلى تقييد انتقال شوارد الصوديوم والكلور إلى الكتلة الحيوية، فضلًا عن تراكم مركبات تعمل على تكيف الأسموزية سواء في الجذور أو في الأوراق مثل؛ السكريات الذائبة، البرولين ومحتوى الصوديوم والبوتاسيوم (Colla *et al.*, 2010).

2-1: مشكلة البحث Research Problem:

تعتمد سورية من الناحية الاقتصادية على الزراعة، إلا أن مشكلة الملوحة تعد من أهم المشاكل التي تعيق نمو العديد من المحاصيل الخضرية، ومنها البندورة، وتؤثر في نموها وإنتاجيتها (Shannon and Grieve, 1999 & Munns, 2002). تشكل الملوحة في سورية خطراً كبيراً، نتيجة خروج مساحاتٍ واسعةٍ من الأراضي الزراعية الخصبة (ولاسيما في حوض الفرات، وقسم من البليخ، والغاب، والخابور، وغوطة دمشق، والساحل السوري) من حيّز الاستثمار الزراعي (المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية، 2010) نظراً إلى غياب أنظمة الصرف الفعالة وارتفاع منسوب الماء الأرضي، بسبب اتّباع الطرائق الخاطئة في الرّي (الرّي بالغمر أو التّطويف) وزيادة الملوحة في الطّبقات السّطحية للتربة، فضلًا عن اعتماد المزارعين على مصادر مياه ذات نوعية سيئة وأحياناً متداخلة مع مياه البحر، وهي حال بعض الزّراعات المحمية في السّاحل السّوري (تقرير المشروع الإقليمي، 2015). لقد أشار تقرير الـ FAO (2010)، إلى أن الاستخدام العشوائي للمياه غير الصالحة للري يؤدي إلى تغيير في جودة التربة (تنخفض حموضتها pH إلى 6.95، وتزداد نسبة الأملاح وترتفع ناقليتها ومن ثمّ تقلل من خصوبتها

وتؤدي إلى تملحها وتدهورها) وفي النهاية خروجها عن الإنتاج. وفي سبيل الحد من هذه الظاهرة تتابع الحكومة مشاريع استصلاح الأراضي التي تعتمد على نظام صرف زراعي مناسب.

1-3: تساؤلات البحث Research Question:

أ. هل يعد نبات البندورة من النباتات المتحملة للإجهاد الملحي؟

ب. هل يمكن زيادة تحمل نبات البندورة للإجهاد الملحي بالتطعيم على أصول متحملة للملوحة؟

ج. هل سيؤدي التطعيم إلى تحسين الإنتاجية ونوعية الثمار في البندورة؟

د. هل يرتبط تحمل هجن البندورة للإجهاد الملحي وأصولها بوجود مورثات معينة أو تحفيزها؟

هـ. هل الأصول المستخدمة متأقلمة بشكل جيد مع البيئة السورية؟

1-4: فرضيات البحث Research Assumes:

أ. إن اختيار الأصل المناسب لتطعيم هجن البندورة المرغوبة عليه من شأنه زيادة تحمل هذه الهجن للإجهاد الملحي.

ب. إن زيادة قوة نمو الهجن عند تطعيمها على أصول قوية سيؤدي إلى زيادة الإنتاجية، وتحسين النوعية.

ج. إن استخدام التطعيم على أصول متحملة للإجهاد الملحي يعد حلًا فعالًا لمشكلة الإجهاد الملحي من دون اللجوء إلى استخدام مركبات كيميائية أو إلى تكاليف إضافية.

1-5: مسلمات البحث Research Postulates:

أ. الإجهاد الملحي من أكثر الإجهادات البيئية انتشارًا وتأثيرًا في نمو النباتات وإنتاجيتها.

ب. التطعيم على أصول معروف عنها تحملها للإجهاد البيئي، يزيد من تحمل الهجين المطعّم عليها لهذا الإجهاد.

ج. إن التطعيم على أصول مناسبة للبندورة يحسّن من نمو النبات ومن كمية الإنتاج ونوعيته بشكل ملحوظ.

1-6: أهداف البحث Research Objectives:

I. دراسة تأثير مستويات مختلفة من الإجهاد الملحي في نمو ثمار هجينين من البندورة المزروعة في البيوت المحمية وإنتاجيتها ونوعيتها.

II. دراسة تأثير عملية التطعيم في تحمل هجن البندورة المدروسة للإجهاد الملحي.

III. الكشف عن وجود بعض المورثات المرتبطة بتحمل الإجهاد الملحي في الأصول والطعوم.

1-7:أهمية موضوع البحث Importance of Research:

تنبع أهمية هذا البحث في استغلال مساحات من الأراضي التي تعاني من الملوحة وإدخالها في طور الزراعة، وذلك بإتباع ممارسات زراعية تسهم في تخفيض تأثير الملوحة الضار في النبات (Cuartero and Fernández-Muñoz, 1999). تختلف الممارسات الزراعية المتبعة من قبل محطات البحوث الزراعية وفق فعاليتها وتكلفة انجازها الاقتصادية. يعد استخدام هجن البندورة المستنبطة والمعروفة بإنها متحملة للملوحة (Zhu *et al.*, 2008 & Zhen *et al.*, 2010) أحد الحلول الممكنة، لكن ارتفاع أسعار بذورها وسرعة تطور السلالات المرضية التي استنبطت هذه الهجن على أساس تحملها وكون عملية الاستنباط تحتاج لوقت طويل وجهد كبير وإمكانات ضخمة فإن هذه الطريقة ستشكل عبئًا إضافيًا للمزارع. لذلك يمكن أن تكون عملية التطعيم أحد البدائل ذات العائد الاقتصادي الأفضل. فبالإضافة إلى زيادة التحمل لارتفاع الملوحة في التربة وغيرها من الظروف المناخية، بيّنت الدراسات أن التطعيم على أصول قوية ذات مجموع جذري قوي يؤدي إلى زيادة الإنتاجية، وتحسين نوعية الثمار.

1-8: محدوديات البحث Research Limitations:

أ. الحدود المكانية: نُفّذ البحث في بستان الباشا- جبلة- اللاذقية، في صالة بلاستيكية تابعة لشركة سليمان الزراعية الخاصة. ونُفذّت التجارب المخبرية في مخابر كلية الهندسة الزراعية (قسم علوم البستنة، قسم

علوم التربة، قسم العلوم الأساسية) في جامعة دمشق، ومخابر الهيئة العامة للتقانة الحيوية ومخابر جامعة تشرين.

ب. الحدود الزمانية: تمت الزراعة على موسمين لعامين متتاليين بدءًا من منتصف شهر أيلول 2019 م حتى نهاية شهر نيسان 2020 م في الموسم الأول، ومن منتصف شهر أيلول 2020 م وحتى نهاية شهر نيسان 2021 م في الموسم الثاني.

ج. الحدود الزراعية: استخدم هجينان وأصلان لنبات البندورة وهما:

- الهجين (Jollanar F1) بوصفه طعمًا، من إنتاج شركة HM.Clause، وهو هجين غير محدود النمو، ملائم للزراعة المحمية وللزراعة المتأخرة الصـــيفية أو الزراعات الخريفية، وهو ذو إنتاجية عالية، ثماره ذات لون أحمر فاقع حجمها كبير، متحمل لمرض الفيوزاريوم والفرتيسيليوم والنيماتودا.
- الهجين نينار (Neenar F1) بوصـــفه طعمًا، من إنتاج شـــركة Seminis، وهو غير محدود النمو، مناسب للزراعات المبكرة، متحمل للأمراض الفطرية ولفيروس موزاييك البندورة.
- ثمار كلا الهجينين كروية الشـــكل وتقدر انتاجيتهما بحوالي 28 كغ/م^2 ومتوســـط وزن ثمرة 155 غ (استناداً للبيانات الموثقة على مغلف البذور الصادر عن شركة HM.Clause وشركة Seminis).
- الأصل الأول: Defenser من إنتاج شركة HM.Clause ويستخدم في الزّراعات المكشوفة والمحميّة، ويتميز بتحمله لبكتريا الذبول، والنيماتودا، والفيوزاريوم، وفيروس موزاييك البندورة.
- الأصـل الثاني: XR400 من إنتاج شـركة HM.Clause ويسـتخدم في الزّراعات المكشـوفة والمحميّة، متحمل لمرض الفيوزاريوم والفرتيسـيليوم والنيماتودا (حسـب البيانات الموثقة على مغلف البذور الصـادر عن شركة HM.Clause).

د. الحدود الموضوعية: دُرست فائدة التطعيم للهجن التجارية للبندورة على أصول متحملة للإجهاد الملحي في زيادة تحمل هذه الهجن للإجهاد ومن ثمّ زيادة انتاجيتها وتحسين نوعية ثمارها تحت ظروف الإجهاد الملحي.

1-9: مسوّغات البحث Research Justifications:

تقتصر زراعة البندورة في سورية على مساحات معينة، نظراً إلى الحاجة إلى توافر ظروف بيئية مناسبة للنمو. إلا أن هذه المساحات تتناقص سنويًا إما نتيجة دخول مناطق جديدة ضمن تصنيف الأراضي المالحة بسبب عمليات الري السيئة للمحاصيل المختلفة أو/ وإهمال زراعة البندورة نتيجة الظروف الاقتصادية التي يعيشها المزارع. على الرغم من وجود مساحات كبيرة من الأراضي الصالحة للزراعة في سورية، إلا أنه حتى الآن لم تُستغل في الزراعة لعدم كفاية مياه الري، أو لأسباب أخرى تتعلق بالتربة مثل التملح.

الفصل الثاني:

الدراسة المرجعية

Literature Review

2- الدراسة المرجعية:

2-1: تأثير الملوحة في نمو النبات، وإنتاجيته:

2-1-1: آلية تأثير الملوحة في النبات:

تعرف مقدرة النبات على تحمل الإجهاد الملحي أنها المقدرة على مقاومة التأثيرات الضارة لتراكيز الملوحة العالية في الجذور أو في الأوراق من دون وجود تأثيرات معاكسة في نمو النبات (Shannon and Grieve, 1999)، فالنبات المتحمل للملوحة يتمتع بظاهرة التكيف الأسموزي (Osmotic ajustement)، ويمكنه أن يكتسب العناصر المغذية التي يحتاجها في النمو والقيام بوظيفة الاستقلاب.

تؤثر الملوحة في العمليات الفيزيولوجية المهمة للنبات كافة، حتى أن التراكيز المنخفضة من الأملاح الموجودة بالتربة، والتي ليس لها تأثيرات سمية، يمكن أن تؤثر مباشرةً في كمية الماء الممتصة من النبات وذلك بزيادة الجهد الأسموزي للتربة، وقد عرف هذا التأثير بالجفاف الفيزيولوجي (Zhang *et al.*, 2017). يعود التأثير المباشر والضار للملوحة في النبات إلى انخفاض الجهد المائي لمحلول التربة المحيط بالجذور والذي يؤدي إلى حدوث عجز مائي في النبات بسبب تراكم الأملاح في التربة، وقلة الماء المتاح للنبات (Hasegaw *et al.*, 2000)، فضلًا عن التأثيرات السامة لأيونات الصوديوم والكلور والكبريتات (Wu and Kubota, 2008) التي تمتص امتصاصًا مفرطًا حتى تصل إلى تراكيز سامة وهذا يسبب موت الخلايا في الأوراق القديمة ومن ثمَّ التقليل من إنتاج الكربوهيدرات (Munns, 2002). يؤدي الإجهاد الملحي إلى حدوث خلل في التوازن الأيوني بسبب انخفاض معدل امتصاص العناصر المعدنية المغذية (البوتاسيوم، الكالسيوم، المغنيزيوم) الذي قد يترافق مع انخفاض معدل نقلها إلى الأفرع النباتية (Oztekin and Tuzel, 2011 & Zhang *et al.*, 2017)، وهذا يؤثر سلبًا في العمليات الفيزيولوجية والاستقلابية للنباتات مثل؛ التمثيل الضوئي والتنفس (Shimul *et al.*, 2014) ويؤدي إلى تخليق أنواع الأكسجين التفاعلية التي تسبب في النهاية انخفاض النمو الخضري وإنتاجية

المحصول (Tuna, 2014). كذلك بينت الدراسات أن الإجهاد الملحي يبطئ عمومًا من تراكم الكربون والذي يؤثر سلبًا في تقليل عدد الخلايا وكذلك تمددها (Tardieu *et al.*, 2011).

إن تراكم الأملاح في الأوراق يؤدي إلى حدوث الشيخوخة المبكرة والتدهور السريع، وتناقص منشطات النمو في المناطق النامية ومن ثم تناقص نمو النبات (Munns *et al.*, 1995). يعود تثبيط النمو غالباً، إلى التأثير السمي المباشر لأيونات الصوديوم والكلور، إذ تحتجز شوارد الصوديوم في الجذور والساق على حين تتراكم شوارد الكلور في الأفرع مسببةً الضرر الأكبر للنبات (Flowers, 1988). بيّنت العديد من الدراسات أن شوارد الصوديوم تسبب ضررًا نوعيًا أيونيًا في نباتات الخضار مثل; الخيار، البطيخ الأصفر والبندورة (Tester and Davenport, 2003 & Varlagas *et al.*, 2010).

مع أن معظم الدراسات الحديثة تصنف البندورة من النباتات نصف المتحملة للملوحة، فهي تستطيع النمو في مجال من الناقلية الكهربائية يتراوح بين 2–5 $mS.cm^{-1}$ (Ladewig *et al.*, 2021)، إلا أن هناك بعض الدراسات التي تصنفها في مجموعة النباتات الحساسة للملوحة، كونها تعاني من انخفاض النمو ونقص الإنتاجية معنويًّا عندما ترتفع قيمة الناقلية الكهربائية عن 2.5 $dS\ m^{-1}$ (Cuartero *et al.*, 2006 & Zhang *et al.*, 2017). كذلك اختلفت الدراسات على تحديد حساسية البندورة لملوحة الكلور، ففي الوقت الذي صنفت فيه بعض الدراسات البندورة أنها نبات حساس لملوحة الكلور، ولاسيما في مرحلة البادرات الفتية (Satti *et al.*, 1995)، أكدت دراسات أخرى أنه لا يتأثر نمو البندورة طالما بقي تركيز الكلور في نسج النبات أقل من 30 $g.kg^{-1}$ DM (Kafkafi *et al.*, 1982). يفسر هذا التضارب في تصنيف مدى تحمل البندورة للملوحة؛ بسبب اختلاف العوامل البيئية ومرحلة النمو وكذلك الأصناف (Vicente *et al.*, 2004). فمثلًا تبدي نباتات البندورة الأكبر عمرًا تحملًا أكبر للملوحة مقارنة مع النباتات الفتية أو البادرات (Cruz and Cuartero, 1990)، إذ لوحظ أن انخفاض الوزن الجاف للثمار كان على أشده في بداية مرحلة الإزهار من مرحلة النضج الأعظمي ونهاية مرحلة النمو. علاوة على ذلك، تؤدي طبيعة الصنف دورًا مهمًا في تصنيف تحمل النبات للملوحة، ففي الوقت الذي أكدت فيه

بعض الدراسات أن الملوحة لا تؤثر معنويًا في عقد الثمار وعددها الكلي مهما اختلف الصنف (Satti *et al.* 1994)، أكدت دراسات أخرى أن الأصناف ذات الثمار صغيرة الحجم أقل تأثرًا بالملوحة العالية مقارنة مع الأصناف ذات الثمار الأكبر حجمًا (Cruz, 1990).

درست استجابة البندورة للملوحة بمصادرها المختلفة في العديد من الأبحاث (Ladewig *et al.*, 2021 & Martínez *et al.*, 2020). وقد تبين أن الملوحة تسبب تغيرات فيزيولوجية ومورفولوجية واستجابات بيوكيميائية وجزيئية مختلفة في النبات (Amirjani, 2010 & Siringam *et al.*, 2011).

2-1-2: تأثير الملوحة في المؤشرات الشكلية والفيزيولوجية للنبات:

بيّنت الدراسات أن تأثير الملوحة ينعكس مباشرة وبشكل سلبي على النمو الخضري للنبات (طول النبات، المساحة الورقية، عدد الوريقات في الورقة الواحدة والنموات الخضرية)، ويقلل من الكتلة الحية للجذور وطولها ويؤثر في كل عمليات تطور نباتات البندورة (Hajer *et al.*, 2006 & Najla *et al.*, 2009).

سجل Katerji وآخرون (1998) تراجعًا في مساحة الورقة للنبات تراوحت نسبته بين 10 -50% في معاملات الإجهاد الملحي المطبقة جميعها. لاحظ Kamrani وآخرون (2013) انخفاض المساحة الورقية لنبات البندورة عند تطبيق مستوى ملوحة 40 و60 mM. أظهرت نتائج تجارب الإجهاد الملحي المطبقة على نبات البندورة باستخدام مستويات مختلفة من الناقلية الكهربائية ($dS.m^{-1}$ 5.5 – 5 – 4.5 – 4 – 3) أن زيادة الملوحة تسببت في خفض دليل المساحة الورقية (Zhai *et al.*, 2015). استخدم Babu وآخرون (2012) عدة معاملات من الإجهاد الملحي (200 – 150 – 100 – 50 – 25 mM من NaCl) لتقويم بعض المؤشرات الشكلية لنباتات البندورة صنفPKM_1، وأظهرت النتائج أن زيادة تركيز الملوحة ترافق مع انخفاض المساحة الورقية وطول النبات. كما لاحظ Gumi وآخرون (2013) انخفاضًا في عدد الأوراق وطولها، الأمر الذي أثر في مساحة المسطح الورقي للنبات مع ازدياد التراكيز الملحية. بيّن Romero-Aranda وآخرون (2001) انخفاض عدد الأوراق والمساحة الورقية وكثافة المسامات ومعدل النتح بزيادة تركيز الملوحة في كل من الصنفين Daniela

و Money Maker المعرضين إلى تراكيز ملحية متباينة (0 – 35 – 70 mM NaCl)، لكن من اللّافت في هذه الدراسة عدم تأثر كفاءة استخدام المياه بمستويات الملوحة المدروسة. عزت الدراسات الانخفاض في المساحة الورقية تحت ظروف الإجهاد الملحي إلى تثبيط انقسام الخلايا وخلل التوازن المائي ومن ثمَّ التأثير على عمل المسامات الورقية وإغلاقها (Zhang *et al.*, 2017).

أظهرت الدراسات أن طول نبات البندورة ينخفض معنويًّا تحت تأثير إجهاد ملحي بحدود 3 $dS.m^{-1}$ (Bustomi *et al.* 2014)، وبين Kamrani وآخرون (2013) أن تأثير الملوحة في تطور النموات القمية بدأ يتضح عند تركيز 20 mM أي ما يعادل 2 $dS.m^{-1}$. أشار Oztekin و Tuzel (2011) إلى انخفاض طول النبات بنسبة 29.03% عند مستوى ملوحة 200 mM من NaCl بالمقارنة مع نباتات الشاهد. هذا ويتمثل تأثير الملوحة في طول النبات بتقليل المسافة العقدية بشكل أكبر من التأثير في عدد العقد (Najla *et al.*, 2008). عزى Zhu (2002) الانخفاض في طول النبات وبقية النموات تحت ظروف الإجهاد الملحي إلى ثلاثة أسباب أولها أن الملوحة تقلل من عملية الاصطناع الضوئي، الأمر الذي يحد من تزويد النبات بالكربوهيدارت اللازمة لعملية النمو، ثم إن الملوحة تقلل من نمو الفروع والجذور عن طريق تقليل الضغط الانتباجي (المسبب الرئيس للتمدد) في النسج والناتج عن انخفاض الضغط المائي في وسط نمو الجذور، وأخيرًا فإن الملوحة تسبب اضطراباً في امتصاص العناصر المعدنية.

إن تأثير الملوحة في طول النبات ومساحة أوراقه، ينعكس مباشرةً في الوزن الرطب والجاف للنبات (Ladewig *et al.*, 2021). علماً أن بعض الدراسات أشارت إلى أنه قد لا يتأثر الوزن الجاف للجذور والنموات الخضرية في الأصناف المتحملة للملوحة بارتفاع مستوى الإجهاد الملحي من NaCl حتى 200 mM، على حين تُظهر الأصناف المتوسطة التحمل والحساسة للملوحة انخفاضاً في الوزن الجاف مع زيادة مستوى الإجهاد الملحي (Nouck *et al.*, 2016). إن نقص وزن النبات نتيجة الملوحة ينعكس سلبًا على متوسط الوزن الرطب والجاف للثمار في الهجن والأصناف (Ladewig *et al.*, 2021). إلا أن بعض الدراسات (Martínez *et al.*, 2020)

أشارت إلى عدم تأثر الوزن الرطب والجاف لثمار الأنواع البرية من البندورة (*S. Chilense*) بالإجهاد الملحي (40 و80 NaCl mM)، على حين تأثرت الأصناف المزروعة وكان الصنف *S. lycopersicum var. cerasiforme* أكثر تأثرًا من غيره. لاحظ Ladewig وآخرون (2021) انخفاضًا معنويًا في الوزن الجاف للثمار عند مستوى ملوحة 90 NaCl mM في الطرز الوراثية Vengador و Oaxaca بنسبة 55.1 و 61.1%، على الترتيب بالمقارنة مع الشاهد.

2-1-3: تأثير الملوحة في المؤشرات البيوكيميائية للنبات:

تتضمن الاستراتيجيات البيوكيميائية المتبعة من النبات في تحمله للاجهاد الملحي، عدة أساليب منها التحكم بامتصاص الجذور للأيونات ونقلها إلى الأوراق اصطفائيًا، تجزئة الأيونات عند المستوى الخلوي وكامل النبات، فضلًا عن تصنيع مركبات تسهم في تنظيم ظاهرة التكيف الأسموزي في النباتات (Iyengar and Reddy, 1996). من هذه المركبات هناك المواد الذائبة مثل البرولين والغلايسين بيتين، ومركبات الأميدات، البروتينات والبولي أمين (Mansour, 2000)، فضلًا عن الكربوهيدرات (الغلوكوز، الفركتوز، السكروز، الفركتانز) والسكريات الكحولية (Polyols) مثل المانيتول وتريهالوز (Ghoulam *et al*., 2002). إضافة لدور المركبات السابقة في تنظيم تكيف النبات الأسموزي، فهي تساهم في كنس جذور الأوكسجين الناتجة عن الإجهاد وفي سير عملية التركيب الضوئي وفي تعديل بنية الغشاء الخلوي وكذلك تحريض الأنزيمات المضادة للأكسدة، وربما تحريض منظمات النمو (Meena *et al*., 2019). صنّفت بعض الدراسات الآليات البيوكيميائية لتحمل الملوحة على أنها منخفضة التعقيد، في حين تتجلى الآليات عالية التعقيد في التغيرات التي تحدث لحماية العمليات الحيوية الأساسية (التركيب الضوئي والتنفس)، وتتمثل هذه التغييرات في المحافظة على الجدار الخلوي، والتأثير المتبادل بين الغشاء السيتوبلاسمي والجدار الخلوي (Botella *et al*., 1994)، والتغييرات على مستوى الصبغيات وتغيرات DNA وتضخيم تسلسل نيكليوتيدي محدد أو حتى إزالة الـ DNA (Walbot and Cullis, 1985). ومن المعتقد أن

هناك تنسيقًا بين تحريض الآليات المنخفضة وعالية التعقيد لحماية نظم العمليات الحيوية (Hasegawa *et al.*, 2000).

على الرغم من انخفاض إنتاجية نبات البندورة عند مستويات معينة من الملوحة، إلا أن جودة ثمارها تتحسن، فالتركيب الكيميائي لثمرّة البندورة يتأثر معنويًا بالإجهاد الملحي الشديد (Agius *et al.*, 2022). أكّدت العديد من الدراسات زيادة المواد الصلبة الذائبة الكلية والأحماض القابلة للمعايرة والأحماض العضوية والأحماض الأمينية الحرة بما فيها ألفا أمينو بيوتريك أسيد وهذا يؤدي إلى تحسين نوعية الثمار (El-Mogy *et al.*, 2018). فمثلًا استخدام مياه الري المالحة ($3-6\ dS.m^{-1}$) يساعد على زيادة المحتوى الكلي للمواد الصلبة الذائبة (TSS) في الثمار الناضجة (Mizrahi *et al.*, 1988). كذلك ازداد هذا المؤشر بمقدار 10.5% لكل $1\ dS.m^{-1}$ في كلٍ من الصنفين Daniela و Rambo، وازدادت الأحماض العضوية وبدرجة أقل منها السكريات مع ازدياد درجة الملوحة بين $2-9\ dS.m^{-1}$ (Cuartero and Fernández-Muñoz, 1999). كما سُجلت زيادة معنوية في محتوى الأحماض القابلة للمعايرة في ثمار البندورة تحت ظروف الإجهاد الملحي (Murshed *et al.*, 2014).

أظهرت نتائج تجارب الإجهاد الملحي المطبقة على نبات البندورة باستخدام مستويات مختلفة من الناقلية الكهربائية ($3 - 4 - 4.5 - 5 - 5.5\ dS.m^{-1}$)، أن زيادة الملوحة تسببت بزيادة صلابة الثمرة وتركيز المواد الصلبة الذائبة والأحماض الكلية وفيتامين C ونسبة الحمض إلى السكر (Zhai *et al.*, 2015). أوضح Zhang وآخرون (2017) أن زيادة ملوحة المحلول المغذي من 0.78 إلى $1.58\ ds.m^{-1}$ في البندورة *Lycopersicon esculentum*. pepe أدت إلى زيادة السكريات الذائبة الكلية ونسبة الحموضة الكلية بنسبة 14.3 و28%، على الترتيب. عدّت بعض الأبحاث أن التركيز العالي من الأحماض القابلة للمعايرة في نوع البندورة *S. Chilense*، المتحمل للملوحة، ما هو إلا آلية للتحمل؛ لأنه مرتبطٌ بتحفيز دورة كريبس وهذا يسمح بإنتاج طاقة إضافية ضرورية للتكيف مع الملوحة (Quinet *et al.*, 2019 & Rodríguez-Ortega *et al.*, 2019). أظهرت الدراسات اختلاف استجابة الأصناف والأنواع للملوحة من حيث معايير جودة الثمار. فعلى سبيل المثال سجلت ثمار البندورة

الكرزية *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* زيادة معنوية في نسبة TSS كاستجابة إلى زيادة NaCl، إلا أن ثمار النوع البري *S. Chilense* لم تسجل أية استجابة للملوحة، وسجلت الأحماض القابلة للمعايرة في ثمار النوع البري *S. Chilense* قيماً أعلى من ثمار النوع المزروع *S. lycopersicum*، ومن ثمَّ فإن نسبة TSS/TA كانت أعلى في *S. lycopersicum* من *S. Chilense* (Martínez *et al.*, 2020). وفي دراسة للمقارنة بين عدد من سلالات البندورة، سجلت ثمار السلالتين Oaxaca و Puebla عند أعلى مستوى ملوحة (90 NaCl mM) أعلى زيادة في محتوى المواد الصلبة الذائبة (109.2 و110.4%، على الترتيب)، وعند مستوى الملوحة نفسه أظهرت ثمار السلالة Oaxaca أكبر انخفاض في رقم الحموضة (6.1 %)، وأعلى زيادة للسكريات الكلية الذوابة (106.7%) بالمقارنة مع الشاهد (Ladewig *et al.*, 2021).

فاقت الزيادة المسجلة لمحتوى ثمار البندورة من الكاروتينات 40% عند التعرض لمستوى ملوحة معتدل ($dS.m^{-1}$ 4.4) (De Pascale *et al.*, 2001). ووجد De Pascale وآخرون (2003) أيضًا عند دراسة تأثير الملوحة ($dS.m^{-1}$ 15.7 – 0.5) في نبات البندورة، ارتفاعَ محتوى الكاروتينات الكلية والليكوبين تدريجيًا حتى المعاملة 4.4 ds/m وتَناقُصَ هذين المؤشرين عند المستويات العالية من الملوحة. إن تأثير الملوحة في محتوى أصبغة الثمار وغيرها من مضادات الأكسدة الأنزيمية وغير الأنزيمية، يعدُّ أحد التوجهات الأساسية للكثير من الدراسات. فمثلًا يمكن تحفيز تصنيع صبغة الليكوبين (بمعدل تراوح بين 20 إلى 80%) وبدرجة أقل مضادات الأكسدة في ثمار البندورة بتعريض النباتات لإجهاد ملحي (150 mg/l NaCl) (Anastasia *et al.*, 2013). كذلك عند المستوى السابق من الملوحة، سُجل أعلى تركيز للبرولين في الأوراق (3.28 مول/غ) وأعلى تركيز لِـ MDA (148 µmol/g) وأعلى تركيز لِـ H_2O_2 (9.8 µmol/g)، وأدنى قيمة للوزن الرطب للثمار والجاف والمحتوى اليخضوري للأوراق. وفي دراسة لمقارنة آليات تغير بعض مضادات الأكسدة في ثلاثة أصناف من البندورة، لوحظ أن محتوى اليخضور في الصنف Punjab Keshan ازداد ازديادًا بطيئًا مع زيادة نسبة الملوحة حتى 200 mM من NaCl، وانخفض في الصنف Ailsa Craig انخفاضًا سريعاً، على حين لم يتأثر الصنف

Pusa Ruby. كذلك وجد أن محتوى الأنتوسيانينات والليكوبين والبرولين والبولي أمينات الكلية، ازداد عند كل الأصناف وكانت الزيادة الأكبر عند الصنف Punjab Keshan (Roy and Sengupta, 2014). أكد Taffouo وآخرون (2010) أن تركيز اليخضور الكلي في أوراق البندورة انخفض معنويًّا في الأصناف جميعها ما عدا الصنف Lino عند مستوى ملوحة 50 و100 mM من NaCl والصنف Ninja عند مستوى ملوحة 50 mM. توافق ذلك مع دراسة Shimul وآخرين (2014)، إذ وجدوا أنه مع ازدياد مستويات الإجهاد الملحي، انخفض محتوى الورقة معنويًا من اليخضور الكلي والمقاومة المسامية والعمليات المتعلقة بالتركيب الضوئي في صنف البندورة Bari14. إن الانخفاض في محتوى الورقة من اليخضور يرتبط بتحفيز الملح لنشاط أنزيم الكلوروفيلاز وما يتبعه من آثار سلبية في ثباتية الغشاء الخلوي وإضعاف تركيبته المعقدة من اللبيدات والبروتينات والأصبغة (Zhang *et al.*, 2017).

يعد البرولين من ضمن المذيبات العضوية التي تتراكم في السيتوبلاسما كاستجابة للإجهادات اللاإحيائية كالجفاف (Hazzouri *et al.*, 2020 والنداف وآخرون، 2020)، والملوحة والحرارة المرتفعة (Celik *et al.*, 2017)، وهو بمثابة مؤشر فيزيولوجي وبيوكيميائي لتأثير الإجهادات في النبات (Cardoso *et al.*, 2019)، ويعرف على أنه مركب أسموزي ذو وزن جزيئي منخفض والذي ينتجه النبات عند تعرضه للإجهادات الأسموزية، ولا يعمل فقط كمنظم أسموزي لتحمل الإجهادات ولكن يعد مصدر للعناصر المغذية كالنتروجين والكربون (Chun *et al.*, 2018). حيث يتميز بقدرته على حماية الخلايا من التلف من خلال دوره كعامل أسموزي وكمضاد أكسدة لمنع تشكل ROS (Oliveira *et al.*, 2018)، ويلعب دور رئيسي في ثباتية الأغشية الخلوية وحمايتها (Zali and Ehsanzadeh, 2018)، حيث يتحلل البرولين الذي يتراكم بعد التعرض للإجهاد ليوفر الطاقة اللازمة لتحفيز النمو بمجرد تخفيف شدة الإجهاد.

بينت نتائج Babu وآخرين (2012) أن تعريض نباتات البندورة صنف PKM_1 لعدة معاملات من الإجهاد الملحي (200 – 150 – 100 – 50 – 25 mM من NaCl) قد أدّى إلى زيادة محتوى البرولين زيادةً ملحوظةً

في الأوراق أكثر منه في الثمار. كذلك سُجل تراكم البرولين معنويًا تحت تأثير الإجهاد الملحي (NaCl) في ثمار البندورة الكرزية المزروعة *S. lycopersicum* var. cerasiforme بالمقارنة مع ثمار النوع البري *S. Chilense*، على حين كان محتوى الثمار من حمض الاسكوربيك مرتفعًا معنويًا في النوع البري بالمقارنة مع النوع المزروع (Martínez *et al.*, 2020).

يسبب ملح كلور الصوديوم عدم توازن في العناصر المغذية إذ يقلل من امتصاص البوتاسيوم والفوسفات (Loudari *et al.*, 2020) ويخفض من مستوى الكالسيوم والمغنزيوم والحديد في النموات الخضرية (Shiyab *et al.*, 2013). بينت الأبحاث أن محتوى البوتاسيوم في أوراق نباتات البندورة قد انخفض معنويًا مع زيادة مستوى الإجهاد الملحي (Giuffrida *et al.*, 2009 & Agius *et al.*, 2022). أدّى الإجهاد الملحي إلى تقليل كفاءة استخدام المياه ومحتوى K^+ ونسبة Na^+ / K^+ في كل أصناف البندورة المدروسة (Al-Karaki, 2000). هذا وقد أشارت الدراسات إلى أن تراكم الأيونات أحادية وثنائية التكافؤ Na^+، K^+ وCa^{+2} في الجذور والنموات الخضرية يتوقف على الطرز الوراثية ومستوى الملوحة (Turhan *et al.*, 2009) ومرحلة النمو (Hajer *et al.*, 2006).

2-1-4: تأثير الملوحة في إنتاجية النبات:

تعد الملوحة أشد العوائق اللاحيوية التي تواجه إنتاجية الأنواع النباتية المزروعة (Isayenkov and Maathuis, 2019 & Flowers and Yeo, 1995)؛ فالتغيرات الفيزيولوجية والاستقلابية والشكلية والبيوكيميائية التي تسببها الملوحة، تؤثر في النهاية في إنتاجية المحصول (Pompeiano *et al.*, 2016). تبعًا للدراسات المختلفة وشروط النمو، تؤدي تراكيز الملوحة بين 2.3-5.1 $mS.cm^{-1}$ إلى انخفاض غير مرغوب به في إنتاجية البندورة (Verkerke and Schols, 1992). على حين حددت دراسات أخرى القيم الحدية للناقلية الكهربائية التي يتحملها نبات البندورة بأقل من 5.5 $dS.m^{-1}$، حيث أن الإنتاجية عند هذا المستوى تدنت تدنيًا ملحوظًا تراوح ما بين 22.4-31.1% مقارنة مع الشاهد، إذ انخفض المحصول الكلي للبندورة بما يعادل 7.2% مقابل زيادة وحدة واحدة من الملوحة (Zhai *et al.*, 2015).

تتأثر إنتاجية نبات البندورة بالملوحة من خلال انخفاض مكوناتها المتمثلة بعدد الثمار في العنقود، حجم الثمار وعدد العناقيد الزهرية في النبات. فقد بينت الدراسات أن عدد العناقيد الزهرية في النبات ينخفض عند مستوى 13 $dS.\ m^{-1}$ لملوحة مياه الري ولمدة 70 يومًا (Cruz, 1990)، أو عند تركيز 9 $dS.m^{-1}$ لملوحة مياه الري ولمدة 140 يوم (Van Ieperen, 1996). هذا وقد اختلفت استجابة النباتات في خفض عدد عناقيدها الزهرية تبعاً للصنف (Roy and Sengupta, 2014). كذلك يختلف تأثير الملوحة وفق موقع العنقود، فقد سجل Gonzalez-Fernandez and Cuartero (1994)، انخفاض متوسط عدد الأزهار في العنقود الواحد عند الصنف Money Maker بنسبة 60% لدى معاملته بماء ذي ناقلية كهربائية 15 $dS.m^{-1}$ مقارنة مع متوسط 18 زهرة في العنقود الأول حتى الخامس في نباتات الشاهد (2 $dS.m^{-1}$). وقد زاد هذا الانخفاض مع ارتفاع مستوى العنقود. لابد من الإشارة إلى أن نباتات البندورة محدودة النمو، وهي الحال في *L. pimpinellifolium*، لها معدل شبه ثابت لعدد الأزهار في العنقود (6.62 ± 1.34 زهرة/العنقود)، إلا أنها أيضًا أبدت انخفاضًا في هذا المؤشر عند التراكيز العالية جدًا من الملوحة (Grunberg *et al.*, 1995). لاحظ Gumi وآخرون (2013) انخفاض عدد الأزهار الكلي على النبات عند تراكيز 75 و100mM من NaCl، إلا أن هذا المؤشر ازداد عند تركيز منخفض من NaCl (50 mM). سجل Katerji وآخرون (1998) انخفاضاً في متوسط عدد الثمار الناتجة عن نبات واحد (33.3 ثمرّة/ نبات) عند الناقلية الكهربائية العالية (6.4 $dS.m^{-1}$) مقارنةً مع 48 ثمرّة /نبات في الشاهد (0.8 $dS.m^{-1}$)، وترافق ذلك مع انخفاض في وزن الثمرة وكفاءة استخدام المياه. كذلك بيّن Liu وآخرون (2014) أن عدد الثمار التسويقية في عدة أصناف من البندورة تحت مستوى الإجهاد الملحي 150 mM من NaCl قد انخفض معنويًا بالمقارنة مع الشاهد (0 mM).

سُجّل انخفاض معنوي لإنتاجية ثمار البندورة عند EC تعادل 4.6–8 $mS.cm^{-1}$ بسبب انخفاض حجم الثمار (Cuartero and Soria, 1997 & Van Ieperen, 1996)، وعند مستوى 12 $mS.cm^{-1}$ بسبب انخفاض كل من حجم الثمار وعددها (Hao *et al.*, 2000). أظهرت نباتات البندورة النامية عند ملوحة مرتفعة

($17\ mS.cm^{-1}$ بالمقارنة مع $2\ mS.cm^{-1}$) انخفاض معدل نمو الثمرة في النهار، على حين كان معدل النمو في الليل متشابهًا للثمار النامية في كلٍّ من توصيل كهربائي مرتفع ومنخفض (Ehret and Ho, 1986). يتأثر تدفق الماء في النبات بمستويات الملوحة العالية بسبب انخفاض الجهد المائي في النبات، الأمر الذي يؤثر بشكل مباشر في معدل تمدد الثمار (Johnson et al., 1992). عند تعريض نباتات البندورة من صنف Daniela لمستويات ملوحة مختلفة (0 −20− 40 − 60 mM)، لوحظ انخفاض واضح في حجم الثمار التسويقية وعددها (Del Amor *et al.*, 2001). اختبر Magan وآخرون (2008) تحمل صنفي"Daniela و"Boludo لمستويات مختلفة من الناقلية الكهربائية (EC) تراوحت بين $2.5 - 8.5\ dS.m^{-1}$، ووجدوا أن الإنتاجية التسويقية والكلية انخفضت طرديًا مع زيادة قيم الناقلية الكهربائية فوق قيمة العتبة الحدية للناقلية التي كانت $3.2\ dS.m^{-1}$ للإنتاجية الكلية و$3.3\ dS.m^{-1}$ للإنتاجية التسويقية، وهذا الانخفاض في إنتاجية الثمار جاء بسبب الانخفاض في وزنها، إذ انخفض بمعدل 6.1% لكل $1\ dS.m^{-1}$ فوق العتبة الحدية للناقلية، أما الانخفاض في عدد الثمار فقد أسهم بقدر أقل في انخفاض الإنتاجية. كذلك انخفض العائد التسويقي لصنف البندورة "Optima" تدريجيًا مع زيادة EC في المحلول المغذي من 6 إلى $10\ dS.m^{-1}$ (أي ما يعادل 40 و80 ميلي مول من NaCl)، بنسبة 35 و58٪، على الترتيب بالمقارنة مع الشاهد (Rodriguez−Ortega *et al.*, 2019)، وقد فُسّر انخفاض المحصول التسويقي تحت تأثير الملوحة، بانخفاض متوسط وزن الثمار إلى 142 و123 غ، على الترتيب عند مستويي الإجهاد المذكورين بالمقارنة مع الشاهد (188 غ). وعند تقويم استجابة عدة سلالات من البندورة المكسيكية (Campeche، Oaxaca، Puebla وVeracruz) لأربعة مستويات من الملوحة (0, 30, 60 and 90 mM)، أعطت السلالة Veracruz أقل إنتاجية تسويقية سواء في معاملة الشاهد (1.6 طن/هكتار) أو عند أعلى مستوى ملوحة (0.59 طن /هكتار) مقارنة مع الطرز الوراثية المدروسة. على حين كان أداء السلالة Campeche هو الأسوأ من حيث استجابتها للملوحة وذلك مع أكبر انخفاض في الإنتاجية إذ سجل انخفاضاً بمقدار 80.1،71.1 و89.6%، على الترتيب عند مستويات الملوحة بالمقارنة مع الشاهد (Ladewig *et al.*, 2021). لا يعود

انخفاض الإنتاجية التسويقية في البندورة، تحت تأثير الملوحة، فقط إلى تغيرات مكونات الإنتاجية (حجم الثمار وعددها وعدد العناقيد على النبات)، بل نتيجة زيادة الأمراض الفيزيولوجية مثل عفن الطرف الزهري (Adams and Ho, 1995) والتشقق (Peña-Cortés *et al*., 1991).

2-1-5: تأثير الملوحة في النبات من الناحية البيولوجية:

أجريت محاولات عديدة لزيادة تحمل النباتات للإجهاد الملحي بطرائق تقليدية، إلا أن النجاح التجاري لهذه الطرائق كان محدوداً بسبب التعقيد المورثي والفيزيولوجي لميزة تحمل الملوحة (Witcombe *et al.,* 2008).

يتضمن تحمل النبات للإجهاد الملحي عمل العديد من المورثات التي تتحكم بالعمليات الفيزيولوجية والبيوكيميائية. في الوقت الحالي، ركزت الأبحاث في الهندسة الوراثية على المورثات المرشحة ليكون لها دور في مجال تحمل الإجهادات اللاحيوية في نباتات نموذجية تحت ظروف متحكم بها، بهدف نقلها إلى النباتات الحساسة للإجهاد. تضمنت هذه المورثات تلك التي تساهم في تراكم المركبات العضوية (بالتالي في التكيف الأسموزي)، إضافة إلى المورثات المسؤولة عن مضخات الفجوات (Rao *et al*., 2015) والمورثات المسؤولة عن التحكم في مضخة الصوديوم (Gaxiola *et al*., 2001 & Zhang and Blumwald, 2001)، والمورثات المسؤولة عن أنزيمات إزالة السموم (Tanaka *et al*., 1999) وبروتينات Kinase (Huang *et al*., 2011)، والاكوابورينات (aquaporins) (Reuscher *et al*., 2013). ومن هنا كان رسم خرائط الروابط مفيداً في تحديد المورثات الكمية QTLs الرئيسية التي تمنح صفة تحمل الإجهاد الملحي في النبات (Qi *et al*., 2014) واستغلالها في برامج التربية (Linh *et al*., 2012). رغم أن صفة تحمل الإجهاد الملحي معقدة وراثياً وتتضمن آليات متنوعة وتحكمها مورثات متعددة وفي كثير من الأحيان تتأثر بالظروف البيئية بقوة، إلا أن هذه الطريقة أثبتت قدرتها على تحسين تحمل النباتات للملوحة (Borsani *et al*., 2003).

تعد المورثة NHX1 واحدة من عائلة مضخات NHX داخل الخلايا التي تحفز تبادل Na^+ ، H^+/K^+ وتدخل في عمليات التطور والنمو المتنوعة (Bassil *et al*., 2012). عمل Kumar وآخرون (2017) على إدخال مورثة

NHX1 من نبات *Arabidopsis* إلى نبات Mungbean وذلك من خلال تقنية التحوير الوراثي بهدف زيادة تحمل هذا النبات للإجهاد الملحي عن طريق زيادة التعبير المورثي لهذه المورثة وبالتالي تحسين التحمل للإجهاد الأيوني والأسموزي والتأكسدي تحت ظروف الإجهاد الملحي (mM200). وأكّد Solis وآخرون (2022) دور هذه المورثة في الأنواع البرية لنبات الأرز *Oryza* حيث زاد تجميع شوارد الصوديوم وتقليل تدفقه في الطبقة الوسطى للأوراق وبالتالي تحمل هذه الأنواع البرية للإجهاد الملحي رغم أن المزروع منها حساس له.

تم ربط عمل المورثة AtNHX1 بتراكم كبير لـ K^+ في الفجوات ولكنها دون أي زيادة في تراكم Na^+ تحت ظروف الإجهاد الملحي (Leidi *et al*., 2010)، لذلك وصفت هذه المورثة على أنها مضخة Na^+/H^+ فجوية (Apse *et al*., 1999)، إذ تفترض الدراسات أن لهذه المورثة أهمية أكبر في نقل K^+ إلى الفجوات من تحفيز امتصاصه عبر الجذور، ومن ثم إعادة تدويره بين السيتوبلاسم والفجوة، على حين يكون Na^+ انتقل إلى الفجوة واستقر فيها (Barragan *et al*., 2012). إلا أن بعض الدراسات تؤكد أن المورثة NHX تؤدي دورًا في نقل كل من K^+ وNa^+ في الفجوات وفي استقرار أيون K^+ (Bassil *et al*., 2012 & Yamaguchi *et al*., 2013 & Bassil and Blumwald, 2014). إن فرط التعبير المورثي AtNHX1 يحسن من تحمل الإجهاد الملحي في البندورة (Zhang and Blumwald, 2001)، فقد تم تسجيل المستويات الأعلى للتعبير المورثي في النوع *S. pimpinellifolium*، المتحمل للإجهاد، مقارنةً بـ *S. lycopersicum* (Gálvez *et al*., 2012).

تشكل المورثة AVP1 الشيفرة لبيروفوسفات H^+ الفجوي المتوضع في الغلاف الفجوي والغشاء البلاسمي (Sarafian *et al*., 1992). تلعب المورثة AVP1 دوراً في تحمل الملوحة، من خلال زيادة مستوى امتصاص الأيونات باتجاه الفجوات (Gaxiola *et al*., 2001)، وهذا ما أثبتته الدراسات في تحمل الملوحة في البندورة نتيجة فرط التعبير المورثي المشترك للمورثتين AVP1 و AtNHX1 (Bhaskaran and Savithramma, 2011).

تعد مورثة TIPs إحدى أعضاء عائلة Aquaporine التي تستهدف الغشاء الفجوي، وقد تم تحديدها في البندورة، حيث ارتبط وجود مورثة SITIP2;2 بتحمل النباتات للإجهاد الملحي، وذلك من خلال دورها في انخفاض الضغط الأسموزي وارتفاع المحتوى المائي تحت ظروف الإجهاد الملحي (Reuscher *et al.*, 2013).

كذلك تم دراسة الإجهاد الذي يحرض عوامل النسخ لمورثات DREB بشكل واسع في الاستجابة للإجهادات البيئية (Kasuga *et al.*, 1999) في عدة محاصيل خضرية (Celebi–Toprak *et al.*, 2005). إن عوامل النسخ لعائلة مورثات DREB، والتي تشمل DREB1A، من المقترح أنها تؤدي إلى زيادة تحمل الملوحة من خلال تدخلها في طرق انتقال الإشارة لزيادة تعبير مورثات الاستجابة للإجهادات مثل مورثات LEA وتصنيع السكريات (Cong *et al.*, 2008). تم دراسة مساهمة هذه المورثات في الصفات المتعلقة بتحمل الإجهاد الملحي في البندورة (Rao *et al.*, 2015)، حيث سجلت المورثتين DREB1A و NHX1 علاقة معنوية خاصة بالصفات التي تتعلق بالإنتاجية، وذلك في ظروف الإجهاد الملحي وغيابه، بينما سُجلت علاقة معنوية بالصفات الفيزيولوجية فقط تحت ظروف الإجهاد الملحي. أما المورثة VP1.1 لم تسجل أي صلة بالصفات تحت ظروف الشاهد على عكس ظروف الإجهاد الملحي حيث سجلت ارتباط بجميع الصفات المدروسة (محتوى الكلوروفيل، طول النبات، الوزن الجاف للمجموع الخضري، عدد الثمار، غلة النبات، ومتوسط الوزن الرطب للثمار، محتوى Na^+، ونسبة (Na^+/K^+).

إن النواقل SOS1 لها دور أساسي في تحمل الإجهاد الملحي لأنها الشيفرة لمضخة Na^+/H^+ في الغشاء السيتوبلاسمي (Foster and Miklavcic, 2019). إذ بيّن Olias وآخرون (2009) الدور الفعال للمورثة SlSOS1 في تحمل الملوحة، كونها مضخة H^+/Na^+ في الغشاء البلاسمي للبندورة. فقد وضحت نتائج هذه الدراسة أن مضخة SlSOS1 ليست ضرورية فقط من أجل الحفاظ على التوازن الأيوني وإنما من أجل توزيع Na^+ بين أعضاء النبات، إذ تعتمد قدرة نباتات البندورة على الاحتفاظ بشوارد الصوديوم في ساق النبات ومنع وصوله

إلى الأنسجة المهمة لعملية التركيب الضوئي على وظيفة SlSOS1 إلى حد كبير. وهذا ما أكدته الدراسات التي سجلت ارتباط فرط التعبير لمورثة AtSOS1 مع تحسن تحمل الملوحة عن طريق الحد من تجميع Na^+ في خلايا النبات (Shi *et al.* 2003). كما تم تسجيل تعبير SOS1 في خلايا البشرة لقمم الجذور، مما يدل على دورها في طرد Na^+ إلى التربة (Shi *et al.* 2002).

أجريت العديد من الأبحاث حول مورثات أخرى مسؤولة عن تحمل الملوحة في البندورة. فقد درس Gisbert وآخرون (2000) المورثة HAL1 في نبات البندورة (*Lycopersicon esculantum* Mill.) بعد أن أثبتت فعاليتها في تحمل الإجهاد الملحي، وذلك بدورها في الحفاظ على تركيز داخلي عال من K^+ وتقليل المحتوى الداخلي من Na^+. وبالتحليل الكمي باستخدام تقانة RT–PCR للنباتات المعرضة للإجهاد الملحي وجد أن المورثات المسؤولة عن أنزيم ADPase (ADP–glucose pyrophorylose)، وهي *Agp L1* و*Agp S1*، كانت ذات تعبير مورثي عالٍ في الثمار الناضجة، وهذا يشير إلى أنهما تدخلان في تحفيز تصنيع النشاء تحت ظروف الملوحة (Yin *et al.*, 2010). وفي السياق نفسه عزلت مورثة Tas14 في البندورة وشخصّت تحت ظروف الإجهاد الملحي (Godoy *et al.*, 1994)، إلا أن دور هذه المورثة في تحمل الملوحة لايزال غير واضح حتى الآن (Muňoz–Mayor *et al.*, 2012).

2–2: تأثير التطعيم في تحمل النبات للإجهاد الملحي:

يعد تحسين تحمل النباتات للإجهاد الملحي مهمة معقدة؛ وذلك بسبب عدد الصفات الهائل المرتبط به وطبيعتها الكمية وقابلية التوريث التي قد تكون منخفضة أو متوسطة، والحساسية العالية تجاه العوامل البيئية (Rao *et al.*, 2013 & Lim *et al.*, 2016)، لذلك مع أنّ عمليات التربية والتحسين الوراثي واستخدام التقانات الحيوية قد حققت بعض النجاح إلا أنها لم تشهد نجاحًا تجاريًا. من منظور التنمية الزراعية المستدامة، هناك حاجة ملحة لزيادة مقاومة النباتات للإجهاد الملحي، وتقليل استخدام المياه والأسمدة والمبيدات في الإنتاج الزراعي (Martinez *et al.*, 2020). من هنا يعد التطعيم عملية بديلة لكل طرق التربية والتقانات الحيوية في زيادة تحمل

الملوحة، فضلًا عن أنّه سريع في تحسين صفة تحمل الملوحة لدى نباتات الخضار ويمكن استخدامه وسيلةً لتحمل إجهادات حيوية ولاحيوية أخرى (Keatinge *et al*., 2014 & Albacete *et al*., 2015 & Colla *et al*., 2010). فالتطعيم وسيلة صديقة للبيئة ومستدامة وفعالة للسماح باستغلال الصفات الجيدة في الطرز الوراثية المتحملة لتحسين مواصفات الأصناف التجارية (Kumar *et al*., 2017). طبقت هذه التقنية على نباتات الفاكهة الخشبية المعمرّة في آسيا منذ أكثر من 2000 عام (Zheng *et al*., 2016)، وبدأ تطبيقها على نباتات الخضار العشبية في عام 1920 م، على البطيخ تحديداً لزيادة مقاومته لأمراض التربة (Tateishi, 1927)، ثم انتشر استخدام هذه التقنية فيما بعد في الخضار القرعية والباذنجانية (Kubota *et al*., 2008). استُخدمت عملية التطعيم بشكل واسع لتحسين مقاومة الخضار لأمراض التربة (Edelstein *et al*., 2016)، عن طريق تحسين كفاءة استخدام الماء (Rouphael *et al*., 2010)، وتحسين التغذية المعدنية (Yetisir *et al*., 2006)، وزيادة اصطناع الهرمونات الداخلية (Dong *et al*., 2008)، وزيادة مقاومة النبات لبعض الإجهادات البيئية مثل؛ ارتفاع درجات الحرارة وانخفاضها (Rivero *et al*., 2003) ونقص الحديد في التربة (Romera *et al*., 1991) وتحسين تحمل الترب القلوية (Colla *et al*., 2010) وزيادة تحمل النبات لملوحة التربة (He *et al*., 2009)، والحد من أثر سمية كل من البورون والكادميوم والمغنيزيوم (Arao *et al*., 2009)، وبالنتيجة تحسين النمو وزيادة الإنتاج (Martínez-Rodríguez *et al*., 2008).

يعرّف التطعيم أنه دمج أنسجة نباتين أو أكثر لتكوين نبات واحد (Andrews and Marquez, 1993). إذ يُركّب فيه نبات من الأصناف المرغوبة لخصائصه وصفاته (طعم scion) على نبات آخر (أصل rootstock) ذي خصائص وصفات أكثر مقاومة وقدرة على مواجهة ظروف الحياة، للحصول على نبات جديد ذي مجموع جذري قوي قادر على نقل العناصر المغذية من التربة إلى المجموع الخضري بكفاءة عالية، وهذا يؤدي إلى تحسين نمو المجموع الخضري وكذلك جودة الثمار (Etehadnia *et al*., 2008). تؤدي خصائص الجذر من حيث طوله وكثافته (Krasilnikoff *et al*., 2003) وعدد الشعيرات الجذرية وطولها ومساحتها (Dvoralai and

Jens, 1999)، دورًا مهمًا في امتصاص الأيونات والماء. لذلك فإن تحمل الملوحة في النباتات المطعّمة يرتبط بالنظام الجذري، فالنباتات المطعّمة على أصول ذات جذور قوية تحد من نقل شوارد الصوديوم من الجذر إلى الأفرع، علمًا أنه من غير المعروف فيما إذا كانت عملية التطعيم تقلل امتصاص شوارد الصوديوم من النبات أم لا (Goreta *et al.*, 2008 & Zhu *et al.*, 2008).

إن زيادة تحمل الملوحة في البندورة، المعروفة بوصفها من الخضار الاقتصادية والغنية بالمواد الغذائية، سيكون له تأثير كبير في الصناعات الغذائية ولاسيما في المناطق الجافة ونصف الجافة إذ تنتشر الملوحة بشكل كبير في التربة والمياه (Dehyer and Gordon, 2005). وطالما أن أغلب الأصناف التجارية للبندورة متوسطة الحساسية للملوحة (Sholi, 2012 & Al-Harbi *et al.*, 2017)، لذا يجب اختيار الأصول المتحملة للتطعيم عليها (Singh *et al.*, 2020).

وجد Colla وآخرون (2010) أن نمو النباتات المطعّمة تحت ظروف الملوحة غالبًا ما تبدي نمو وغلة أفضل، ومعدل تركيب ضوئي أعلى، ومحتوى مائي للأوراق أكبر، ومعدل كتلة الجذور إلى الأفرع أكبر، وتراكم أكبر لمركبات تعمل على ظاهرة التكيف الأسموزي، ومقدرة أعلى لتراكم مضادات الأكسدة في الأوراق، وتجمع أقل لشوارد الصوديوم و/أو الكلور في الأفرع بالمقارنة مع النباتات غير المطعّمة. كذلك وجد Santa-Cruz وآخرون (2002) أن نباتات البندورة المطعّمة على أصول متحملة للملوحة، قد تحملت مستويات ملوحة معتدلة، نتيجةً للمقدرة العالية لهذه النباتات على استخدام التراكيز العالية من الأيونات بظاهرة تكيف الأسموزية تحت هذه الظروف، وأوضحت هذه الدراسة أن خصائص الأصول المتحملة للملوحة هي التي تؤدي الدور في النمو. لكن على خلاف ذلك، استنتج Chen وآخرون (2003) أن النمط الوراثي للطعم يؤدي دورًا مهمًا في نمو نباتات البندورة المطعّمة في حين أن الأصل له تأثير أقل. لذلك أشارت العديد من الدراسات إلى ضرورة التحري عن العامل الأساسي الذي يحدد تحمل النباتات المطعّمة للملوحة. فقد لوحظ أن التأثيرات الإيجابية للأصل في نوعية ثمار الطعم، وكميتها تعتمد على التركيب الوراثي للطعم والأصل معاً (Mohamed *et al.*, 2012)، فمن الممكن أن تؤثر الأصول

في نمو النباتات والإنتاجية ونوعية الثمار، ومن الممكن أن يظهر اختلافات كبيرة باختلاف الأصناف المطعّمة ومدى التوافق مع الأصل المستخدم (Lee and Oda, 2003 & Iseri *et al.*, 2015). هذه الدراسات تشير إلى أن اختيار الأصول والطعوم جيدًا يزيد من الاستفادة من عملية تطعيم البندورة في ظروف الإجهاد الملحي.

ازداد محتوى Na^+ بزيادة مستوى الملوحة في كل من النباتات المطعّمة وغير المطعّمة، ولكن من الجدير بالذكر أن محتوى أوراق النباتات المطعّمة من Na^+ كان أقل بكثير مقارنة مع النباتات غير المطعّمة (Estañ *et al.*, 2005). بينما كلما زاد مستوى الملوحة انخفاض محتوى الأوراق من K^+، وقد كان محتوى أوراق النباتات المطعّمة من البوتاسيوم أعلى من مثيلاتها غير المطعّمة (Goreta *et al.*, 2008). إن النقص في الإنتاجية مع زيادة الملوحة يرتبط بشكل أو بآخر بنقص K^+ في النبات ومن ثمُّ انخفاض نسبة K^+/Na^+ (Huang *et al.*, 2009). توافقت هذه النتائج مع Semiz و Suarez (2015)، إذ تبين زيادة محتوى K^+ في الأوراق والثمار في النباتات المطعّمة بالمقارنة مع النباتات غير المطعّمة بظروف الإجهاد الملحي NaCl، على حين سجل انخفاض محتوى كل من Na^+ و Cl^- في النباتات المطعّمة. علمًا أن الدراسات أكدت أن أكثر من 50 أنزيمًا يتنشط لتحقيق توازن معين لشوارد البوتاسيوم والصوديوم (Bhandal and Malik, 1988). وجد He وآخرون (2009) أنه مع زيادة تركيز كلوريد الصوديوم، زادت مستويات الصوديوم في الأوراق والجذور زيادة كبيرة. واستنتجوا أن النباتات غير المطعّمة والمطعّمة أعطت مستويات الصوديوم نفسها في الأوراق والجذور تحت مستوى الملوحة المتشابه، في حين انخفض تركيز K^+ في كل من الأوراق والجذور انخفاضًا ملحوظًا عند مستويات أعلى من كلوريد الصوديوم. وجد Santa-Cruz وآخرون (2002) أن تطعيم الصنفين UC-82B (صُنّف بوصفه محتويًا للأيونات) و Moneymaker (صُنّف بوصفه مستبعدًا للأيونات)على الأصل Kyndia، زاد من تحمل الملوحة عند تركيز 100 mM من NaCl، إذ أظهرت النباتات المطعّمة محتوىً منخفضًا من كل من Na^+ و Cl^-.

أدت عملية التطعيم إلى زيادة في نمو النباتات، فمثلًا النباتات المطعّمة كانت أكثر حيوية وقطر الساق فيها أكبر بالمقارنة مع النباتات غير المطعّمة (Ioannou, 2001). وزاد محتوى العناصر المعدنية في الأجزاء

الهوائية بعد التطعيم على أصول قوية (Salehi–Mohammadi *et al.*, 2009)، فقد زاد التطعيم من معدل امتصاص العناصر المغذية، ومن ثمَّ أدّى إلى زيادة معدل التركيب الضوئي (Zhen *et al.*, 2010). بينت نتائج Cuartero وآخرين (2006) عند تطعيم الصنف التجاري Jaguar على مجموعه الجذري نفسه (J/J) وعلى الأصل Radja (J/R) وعلى الأصل Volgoradsjik (J/V)، ثم زراعة التراكيب النباتية تحت ظروف 0 –50 mM من NaCl، عدم وجود فروقٍ معنوية في انتاج النبات عند غياب ظروف الملوحة، على حين زاد إنتاج النباتات من الثمار بنسبة 60% في كلا التركيبين مقارنة بـ (J/J) تحت ظروف الملوحة. ذكر Di Gioia وآخرون (2013) أن تطعيم صنف البندورة Cuore di Bue، وهو صنف حساس للملوحة، على الأصل Maxifort أدّى لزيادة الإنتاجية بمقدار 50 % في ظروف الشاهد مقارنة مع النباتات غير المطعّمة، إلا أنه في ظروف الإجهاد الملحي عند مستوى 20 mM من NaCl لم يسجل أية فروق معنوية، على حين أعطت النباتات المطعّمة على الأصل Arnold زيادة في الإنتاجية بمقدار 10% في ظروف الشاهد وكانت هذه الزيادة معنوية بمقدار 25% للنباتات المطعّمة عند مستوى 20 mM NaCl مقارنة مع النباتات غير المطعّمة.

أظهر صنف البندورة Big Dena المطعّم على أصل البندورة Maxifort زيادة في الإنتاجية بنسبة 50% في معاملة الشاهد بالمقارنة مع النباتات غير المطعّمة، وتناقصت الإنتاجية في النباتات المطعّمة وغير المطعّمة مع زيادة الملوحة، بسبب نقص وزن الثمرة أساسًا (Semiz and Suarez, 2015). وتشير بيانات هذه الدراسة أيضًا إلى أن انخفاض إنتاجية البندورة تحت ظروف الملوحة يرتبط ارتباطًا وثيقًا بزيادة تركيز الصوديوم في الأوراق، على حين خفضت النباتات المطعّمة محتوى الأوراق من Na^+ بالمقارنة مع النباتات غير المطعّمة في كل مستويات الإجهاد الملحي (Semiz and Suarez, 2015). أظهر الصنف Charlotte المطعّم على الأصل Cyndia معدل نمو للساق أعلى من النباتات غير المطعّمة، ومع ذلك لم يُلحظ أي اختلاف في هذا المؤشر بين النباتات المطعّمة وغير المطعّمة في غياب الإجهاد الملحي، على حين أعطى هذا الصنف (Charlotte) أعلى إنتاجية عند تطعيمه على الأصل Prospero تحت ظروف الإجهاد الملحي (Balliu *et al.*, 2007). كذلك بينت

الدراسة السابقة أن تطعيم الصنف Bona على الأصل Energy، قد أعطى أعلى إنتاج مقارنة مع النباتات غير المطعّمة ولكنها أعطت أقل معدل نمو للساق. أوضح Voutsela وآخرون (2012) أن الإنتاجية كانت أعلى في النباتات المطعّمة مقارنة مع النباتات غير المطعّمة عند مستوى ملوحة $6\ mS.cm^{-1}$، وسُجّلت إنتاجية للنباتات المطعّمة على نفسها في ظروف الإجهاد الملحي أعلى بكثير من النباتات غير المطعّمة بغض النظر عن ظروف النمو.

بالرغم من انخفاض إنتاجية المحصول فإن تعزيز صفة نوعية الثمار هي استجابة عامة للإجهادات الملحية المعتدلة، نتيجة لتجمع أكبر كمية من المواد الاستقلابية في ظروف الإجهاد (Rodriguez-Rosales *et al.*, 2009). هذا وقد بينت الدراسات أنه، في ظروف الإجهاد الملحي، قد يكون التفاعل بين التطعيم والملوحة إيجابيًا بالنسبة إلى صفة نوعية ثمار البندورة أو سلبيًا أو حتى غير ملحوظ. فعلى سبيل المثال، بيّن Davis وآخرون (2008) أن التطعيم يؤثر في درجة حموضة عصير الثمرة، وفي الطعم والنكهة، ومحتوى السكريات واللون والكاروتينات والبنية التشريحية. ووجد Matsuzoe وآخرون (1993) عند تطعيم البندورة على ثلاثة أصول من أنواع مختلفة (*Solanum toxicarium, Solanum torvum, Solanum sisymbriifolium*)، أن نوعية الثمار الناتجة عن نباتات المطعّمة لا تختلف عن تلك الناتجة عن نباتات غير مطعّمة، وأن انخفاض السكريات والأحماض العضوية في الثمار يختلف تبعًا للأصل، وموسم القطاف، وكمية السماد المضافة. كذلك لاحظ Di Gioia وآخرون (2013) بأنه لا فروق ذات أهمية في المحتوى الكلي للمواد الصلبة الذائبة بين البندورة المطعّمة على الأصلين 'Cuore di Bue' و 'Ox heart' وتلك المطعّمة على الأصلين 'Beaufort F1' و 'Maxifort F1' تحت ظروف الزارعة في البيوت المحمية. على نحو مشابه سجّل Khah وآخرون (2006) عدم وجود فروق معنوية في كمية المواد الصلبة الذائبة بين نباتات صنف البندورة'Big Red' غير المطعّمة وتلك المطعّمة على الأصول 'Beaufort F1' و 'Maxifort F1' تحت ظروف الزراعة الحقلية والبيوت البلاستيكية. خلافًا للدراسات السابقة، وجد Pogonyi وآخرون (2005) أن مؤشرات نوعية ثمار البندورة في الصنف'Lemance' ولاسيما

تراكيز المواد الصلبة الذائبة، السكريات والأحماض العضوية سجلت فروقًا معنوية في النباتات المطعّمة على الأصل Beaufort مقارنةً مع النباتات غير المطعّمة. أوضح Fernaindez-Garcia وآخرون (2002) أن التطعيم، تحت ظروف الإجهاد الملحي (0، 30 و60 mM من NaCl)، ممكن أن يؤمن وسيلة لتحسين مكونات النكهة (المحتوى الكلي للمواد الصلبة الذائبة ومحتوى حمض الاسكوربيك وتراكيز الغلوكوز والسكروز)، وذلك تبعًا لاستجابة الصنف المستخدم للتطعيم. ففي الوقت الذي لم تسجل فيه اختلافات معنوية في مكونات النكهة بين نباتات الصنف Goldmar المطعّمة على الأصل AR-9704 وتلك غير المطعّمة عند تراكيز NaCl المختلفة، أظهرت نباتات الصنف Fanny المطعّمة على الأصل السابق زيادة معنوية في مؤشرات النكهة عند المستويات الملحية المطبقة جميعها. على العكس من ذلك، فقد سجّل Di Gioia وآخرون (2013) انخفاضًا في محتوى ثمار البندورة من فيتامين C بما يقارب 14- 20% عند تطعيم النباتات على الأصلين Beaufort و Maxifort بالمقارنة مع النباتات غير المطعّمة. وفي الوقت الذي سُجل فيه تأثير إيجابي لتطعيم الصنف Cuore di Bue على الأصل Arnold من حيث النمو والإنتاجية عند مستويات الملوحة المدروسة (0 و20 و40 mM من NaCl)، لم يكن هناك تأثير واضح للتطعيم في نوعية الثمار من حيث المواد الصلبة الذائبة الكلية، نسبة المادة الجافة للثمرّة، الأحماض الكلية والأحماض القابلة للمعايرة (Di Gioia *et al.*, 2013). بشكل مشابه، أدّى تطعيم الصنف Durinta على الأصل He-man إلى زيادة في الإنتاجية ولاسيما في ظروف الملوحة الشديدة ($8.8\ dS.m^{-1}$)، إلا أن محتوى الثمار من الأحماض القابلة للمعايرة كان منخفضاً (Martorana *et al.*, 2007). سجل Turhan وآخرون (2011) انخفاضًا في نوعية ثمار البندورة في النباتات المطعّمة أكثر من غير المطعّمة تحت الإجهاد الملحي. على العكس من ذلك، وجد Balliu وآخرون (2007) تأثيرًا ايجابيًا لكل من التطعيم والإجهاد الملحي، حيث أن نوعية الثمار (نسبة المادة الجافة، وفيتامين C والمواد الصلبة الذائبة الكلية) زادت في النباتات المطعّمة مع زيادة تركيز الملح من 0 إلى 5 Mm. في الوقت الذي لاحظ فيه Flores وآخرون (2010) أن تطعيم الصنف Moneymaker على الأصل Radja قد أعطى نتائج واعدة، بسبب الزيادة المحققة في الإنتاجية والنوعية تحت

ظروف الإجهاد الملحي (25 و50 mM من NaCl)، بينوا أن تطعيم الصنف السابق نفسه على الأصل UC82B لم يزد من الإنتاجية، بل أكثر من ذلك فإن المحصول قد انخفض في النباتات المطعّمة تحت مستوى الإجهاد الملحي (50 mM)، ولكن مؤشرات نوعية الثمار (المواد الصلبة الذائبة الكلية والحموضة الكلية) كانت قد زادت. هذا ولم تسجل فروق معنوية من حيث محتوى المواد الصلبة الذائبة إلا عند مستوى ملوحة عالٍ ($15.8\ dS.m^{-1}$)، بين نباتات الصنف Big Dena المطعّمة وغير المطعّمة إذ بلغ المؤشر المدروس 8 و3.8%، على الترتيب (Semiz and Suarez, 2015). كذلك بيّنت الدراسات أن محتوى الثمار من الليكوبين كانت أكبر في نباتات البندورة المطعّمة مقارنة مع تلك غير المطعّمة (Gerster, 1997). وهذا ما أكده Fernaindez-Garcia وآخرون (2002)، أن تركيز الليكوبين تضاعف في النباتات المطعّمة والنامية تحت تأثير الإجهاد الملحي.

2-3: آليات تحمل الملوحة في النباتات المطعّمة:

توظف النباتات المطعّمة العديد من الآليات للتغلب على الآثار الضارة للملوحة مثل استبعاد الملح أو الاحتفاظ به، التكيف الأسموزي، تفعيل النظام الدفاعي لمضادات الأكسدة، التوازن بين منظمات النمو النباتية والتعبير المورثي، ولأن الجذور هي العضو الأول الذي يواجه أي إجهاد متعلق بالتربة مثل الملوحة فإن خصائصها سوف تحدد أداء النبات كاملًا (Singh *et al.*, 2020).

أظهرت الدراسات أن الأصل يحمي النمو الخضري للطعم من ضرر الملوحة عن طريق التقليل من الإجهاد الأيوني، وفي بعض الحالات عن طريق زيادة انتقال K^+ وCa^{2+} وMg^{2+} إلى الأوراق والقمم النامية، إذ إن دور هذه العناصر ضئيل في تقليل الضغط الأسموزي (Zhu *et al.*, 2008). وتعزى الآثار الإيجابية لتطعيم البندورة في تحمل الملوحة بنسبةٍ كبيرةٍ إلى تقييد دخول أيونات Na^+ وCl^- إلى النموات الخضرية عن طريق حجز هذه العناصر، أو تقييد امتصاصها من الجذور (Al-Harbi *et al.*, 2017)، إلى جانب أن النباتات المطعّمة لديها قدرة أكبر على تجميع المزيد من العناصر المغذية (مثل البوتاسيوم والكالسيوم) في الأوراق بالمقارنة مع النباتات غير المطعّمة، تحت ظروف الإجهاد الملحي (Al-Harbi *et al.*, 2017). فضلًا عن التوازن الأسموزي

واستبعاد الأيونات، أو تقييد انتقالها من الجذور إلى النموات الخضرية فإن الاستراتيجية الثالثة التي تستخدمها النباتات هي تجميع الأيونات وتوزيعها لاحقًا على الأعضاء النباتية أو حتى تقسيمها وتوزيعها على الأعضاء الخلوية مثل الفجوات، وهذا يخفف من التأثيرات السمية للملوحة في الأنزيمات (Di Gioia *et al*., 2013). على سبيل المثال أدّى تطعيم البندورة على الأصل Arnold إلى توجّه جزء من أيونات Na^+ الموجودة في النموات الخضرية إلى الأوراق القديمة، وهذا أدّى إلى تقليل مستواه في الأوراق الفتية النشطة، وهذا ما سمح للنباتات المطعّمة بالحفاظ على النسب المفضلة من Na^+/K^+، Na^+/Ca^{2+}، Na^+/Mg^{2+} في الأوراق الفتية النشطة (Wang *et al*., 2017). هذا وقد لوحظ وجود تنافس بين شوارد الصوديوم والبوتاسيوم من حيث المقدرة على الارتباط بمواقع خاصة (Bhandal and Malik, 1988). ومع التأكيد على ارتباط صفة زيادة تحمل الملوحة في النباتات مع المحتوى العالي من أيونات البوتاسيوم في الأوراق (Albacete *et al*., 2015)، إلا أن هذه العلاقة في النباتات المطعّمة لم تدرس دراسة كافية ومعمقة (Colla *et al*., 2010).

تختلف الاستجابة للإجهاد الملحي تبعاً لأنواع *Solanum* (Cuartero and Fernández-Munoz, 1999) إلى جانب تركيز الملح ومدة التعرض للإجهاد (Estañ *et al*., 2005 & Munns, 2002). على خلاف أصناف البندورة المزروعة التي تعمل عمومًا على إقصاء أيونات الملح (Foolad, 2004 & Alfocea *et al*., 2010)، فإن أغلب الأنواع البرية، مثل النوع *S. peruvianum* (Tal, 1971) والنوع *S. cheesmaniae* (Rush and Epstein, 1981)، تراكم Na^+ وCl^- في الأوراق القديمة. علمًا أن هناك بعض الأنماط البيئية لنبات البندورة (مثل Edkawy و Pera) أظهرت قدرة واضحة على تحمل الملوحة باحتواء الأيونات احتواءً مشابهًا للأنواع البرية المحبة للملوحة (Cuartero *et al*., 1992). هذا يعني أن الحساسية للملوحة أو تحملها يعتمد على النمط الوراثي (محتوي أو مستبعد) للحفاظ على مستوى مبدئي للأيونات عبر آليات كالإقصاء الجذري وإعادة الدوران في اللحاء بحيث لا يسبب اضطرابًا في التوازن الفيزيولوجي (Sacher *et al*., 1982).

عند دراسة استجابة صنف البندورة Faridah المطعّم على الأصل Unifort تحت ظروف الإجهاد الملحي، لوحظت زيادة في الإنتاجية ومحتوى أيونات البوتاسيوم والكالسيوم في النباتات المطعّمة مقارنة مع مثيلاتها غير المطعّمة، إلى جانب انخفاض تراكم أيونات الصوديوم والكلور في النباتات المطعّمة تحت ظروف الإجهاد الملحي (Al-Harbi *et al.*, 2017).

الفصل الثالث:

مواد البحث، وطرائقه

Materials and Methods

3- مواد البحث، وطرائقه Materials and Methods

3-1 موقع تنفيذ البحث وتاريخه: نُفّذ البحث في بستان الباشا- جبلة- اللاذقية، في صالة بلاستيكية تابعة لشركة سليمان الزراعية الخاصة (صورة 1)، لعامين متتاليين بدءًا من منتصف شهر أيلول 2019 م حتى نهاية شهر نيسان 2020م في الموسم الأول، ومن منتصف شهر أيلول 2020 م وحتى نهاية شهر نيسان 2021 م في الموسم الثاني. تم تنفيذ التجارب المخبرية في مخابر كلية الهندسة الزراعية – جامعة دمشق، ومخابر الهيئة العامة للتقانة الحيوية – كلية الهندسة الزراعية – جامعة دمشق ومخابر جامعة تشرين.

3-2 المادة النباتية: استُخدم هجينان وأصلان لنبات البندورة وهما:

- **الطعوم:**

- الهجين (Jollanar F1)، من إنتاج شركة HM.Clause، وهو هجين غير محدود النمو، ملائم للزراعة المحمية، وللزراعة المتأخرة الصيفية، أو الزراعات الخريفية، وهو ذو إنتاجية عالية، متحمل لمرض الفيوزاريوم والفرتيسيليوم والنيماتودا.
- الهجين نينار (Neenar F1)، من إنتاج شركة Seminis، وهو غير محدود النمو، مناسب للزراعات المبكرة، متحمل للأمراض الفطرية ولفيروس موزاييك البندورة.
- ثمار كلا الهجينين كروية الشكل وتقدر انتاجيتهما بحوالي 28 كغ/م^2 ومتوسط وزن ثمرة 155 غ (استناداً للبيانات الموثقة على مغلف البذور الصادر عن شركة HM.Clause وشركة Seminis).

- **الأصول:**

- الأصل الأول Defenser من إنتاج شركة HM.Clause ويستخدم في الزّراعات المكشوفة والمحميّة، ويتميز بتحمله لبكتريا الذبول والنيماتودا والفيوزاريوم وفيروس موزاييك البندورة.

- الأصـل الثاني XR400 من إنتاج شـركة HM.Clause ويسـتخدم في الزّراعات المكشـوفة والمحميّة، متحمل لمرض الفيوزاريوم والفرتيسـيليوم والنيماتودا (حسـب البيانات الموثقة على مغلف البذور الصـادر عن شركة HM.Clause).

3-3 العمليات الزراعية:

تحضير الشتول: زرعت بذور الأصل بتاريخ 2019/8/3 م في الموسم الأول وتاريخ 2020/8/5 م في الموسم الثاني، وزرعت بذور الطعم بعدها بثلاثة أيام، في صالة إنتاج الشتول، في صواني فلينية تحوي 220 فتحة أبعادها (3×3×7سم). استخدمت مادة التورب المعقم وسطًا للزراعة. رُطّب التورب جيدًا بعد تعبئته في الصواني واستكملت عملية الترطيب بماء مذاب فيه سماد ذواب متوازن بمعدل 1غ/ل (20:20:20%، N:P:K). زرعت البذور بمعدل بذرة واحدة في الحفرة على عمق 0.5 سم. غطيت الصواني بعد الزراعة بشريحة من البولي إيتلين للحفاظ على درجة الحرارة والرطوبة المناسبتين لإنبات البذور الذي بدأ بعد ما يقارب 5 أيام من الزراعة، عندئذٍ أزيلت الأغطية عن الصواني وقُدمّت عمليات الخدمة اللازمة للشتول.

تطعيم الشتول: قبل إجراء التطعيم بأسبوع، رويت الشتول بأوقاتٍ متباعدة، ورويت قبل التطعيم بيوم. عند وصول الشتول إلى الحجم المناسب (2-3 أوراق حقيقية) بقطر 1.5-2 مم (صورة 2)، تم اختيار الشتول السليمة وذات الأقطار المتماثلة، وطُبّقت عملية التطعيم الأنبوبي (Tube grafting) (صورة 3) تم ذلك بقطع ساق الأصل الذي يبقى في التورب بواسطة موس التطعيم بشكل مائل (زاوية 35 درجة)، ثم ثبت أنبوب أو مشبك التطعيم على ساق الأصل، بعدها قطع الجزء العلوي من الطعم أي بدون الجذور أيضًا بزاوية 35 درجة مع الإبقاء على 3 أوراق فقط، ثم أدخل الطعم في أنبوب التطعيم بشكل يضمن تلاقي السطوح المقطوعة بشكل جيد.

العناية بالشتول المطعّمة: بعد التطعيم مباشرة، نقلت الصواني إلى غرفة النمو حيث تتوفر الظروف المناسبة لالتحام أنسجة الأصل والطعم (حرارة 24م°، رطوبة نسبية 90%) لمدة 5 أيام (صورة 4). بعد الالتحام، رُفعت درجة الحرارة وخُفضت الرطوبة النسبية تدريجيًا لمدة 4 أيام بهدف أقلمة الشتول المطعّمة مع ظروف الوسط

الخارجي، ثم نُقلت الشتول المطعّمة إلى صالة إنتاج الشتول، وقُدّمت لها عمليات الخدمة المختلفة من ري ووقاية من الآفات والأمراض. بلغت نسبة نجاح التطعيم 100%.

زراعة الشتول المطعّمة: أضيف كومبوست متخمر بمعدل 1طن/ دونم (شركة TARGET الزراعية) وقُلّب مع التربة. ثم سُوّيت التربة وعُقّمت بسائل ميتام الصوديوم 50% بمعدل 126ل/دونم. زُرعت الشتول في الأرض الدائمة بتاريخ 2019/9/28 في الموسم الأول وبتاريخ 2020/9/30 في الموسم الثاني، في مصاطب ثنائية السطور عرضها 140سم، والمسافة بين السطرين على المصطبة 70 سم. بلغت المسافة بين النبات والآخر 40 سم، كانت المصاطب مفصولة عن بعضها بممرات الخدمة البيتونية بعرض 70سم. بلغت الكثافة الزراعية 3.5 نبات/م^2. رُويت الشتول مباشرة بعد التشتيل. قُدّمت للشتول كافة الخدمات الزراعية من ري، تسميد ثانوي مع مياه الري وفق المعدلات التقليدية، مكافحة، عزيق، تقليم، تربيط وتضفير. رُبيّت النباتات وفق نظام التربية على ساق واحدة.

صفات البيت المحمي: تمت الزراعة في صالة بلاستيكية مُدفّأة لتأمين درجة حرارة 18–30 م° (ليلاً ونهاراً، على الترتيب). كانت الصالة معقمة ومجهزة بجهاز ضبابي لدرء خطر الصقيع الربيعي في حال حدوثه، وتمت التهوية عن طريق الأبواب وفتحات التهوية الجانبية، إضافة للمراوح.

3-4 معاملات التجربة:

طُبّقت أربعة مستويات من الملوحة (0، 50 و100 و150 mM من ملح NaCl النّقي، نسبة النقاوة 98%)، على كل من النّباتات المطعّمة وغير المطعّمة وذلك قبل ظهور العنقود الزهري الأول (أي بتاريخ 2019/11/22 في الموسم الأول و2020/11/30 في الموسم الثاني). استُعملت مياه نبع عذبة (Ec_w=645 ميكروموز.سم$^{-1}$) لري الشّاهد ولتحضير التّراكيز المختلفة.

3-5 المؤشرات المدروسة: اعتمد نتائج متوسط موسمين متتالين لكافة المؤشرات المدروسة.

3-5-1 المؤشرات الشكلية:

- **متوسط المسطح الورقي** (mm^2): قيس على 5 نباتات/مكرر. إذ أُخذت 5 أوراق كاملة النمو من كل نبات وحُسبت مساحتها باستعمال جهاز قياس المساحة الورقية (Area Meter, AM300)، ثم حُسب متوسط المسطح الورقي للنبات بعد عد أوراقه عند نهاية التجربة (Nicoleta and Nedelea, 2012).

- **الفعل القاعدي وعدد الأوراق بين عنقودين:** عُدّت الأوراق السفلية التي تسبق العنقود الأول (الفعل القاعدي)، وعُدّت الأوراق بين عنقودين لكل نبات وحسب المتوسط عند نهاية التجربة. كانت القراءة على كل النباتات في المكرر.

- **عدد الأوراق على النبات الواحد:** عُدّت الأوراق على النبات في نهاية التجربة وحُسب المتوسط. كانت القراءة على كل النباتات في المكرر.

- **متوسط طول النبات (سم) وقطر الساق الرئيسية (مم):** قيس طول الساق الرئيسية وقطرها في نهاية التجربة، باستعمال متر القياس (صورة 5) وجهاز البياكوليس الرقمي، إذ حُسب متوسط قطر الساق لعدة أماكن من الساق. تمت القراءة على كل النباتات في المكرر.

3-5-2 المؤشرات الفيزيولوجية والبيوكيميائية:

- **الضغط الأسموزي للنّبات (MPa):** قيس الضّغط الأسموزي للنبات بواسطة جهاز أوزمومتر (OM 815, Vogel GmbH and Co. KG, Germany)، على 5 نباتات/مكرر إذ اختيرت 5 أوراق من كل نبات في نهاية التجربة (Felix *et al.*, 2000).

- **الوزن الرطب لأوراق النبات (غ):** في نهاية التجربة وُزنت الأوراق الطازجة للنبات الواحد وحُسب المتوسط. أُجري القياس على 5 أوراق ناضجة من 5 نباتات/مكرر.

– **محتوى الأوراق من الكلوروفيل (A وB):** قُدّر محتوى الأوراق من الكلوروفيل باستخدام جهاز المطياف الضّوئي وفقًا لطريقة Lichtenthaler و Buschmann (2001). قيس على 5 أوراق كاملة النمو من 5 نباتات/مكرر. أُخذ 0.25 غ من الورقة وأُضيف لها الأسيتون المطلق حتى زوال اللون. بعد تثفيل المستخلص على درجة 4 م° لمدّة 15 د و3000 دورة/د، قيست الامتصاصية على أطوال الموجات (662– 645 – 503 – 470 نانومتر) باستخدام المطياف الضوئي (صورة 10) وحُسبت الأصبغة وفق المعادلات:

$$\text{Chl a} = 11.24\ A_{662} - 2.04\ A_{645}$$

$$\text{Chl b} = 20.13\ A_{645} - 4.19\ A_{662}$$

–**نسبة المادة الجافة في الأوراق (%):** أُجري القياس على 5 أوراق من 5 نباتات/مكرر، إذ جففت الأوراق في مجففة على درجة حرارة 110 درجة مئوية لمدة 72 ساعة (حتى ثبات الوزن)، وقُدّرت نسبة المادة الجافة باستخدام معادلة Gonzalez و Gonzalez–Vilar (2001):

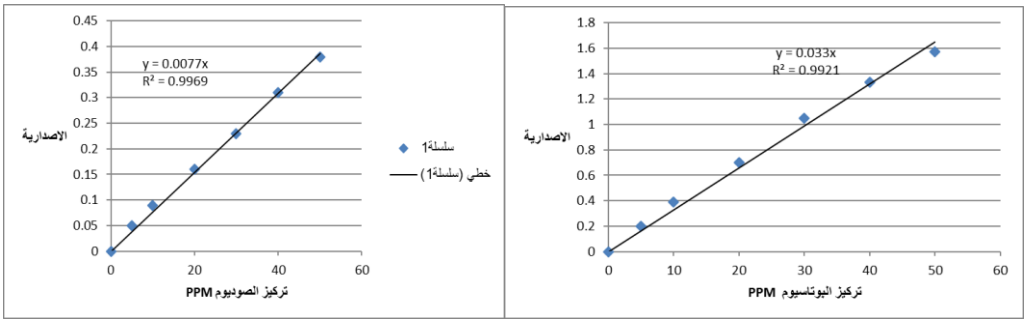
$$\text{نسبة المادة الجافة} = \frac{\text{الوزن الجاف}}{\text{الوزن الرطب}} \times 100$$

– **محتوى النبات من Na^+ وK^+ وCl^- (ppm):** تمت القراءة على 5 أوراق ناضجة من 5 نباتات/المكرر. أُخذ 1غ من المسحوق الجاف للأوراق ورُمّد بالمرمّدة (550م°) مدّة أربع ساعات لحين زوال اللّون الأسود للرّماد. ثمّ أضيف 5 مل من حمض كلور الماء (25%) للعيّنة المرمّدة، وأُكمل الحجم بالماء المقطر إلى 50 مل. وُضعت العيّنات في حمّام مائي على درجة حرارة 90م° مدّة نصف ساعة، ثمّ رُشّح المستخلص باستخدام ورق ترشيح، لتقدير الصّوديوم والبوتاسيوم (صورة 8)، باستخدام جهاز المطياف باللّهب (صورة 9)، إذ يؤدي اللّهب إلى تهيّج ذرّات الصّوديوم والبوتاسيوم لتصدر أشعة ضوئية يتناسب لونها وشدّتها طرداً مع تركيز شوارد الصّوديوم والبوتاسيوم في العينة، وحدّدت شدّة الأشعة بوساطة حساس مناسب وفق طريقة Tendon (2005). رُسم الخط البياني للمنحني المعياري لعنصري الصّوديوم والبوتاسيوم (شكل 1) وحُسب المحتوى باستخدام المعادلة الآتية:

$$\text{العنصر (\%)} = \frac{\text{التركيز من المنحنى*حجم المحلول الكلي}}{\text{وزن العينة*}\mathbf{1000*1000}} \times \text{الكتلة الذرية للعنصر} \times 100$$

بينما قُدّر عنصر الكلور وفق طريقة Gaines وآخرين (1984)، وقد تمت عمليةُ الاستخلاص باستخدام نترات الكالسيوم (0.01 مول) وكاشف كرومات البوتاسيوم (5%) والمعايرة باستخدام محلول نترات الفضة (1% نظامي) لحين ظهور اللون البني المحمر. وحُسب محتوى الكلور باستخدام المعادلة الآتية:

$$Cl(\%) = \frac{(35.5 * 100 * \text{حجم المستخلص} * \text{نظامية نترات الفضة} * \text{حجم نترات الفضة المستهلكة})}{1000 * \text{وزن العينة} * \text{حجم المستخلص المستخدم للمعايرة}}$$



الشكل 1: المنحنى القياسي للصوديوم والبوتاسيوم

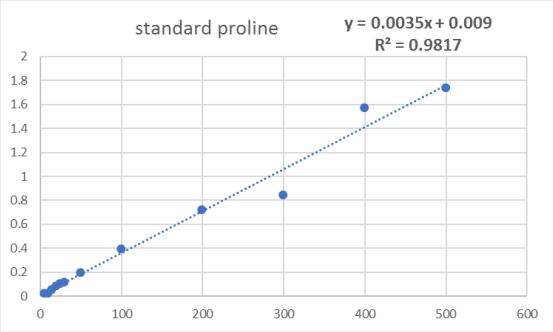
- محتوى البرولين في الأوراق (مغ/ غ رطب):

تمت القراءة على 5 أوراق ناضجة من 5 نباتات/المكرر، وفق طريقة Bates وآخرين (1973). أُخذ حوالي 0.5 غ من العينات المطحونة وتم مجانستها مع 2 مل من المحلول المائي لحمض سلفو سالسيليك (3%) وفُصل المستخلص بواسطة جهاز الطرد المركزي 1000 دورة /دقيقة ولمدة 10 دقائق.

جُمع محلول الاستخلاص وأُكمل حجمه إلى 5 مل بحمض السلفوسالسيليك (3%)، ثمّ أُخذ 2 مل من المستخلص وأضيف لها 2 مل من النهدرين لتنشيط التفاعل و2 مل من حمض الخل الثلجي.

وُضعت الأنابيب في حمام مائي على درجة الغليان لمدة ساعة ثم تم تبريدها بشكل مفاجئ لإيقاف التفاعل وذلك بوضعها في وعاء يحوي الثلج. ثم أُضيف 4 مل من التولوين لكل أنبوب والرج لمدة 10 ثوانٍ، عمل التولوين على

فصل المزيج إلى طورين. أُخذ الطور العلوي وقيست امتصاصيته عند طول موجة 520 نانومتر باستخدام جهاز المطياف الضوئي. حُدّد تركيز البرولين باستخدام منحنى قياسي للبرولين النقي (شكل 2).



الشكل 2: منحنى البرولين القياسي

3-5-3 المؤشرات الإنتاجية:

- **عدد العناقيد:** عُدّت العناقيد على النبات الواحد وحُسب المتوسط في نهاية التجربة. وتمت القراءة على كل النباتات في المكرر.

- **عدد الثمار في العنقود:** عُدّت الثمار في العنقود الواحد وحُسب المتوسط في نهاية التجربة. وتمت القراءة على كل النباتات في المكرر.

- **وزن الثمرة الرطب (غ) وقطرها (مم):** وزنت الثمار بواسطة ميزان حساس (Sartorius, 0.1±0.001 g, India). واستُعمل البياكوليس لقياس قطر الثمار (صورة 6). تمت القراءة على 5 ثمار ناضجة من 5 نباتات/ المكرر.

- **الإنتاجية (كغ/م^2):** حُسبت إنتاجية المكرر كاملًا، وقُدّرت للمتر المربع الواحد.



الصورة 1: مكان تنفيذ التجربة



الصورة 2: تنفيذ التطعيم الأنبوبي



الصورة 3: شتلة مطعمة



الصورة 4: الشتول المطعمة في غرفة النمو



الصورة 5: متر لقياس طول النبات



الصورة 6: بياكوليس لقياس قطر الثمرة



الصورة 7: بنترومتر لقياس الصلابة



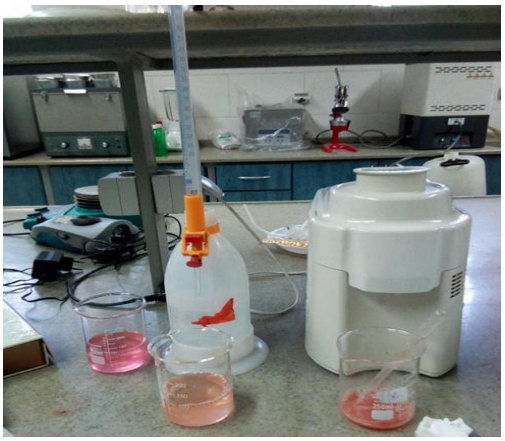
الصورة 8: تحضير العينات لقياس محتوى العناصر



الصورة 9: مطياف اللهب لقياس محتوى K^+ و Na^+



الصورة 10: المطياف الضوئي



الصورة 11: تقدير الحموضة الكلية

3-5-4 مؤشرات جودة الثمار:

- **محتوى الثمار من المادة الجافة (%):** جُفّفت 5 ثمار ناضجة من 5 نباتات/ المكرر في مجففة على درجة حرارة 110 درجة مئوية لمدة 72 ساعة (حتى ثبات الوزن)، وقُدّرت نسبة المادة الجافة باستخدام معادلة Gonzalez و Gonzalez-Vilar (2001):

$$\text{نسبة المادة الجافة} = \frac{\text{الوزن الجاف}}{\text{الوزن الرطب}} \times 100$$

- **الحموضة الكليّة في الثمار** (Titratable acidity، **%**): حُدّدت الحموضة على 5 ثمار ناضجة من 5 نباتات/ المكرر بطريقة Saad وآخرين (2014). أخذ 5 مل من راشح عصير الثّمار، وأُكمل الحجم حتى 100

مل بالماء المقطّر، ثمّ تمّت المعايرة بماءات الصوديوم NaOH (N 0.1) حتى الوصول لدرجة pH=8.1 (صورة 11)، ثم حسبت الحموضة على أساس الحمض السائد في البندورة (حمض الليمون Citric Acid):

$$\text{النسبة المئوية للحموضة\%} = \frac{\text{حجم } NaOH \text{ المستهلك} \times \text{عيارية } NaOH \times 64 \times 100}{\text{حجم العصير (مل)} \times 1000}$$

- **محتوى الثمار من المواد الصّلبة الذّائبة** (Total soluble solids، **%**):

قيست المواد الصّلبة الذّائبة على 5 ثمار ناضجة من 5 نباتات/ المكرر، باستخدام الريفركتومتر الرقمي (Refractometer Digital, RL. Atago, model pocket PAL-1, 0-53, Germany) وفق طريقة Majidi وآخرين (2011).

- **صلابة الثّمار (كغ.سم$^{-2}$)**: قُدّرت الصلابة باستخدام جهاز البينترومتر (Effegi penetrometer, Alfonsine, Italy) ذو مسبار بقطر 8 مم (صورة 7)، وقد أُخذ قياسان من الجهة الطرفيّة والجانبيّة لكل ثمرّة (Rodriguez-Ortega *et al.*, 2019)، إذ أُجري القياس على 5 ثمار ناضجة من 5 نباتات/ المكرر.

- **محتوى الثّمار من الكلوروفيل الكلي والكاروتينات واللّيكوبين:**

قُدّر محتوى الثّمار من الكاروتينات واللّيكوبين باستخدام جهاز المطياف الضّوئي وفقاً لطريقة Lichtenthaler وBuschmann (2001)، على 5 ثمار ناضجة من 5 نباتات/ المكرر. أُخذ 0.25 غ من الثّمار وأُضيف لها الأسيتون المطلق حتى زوال اللون. بعد تثفيل المستخلص على درجة 4 م° مدّة 15 د و3000 دورة/د، قيست الامتصاصية على أطوال الموجات (662- 645 - 503 - 470 نانومتر) وحسب محتوى الأصبغة وفق المعادلات:

Chlorophyll a = 11.24* A662 – 2.04* A645

Chlorophyll b = 20.13* A_{645}- 4.19* A_{662}

Total chlorophyll = 20.2* A_{645} + 8.02* A_{663}

Carotenes = $(1000* A_{470} - 1.90* \text{Chl a} - 63.14* \text{Chl b})/ 214$

Lycopene = $(1000* A_{503} - 1.90* \text{Chl a} - 63.14* \text{Chl b})/ 214$

3-6 تصميم التجربة والتحليل الإحصائي:

صُمّمت التّجربة وفق القطاعات العشوائيّة الكاملة، بحيث احتوت على 4 مستويات من الملوحة، وعلى هجينين غير مطعّمين وهجينين مطعّمين على أصلين (6 حالات للنبات). احتوت كل معاملة على 3 مكرّرات. زُرع في كل مكرّر 16 نباتًا، بالتالي يكون عدد النّباتات الكلّي 1152 نباتًا. حُلّلت البيانات باستخدام برنامج R-Project, version 4.0.3 (https://www.r-project.org) واعتُمد اختبار Fisher لحساب قيمة أقل فرق معنوي (LSD) بين المتغيّرات المدروسة عند مستوى ثقة 95%.

استخدمت طريقة تحليل المكونات الرئيسة PCA (Principal component analysis)، من أجل تحديد المؤشرات الأكثر إسهامًا في إظهار التباينات بين النباتات المدروسة؛ ذلك لأن ربط مؤشر أو عدة مؤشرات معينة بصفة التحمل ربما يكون غير كافٍ (Prakash and Vijay, 2017).

ولمعرفة تحمل الهجن غير المطعّمة والهجن المطعّمة للإجهاد الملحي، وبناء على نتائج تحليل PCA، أُجري التحليل العنقودي (تصنيف بيانات المتغيرات إلى عدة مجموعات جزئية بحيث تكون متجانسة داخل المجموعة الواحدة (العنقود الواحد) ومتباينة بالنسبة إلى العناقيد الأخرى)، عن طريق اعتماد المسافة الإقليدية المربعة (مجموع الفروق المربعة في القيمة لكل متغير). اتُّبعت في التحليل العنقودي معادلة Vreugdenhil وآخرين (2007) التي بُنيت على أساس مجموع القيم النسبية للمعايير المدروسة بين الشاهد ومعاملات الإجهاد:

$$RV_{plant\ status} = \sum \left(\frac{S_{p1 \to p28} * 100}{C_{p1 \to p28}} \right)$$

حيث: $RV_{plant\ status}$ مجموع القيم النسبية الخاصة بحالة النبات (هجين غير مطعّم، هجين مطعّم)، $S_{p1 \to p28}$ قيمة المؤشر المدروس (28 مؤشر) في النبات المجهد، $C_{p1 \to p28}$ قيمة المؤشر في النبات الشاهد.

3-7 الكشف عن بعض المورثات المرتبطة بتحمل الإجهاد الملحي:

تم التأكد من وجود بعض المورثات المرتبطة بصفة تحمل الإجهاد الملحي (SlSOS1, SlNHX1, SlDREB1A, SlVP1, SlTIP) في كلٍّ من الأصول والطعوم. وذلك وفق الخطوات الآتية:

- **استخلاص الحمض النووي الريبي منقوص الأكسجين DNA:**

عُزل DNA من أوراق بعمر 15 يومًا خالية من الإصابات الظاهرية، بطريقة CTAB المعدلة (Murray and Thompson,1980). إذ وُزن 0.2غ من الأوراق لكلّ عينة، وطُحنت في هاون بوجود الآزوت السائل حتى أصبحت على شكل مسحوق. ثم نُقل المسحوق النباتي إلى أنابيب معقمة سعة 2 ml، وأضيف لكل عينة 750 µl من محلول الاستخلاص CTAB والمسخن مسبقًا على درجة حرارة 60م° والمحتوي على المكونات الآتية: (2% (w/v) CTAB, 100 mM Tris-HCl (pH 8), 1.4 M NaCl, 20 mM EDTA (pH8), 0.2 % 2-mercaptoethanol (v/v)).

وُضعت الأنابيب في حمام مائي على درجة حرارة 60 م° مع التحريك المستمر بالتقليب كل 15 دقيقة لمدة 60 دقيقة (صورة 12). ثم أضيف 750 µl من chloroform/ isoamyl alchohol (1: 24) لكل عينة وحُركت جيدًا بالتقليب (ما يقارب 5 دقائق) حتى تشكلت رغوة. وضعت الأنابيب في جهاز الطرد المركزي على سرعة 12000 دورة/د لمدة 10 دقائق على درجة حرارة 4م° (صورة 13)، فُصل المزيج في هذه المرحلة إلى ثلاث طبقات: الطبقة العليا (الطور المائي) ويحوي الـDNA، الطبقة الوسطى وتحوي البروتينات والطبقة السفلى وتحوي الكلوروفورم. نُقل بعدها الطور الطافي (المحتوي على DNA) إلى أنابيب جديدة سعة 2 مل، وأُعيدت تنقيته مرّة أخرى بكمية مماثلة لحجم الطور المائي من مادة chloroform/ isoamyl alchohol (1: 24). أُضيف ما يعادل ثلثي حجم الطور المائي المنقول من isopropanol المبرد على حرارة – 20 م° مع التحريك بلطف، وتركت العينات بعدها على درجة حرارة –20 م° طوال الليل من أجل ترسيب DNA. في اليوم التالي أُعيد التثفيل بسرعة 10000 دورة / د لمدة 5 دقائق على درجة حرارة 4 م° بعد أن ذابت العينات في حرارة الغرفة،

ثم تم التخلص من الرشاحة وغسل الراسب (DNA) بإضافة 1 مل من محلول إيتانول 70% المبرد مسبقًا بالتقليب عدة مرات. ثُفّلت الأنابيب بعد ذلك على سرعة 10000 دورة/ د لمدة 5 دقائق على درجة حرارة 4 م°، واستُبعد الطافي (الإيثانول) وجُفّف راسب DNA في درجة حرارة الغرفة لمدة 30 دقيقة. أُذيب DNA في 100 µl من الماء المقطر المعقم، وخُزّنت العينات على درجة حرارة −20 م° إلى حين الاستخدام.



الصورة 12: الحمام المائي



الصورة 13: مثقلة



الصورة 14: جهاز PCR

- **تقدير كمية DNA ونوعيته:**

استُخدم جهاز المطياف الضوئي لتقدير كمية DNA في العينات الذي يعتمد في عمله على قياس كمية DNA الموجودة عن طريق امتصاصه للأشعة فوق البنفسجية بموجات طولها 260 و280 نانومتر، إذ تسمح قراءة الامتصاص على طول الموجة 260 نانومتر بحساب تركيز DNA في العينة، بحيث أن كل واحد من الكثافة الضوئية optical density (OD) تقابل ما يقارب 50 ميكرو غرام/ مل لسلاسل DNA المضاعفة. تساعد النسبة بين قراءة الموجة 260 نانومتر/ إلى قراءة 280 نانومتر في تقدير نقاوة DNA، ويجب أن تتراوح هذه النسبة بين 1.8 −2.0.

حُسبت كمية DNA من المعادلة الآتية (Maniatis *et al.*, 1982):

$$\text{DNA Concentration}(\mu g\ /ml) = F * 50 * \text{OD}260$$

إذ أن OD_{260} تمثل الكثافة الضوئية لامتصاص DNA (µg) عند الموجة 260 نانومتر، وF عامل التمديد.

حُمّلت كمية من DNA (6 ميكرولتر)، في هلامة من الأغاروز تركيزها 1% باستخدام جهاز الرحلان الكهربائي (صورة 15) لتحديد نوعية DNA المستخلصة مع التأكد من عدم تقطعها، إذ ظهر DNA على شكل عصابات bands عالية الوزن الجزيئي في هلامة الأغاروز. ثم مُدّدت عينات DNA للحصول على تركيز 50 نانوغرام /ميكرولتر لتستخدم في التفاعل التسلسلي البوليميرازي.

- **التفاعل التسلسلي البوليميرازي Polymerase Chain Reaction (PCR)**

ضُخّم الـ DNA باستخدام البادئات الخاصة بالمورثات المرتبطة بتحمل الإجهاد الملحي (Alpha DNA) (الجدول 1).

الجدول 1: **بادئات المورثات المدروسة.**

المورثة	التسلسل النكليوتيدي	درجة الالتحام (م°)
SlTIP	F: 5`GCTCAATTACTTGGCTCCA 3` R: `3GTCTTCTGAGGTTGGAA 5`	50
SlDRIB-1A	F: 5` CTCTACAAGC$(T)^5$GTTAAGAGAC 3` W: `3CCACATCTTAAGATTACCGCAGAAT5`	64
SlNHX1	F: 5`TCCTGGAAAATCTGTTGGGG 3` W: `3TGAATCCCCTTTAGCTCCGC 5`	56
SlVP1	F: 5`GACTCATTATTGGGTTTGTC 3` W: `3ACTGATACAATTACTCTAGG 5`	50
SlSOS1	5` GCTTGCATCACTTCTGGGAAATG 3` `3GTCTGGACAGCATCGTGAAGATG 5`	64

أُجري التفاعل التسلسلي البوليميرازي في حجم نهائي قدره 25 ميكروليتر، إذ استخدم 50 نانوغرام من الحمض النووي و12.5 ميكروليتر من PCR Master Mix (generi biotech Cat. No.: 3004) (الحاوي على المكونات الآتية: Taq-Polymeras، dNTPs، $MgCl_2$) و20 بيكومول من البادئة.

استُخدم جهاز المدور الحراري PCR (صورة 14) وفق البرنامج الحراري الآتي:

- المرحلة الأولى (مرحلة الفصل الأولي): وتتم لمرّة واحدة على درجة حرارة 95 مْ لمدة 5 دقائق.
- المرحلة الثانية: وتُكرر 40 مرّة وتضم الخطوات الآتية:

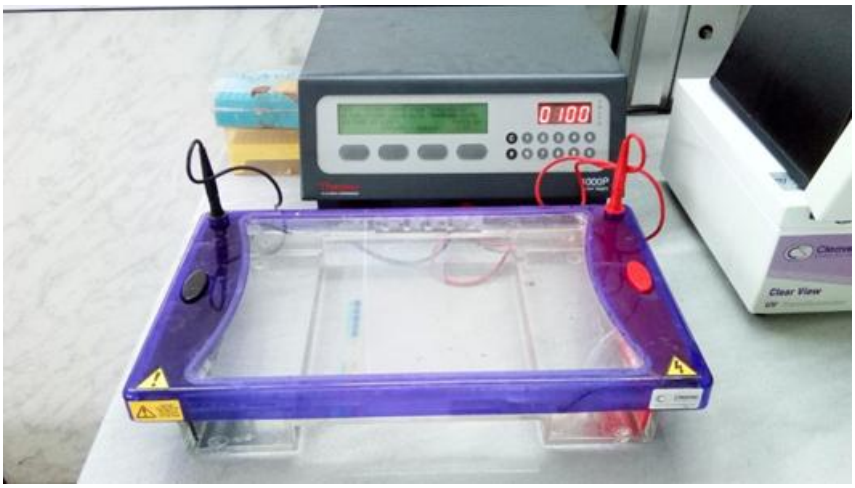
- مرحلة الفصل Denaturation وهي مرحلة انفصال شريطي DNA عن بعضهما بعد تعريضه لدرجة حرارة 95 درجة مئوية لمدة 1 دقيقة، تؤدي إلى وقف التفاعلات الأنزيمية وفصل سلسلتي DNA عن بعضهما لتصبحا سلسلتين مفردتين.
- مرحلة الالتحام Annealing وهي مرحلة التحام البادئة على القطعة الأصلية من DNA عن طريق تخفيض درجة الحرارة إلى الحرارة المناسبة وفق البادئة المستخدمة لمدة 1 دقيقة، إذ تلتصق البادئة على DNA في المكان المناسب، ويقوم أنزيم البوليميراز في إكمال السلسلة المتممة ومضاعفة سلسلة DNA.
- مرحلة الاستطالة Extension وهي مرحلة تركيب السلسلة الجديدة المكمّلة للقطعة الأصلية من DNA، باستخدام نيكليوتيدات مفردة ثلاثية الفوسفات ATP، CTP، GTP، TTP وبمساعدة أنزيم البوليميراز، برفع درجة الحرارة إلى 72 مْ لمدة 1 دقيقة.

- المرحلة الثالثة (مرحلة الاستطالة النهائية): وتتم لمرّة واحدة على درجة حرارة 72 مْ لمدة 5 دقائق.

بعد انتهاء التفاعل حُفظت العينات في المجمدة على درجة حرارة −20 م° لتفصل الحزم بعدها بالرحلان الكهربائي على هلامة آغاروز.

- **فصل نواتج الـ PCR:**

فُصلت نواتج تفاعلات الـ PCR بترحيلها على هلامة من الميتافورأغاروز بتركيز 2% في محلول TBE(1X) المضاف إليه صبغة Red Safe بتركيز 0.2µg/ml وبوجود المؤشر الجزيئي (O'RngeRuler 100bp DNA Ladder)، باستخدام جهاز الرحلان الكهربائي لمدة ساعة ونصف بشدة تيار قدرها 100 فولت. للتحقق من وجود المورثات أو عدم وجودها، أُخذت صورة الهلامة بوجود الأشعة فوق البنفسجية بجهاز تصوير هلامة الأغاروز Image analyzer.



الصورة 15: جهاز الرحلان الكهربائي

الفصل الرابع:

النتـــــــائج

Results

4-النتائج:

4-1 المؤشرات الشكلية

4-1-1. تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في المسطح الورقي (سم^2)، تبعًا لطبيعة الهجين:

يظهر الجدول 2 انخفاضًا تدريجيًا ومعنويًّا للمسطح الورقي في الهجين نينار مع زيادة شدة الإجهاد، فقد سُجّل أدنى قيمة للمؤشر المدروس (47.23 سم^2) في معاملة الإجهاد 150 mM محققة بذلك انخفاضًا بمقدار 3، 3.9 و4.8 مرّة عن المعاملات 100، 50 mM والشاهد، على الترتيب. وأدّى التطعيم على الأصل XR400 إلى زيادة معنوية للمسطح الورقي (172.58 سم^2) مقارنة مع الهجين غير المطعّم (121.95 سم^2)، على حين لم يؤثر التطعيم على الأصل Defenser معنويًّا في هذا المؤشر (156.07 سم^2). هذا ولم تسجل أي فروق معنوية بين النباتات المطعّمة (جدول 2). بالنسبة إلى التفاعل (إجهاد*تطعيم)، لوحظ تأثير معنوي للتطعيم على الأصلين عند مستوى الإجهاد 100 mM فقط (156.56 و174.39 سم^2 لكل من N/D وN/XR، على الترتيب) مقارنة مع النباتات غير المطعّمة (93.07 سم^2) عند مستوى الإجهاد نفسه. بينما عند مستوى الإجهاد 50 mM، لوحظ تأثير معنوي فقط للتطعيم على الأصل XR400 (221.66 سم^2) مقارنة مع النباتات غير المطعّمة (160.04 سم^2) عند مستوى الإجهاد نفسه. هذا ولم يُلحظ أي تأثير معنوي للتطعيم على الأصلين عند مستوى الإجهاد 0 و150 mM مقارنة مع النباتات غير المطعّمة عند مستويي الإجهاد نفسهما.

أما في الهجين جلنار، أدّى الإجهاد الملحي عند مستوى 100 و150 mM إلى نقص معنوي في المسطح الورقي (142.86 و39.74 سم^2، على الترتيب) مقارنة مع الشاهد (217.39 سم^2) ومعاملة الإجهاد 50 mM (204.28 سم^2). وأدّى التطعيم على الأصل XR400 إلى زيادة معنوية (171.17 سم^2) مقارنة مع الهجين غير المطعّم (123.97سم^2)، على حين لم يؤثر التطعيم على الأصل Defenser في مؤشر المسطح الورقي (158.06 سم^2). هذا ولم تسجل أي فروق معنوية بين النباتات المطعّمة (جدول 2).

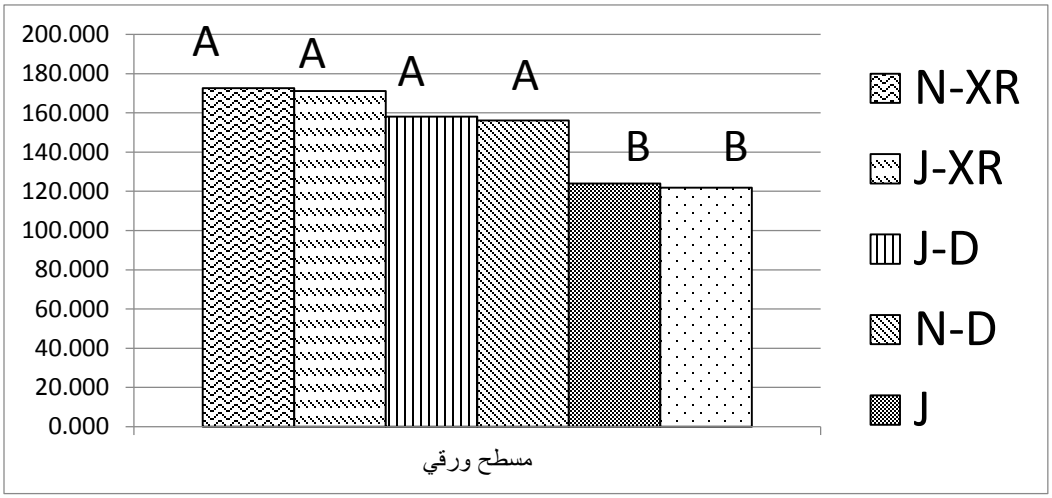
الجدول 2: **تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في المسطح الورقي (سم^2).**

حالة النبات	المسطح الورقي (سم^2)				
	معاملة الإجهاد الملحي (mM)				متوسط
	0	50	100	150	
N	205.98^{ab}	160.04^{c}	93.07^{d}	28.72^{e}	**121.95^{B}**
N/XR	234.83^{a}	221.66^{a}	174.39^{bc}	59.45^{de}	**172.58^{A}**
N/D	243.69^{a}	$170.51b^{c}$	156.56^{c}	53.51^{de}	**156.07^{AB}**
متوسط معاملة الإجهاد	**228.17^{A}**	**184.07^{B}**	**141.34^{C}**	**47.23^{D}**	
$LSD_{\%5}$	لحالة النبات 44.16، لمعاملة الإجهاد 29.51، للتفاعل 44.99				
J	196.03^{ab}	172.92^{bc}	101.15^{d}	25.77^{e}	**123.97^{B}**
J/XR	233.73^{a}	227.94^{a}	$175.04b^{c}$	47.98^{e}	**171.17^{A}**
J/D	222.42^{a}	211.97^{ab}	152.39^{c}	45.47^{e}	**158.06^{AB}**
متوسط معاملة الإجهاد	**217.39^{A}**	**204.28^{A}**	**142.86^{B}**	**39.74^{C}**	
$LSD_{\%5}$	لحالة النبات38.51، لمعاملة الإجهاد 26.12، للتفاعل39.95				

*يشير اختلاف الأحرف الكبيرة في العمود والسطر الواحد، على الترتيب إلى وجود فروق معنوية وفق متوسط حالة النبات ومتوسط معاملة الإجهاد. على حين يشير اختلاف الأحرف الصغيرة في الأعمدة والسطور إلى وجود فروق معنوية بين تفاعل معاملة الإجهاد مع حالة النبات، عند مستوى ثقة 95%. تشير الرموز N، J، XR وD إلى الهجين نينار والهجين جلنار والأصل XR400 والأصل Defenser

بالنسبة إلى التفاعل (إجهاد*تطعيم)، لوحظ تأثير معنوي للتطعيم على الأصلين عند مستوى الإجهاد 100 mM فقط (152.39 و175.04 سم^2 لكل من J/D وJ/XR، على الترتيب) مقارنة مع النباتات غير المطعّمة (101.15 سم^2) عند مستوى الإجهاد نفسه. على حين عند مستوى الإجهاد 50 mM لوحظ تأثير معنوي فقط للتطعيم على الأصل XR400 (227.94 سم^2) مقارنة مع النباتات غير المطعّمة (172.92 سم^2) عند مستوى الإجهاد نفسه. هذا ولم يُلحظ تأثير معنوي للتطعيم على الأصلين عند مستوى الإجهاد 0 و150 mM مقارنة مع النباتات غير المطعّمة عند مستويي الإجهاد نفسهما (جدول 2).

بالنسبة إلى تأثير طبيعة الهجين في المسطح الورقي (شكل 1)، يُلحظ عدم تسجيل فروق معنوية بهذا المؤشر بين الهجينين غير المطعّمين نينيار وجلنار. كذلك لم تسجل فروق معنوية بين الهجينين عند التطعيم على الأصلين Defenser و XR400.



الشكل 1: تأثير طبيعة الهجين وحالة النبات في المسطح الورقي.

*تشير الرموز N، J، XR و D إلى الهجين نينار والهجين جلنار والأصل XR400 والأصل Defenser

2-1-4. تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في الفعل القاعدي، تبعًا لطبيعة الهجين:

أدّى الإجهاد الملحي في الهجين نينار (جدول 3)، إلى انخفاض الفعل القاعدي للنبات معنويًّا بنسبة 22.8، 18.1 و17% في المعاملات 50، 100 و150 mM، على الترتيب مقارنة مع الشاهد (9.50 ورقة أسفل العنقود الأول). ولوحظ في الهجين نينار، أن التطعيم على الأصلين Defenser و XR400 زاد معنويًّا من الفعل القاعدي بنسبة 31.8 و25%، على الترتيب مقارنة مع الهجين نينار غير المطعّم (6.83 ورقة أسفل العنقود الأول). بالنسبة إلى التفاعل، لوحظ أن التطعيم على الأصلين قد حقق فروقًا معنوية في المؤشر المدروس عند مستويي إجهاد 0 و150mM مقارنة مع الهجين نينار غير المطعّم عند مستويات الملوحة نفسها. على حين حقق التطعيم على الأصل Defenser فقط فرقًا معنويًّا عند مستوى الإجهاد 100mM (9.33 ورقة أسفل العنقود

الأول) مقارنة مع الهجين نينار غير المطعّم عند مستوى الملوحة نفسه (6.52 ورقة أسفل العنقود الأول)، وحقق التطعيم فقط على الأصل XR400 فرقًا معنويًّا عند مستوى الإجهاد mM50 (8 ورقة أسفل العنقود الأول) مقارنة مع الهجين نينار غير المطعّم عند مستوى الملوحة نفسه.

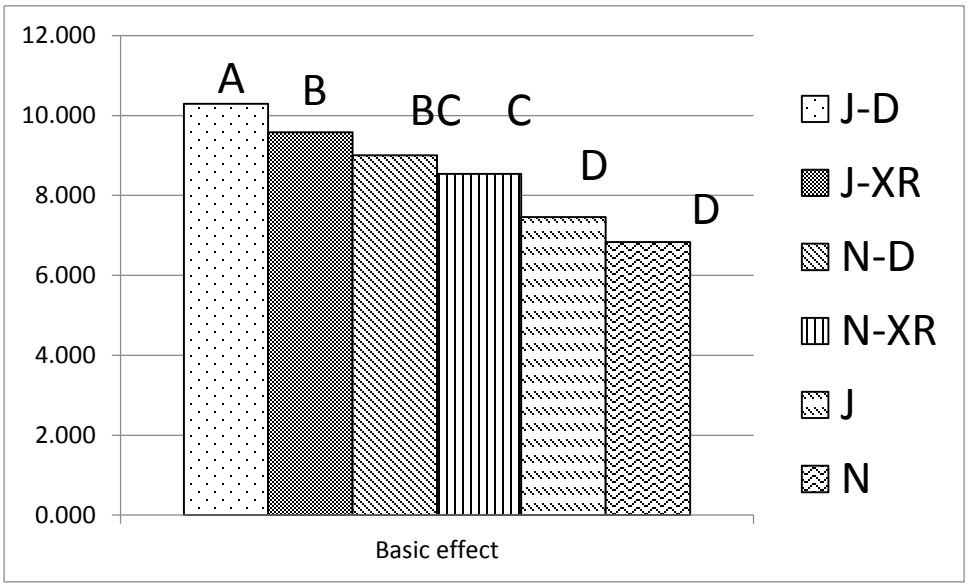
الجدول 3: تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في الفعل القاعدي (ورقة أسفل العنقود الأول).

حالة النبات	الفعل القاعدي				
	معاملة الإجهاد الملحي (mM)				متوسط
	0	50	100	150	
N	7.83^{de}	6.52^{f}	6.52^{f}	6.50^{f}	**6.83^{B}**
N/XR	10.17^{ab}	8.00^{de}	7.50^{ef}	8.50^{cde}	**8.54^{A}**
N/D	10.50^{a}	7.50^{ef}	9.33^{bc}	8.67^{cd}	**9.00^{A}**
متوسط معاملة الإجهاد	**9.50^{A}**	**7.33^{B}**	**7.78^{B}**	**7.89^{B}**	
$LSD_{\%5}$	لحالة النبات 0.73، لمعاملة الإجهاد 0.91، للتفاعل 1.08				
J	7.50^{c}	6.83^{c}	7.51^{c}	8.00^{c}	**7.46^{C}**
J/XR	9.51^{b}	9.50^{b}	9.82^{b}	9.50^{b}	**9.58^{B}**
J/D	11.17^{a}	10.50^{ab}	9.83^{b}	9.67^{b}	**10.29^{A}**
متوسط معاملة الإجهاد	**9.39^{A}**	**8.94^{A}**	**9.06^{A}**	**9.05^{A}**	
$LSD_{\%5}$	لحالة النبات 0.62، لمعاملة الإجهاد 1.09، للتفاعل1.22				

*يشير اختلاف الأحرف الكبيرة في العمود والسطر الواحد، على الترتيب إلى وجود فروق معنوية وفق متوسط حالة النبات ومتوسط معاملة الإجهاد. على حين يشير اختلاف الأحرف الصغيرة في الأعمدة والسطور إلى وجود فروق معنوية بين تفاعل معاملة الإجهاد مع حالة النبات، عند مستوى ثقة 95%. تشير الرموز N، J، XR وD إلى الهجين نينار والهجين جلنار والأصل XR400 والأصل Defenser

في الهجين جلنار (جدول 3)، لم يسجل الإجهاد الملحي أي فرق معنوي في الفعل القاعدي بالمقارنة مع الشاهد. على حين حقق التطعيم على الأصلين Defenser و XR400 تفوّقا معنويًّا في المؤشر المدروس بمقدار 1.4 و1.3 مرّة، على الترتيب بالمقارنة مع الهجين جلنار غير المطعّم (7.46 ورقة أسفل العنقود الأول). بالنسبة إلى التفاعل، سجل التطعيم على الأصلين عند مستويات الملوحة كافة تفوّقا معنويًّا في الفعل القاعدي مقارنةً مع نباتات الهجين جلنار غير المطعّم عند مستويات الملوحة المطابقة.

بالنسبة إلى تأثير طبيعة الهجين في الفعل القاعدي (شكل 2)، يُلحظ عدم تسجيل فروق معنوية بهذا المؤشر بين الهجينين غير المطعّمين نينار وجلنار. بينما تفوّق الهجين جلنار المطعّم على الأصل Defenser و XR400 على الهجين نينار المطعّم على الأصول نفسها.



الشكل 2: تأثير طبيعة الهجين وحالة النبات في الفعل القاعدي.

*تشير الرموز N، J، XR و D إلى الهجين نينار والهجين جلنار والأصل XR400 والأصل Defenser

3-1-4. تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في عدد الأوراق بين العناقيد، تبعًا لطبيعة الهجين:

لم يؤثر الإجهاد الملحي معنويًّا في عدد الأوراق بين العناقيد في الهجين نينار (جدول 4)، إذ تراوح بين 2.67 و3 ورقة. على حين أدّى التطعيم على الأصلين Defenser وXR400 إلى انخفاض معنوي في هذا المؤشر (2.79 و2.38 ورقة، على الترتيب) مقارنة مع الهجين غير المطعّم (3.33 ورقة). علمًا أن النباتات المطعّمة على الأصل Defenser تفوّقت معنويًّا على مثيلاتها المطعّمة على الأصل XR400.

الجدول 4: **تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في عدد الأوراق بين العناقيد (ورقة).**

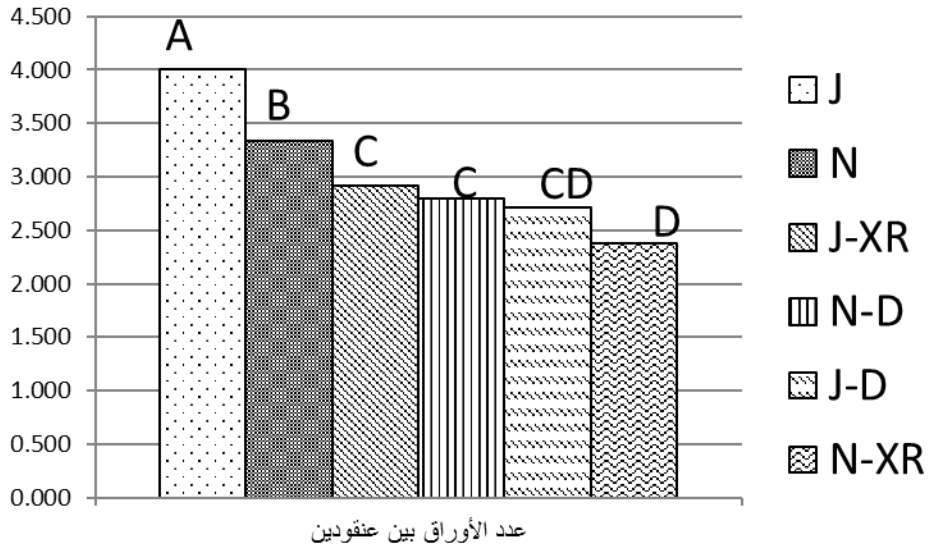
حالة النبات	عدد الأوراق بين عنقودين				
	معاملة الإجهاد الملحي (mM)				متوسط
	0	50	100	150	
N	3.50^{a}	3.50^{a}	3.33^{a}	3.00^{ab}	**3.33^{A}**
N/XR	$2.50b^{c}$	2.50^{bc}	2.50^{bc}	2.00^{c}	**2.38^{C}**
N/D	2.67^{b}	3.00^{ab}	2.50^{bc}	3.00^{ab}	**2.79^{B}**
متوسط معاملة الإجهاد	**2.89^{A}**	**3.00^{A}**	**2.78^{A}**	**2.67^{A}**	
$LSD_{\%5}$	لحالة النبات 0.26، لمعاملة الإجهاد 0.40، للتفاعل 0.50				
J	4.67^{a}	4.33^{a}	4.00^{ab}	3.00^{cd}	**4.00^{A}**
J/XR	3.33^{bc}	3.33^{bc}	2.50^{d}	2.50^{d}	**2.92^{B}**
J/D	2.33^{d}	2.50^{d}	3.00^{cd}	3.00^{cd}	**2.71^{B}**
متوسط معاملة الإجهاد	**3.44^{A}**	**3.39^{A}**	**3.17^{A}**	**2.83^{A}**	
$LSD_{\%5}$	لحالة النبات 0.46، لمعاملة الإجهاد 0.64، للتفاعل 0.80				

*يشير اختلاف الأحرف الكبيرة في العمود والسطر الواحد، على الترتيب إلى وجود فروق معنوية وفق متوسط حالة النبات ومتوسط معاملة الإجهاد. على حين يشير اختلاف الأحرف الصغيرة في الأعمدة والسطور إلى وجود فروق معنوية بين تفاعل معاملة الإجهاد مع حالة النبات، عند مستوى ثقة 95%. تشير الرموز N، J، XR وD إلى الهجين نينار والهجين جلنار والأصل XR400 والأصل Defenser.

بالنسبة إلى التفاعل (إجهاد* تطعيم) في الهجين نينار، لوحظ انخفاض هذا المؤشر معنوياً في حالة التطعيم على الأصلين عند مستويي ملوحة 0 و mM100 بالمقارنة مع النباتات غير المطعّمة عند نفس مستويات الملوحة. بينما سجل التطعيم فقط على XR400 عند مستويي ملوحة 50 و mM150 انخفاضاً معنوياً لعدد الأوراق بين عنقودين بالمقارنة مع النباتات غير المطعّمة عند نفس مستويات الملوحة.

كذلك لم يؤثر الإجهاد الملحي معنويًا في عدد الأوراق بين العناقيد في الهجين جلنار (جدول 4)، على حين أدّى التطعيم على الأصلين Defenser و XR400 إلى انخفاض معنوي في هذا المؤشر (2.71 و2.92 ورقة، على الترتيب) مقارنة مع الهجين غير المطعّم (4 ورقة). بالنسبة إلى التفاعل، لم يؤثر التطعيم على الأصلين Defenser و XR400 عند مستوى ملوحة mM150 في المؤشر المدروس بالمقارنة مع النباتات غير المطعّمة عند مستوى الملوحة نفسه. على حين تفوّقت النباتات غير المطعّمة عند مستويات ملوحة 0، 50 و mM100 على مثيلاتها المطعّمة عند مستويات ملوحة مطابقة.

لدى مقارنة توافقات التطعيم (شكل 3)، تفوّق الهجين جلنار غير المطعّم على نينار غير المطعّم في عدد الأوراق بين العناقيد (4 و3.33 ورقة، على الترتيب). وتفوّق جلنار المطعّم على الأصل XR400 على نينار المطعّم على الأصل نفسه (2.92 و2.38 ورقة، على الترتيب)، على حين لم يسجل فروق معنوية بين الهجينين المطعّمين على الأصل Defenser.



الشكل 3: تأثير طبيعة الهجين وحالة النبات في عدد الأوراق بين عنقودين.

*تشير الرموز N، J، XR وD إلى الهجين نينار والهجين جلنار والأصل XR400 والأصل Defenser

4-1-4. تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في عدد الأوراق على النبات (ورقة/نبات)، تبعًا لطبيعة الهجين:

أدّى الإجهاد الملحي في الهجين نينار (جدول 5)، لانخفاض معنوي بعدد الأوراق على النبات بمقدار 1.17، 1.22 و1.53 مرّة في معاملات الإجهاد 50، 100 و150 mM، على الترتيب بالمقارنة مع الشاهد (46.22 ورقة/نبات). على حين أدّى تطعيم الهجين نينار على الأصلين Defenser وXR400 إلى زيادة معنوية في المؤشر المدروس بمقدار 1.34 و1.3 مرّة بالمقارنة مع الهجين نينار غير المطعّم (31.75 ورقة/نبات). بالنسبة إلى التفاعل، أدّى التطعيم على الأصلين عند مستويي ملوحة 0 و50 mM إلى تفوّق معنوي في المؤشر المدروس بالمقارنة مع الهجين غير المطعّم عند مستويات الإجهاد نفسها. وأدّى تطعيم الهجين نينار على الأصل XR400 عند مستوى ملوحة 100 mM إلى تفوّق معنوي بالمؤشر المدروس بالمقارنة مع الهجين غير المطعّم

عند مستوى الإجهاد نفسه، بينما أدّى إلى انخفاض معنوي بالمؤشر المدروس عند مستوى ملوحة 150 mM بالمقارنة مع الهجين غير المطعّم عند مستوى الإجهاد نفسه.

الجدول 5: **تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في عدد الأوراق على النبات (ورقة/نبات).**

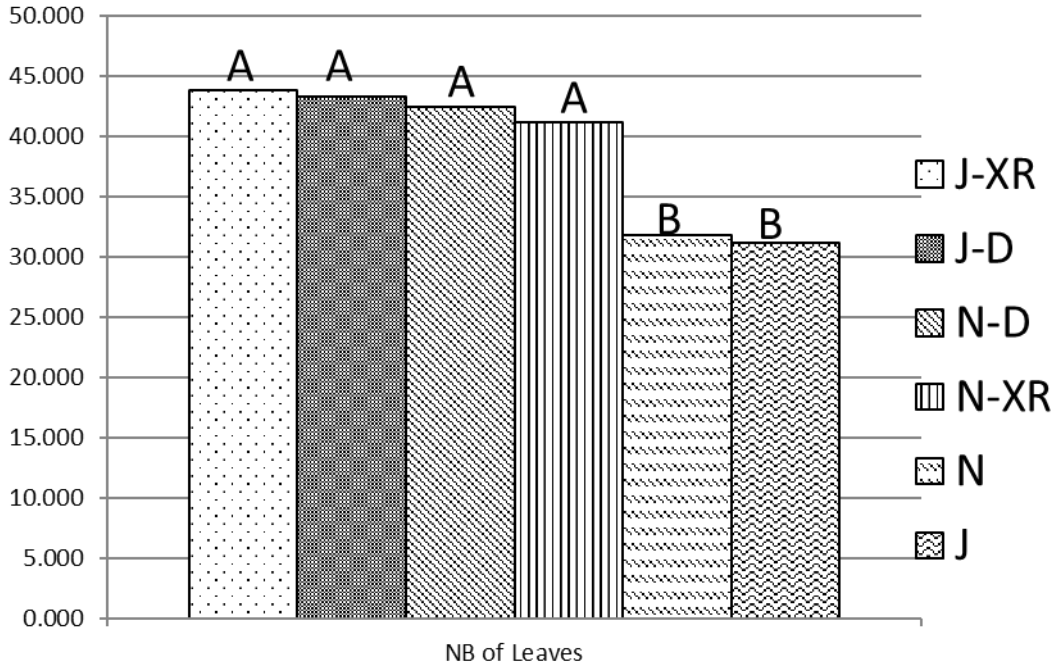
حالة النبات	عدد الأوراق على النبات				
	معاملة الإجهاد الملحي (mM)				متوسط
	0	50	100	150	
N	31.00^{de}	29.50^{ef}	34.83^{cd}	31.66^{de}	**31.75^{B}**
N/XR	52.84^{a}	43.33^{b}	43.16^{b}	25.50^{f}	**41.21^{A}**
N/D	54.83^{a}	45.67^{b}	36.00^{c}	33.33^{cde}	**42.46^{A}**
متوسط معاملة الإجهاد	**46.22^{A}**	**39.50^{B}**	**38.00^{B}**	**30.17^{C}**	
$LSD_{\%5}$	لحالة النبات 2.56، لمعاملة الإجهاد 2.33، للتفاعل4.08				
J	33.50^{f}	32.66^{fg}	30.33^{gh}	28.16^{h}	**31.17^{B}**
J/XR	46.33^{b}	$45.00b^{c}$	43.00^{cd}	41.16^{de}	**43.88^{A}**
J/D	49.66^{a}	43.67^{bcd}	40.67^{de}	39.00^{e}	**43.25^{A}**
متوسط معاملة الإجهاد	**43.17^{A}**	**40.44^{AB}**	**38.00^{BC}**	**36.11^{C}**	
$LSD_{\%5}$	لحالة النبات 2.19، لمعاملة الإجهاد 2.75، للتفاعل 3.00				

*يشير اختلاف الأحرف الكبيرة في العمود والسطر الواحد، على الترتيب إلى وجود فروق معنوية وفق متوسط حالة النبات ومتوسط معاملة الإجهاد. على حين يشير اختلاف الأحرف الصغيرة في الأعمدة والسطور إلى وجود فروق معنوية بين تفاعل معاملة الإجهاد مع حالة النبات، عند مستوى ثقة 95%. تشير الرموز N، J، XR وD إلى الهجين نينار والهجين جلنار والأصل XR400 والأصل Defenser

يبين الجدول 5، أن الإجهاد الملحي عند مستوى 100 و150 mM قد أدّى إلى انخفاض معنوي في عدد أوراق النبات في الهجين جلنار (38 و36.11 ورقة /نبات، على الترتيب) بالمقارنة مع الشاهد (43.17

ورقة/نبات). على حين أدّى تطعيم الهجين جلنار على الأصلين Defenser و XR400 إلى زيادة معنوية في المؤشر المدروس بمقدار 1.38 و 1.41 مرّة، على الترتيب بالمقارنة مع الهجين جلنار غير المطعّم (31.17 ورقة/نبات). فيما يتعلق بالتفاعل، أدّى تطعيم الهجين جلنار إلى زيادة معنوية في عدد الأوراق على النبات عند مستويات الملوحة جميعها، بالمقارنة مع الهجين غير المطعّم عند مستويات الملوحة المطابقة.

لم تظهر فروق معنوية بين الهجين نينار وجلنار غير المطعّمين من حيث عدد الأوراق على النبات (شكل 4). كذلك لم تسجل أية فروق معنوية بين الهجين نينار والهجين جلنار المطعّمين على الأصل Defenser، وبين هذه الهجن المطعّمة على الأصل XR400.



الشكل 4: تأثير طبيعة الهجين وحالة النبات في عدد الأوراق في النبات.

*تشير الرموز N، J، XR و D إلى الهجين نينار والهجين جلنار والأصل XR400 والأصل Defenser

4-1-5. تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في طول النبات (سم)، تبعًا لطبيعة الهجين:

يبين الجدول 6، أنه في الهجين نينار، كلما زادت شدة الإجهاد الملحي انخفض طول النبات، إذ سُجّلت فروق معنوية بين مستويات الإجهاد الملحي كافة (246.94، 228.67 و181سم، على الترتيب) وكذلك لدى مقارنتها مع الشاهد (284.39سم). لكن التطعيم على الأصلين Defenser وXR400 أدّى إلى زيادة معنوية بنسبة 12.97 و15.98 %، على الترتيب بالمقارنة مع الهجين نينار غير المطعّم (214.54 سم). بالنسبة إلى التفاعل، لوحظ أن التطعيم على الأصلين عند مستويات الملوحة كافة، قد زاد من طول النبات معنوياً بالمقارنة مع الهجين غير المطعّم عند مستويات الملوحة نفسها.

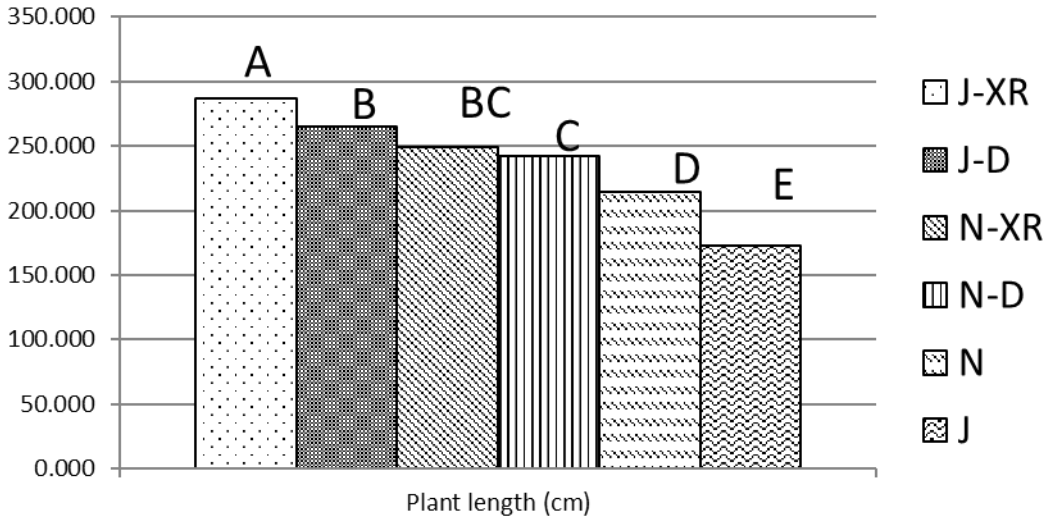
الجدول 6: **تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في طول النبات (سم).**

حالة النبات	طول النبات (سم)				
	معاملة الإجهاد الملحي (mM)				متوسط
	0	50	100	150	
N	264.17^{c}	227.50^{f}	201.00^{g}	165.50^{i}	**214.54^{B}**
N/XR	302.17^{a}	258.33^{cd}	237.50^{ef}	197.33^{g}	**248.83^{A}**
N/D	286.83^{b}	255.00^{cd}	247.50^{de}	180.17^{h}	**242.38^{A}**
متوسط معاملة الإجهاد	**284.39^{A}**	**246.94^{B}**	**228.67^{C}**	**181.00^{D}**	
$LSD_{\%5}$	لحالة النبات 13.06، لمعاملة الإجهاد 13.25، للتفاعل 14.08				
J	195.00^{f}	186.33^{f}	165.83^{g}	144.17^{h}	**172.83^{C}**
J/XR	295.83^{ab}	301.67^{a}	278.17^{bcd}	272.67^{cd}	**287.08^{A}**
J/D	280.00^{bc}	272.50^{cd}	260.83^{de}	245.83^{e}	**264.79^{B}**
متوسط معاملة الإجهاد	**256.94^{A}**	**253.50^{A}**	**234.94^{B}**	**220.89^{B}**	
$LSD_{\%5}$	لحالة النبات 12.62، لمعاملة الإجهاد 15.52، للتفاعل 19.12				

*يشير اختلاف الأحرف الكبيرة في العمود والسطر الواحد، على الترتيب إلى وجود فروق معنوية وفق متوسط حالة النبات ومتوسط معاملة الإجهاد. على حين يشير اختلاف الأحرف الصغيرة في الأعمدة والسطور إلى وجود فروق معنوية بين تفاعل معاملة الإجهاد مع حالة النبات، عند مستوى ثقة 95%. تشير الرموز N، J، XR وD إلى الهجين نينار والهجين جلنار والأصل XR400 والأصل Defenser

في الهجين جلنار، أدّى الإجهاد الملحي عند مستويي 100 و150 mM (جدول 6) إلى انخفاض معنوي في طول النبات (234.94 و220.89سم، على الترتيب) بالمقارنة مع الشاهد (256.94سم) ومستوى ملوحة 50 mM (253.50 سم). وأدّى التطعيم على الأصلين Defenser و XR400 إلى زيادة معنوية في المؤشر المدروس (264.79 و287.08سم، على الترتيب) بالمقارنة مع الهجين جلنار غير المطعّم (172.83سم). فيما يخص التفاعل، سجل التطعيم على الأصلين عند مستويات الملوحة كافة، زيادة معنوية في طول النبات مقارنة مع الهجين جلنار غير المطعّم عند نفس مستويات الملوحة.

فيما يتعلق بتأثير توافقات التطعيم (الشكل 5)، لوحظ أنه على الرغم من تفوّق الهجين نينار غير المطعّم معنويًّا في طول النبات (214.54سم) على الهجين جلنار غير المطعّم (172.83سم)، إلا أن تطعيم الهجين جلنار على الأصل XR400 قد تفوّق معنويًّا في المؤشر المدروس (287.08 سم) بالمقارنة مع الهجين نينار المطعّم على الأصل نفسه (248.83 سم)، وكذلك تفوّق الهجين جلنار المطعّم على الأصل Defenser (264.79 سم) بالمقارنة مع الهجين نينار المطعّم على الأصل نفسه (242.38 سم).



الشكل 5: تأثير طبيعة الهجين وحالة النبات في طول النبات.

*تشير الرموز N، J، XR و D إلى الهجين نينار والهجين جلنار والأصل XR400 والأصل Defenser

4-1-6. تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في قطر النبات (مم)، تبعًا لطبيعة الهجين:

يبين الجدول 7 أن الإجهاد الملحي في الهجين نينار لم يؤثر معنويًّا في قطر النبات إلا عند مستوى 150 mM، إذ زاد هذا المؤشر معنويًّا بنسبة 13.16% بالمقارنة مع الشاهد (11.85مم). على حين لم يؤثر التطعيم على الأصلين معنويًّا في هذا المؤشر بالمقارنة مع الهجين نينار غير المطعّم (12.07مم).

بالنسبة إلى التفاعل، لم تظهر أية فروق معنوية بين النباتات المطعّمة على الأصلين بالمقارنة مع مثيلاتها غير المطعّمة عند مستويات الملوحة المطابقة، ماعدا التطعيم على الأصل XR400 عند مستوى ملوحة 150 mM الذي أظهر تفوّقا معنويًّا بقطر النبات (14.21مم) بالمقارنة مع الهجين نينار غير المطعّم عند مستوى الملوحة نفسه (12.70مم).

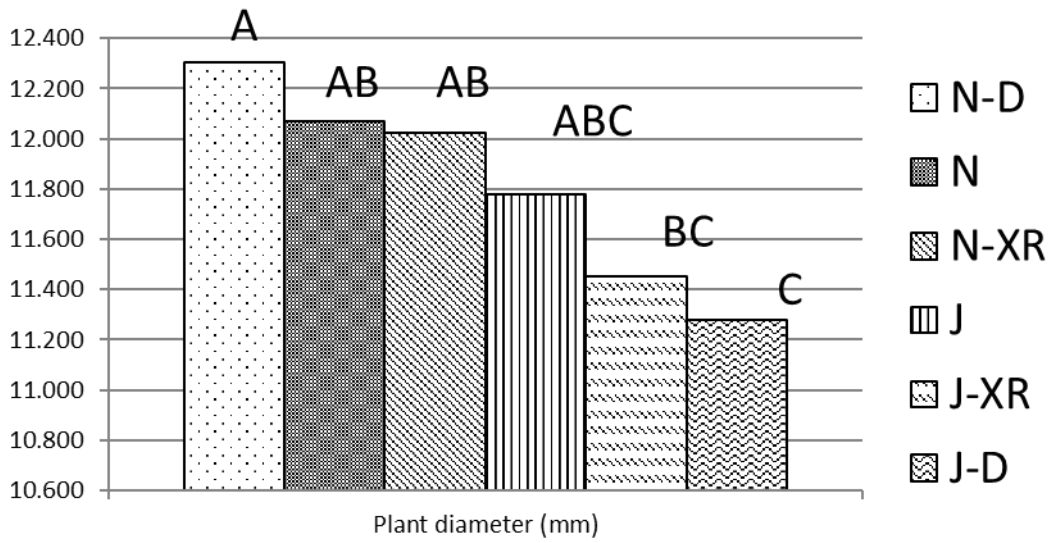
لوحظ في الهجين جلنار (جدول 7) أن الإجهاد الملحي عند المستويين 100 و150 mM قد أسهم في زيادة معنوية في قطر النبات بنسبة 5.8 و6.7%، على الترتيب بالمقارنة مع الشاهد (11.26مم). على حين لم يؤثر التطعيم على الأصلين Defenser وXR400 معنويًّا في هذا المؤشر (11.28 و11.45مم، على الترتيب) بالمقارنة مع الهجين جلنار غير المطعّم (11.78مم). بالنسبة إلى التفاعل، سجل فقط التطعيم على الأصل XR400 عند المستويين 100 و150 mM (11.02 و12.61مم، على الترتيب) فروقاً معنوية بالمقارنة مع النباتات غير المطعّمة (12.52 و11.61 مم، على الترتيب) عند مستويات الملوحة نفسها. بينما سجل تطعيم الهجين جلنار على الأصل Defenser عند مستوى ملوحة 0 mM انخفاضاً معنوياً في المؤشر المدروس (10.83 مم) بالمقارنة مع الهجين غير المطعّم عند نفس مستوى الملوحة (11.87 مم).

الجدول 7: **تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في قطر النبات (مم).**

حالة النبات	قطر النبات (مم)				
	معاملة الإجهاد الملحي (mM)				متوسط
	0	50	100	150	
N	12.25^{bcde}	11.86^{cdef}	11.47^{def}	12.70^{bc}	**12.07^{A}**
N/XR	11.21^{ef}	11.05^{f}	11.63^{cdef}	14.21^{a}	**12.02^{A}**
N/D	12.11^{cdef}	11.17^{ef}	12.62^{bcd}	13.32^{ab}	**12.30^{A}**
متوسط معاملة الإجهاد	**11.85^{B}**	**11.36^{B}**	**11.91^{B}**	**13.41^{A}**	
$LSD_{\%5}$	لحالة النبات 0.76، لمعاملة الإجهاد 0.73، للتفاعل1.19				
J	11.87^{abc}	11.11^{cde}	12.52^{ab}	11.61^{bcd}	**11.78^{A}**
J/XR	11.08^{cde}	11.11^{cde}	11.02^{cde}	12.61^{a}	**11.45^{A}**
J/D	10.83^{de}	10.26^{e}	12.21^{ab}	11.83^{abc}	**11.28^{A}**
متوسط معاملة الإجهاد	**11.26^{B}**	**10.83^{B}**	**11.91^{A}**	**12.01^{A}**	
$LSD_{\%5}$	لحالة النبات 0.58، لمعاملة الإجهاد 0.61، للتفاعل 0.95				

*يشير اختلاف الأحرف الكبيرة في العمود والسطر الواحد، على الترتيب إلى وجود فروق معنوية وفق متوسط حالة النبات ومتوسط معاملة الإجهاد. على حين يشير اختلاف الأحرف الصغيرة في الأعمدة والسطور إلى وجود فروق معنوية بين تفاعل معاملة الإجهاد مع حالة النبات، عند مستوى ثقة 95%. تشير الرموز N، J، XR وD إلى الهجين نينار والهجين جلنار والأصل XR400 والأصل Defenser

لم تسجل أية فروق معنوية في قطر النبات بين الهجينين نينار وجلنار غير المطعّمين (شكل 6). لكن تطعيم الهجين نينار على الأصل Defenser أدّى إلى تفوّق معنوي في المؤشر المدروس (12.30مم) مقارنة مع الهجين جلنار المطعّم على الأصل نفسه (11.28مم).



الشكل 6: تأثير طبيعة الهجين وحالة النبات في قطر الساق.

*تشير الرموز N، J، XR وD إلى الهجين نينار والهجين جلنار والأصل XR400 والأصل Defenser

يلحظ مما سبق أن الإجهاد الملحي قد أدى إلى انخفاض مساحة المسطح الورقي ليبلغ أدنى متوسط له عند مستوى الملوحة 150 mM وانخفاض الفعل القاعدي بالنسبة للهجين نينار بينما لم يؤثر معنوياً في جلنار، ولم يؤثر معنوياً في عدد الأوراق بين العناقيد في كلا الهجينين. وتسبب الإجهاد الملحي أيضًا بانخفاض العدد الكلي للأوراق على النبات وطول النبات في كلا الهجينين ليسجل المؤشران أدنى متوسط لهما عند مستوى الملوحة 150 mM، إلا أنه أدى إلى زيادة قطر النبات عند مستويي الملوحة 100 و150 mM لكلا الهجينين. أما التطعيم، فإنه لم يؤثر معنوياً في طول النبات وقطره عند تطعيم نينار وجلنار على كلا الأصلين، ولكنه زاد من مساحة المسطح الورقي بشكل معنوي عند تطعيم نينار وجلنار على XR400، وزاد الفعل القاعدي وعدد الأوراق الكلي على النبات عند تطعيم كلا الهجينين على كلا الأصلين. التطعيم أدى إلى خفض عدد الأوراق بين العناقيد معنويًا وذلك في حالات الهجن المطعمة جميعها.

4-2 المؤشرات الفيزيولوجية والبيوكيميائية:

4 -2-1. تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في الضغط الأسموزي (MPa) للنبات، تبعًا لطبيعة الهجين:

نلحظ من الجدول 8، أن الإجهاد الملحي، في نباتات الهجين نينار، أدّى إلى زيادة معنوية في الضغط الأسموزي (بالقيمة المطلقة) عند كل مستويات الإجهاد، إذ بلغ هذا المؤشر 1.21-، 1.04- و0.95- MPa، على الترتيب في كل من معاملة الإجهاد 150، 100 و50 mM مقارنة مع الشاهد (0.81- MPa). بينما أدّى التطعيم على الأصلين Defenser وXR400 إلى انخفاض الضغط الأسموزي (0.94- و0.95- MPa، على الترتيب) مقارنة مع النباتات غير المطعّمة (1.12- MPa). بالنسبة إلى تأثير التفاعل إجهاد*تطعيم، يُلحظ من الجدول 8 أن التطعيم يمكن أن يؤثر معنويًّا في قيم الضغط الأسموزي حتى مستوى إجهاد 100 mM فقد بلغ هذا المؤشر 0.97- و0.98- MPa عند التفاعلات N/D *100 وN/XR*100، على الترتيب مقارنة مع النباتات غير المطعّمة عند مستوى الإجهاد نفسه (1.17- MPa)، على حين أنه عند مستوى إجهاد 150 mM لم يُحدث التطعيم تغييرًا ملموسًا في قيم الضغط الأسموزي (1.17- و1.19- MPa) مقارنة مع النباتات غير المطعّمة عند مستوى الإجهاد نفسه (1.23- MPa).

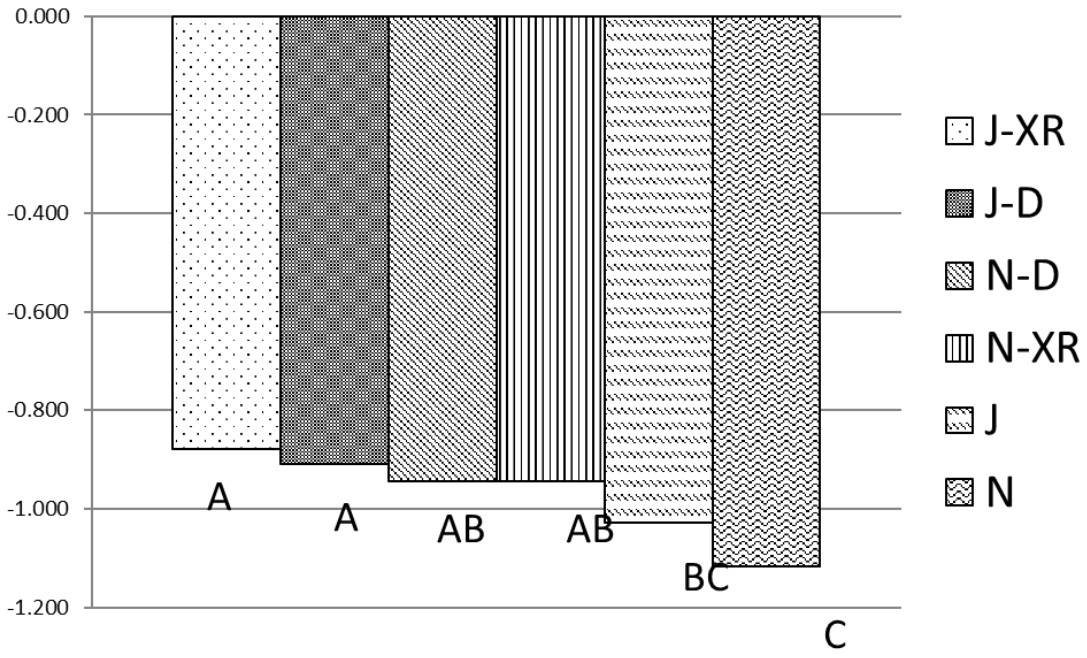
سُجل في الهجين جلنار نفس منحى تأثير الإجهاد الملحي (جدول 8)، فقد ازداد الضغط الأسموزي بالقيمة المطلقة بشكل تدريجي مع زيادة مستوى الإجهاد (0.88-، 0.99- و1.13- MPa، على الترتيب) وكانت الفروق معنوية مقارنة مع الشاهد (0.75- MPa). كذلك أدّى التطعيم على الأصلين Defenser وXR400 إلى انخفاض الضغط الأسموزي (0.91- و0.88- MPa، على الترتيب) مقارنة مع النباتات غير المطعّمة (1.03- MPa). فيما يتعلق بالتفاعل، يُلحظ من الجدول 8 أن التطعيم عند كل مستويات الإجهاد قد أدّى إلى خفض القيم المطلقة للضغط الأسموزي معنويًّا بالمقارنة مع النباتات غير المطعّمة.

الجدول 8: **تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في الضغط الأسموزي للنبات (MPa).**

حالة النبات	الضغط الأسموزي للنبات				
	معاملة الإجهاد الملحي (mM)				متوسط
	0	50	100	150	
N	-0.98^{c}	-1.09^{d}	-1.17^{de}	-1.23^{e}	$\mathbf{-1.12^{B}}$
N/XR	-0.73^{a}	-0.88^{b}	-0.98^{c}	-1.19^{e}	$\mathbf{-0.95^{A}}$
N/D	-0.72^{a}	-0.89^{b}	-0.97^{c}	-1.17^{e}	$\mathbf{-0.94^{A}}$
متوسط معاملة الإجهاد	$\mathbf{-0.81^{A}}$	$\mathbf{-0.95^{B}}$	$\mathbf{-1.04^{C}}$	$\mathbf{-1.21^{D}}$	
$LSD_{\%5}$	لحالة النبات 0.06، لمعاملة الإجهاد 0.07، للتفاعل 0.08				
J	-0.84^{b}	-0.98^{c}	-1.09^{d}	-1.21^{e}	$\mathbf{-1.03^{B}}$
J/XR	-0.69^{a}	-0.82^{b}	-0.93^{c}	-1.08^{d}	$\mathbf{-0.88^{A}}$
J/D	0.73^{a}	-0.85^{b}	-0.95^{c}	-1.11^{d}	$\mathbf{-0.91^{A}}$
متوسط معاملة الإجهاد	$\mathbf{-0.75^{A}}$	$\mathbf{-0.88^{B}}$	$\mathbf{-0.99^{C}}$	$\mathbf{-1.13^{D}}$	
$LSD_{\%5}$	لحالة النبات 0.05، لمعاملة الإجهاد 0.06، للتفاعل 0.06				

*يشير اختلاف الأحرف الكبيرة في العمود والسطر الواحد، على الترتيب إلى وجود فروق معنوية وفق متوسط حالة النبات ومتوسط معاملة الإجهاد. على حين يشير اختلاف الأحرف الصغيرة في الأعمدة والسطور إلى وجود فروق معنوية بين تفاعل معاملة الإجهاد مع حالة النبات، عند مستوى ثقة 95%. تشير الرموز N، J، XR وD إلى الهجين نينار والهجين جلنار والأصل XR400 والأصل Defenser

بالنسبة إلى تأثير طبيعة الهجين في قيم الضغط الأسموزي، يُلحظ عدم تسجيل فروق معنوية بهذا المؤشر بين الهجينين غير المطعّمين نينار وجلنار (شكل 7). كذلك لم تسجل فروق معنوية بين الهجينين سواء عند التطعيم على الأصل XR400 (0.88− و0.95− MPa لكل منJ/ XR وXR/N، على الترتيب) أو الأصل Defenser (0.91− و0.95− MPa لكل منJ/ D وD/N، على الترتيب).



الشكل 7: تأثير طبيعة الهجين وحالة النبات في قيم الضغط الأسموزي.

*تشير الرموز N، J، XR وD إلى الهجين نينار والهجين جلنار والأصل XR400 والأصل Defenser

2-2-4. تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في الوزن الرطب لأوراق النبات (غ)، تبعًا لطبيعة الهجين:

يبين الجدول 9 أن الإجهاد الملحي في الهجين نينار، قد خفض معنويًّا من الوزن الرطب للأوراق بمقدار 1.5، 2 و2.7 مرّة في المعاملات 50، 100 و150 mM، على الترتيب بالمقارنة مع الشاهد (2343.13 غ). على حين أسهم التطعيم على الأصلين Defenser وXR400 لزيادة معنوية في المؤشر المدروس بمقدار 2.7 و2 مرّة، على الترتيب مقارنة مع الهجين نينار غير المطعّم (803.62 غ). بالنسبة إلى التفاعل، أظهر التطعيم على الأصلين عند مستويي ملوحة 0 و50 mM، زيادة معنوية في المؤشر المدروس مقارنة مع النباتات غير المطعّمة عند مستوى الملوحة نفسه. على حين حقق فقط التطعيم على الأصل Defenser، عند مستوى 150 mM، زيادة معنوية في الوزن الرطب للأوراق مقارنة مع النباتات غير المطعّمة عند مستوى الملوحة نفسه. بينما

لم يسجل أي تأثير للتطعيم على الأصلين عند مستوى ملوحة 100 mM مقارنة مع النباتات غير المطعّمة عند مستوى الملوحة نفسه.

الجدول 9: **تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في الوزن الرطب لأوراق النبات (غ).**

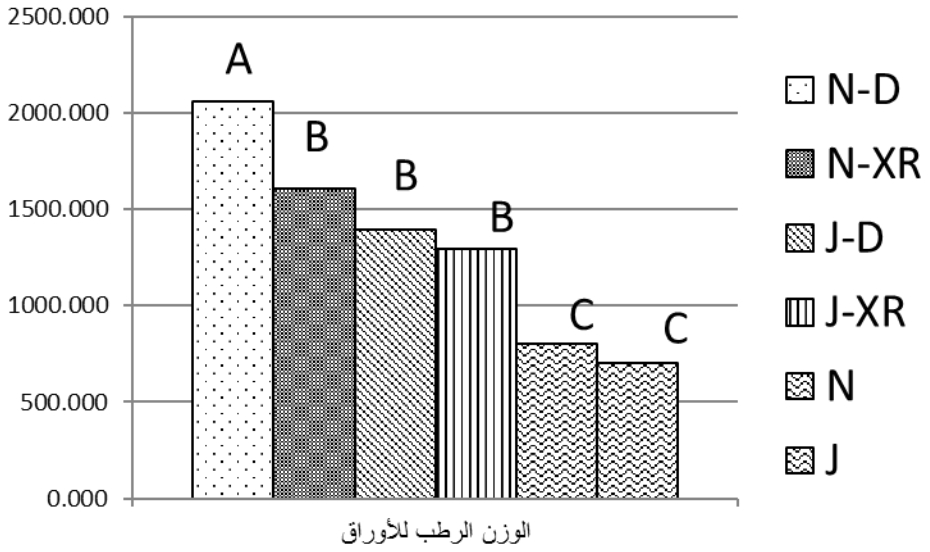
حالة النبات	الوزن الرطب لأوراق النبات (غ)				
	معاملة الإجهاد الملحي (mM)				متوسط
	0	50	100	150	
N	1030.76^{ef}	781.29^{f}	852.12^{ef}	550.31^{f}	**803.62^{C}**
N/XR	2571.80^{b}	1766.00^{cd}	1344.27^{de}	755.72^{f}	**1609.45^{B}**
N/D	3426.83^{a}	2168.75^{bc}	1317.77^{de}	1316.72^{de}	**2057.52^{A}**
متوسط معاملة الإجهاد	**2343.13^{A}**	**1572.02^{B}**	**1171.39^{BC}**	**874.25^{C}**	
$LSD_{\%5}$	لحالة النبات 441.84، لمعاملة الإجهاد 498.03، للتفاعل 505.73				
J	929.21^{de}	765.84^{ef}	635.18^{fg}	481.93^{g}	**703.04^{B}**
J/XR	1683.09^{a}	1204.070^{bc}	1152.10^{cd}	1142.09^{cd}	**1295.56^{A}**
J/D	1844.38^{a}	1427.66^{b}	1126.84^{cd}	1169.27^{cd}	**1392.04^{A}**
متوسط معاملة الإجهاد	**1485.56^{A}**	**1132.52^{B}**	**971.67^{B}**	**931.10^{B}**	
$LSD_{\%5}$	لحالة النبات 180.07، لمعاملة الإجهاد 254.92، للتفاعل 255.00				

*يشير اختلاف الأحرف الكبيرة في العمود والسطر الواحد، على الترتيب إلى وجود فروق معنوية وفق متوسط حالة النبات ومتوسط معاملة الإجهاد. على حين يشير اختلاف الأحرف الصغيرة في الأعمدة والسطور إلى وجود فروق معنوية بين تفاعل معاملة الإجهاد مع حالة النبات، عند مستوى ثقة 95%. تشير الرموز N، J، XR وD إلى الهجين نينار والهجين جلنار والأصل XR400 والأصل Defenser

أدّى الإجهاد الملحي في الهجين جلنار (جدول 9) إلى انخفاض معنوي وتدريجي في الوزن الرطب للأوراق بنسبة 23.8، 34.6 و37.3 %، على الترتيب مقارنة مع الشاهد (1485.56غ). وأدّى التطعيم على الأصلين Defenser وXR400 إلى زيادة معنوية في المؤشر المدروس بنسبة 98 و84.3%، على الترتيب مقارنة مع الهجين جلنار غير المطعّم (703.04 غ). يُلحظ من قيم التفاعل، أن تطعيم الهجين جلنار على الأصلين، عند

مستويات الملوحة جميعها، قد حقق زيادة معنوية في المؤشر المدروس مقارنة مع النباتات غير المطعّمة عند المستويات المطابقة من الإجهاد الملحي.

بمقارنة توافقات التطعيم (شكل 8)، لم تسجل فروق معنوية بين الهجينين نينار وجلنار غير المطعّمين، وكذلك بين الهجيين المطعّمين على الأصل XR400، على حين سجلت فروق معنوية بين الهجين نينار المطعّم على الأصل Defenser (2057.52 غ) مقارنة مع الهجين جلنار المطعّم على الأصل نفسه (1392.04غ).



الشكل 8: تأثير طبيعة الهجين وحالة النبات في الوزن الرطب للأوراق.

*تشير الرموز N، J، XR و D إلى الهجين نينار والهجين جلنار والأصل XR400 والأصل Defenser

3-2-4. تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في محتوى كلوروفيل A في الورقة (مغ/غ رطب)، تبعًا لطبيعة الهجين:

أدّى الإجهاد الملحي الشديد (150 mM) في نباتات الهجين نينار (جدول 10)، إلى نقص محتوى الأوراق من كلوروفيل A معنويًّا إلى 3.26 مغ/غ رطب، بينما أدّى الإجهاد الملحي عند مستوى 50 mM لزيادة معنوية في هذا المؤشر (5.30 مغ/غ رطب) بالمقارنة مع الشاهد (4.34 مغ/غ رطب). أدّى التطعيم إلى الأصلين

Defenser و XR400 إلى زيادة محتوى النباتات من كلوروفيل A بمقدار 1.4 و1.3 مرّة، على الترتيب بالمقارنة مع الهجين نينار غير المطعّم (3.55 مغ/غ رطب). سجل تطعيم الهجين نينار على الأصلين عند مستويي إجهاد 50 و150 mM، وتطعيم الهجين نينار على الأصل Defenser عند مستوى إجهاد 100 mM، تفوّقا معنويًّا في المؤشر المدروس بالمقارنة مع الهجين نينار غير المطعّم عند مستويات مطابقة من الإجهاد.

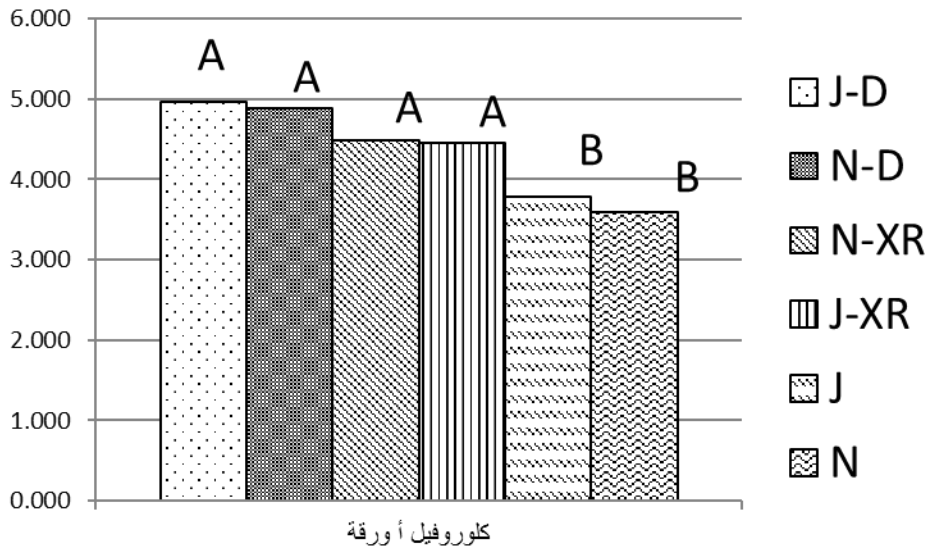
الجدول 10: **تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في محتوى الورقة من كلوروفيل A (مع/غ رطب).**

حالة النبات	كلوروفيل ورقة A (مغ/غ رطب)				
	معاملة الإجهاد الملحي (mM)				متوسط
	0	50	100	150	
N	4.34^{cde}	4.26^{de}	3.99^{e}	1.76^{f}	**3.55^{B}**
N/XR	3.54^{e}	6.11^{a}	4.23^{de}	4.06^{e}	**4.48^{A}**
N/D	5.13^{bc}	5.54^{ab}	4.91^{bcd}	3.97^{e}	**4.89^{A}**
متوسط معاملة الإجهاد	**4.34^{B}**	**5.30^{A}**	**4.38^{B}**	**3.26^{C}**	
$LSD_{\%5}$	لحالة النبات 0.66، لمعاملة الإجهاد 0.68، للتفاعل 83.0				
J	5.07^{bcd}	4.26^{defg}	3.34^{gh}	2.44^{h}	**3.72^{B}**
J/XR	5.24^{bc}	4.64^{bcde}	4.21^{defg}	3.75^{efg}	**4.46^{A}**
J/D	6.354^{a}	5.54^{ab}	4.45^{cdef}	3.54^{fg}	**4.97^{A}**
متوسط معاملة الإجهاد	**5.59^{A}**	**4.81^{B}**	**4.00^{C}**	**3.24^{D}**	
$LSD_{\%5}$	لحالة النبات 0.69، لمعاملة الإجهاد 0.63، للتفاعل0.95				

*يشير اختلاف الأحرف الكبيرة في العمود والسطر الواحد، على الترتيب إلى وجود فروق معنوية وفق متوسط حالة النبات ومتوسط معاملة الإجهاد. على حين يشير اختلاف الأحرف الصغيرة في الأعمدة والسطور إلى وجود فروق معنوية بين تفاعل معاملة الإجهاد مع حالة النبات، عند مستوى ثقة 95%. تشير الرموز N، J، XR و D إلى الهجين نينار والهجين جلنار والأصل XR400 والأصل Defenser

تبين النتائج المتعلقة بالهجين جلنار (جدول 10)، أن محتوى الأرواق من كلوروفيل A قد انخفض معنويًّا وبشكل تدريجي مع زيادة شدة الإجهاد فبلغ 4.81، 4 و3.24 مغ/ غ رطب، على الترتيب عند 50، 100 و150 mM، على الترتيب بالمقارنة مع الشاهد (5.59 مغ/غ رطب). على حين أدّى التطعيم على الأصلين Defenser و XR400 إلى زيادة محتوى النباتات من كلوروفيل A معنوياً بمقدار 1.3 و1.2 مرّة، على الترتيب بالمقارنة مع الهجين جلنار غير المطعّم (3.72 مغ/غ رطب). فيما يخص التفاعل، سجل تطعيم الهجين جلنار على الأصلين عند مستوى ملوحة 150 mM، وتطعيم الهجين جلنار على الأصل Defenser عند مستويات ملوحة 0 و50 و100 mM، تفوّقا معنويًّا في المؤشر المدروس بالمقارنة مع الهجين جلنار غير المطعّم عند مستويات ملوحة مطابقة.

لم تسجل فروق معنوية بين الهجينين غير المطعّمين نينار وجلنار (شكل 9)، وكذلك لم تسجل فروق معنوية بين الهجينين المطعّمين على الأصل Defenser، ولا بين الهجينين المطعّمين على الأصل XR400 من حيث محتوى الأوراق من كلوروفيل A.



الشكل 9: تأثير طبيعة الهجين وحالة النبات على محتوى الورقة من كلوروفيل A.

*تشير الرموز N، J، XR وD إلى الهجين نينار والهجين جلنار والأصل XR400 والأصل Defenser

4-2-4. تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في محتوى كلوروفيل B في الورقة (مغ/غ رطب)، تبعًا لطبيعة الهجين

يظهر الجدول 11 أن الإجهاد الملحي بمستوياته جميعها لم يؤثر معنويًّا، في الهجين نينار، من حيث محتواه من كلوروفيل B، مقارنة مع الشاهد (2.99 مغ/غ رطب). هذا وقد سُجّلت فروق معنوية فقط بين مستوى الملوحة 50 و150 mM. بالنسبة إلى تأثير التطعيم، لوحظ تفوّق معنوي للتطعيم على الأصل XR400 (3.95 مغ/غ رطب) مقارنة مع كل من الشاهد والنباتات المطعّمة على الأصل Defenser (2.54 و2.44 مغ/غ رطب، على الترتيب). فيما يتعلق بتفاعل الإجهاد*التطعيم، سجلت فروق معنوية عند تطعيم الهجين على الأصل XR400 عند مستويات الملوحة جميعها مقارنة مع النباتات غير المطعّمة عند مستويات الملوحة نفسها، على حين لم تسجل أي فروق معنوية عند التطعيم على الأصل Defenser عند مستويات الملوحة كافة.

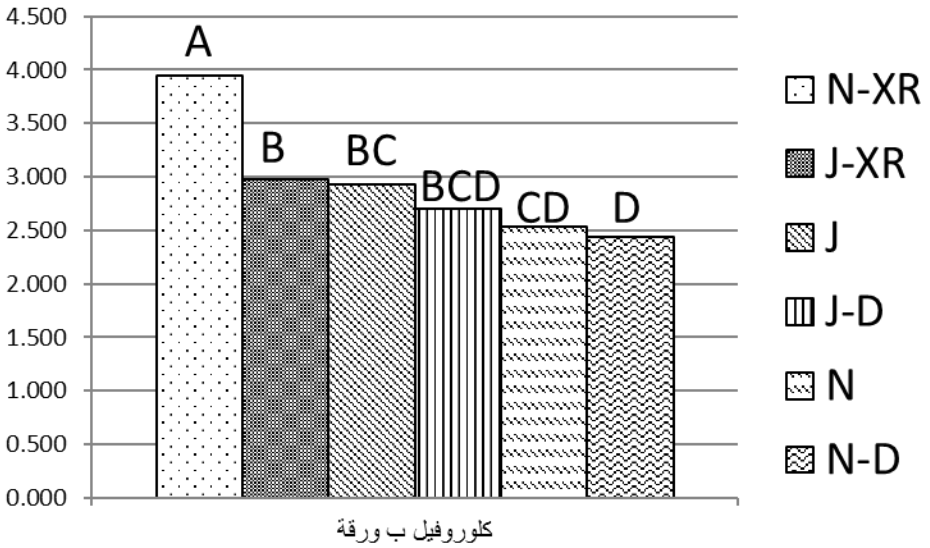
في الهجين جلنار (جدول 11)، سجل انخفاض معنوي لمحتوى النبات من الكلوروفيل B فقط عند مستوى ملوحة 100 و150mM (2.39 و2.36 مغ/غ رطب، على الترتيب) مقارنة مع الشاهد (3.49 مغ/غ رطب). على حين لم تسجل أية فروق معنوية بين النباتات غير المطعّمة (2.93 مغ/غ رطب) وتلك المطعّمة على الأصلين XR400 وDefenser (2.97 و2.70 مغ/غ رطب، على الترتيب). من حيث تأثير التفاعل، لم تسجل أية فروق معنوية عند مستويات الإجهاد كافة، بين النباتات المطعّمة على الأصلين ومثيلاتها غير المطعّمة، عند مستويات الإجهاد نفسها.

الجدول 11: **تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في محتوى الورقة من كلوروفيل B (مغ/غ رطب).**

حالة النبات	كلوروفيل ورقة B (مغ/غ رطب)				
	معاملة الإجهاد الملحي (mM)				متوسط
	0	50	100	150	
N	2.75^{def}	2.66^{def}	2.39^{fg}	2.36^{fg}	**2.54^{B}**
N/XR	3.08^{cde}	5.10^{a}	4.08^{b}	3.54^{bc}	**3.95^{A}**
N/D	3.14^{cd}	2.50^{efg}	2.20^{fg}	1.92^{g}	**2.44^{B}**
متوسط معاملة الإجهاد	**2.99^{AB}**	**3.4^{A}**	**2.89^{AB}**	**2.61^{B}**	
$LSD_{\%5}$	لحالة النبات 0.41، لمعاملة الإجهاد 0.55، للتفاعل 0.59				
J	3.66^{a}	3.41^{ab}	2.28^{d}	2.38^{d}	**2.93^{A}**
J/XR	3.42^{ab}	3.15^{abc}	2.75^{bcd}	2.58^{cd}	**2.97^{A}**
J/D	$3.^{40ab}$	3.15^{abc}	2.06^{d}	2.20^{d}	**2.70^{A}**
متوسط معاملة الإجهاد	**3.49^{A}**	**3.24^{A}**	**2.39^{B}**	**2.36^{B}**	
$LSD_{\%5}$	لحالة النبات 0.44، لمعاملة الإجهاد 0.39، للتفاعل0.69				

*يشير اختلاف الأحرف الكبيرة في العمود والسطر الواحد، على الترتيب إلى وجود فروق معنوية وفق متوسط حالة النبات ومتوسط معاملة الإجهاد. على حين يشير اختلاف الأحرف الصغيرة في الأعمدة والسطور إلى وجود فروق معنوية بين تفاعل معاملة الإجهاد مع حالة النبات، عند مستوى ثقة 95%. تشير الرموز N، J، XR وD إلى الهجين نينار والهجين جلنار والأصل XR400 والأصل Defenser.

بالنسبة إلى تأثير طبيعة الهجين في المؤشر المدروس (شكل 10)، لم تسجل فروق معنوية بين الهجينين غير المطعّمين نينار وجلنار (2.53 و2.93 مغ/غ رطب، على الترتيب). كذلك لم تسجل فروق معنوية بين الهجين جلنار المطعّم على الأصل Defenser (2.70 مغ/غ رطب) والهجين نينار المطعّم على الأصل نفسه (2.44 مغ/غ رطب). بينما سجل تفوّق معنوي للهجين نينار المطعّم على الأصل XR400 (3.95 مغ/غ رطب) مقارنة مع الهجين جلنار المطعّم على نفس الأصل (2.97 مغ/غ رطب).



الشكل 10: تأثير طبيعة الهجين وحالة النبات في محتوى الورقة من كلوروفيل B.

*تشير الرموز N، J، XR وD إلى الهجين نينار والهجين جلنار والأصل XR400 والأصل Defenser

5-2-4. تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في محتوى المادة الجافة للأوراق (%)، تبعًا لطبيعة الهجين:

يبين الجدول 12 أنه في الهجين نينار، قد أدّى الإجهاد الملحي عند مستويي ملوحة 100 و150 mM إلى زيادة معنوية في محتوى الأوراق من المادة الجافة (3.95 و4.07%، على الترتيب) بالمقارنة مع الشاهد (2.44%). كذلك أدّى تطعيم الهجين نينار على الأصلين إلى زيادة معنوية في محتوى المادة الجافة للأوراق فوصل إلى 3.35% عند التطعيم على الأصل XR400 وإلى 4.04% عند التطعيم على الأصل Defenser، بالمقارنة مع الهجين نينار غير المطعّم (2.60%). أمّا بالنسبة إلى التفاعل، فسجل تطعيم الهجين نينار على الأصلين عند مستويات الملوحة كافة تفوّقا معنويًّا في المؤشر المدروس بالمقارنة مع الهجين نينار غير المطعّم عند مستويات ملوحة مطابقة.

في الهجين جلنار (جدول 12)، زاد محتوى الأوراق من المادة الجافة معنويًّا مع زيادة الإجهاد الملحي فبلغت 5.38، 4.41 و3.63%، على الترتيب في المعاملات 150، 100 و50 mM، على الترتيب، بالمقارنة

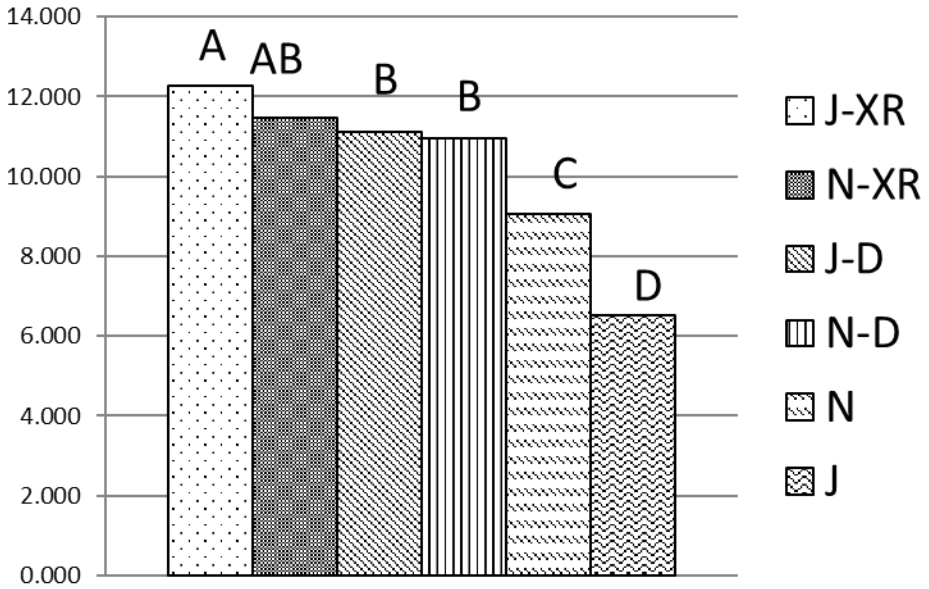
مع الشاهد (2.49%). كذلك سجل تطعيم الهجين جلنار على الأصلين Defenser و XR400 زيادة معنوية في المؤشر المدروس (4.24 و3.92%، على الترتيب) بالمقارنة مع الهجين جلنار غير المطعّم (3.77%). أمّا بالنسبة إلى التفاعل، فسجل تطعيم الهجين جلنار على الأصلين تفوّقا معنويًّا بالمؤشر المدروس بالمقارنة مع الهجين غير المطعّم عند مستوى إجهاد 150 mM، وكذلك سجل تطعيم الهجين جلنار على الأصل Defenser تفوّقا معنويًّا عند مستويي إجهاد 0 و50 mM بالمقارنة مع النباتات غير المطعّمة عند مستوى الملوحة نفسه.

الجدول 12: **تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في محتوى الأوراق من المادة الجافة (%).**

حالة النبات	محتوى المادة الجافة في الأوراق (%)				
	معاملة الإجهاد الملحي (mM)				متوسط
	0	50	100	150	
N	1.88^{g}	2.14^{g}	3.34^{e}	3.06^{e}	**2.60^{C}**
N/XR	2.12^{g}	2.49^{f}	4.66^{b}	4.15^{c}	**3.35^{B}**
N/D	3.32^{e}	3.99^{cd}	3.85^{d}	4.99^{a}	**4.04^{A}**
متوسط معاملة الإجهاد	**2.44^{C}**	**2.88^{B}**	**3.95^{A}**	**4.07^{A}**	
$LSD_{\%5}$	لحالة النبات 0.18، لمعاملة الإجهاد 0.14، للتفاعل 0.28				
J	2.24^{g}	3.38^{e}	4.46^{c}	5.01^{b}	**3.77^{C}**
J/XR	2.22^{g}	3.44^{e}	4.37^{c}	5.63^{a}	**3.92^{B}**
J/D	3.02^{f}	4.05^{d}	4.38^{c}	5.52^{a}	**4.24^{A}**
متوسط معاملة الإجهاد	**2.49^{D}**	**3.63^{C}**	**4.41^{B}**	**5.38^{A}**	
$LSD_{\%5}$	لحالة النبات 0.13، لمعاملة الإجهاد 0.21، للتفاعل 0.28				

*يشير اختلاف الأحرف الكبيرة في العمود والسطر الواحد، على الترتيب إلى وجود فروق معنوية وفق متوسط حالة النبات ومتوسط معاملة الإجهاد. على حين يشير اختلاف الأحرف الصغيرة في الأعمدة والسطور إلى وجود فروق معنوية بين تفاعل معاملة الإجهاد مع حالة النبات، عند مستوى ثقة 95%. تشير الرموز N، J، XR وD إلى الهجين نينار والهجين جلنار والأصل XR400 والأصل Defenser

أمّا بالنسبة إلى توافقات التطعيم (شكل 11)، تفوّق الهجين جلنار غير المطعّم معنويًّا بمحتوى الأوراق من المادة الجافة (3.77%) على الهجين نينار غير المطعّم (2.60%). على حين لم تسجل أية فروق معنوية بين الهجينين جلنار ونينار المطعّمين على الأصل Defenser، ولا بين هذين الهجينين المطعّمين على الأصل XR400.



الشكل 11: تأثير طبيعة الهجين وحالة النبات في نسبة المادة الجافة في الأوراق.

*تشير الرموز N، J، XR و D إلى الهجين نينار والهجين جلنار والأصل XR400 والأصل Defenser

6-2-4. تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في محتوى الأوراق من Na^+ (ppm)، تبعًا لطبيعة الهجين:

يبين الجدول 13، أنه في الهجين نينار أدّى الإجهاد الملحي فقط عند مستوى 150 mM إلى زيادة معنوية في محتوى الأوراق من Na^+ بمقدار 1.5 مرّة بالمقارنة مع الشاهد (1493.51 ppm). على حين أدّى تطعيم الهجين نينار على الأصلين Defenser وXR400 إلى انخفاض معنوي في محتوى الأوراق من Na^+ (1737.01 و1509.74 ppm، على الترتيب) بالمقارنة مع الهجين نينار غير المطعّم (2240.26 ppm).

بالنسبة إلى التفاعل، أدّى تطعيم الهجين نينار على الأصل XR400 فقط عند مستوى ملوحة 150 mM وتطعيم الهجين نينار على الأصل Defenser فقط عند مستوى ملوحة 100 mM، إلى تسجيل فروق معنوية في المؤشر المدروس بالمقارنة مع النباتات غير المطعّمة عند مستوى ملوحة مطابق.

الجدول 13: **تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في محتوى الأوراق من Na^+ (ppm)**.

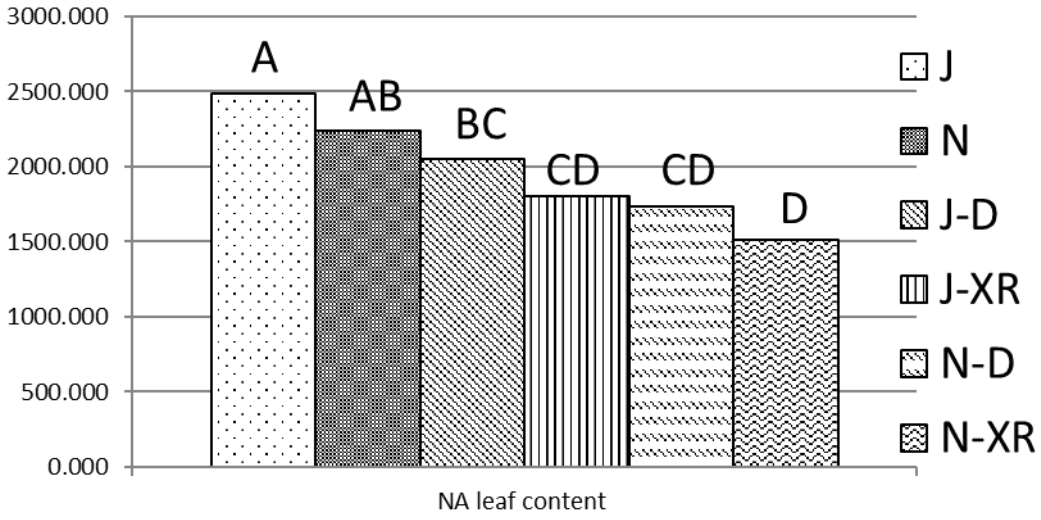
حالة النبات	محتوى الصوديوم في الأوراق (ppm)				
	معاملة الإجهاد الملحي (mM)				متوسط
	0	50	100	150	
N	1948.05^{bc}	1623.38^{cd}	2467.53^{ab}	2922.08^{a}	**2240.26^{A}**
N/XR	1103.90^{d}	1493.51^{cd}	1753.25^{bcd}	1688.31^{bcd}	**1509.74^{B}**
N/D	1428.57^{cd}	1753.25^{bcd}	1623.38^{cd}	2142.86^{abc}	**1737.01^{B}**
متوسط معاملة الإجهاد	**1493.51^{B}**	**1623.38^{B}**	**1948.05^{AB}**	**2251.08^{A}**	
$LSD_{\%5}$	لحالة النبات 451.78، لمعاملة الإجهاد 536.59، للتفاعل 786.55				
J	1708.24^{e}	2402.60^{b}	2727.19^{ab}	3116.88^{a}	**2488.73^{A}**
J/XR	1558.44^{e}	1613.57^{e}	1753.25^{de}	2272.73^{bc}	**1799.49^{B}**
J/D	$1883.12cd^{e}$	1623.38^{e}	2232.72^{bcd}	2467.31^{b}	**2051.63^{B}**
متوسط معاملة الإجهاد	**1716.60^{C}**	**1879.85^{BC}**	**2237.72^{AB}**	**2618.97^{A}**	
$LSD_{\%5}$	لحالة النبات 399.09، لمعاملة الإجهاد 422.32، للتفاعل 510.96				

*يشير اختلاف الأحرف الكبيرة في العمود والسطر الواحد، على الترتيب إلى وجود فروق معنوية وفق متوسط حالة النبات ومتوسط معاملة الإجهاد. على حين يشير اختلاف الأحرف الصغيرة في الأعمدة والسطور إلى وجود فروق معنوية بين تفاعل معاملة الإجهاد مع حالة النبات، عند مستوى ثقة 95%. تشير الرموز N، J، XR وD إلى الهجين نينار والهجين جلنار والأصل XR400 والأصل Defenser

أدّى الإجهاد الملحي في الهجين جلنار (جدول 13) إلى زيادة معنوية في محتوى الأوراق من Na^+ بمقدار 1.5 و1.3مرّة عند مستوى 150 و100 mM، على الترتيب بالمقارنة مع الشاهد (1716.60 ppm). على حين أدّى تطعيم الهجين جلنار على الأصلين Defenser وXR400 إلى انخفاض معنوي في محتوى الأوراق من Na^+ بمقدار 1.2 و1.4 مرّة، على الترتيب بالمقارنة مع الهجين جلنار غير المطعّم (2488.73ppm). بالنسبة

إلى التفاعل، أدّى تطعيم الهجين جلنار على الأصلين عند مستويي ملوحة 50 و150 mM إلى تسجيل فروق معنوية في المؤشر المدروس بالمقارنة مع النباتات غير المطعّمة عند مستويات ملوحة مطابقة. كما أدّى تطعيم الهجين جلنار على الأصل XR400 عند مستوى ملوحة 100 mM إلى تسجيل فروق معنوية في المؤشر المدروس بالمقارنة مع النباتات غير المطعّمة عند مستوى الملوحة نفسه.

لم تسجل فروق معنوية، من حيث محتوى الأوراق من Na^+، بين الهجينين نينار وجلنار غير المطعّمين (الشكل 12)، وبين الهجينين نينار وجلنار المطعّمين على الأصل XR400، وكذلك بين الهجينين نينار وجلنار المطعّمين على الأصل Defenser.



الشكل 12: تأثير طبيعة الهجين وحالة النبات في محتوى الأوراق من Na^+.

*تشير الرموز N، J، XR وD إلى الهجين نينار والهجين جلنار والأصل XR400 والأصل Defenser

4-2-7. تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في محتوى الأوراق من K^+ (ppm)، تبعًا لطبيعة الهجين:

أدّى الإجهاد الملحي في الهجين نينار (جدول 14) إلى انخفاض معنوي في محتوى الأوراق من K^+ بمقدار 1.7 و1.4 مرّة عند مستوى 150 و100 mM، على الترتيب بالمقارنة مع الشاهد (7631.31 ppm).

على حين أنه أدّى تطعيم الهجين نينار على الأصل XR400 فقط إلى زيادة معنوية في محتوى الأوراق من K^+ بمقدار 1.4 و1.3 مرّة، على الترتيب بالمقارنة مع الهجين نينار غير المطعّم (5265.15 ppm) والهجين نينار المطعّم على الأصل Defenser (5731.18 ppm).

فيما يتعلق بالتفاعل، سجل تطعيم الهجين نينار على الأصلين عند مستوى 100 mM فروقًا معنوية، من حيث محتوى الأوراق من K^+، بالمقارنة مع النباتات غير المطعّمة عند نفس مستوى الملوحة. وسجل تطعيم الهجين نينار فقط على الأصل XR400 عند مستوى 50 mM فروقًا معنوية بالمؤشر المدروس بالمقارنة مع النباتات غير المطعّمة عند مستوى الملوحة نفسه. بينما لم يؤثر التطعيم على الأصلين عند مستوى ملوحة 150 mM في محتوى الأوراق من K^+.

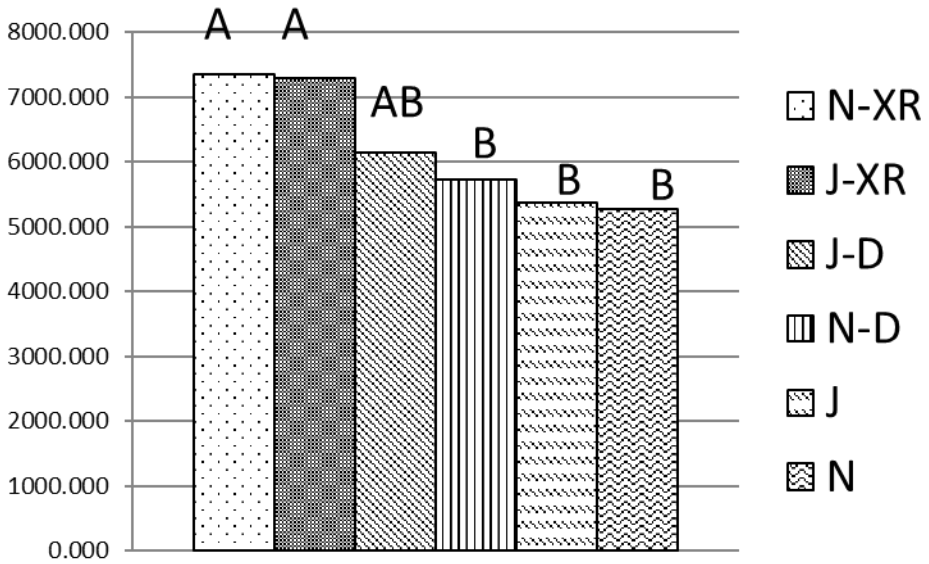
يبيّن الجدول 14، أنه في الهجين جلنار، سُجّل انخفاضٌ معنوي في محتوى الأوراق من K^+ (6338.37، 5439.38 و5232.30 ppm) عند مستويات الإجهاد الملحي 50، 100 و150 mM، على الترتيب. على حين أدّى تطعيم الهجين جلنار على الأصل XR400 فقط، إلى زيادة معنوية في محتوى الأوراق من K^+ بمقدار 1.4 مرّة بالمقارنة مع الهجين جلنار غير المطعّم (5363.64 ppm). فيما يتعلق بالتفاعل، سجل تطعيم الهجين جلنار على الأصلين عند مستوى ملوحة 100 mM فروقًا معنوية، من حيث محتوى الأوراق من K^+، بالمقارنة مع النباتات غير المطعّمة عند مستوى الملوحة نفسه، وسجل تطعيم الهجين جلنار فقط على الأصل XR400 عند مستوى 150mM فروقًا معنوية بالمؤشر المدروس بالمقارنة مع النباتات غير المطعّمة عند مستوى الملوحة نفسه.

الجدول 14: **تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في محتوى الأوراق من K^+ (ppm).**

حالة النبات	محتوى البوتاسيوم في الأوراق (ppm)				
	معاملة الإجهاد الملحي (mM)				متوسط
	0	50	100	150	
N	6636.37^{bc}	5681.82^{cd}	3772.73^{de}	4969.70^{cde}	**5265.15^{B}**
N/XR	9545.46^{a}	8000.00^{ab}	6636.36^{bc}	5242.43^{cde}	**7356.06^{A}**
N/D	6712.12^{bc}	6061.11^{bc}	6515.15^{bc}	3636.36^{e}	**5731.18^{B}**
متوسط معاملة الإجهاد	**7631.31^{A}**	**6580.97^{AB}**	**5641.41^{BC}**	**4616.15^{C}**	
$LSD_{\%5}$	لحالة النبات 1414.39، لمعاملة الإجهاد 1515.65، للتفاعل 1999.444				
J	7742.43^{b}	5560.61^{cd}	4090.91^{d}	4060.62^{d}	**5363.64^{B}**
J/XR	9787.88^{a}	7181.82^{bc}	6196.97^{bc}	6000.00^{bc}	**7291.67^{A}**
J/D	6636.37^{bc}	6272.73^{bc}	6030.30^{bc}	5636.36^{cd}	**6143.94^{AB}**
متوسط معاملة الإجهاد	**8055.56^{A}**	**6338.37^{B}**	**5439.38^{B}**	**5232.30^{B}**	
$LSD_{\%5}$	لحالة النبات 1322.56، لمعاملة الإجهاد 1332.35، للتفاعل 1810.65				

*يشير اختلاف الأحرف الكبيرة في العمود والسطر الواحد، على الترتيب إلى وجود فروق معنوية وفق متوسط حالة النبات ومتوسط معاملة الإجهاد. على حين يشير اختلاف الأحرف الصغيرة في الأعمدة والسطور إلى وجود فروق معنوية بين تفاعل معاملة الإجهاد مع حالة النبات، عند مستوى ثقة 95%. تشير الرموز N، J، XR وD إلى الهجين نينار والهجين جلنار والأصل XR400 والأصل Defenser

يبيّن الشكل 13 أنه لم تُسجّل فروقٌ معنوية، من حيث محتوى الأوراق من K^+، بين الهجينين نينار وجلنار غير المطعّمين، وبين الهجينين نينار وجلنار المطعّمين على الأصل XR400، وكذلك بين الهجينين نينار وجلنار المطعّمين على الأصل Defenser.

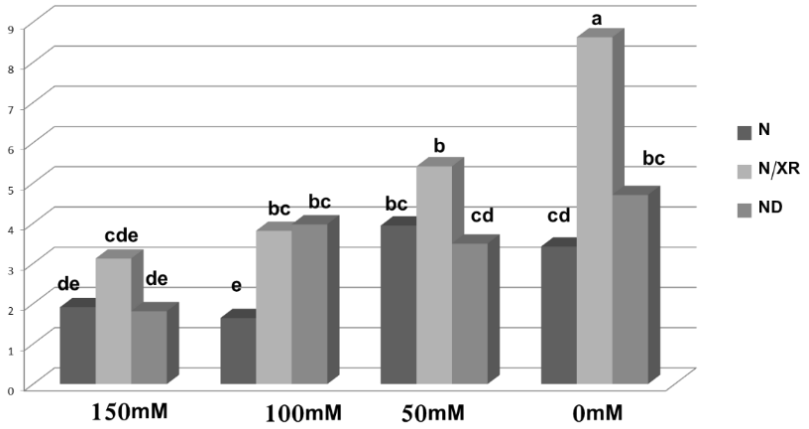


الشكل 13: تأثير طبيعة الهجين وحالة النبات في محتوى الأوراق من K^+.

*تشير الرموز N، J، XR و D إلى الهجين نينار والهجين جلنار والأصل XR400 والأصل Defenser

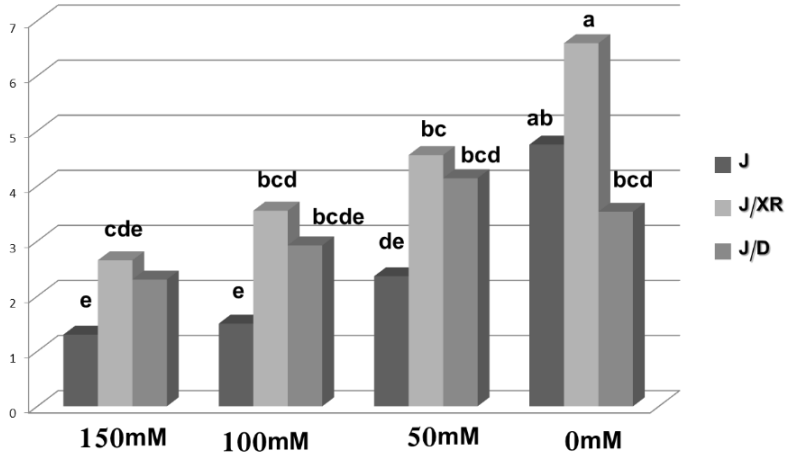
4-2-8. تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في نسبة K^+ إلى Na^+ في الأوراق، تبعًا لطبيعة الهجين:

أدّى الإجهاد الملحي في الهجين نينار (شكل 14)، إلى انخفاض معنوي في نسبة K^+ إلى Na^+ في الأوراق بنسبة 59 و43.7 % عند مستويي ملوحة 150 و100 mM، على الترتيب بالمقارنة مع الشاهد (5.58). على حين أدّى تطعيم الهجين نينار على الأصل XR400 فقط إلى ارتفاع المؤشر المدروس معنويًّا بمقدار 1.9 و1.5 مرّة بالمقارنة مع الهجين نينار غير المطعّم والهجين نينار المطعّم على الأصل Defenser (2.73 و3.49، على الترتيب). أمّا بالنسبة إلى التفاعل فأدّى التطعيم على الأصلين عند مستوى ملوحة 100 mM فقط إلى ارتفاع معنوي في المؤشر المدروس بالمقارنة مع الهجين نينار غير المطعّم عند نفس مستوى الملوحة.



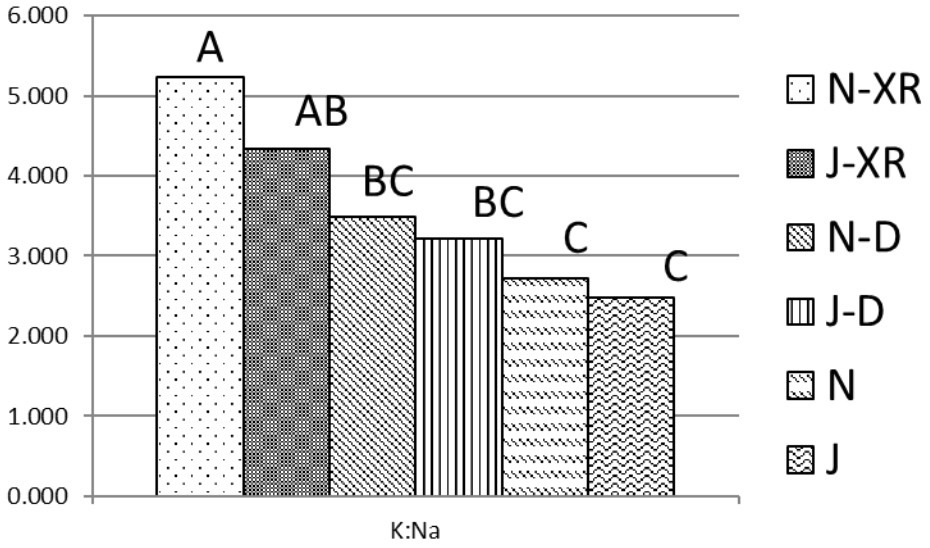
الشكل 14: تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في نسبة +Kإلى +Na في الأوراق في الهجين نينار

تظهر النتائج المتعلقة بالهجين جلنار (شكل 15)، أن الإجهاد الملحي أدّى إلى انخفاض معنوي في نسبة K^+ إلى Na^+ في الأوراق بنسبة 58 و46.6 % عند مستويي ملوحة 150 و100 mM، على الترتيب بالمقارنة مع الشاهد (4.96). على حين أدّى تطعيم الهجين جلنار على الأصل XR400 فقط إلى ارتفاع المؤشر المدروس معنويًّا بمقدار 1.75 مرّة بالمقارنة مع الهجين جلنار غير المطعّم (2.48). فيما يخص التفاعل، أدّى التطعيم على الأصل XR400 عند مستويي ملوحة 50 و100 mM إلى زيادة معنوية في المؤشر المدروس، على حين لم تسجل بقية التفاعلات أية فروق معنوية بالمقارنة مع الهجين جلنار غير المطعّم عند مستويات الملوحة المطابقة.



الشكل 15: تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في نسبة +Kإلى +Na في الأوراق في الهجين جلنار

يبين الشكل 16 أنه لم تسجل فروق معنوية، من حيث نسبة K^+ إلى Na^+ في الأوراق، بين الهجينين نينار وجلنار غير المطعّمين، وبين الهجينين نينار وجلنار المطعّمين على الأصل XR400، وكذلك بين الهجينين نينار وجلنار المطعّمين على الأصل Defenser.



الشكل 16: تأثير طبيعة الهجين وحالة النبات في نسبة K^+/Na^+.

*تشير الرموز N، J، XR و D إلى الهجين نينار والهجين جلنار والأصل XR400 والأصل Defenser

4-2-9. تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في محتوى الأوراق من Cl^- (%)، تبعًا لطبيعة الهجين:

يظهر الجدول 15 أن الإجهاد الملحي في الهجين نينار، قد سبب زيادة معنوية في محتوى الأوراق من Cl^- بمقدار 1.4 و1.2 مرّة عند مستويي ملوحة 150 و100 mM، على الترتيب بالمقارنة مع الشاهد (0.53%). على حين لم يؤثر تطعيم الهجين نينار على الأصلين Defenser و XR400 في محتوى الأوراق من Cl^- (0.65 و0.63%، على الترتيب) بالمقارنة مع النباتات غير المطعّمة (0.59%). بالنسبة إلى التفاعل، سجل التطعيم على الأصل XR400 انخفاضًا معنويًّا في المؤشر المدروس عند مستوى ملوحة 150 mM بالمقارنة مع النباتات

غير المطعّمة عند مستوى الملوحة نفسه، على حين لم تسجل بقية التفاعلات أية فروق معنوية بالمقارنة مع النباتات غير المطعّمة عند مستويات ملوحة مطابقة.

الجدول 15: **تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في محتوى الأوراق من Cl^- (%).**

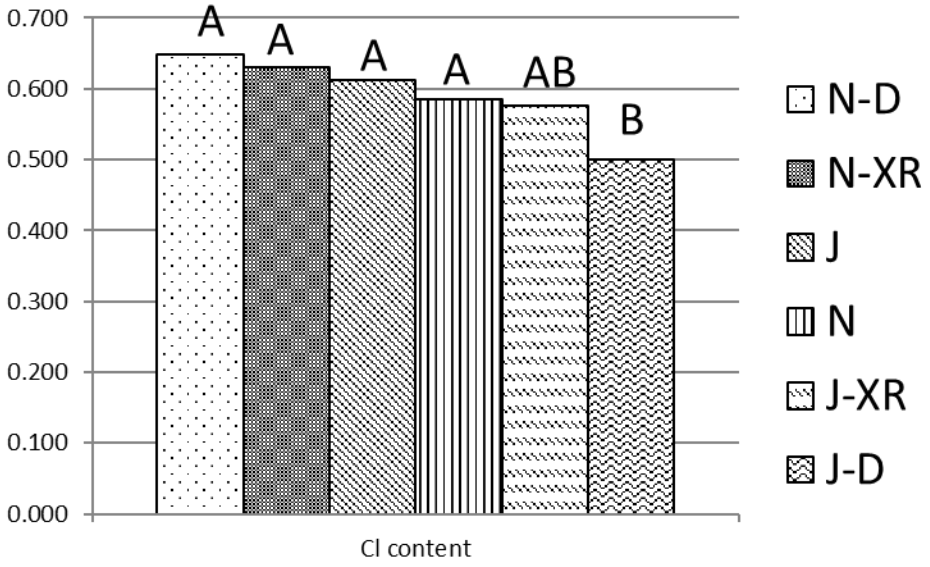
حالة النبات	محتوى الكلور في الأوراق (%)				
	معاملة الإجهاد الملحي (mM)				متوسط
	0	50	100	150	
N	0.43^{f}	0.53^{e}	0.60^{cde}	0.78^{a}	**0.59^{A}**
N/XR	0.60^{cde}	0.60^{cde}	0.64^{cd}	0.68^{bc}	**0.63^{A}**
N/D	0.57^{de}	0.60^{cde}	0.68^{bc}	0.75^{ab}	**0.65^{A}**
متوسط معاملة الإجهاد	**0.53^{C}**	**0.58^{BC}**	**0.64^{B}**	**0.73^{A}**	
$LSD_{\%5}$	لحالة النبات 0.08، لمعاملة الإجهاد0.06 ، للتفاعل 0.09				
J	0.53^{bcd}	0.60^{abc}	0.64^{ab}	0.68^{a}	**0.61^{A}**
J/XR	0.50^{cd}	0.51^{cd}	0.60^{abc}	0.71^{a}	**0.58^{AB}**
J/D	0.42^{d}	0.45^{d}	0.50^{cd}	0.64^{ab}	**0.50^{B}**
متوسط معاملة الإجهاد	**0.48^{C}**	**0.52^{BC}**	**0.58^{B}**	**0.68^{A}**	
$LSD_{\%5}$	لحالة النبات 0.08، لمعاملة الإجهاد 0.08، للتفاعل 0.13				

*يشير اختلاف الأحرف الكبيرة في العمود والسطر الواحد، على الترتيب إلى وجود فروق معنوية وفق متوسط حالة النبات ومتوسط معاملة الإجهاد. على حين يشير اختلاف الأحرف الصغيرة في الأعمدة والسطور إلى وجود فروق معنوية بين تفاعل معاملة الإجهاد مع حالة النبات، عند مستوى ثقة 95%. تشير الرموز N، J، XR وD إلى الهجين نينار والهجين جلنار والأصل XR400 والأصل Defenser

سبب الإجهاد الملحي في الهجين جلنار (جدول 15)، زيادة معنوية في محتوى الأوراق من Cl^- (0.68 و0.58%) عند مستوى ملوحة 100و150 mM، على الترتيب بالمقارنة مع الشاهد (0.48%). على حين أدّى تطعيم الهجين جلنار على الأصل Defenser فقط إلى انخفاض المؤشر المدروس بمقدار 1.2 مرّة بالمقارنة مع الهجين جلنار غير المطعّم (0.61%). من حيث التفاعل، أدّى التطعيم فقط على الأصل Defenser عند

مستويي ملوحة 50 و100 mM إلى انخفاض معنوي في محتوى الأوراق من Cl^- بالمقارنة مع الهجين جلنار غير المطعّم عند مستويات الملوحة نفسها.

لم تسجل فروق معنوية، من حيث محتوى الأوراق من Cl^-، بين الهجينين نينار وجلنار غير المطعّمين (الشكل 17)، وكذلك بين الهجين نينار المطعّم على الأصل XR400 والهجين جلنار المطعّم على الأصل نفسه، بينما سجل الهجين نينار المطعّم على الأصل Defenser تفوّقا معنويًّا في المؤشر المدروس على الهجين جلنار المطعّم على الأصل نفسه.



الشكل 17: تأثير طبيعة الهجين وحالة النبات في محتوى الأوراق من Cl^-.

*تشير الرموز N، J، XR وD إلى الهجين نينار والهجين جلنار والأصل XR400 والأصل Defenser

4-2-10. تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في محتوى الأوراق من البرولين (مغ/غ رطب)، تبعًا لطبيعة الهجين:

سبب الإجهاد الملحي، في الهجين نينار (جدول 16)، زيادة معنوية في محتوى الأوراق من البرولين فبلغت الزيادة مقدار 2.2 و1.7 مرّة عند مستويي ملوحة 150 و100 mM، على الترتيب بالمقارنة مع الشاهد (0.93 مغ/غ رطب). كذلك أدّى تطعيم الهجين نينار على الأصلين XR400 وDefenser إلى زيادة معنوية

في المؤشر المدروس بمقدار 1.6 و1.7 مرّة، على الترتيب بالمقارنة مع الهجين نينار غير المطعّم (0.97 مغ/غ رطب).

الجدول 16: **تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في محتوى الأوراق من البرولين (مغ/غ رطب).**

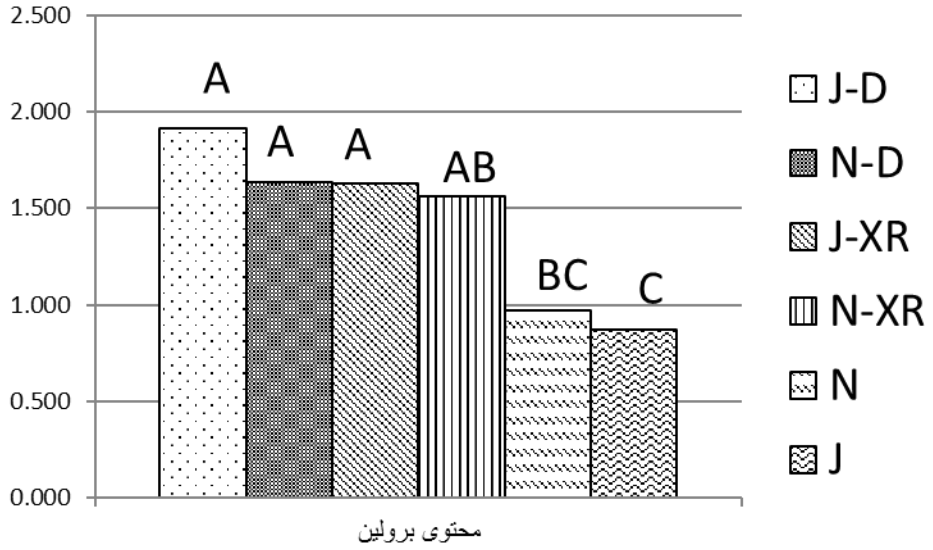
حالة النبات	محتوى البرولين في الأوراق (مغ/غ رطب)				
	معاملة الإجهاد الملحي (mM)				متوسط
	0	50	100	150	
N	0.69^{d}	0.73^{d}	1.19^{cd}	1.28^{c}	**0.97^{B}**
N/XR	1.03^{cd}	1.22^{cd}	1.52^{bc}	2.49^{a}	**1.56^{A}**
N/D	1.06^{cd}	1.08^{cd}	2.05^{ab}	2.34^{a}	**1.63^{A}**
متوسط معاملة الإجهاد	**0.93^{C}**	**1.01^{C}**	**1.58^{B}**	**2.04^{A}**	
$LSD_{\%5}$	لحالة النبات 0.38، لمعاملة الإجهاد 0.38، للتفاعل 0.54				
J	0.44^{e}	0.65^{e}	1.01^{cde}	1.37^{bcde}	**0.87^{B}**
J/XR	0.58^{e}	1.32^{bcde}	2.08^{abcd}	2.53^{ab}	**1.63^{A}**
J/D	0.74^{de}	1.51^{bcde}	2.33^{abc}	3.07^{a}	**1.91^{A}**
متوسط معاملة الإجهاد	**0.59^{C}**	**1.16^{BC}**	**1.81^{AB}**	**2.32^{A}**	
$LSD_{\%5}$	لحالة النبات 0.75، لمعاملة الإجهاد 0.81، للتفاعل 1.37				

*يشير اختلاف الأحرف الكبيرة في العمود والسطر الواحد، على الترتيب إلى وجود فروق معنوية وفق متوسط حالة النبات ومتوسط معاملة الإجهاد. على حين يشير اختلاف الأحرف الصغيرة في الأعمدة والسطور إلى وجود فروق معنوية بين تفاعل معاملة الإجهاد مع حالة النبات، عند مستوى ثقة 95%. تشير الرموز N، J، XR وD إلى الهجين نينار والهجين جلنار والأصل XR400 والأصل Defenser

فيما يتعلق بالتفاعل، أدّى التطعيم على الأصلين عند مستوى ملوحة 150 mM إلى زيادة معنوية في محتوى الأوراق من البرولين بالمقارنة مع الهجين نينار غير المطعّم عند مستوى الملوحة نفسه، وكذلك أدّى التطعيم فقط على الأصل Defenser عند مستوى ملوحة 100 mM إلى زيادة معنوية في المؤشر المدروس بالمقارنة مع الهجين نينار غير المطعّم عند مستوى الملوحة نفسه.

يبين الجدول 16، أنه في الهجين جلنار قد أدّى الإجهاد الملحي عند مستويي ملوحة 100 و150 mM إلى زيادة معنوية في محتوى الأوراق من البرولين (3.9 و3.1 مرّة، على الترتيب) بالمقارنة مع الشاهد (0.59 مغ/غ رطب). وأدّى تطعيم الهجين جلنار على الأصلين XR400 وDefenser إلى زيادة معنوية في المؤشر المدروس بمقدار 1.9 و2.2 مرّة، على الترتيب بالمقارنة مع الهجين جلنار غير المطعّم (0.87 مغ/غ رطب). بالنسبة إلى التفاعل، لم يسجل سوى التطعيم على الأصل Defenser عند مستوى ملوحة 150 mM زيادة معنوية في المؤشر المدروس (3.07 مغ/غ رطب) بالمقارنة مع الهجين جلنار غير المطعّم عند مستوى الملوحة نفسه (1.37مغ/غ رطب).

لم تسجل فروق معنوية، من حيث محتوى الأوراق من البرولين، بين الهجينين نينار وجلنار غير المطعّمين (الشكل 18)، وبين الهجينين نينار وجلنار المطعّمين على الأصل XR400، وكذلك بين الهجينين نينار وجلنار المطعّمين على الأصل Defenser.



الشكل 18: تأثير طبيعة الهجين وحالة النبات في محتوى الأوراق من البرولين.

*تشير الرموز N، J، XR وD إلى الهجين نينار والهجين جلنار والأصل XR400 والأصل Defenser

مما سبق، نجد أن الإجهاد الملحي تسبب بزيادة القيمة المطلقة للضغط الأسموزي ليبلغ أدنى متوسط لها عند مستوى الملوحة mm150 (−1.21mpa ,−1.13 لكل من نينار وجلنار، على الترتيب)، وخفض الوزن الرطب للثمرة ليصل لأدنى متوسط له عند مستوى الملوحة mm150 في نينار، أما في جلنار لم تسجل مستويات الملوحة أي فروق معنوية فيما بينها أو حتى مع الشاهد. انخفض محتوى الورقة من الكلوروفيل A ليسجل أدنى متوسط له عند مستوى الملوحة mm150 (3.24 ,3.26 مغ/غ رطب لكل من نينار وجلنار، على الترتيب)، وكذلك انخفض محتوى الورقة من كلوروفيل B والبوتاسيوم وسُجّل أدنى متوسط لهذين المؤشرين عند مستوى الملوحة mm150 أيضًا. بينما زادت نسبة المادة الجافة في الورقة وبلغ أعلى متوسط عند مستوى الملوحة mm150 (5.38, 4.07% في كل من نينار وجلنار، على الترتيب). وزاد محتوى الورقة من Na^+ عند مستوى الملوحة نفسه (2251.08 ,2618.97 ppm في كل من نينار وجلنار، على الترتيب)، وكذلك محتوى الأرواق من Cl^- إذ وصل إلى إعلى متوسط له عند مستوى الملوحة mm150 (0.68 ,0.73 % في كل من نينار وجلنار، على الترتيب). بالإضافة إلى زيادة محتوى الورقة من البرولين والذي سجل أعلى متوسط له عند مستوى الملوحة نفسه (2.04 ,2.32 مغ/غ رطب).

خفّض تطعيم كلا الأصلين على كلا الهجينين القيمة المطلقة للضغط الأسموزي ومحتوى الورقة من Na^+ ولكنه لم يؤثر معنوياً في محتوى الورقة من Cl^- عند تطعيم نينار على كلا الأصلين وانخفض هذا المحتوى فقط عند تطعيم جلنار على Defenser. بينما تسبب التطعيم بزيادة الوزن الرطب للأوراق وتفوقت معنوياً نباتات نينار المطعمة على Defenser وزاد محتوى الورقة من الكلوروفيل A عند تطعيم كل من الهجينين على كلا الأصلين، وكذلك نسبة المادة الجافة في الأوراق بحيث تفوقت نباتات الهجينين المطعمة على XR400 على نباتات الهجينين المطعمة على Defenser. زاد تطعيم كلا الهجينين على XR400 فقط من محتوى الورقة من البوتاسيوم مما زاد من نسبة Na^+ / K^+ في هذه النباتات. زاد محتوى الورقة من البرولين عند تطعيم كل من الهجينين على كلا الأصلين.

4-3 المؤشرات الإنتاجية:

4-3-1. تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في عدد العناقيد على النبات، تبعًا لطبيعة الهجين:

تبين النتائج في الجدول 17، أنه في الهجين نينار، سجلت معاملات الإجهاد 100 و150 mM انخفاضًا معنويًّا في عدد العناقيد على النبات (8.22 و7.06 عنقود/نبات، على الترتيب) مقارنة مع معاملة الإجهاد 50 mM والشاهد (9.67 و9.83 عنقود/نبات، على الترتيب). وأدّى التطعيم على الأصلين XR400 وDefenser إلى زيادة معنوية بهذا المؤشر (9.41 و10.17 عنقود/نبات، على الترتيب) مقارنة مع النباتات غير المطعّمة (6.50 عنقود/نبات). فيما يتعلق بالتفاعل، سجلت زيادة معنوية بالمؤشر المدروس في النباتات المطعّمة على الأصلين عند مستويي إجهاد 50 و100mM مقارنة مع النباتات غير المطعّمة عند المستويات من الملوحة نفسها، على حين عند المستوى 150mM تفوّقت النباتات المطعّمة على الأصل Defenser فقط مقارنة مع النباتات غير المطعّمة عند نفس مستوى الملوحة.

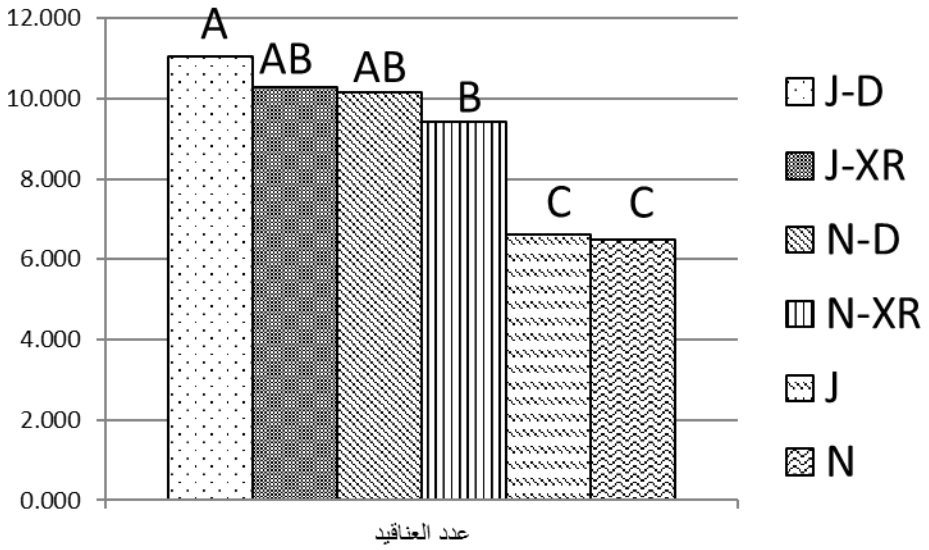
في الهجين جلنار، رغم انخفاض عدد العناقيد مع زيادة الإجهاد (جدول 17)، لم يسجل فرق معنوي إلا عند مستوى ملوحة 150mM (8.11 عنقود/نبات) مقارنة مع الشاهد (10.33 عنقود/نبات)، على حين لم تسجل بقية مستويات الملوحة فروقًا معنوية فيما بينها أو مع الشاهد. وأدّى التطعيم على الأصلين XR400 وDefenser إلى زيادة معنوية في المؤشر المدروس بنسبة 55.2 و66.51%، على الترتيب مقارنة مع الهجين غير المطعّم (6.63 عنقود/نبات). بالنسبة إلى التفاعل، سجلت النباتات المطعّمة على كلا الأصلين تفوّقًا معنويًّا عند مستويات الإجهاد جميعها مقارنة مع النباتات غير المطعّمة عند نفس المستوى من الإجهاد.

الجدول 17: **تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في عدد العناقيد على النبات.**

حالة النبات	عدد العناقيد				
	معاملة الإجهاد الملحي (mM)				متوسط
	0	50	100	150	
N	6.50^{fg}	7.50^{ef}	6.50^{fg}	5.50^{g}	**6.50^{B}**
N/XR	12.17^{a}	10.67^{b}	8.17^{de}	6.67^{fg}	**9.41^{A}**
N/D	10.83^{b}	10.83^{b}	10.00^{bc}	9.00^{cd}	**10.17^{A}**
متوسط معاملة الإجهاد	**9.83^{A}**	**9.67^{A}**	**8.22^{B}**	**7.06^{B}**	
$LSD_{\%5}$	لحالة النبات 0.99، لمعاملة الإجهاد 1.20، للتفاعل 1.26				
J	7.50^{e}	6.83^{e}	6.67^{ef}	5.50^{f}	**6.63^{B}**
J/XR	11.33^{abc}	10.33^{bcd}	10.17^{cd}	9.33^{d}	**10.29^{A}**
J/D	12.17^{a}	11.50^{ab}	11.00^{abc}	9.50^{d}	**11.04^{A}**
متوسط معاملة الإجهاد	**10.33^{A}**	**9.56^{A}**	**9.28^{AB}**	**8.11^{B}**	
$LSD_{\%5}$	لحالة النبات 0.76، لمعاملة الإجهاد 1.18 ، للتفاعل 1.28				

*يشير اختلاف الأحرف الكبيرة في العمود والسطر الواحد، على الترتيب إلى وجود فروق معنوية وفق متوسط حالة النبات ومتوسط معاملة الإجهاد. على حين يشير اختلاف الأحرف الصغيرة في الأعمدة والسطور إلى وجود فروق معنوية بين تفاعل معاملة الإجهاد مع حالة النبات، عند مستوى ثقة 95%. تشير الرموز N، J، XR وD إلى الهجين نينار والهجين جلنار والأصل XR400 والأصل Defenser.

لم تسجل فروق معنوية بين الهجينين غير المطعّمين نينار وجلنار (شكل 19)، وكذلك لم تسجل فروق معنوية بين الهجينين المطعّمين على الأصل Defenser، ولا بين الهجينين المطعّمين على الأصل XR400.



الشكل 19: تأثير طبيعة الهجين وحالة النبات في عدد العناقيد.

*تشير الرموز N، J، XR وD إلى الهجين نينار والهجين جلنار والأصل XR400 والأصل Defenser.

4-3-2. تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في عدد الثمار /العنقود، تبعًا لطبيعة الهجين:

يظهر الجدول 18 أنه في الهجين نينار أدّى الإجهاد الملحي فقط عند مستوى 100 mM لانخفاض معنوي في عدد الثمار في العنقود (5.06 ثمرّة/عنقود) مقارنة مع الشاهد (5.83 ثمرّة/عنقود). على حين لم يؤثر التطعيم معنويًّا في المؤشر المدروس (5.38 و5.46 ثمرّة/عنقود في الأصلين XR400 وDefenser، على الترتيب) مقارنة مع النباتات غير المطعّمة (5.79 ثمرّة/عنقود). بالنسبة إلى التفاعل، لوحظ أن التطعيم على الأصل Defenser فقط عند مستوى الإجهاد 100mM قد أحدث فرقًا معنويًّا مقارنة مع النباتات غير المطعّمة (جدول 18).

الجدول 18: **تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في عدد الثمار /العنقود.**

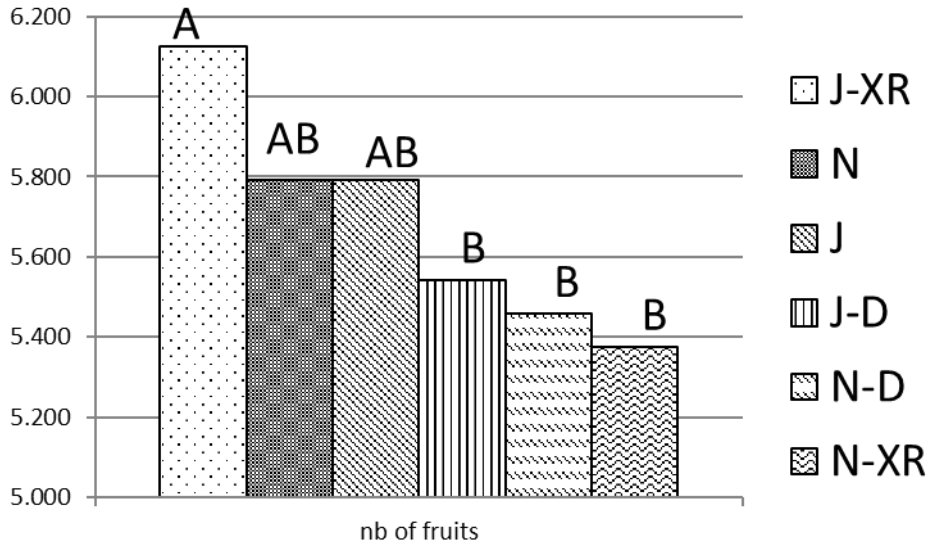
حالة النبات	عدد الثمار في العنقود				
	معاملة الإجهاد الملحي (mM)				متوسط
	0	50	100	150	
N	6.00^{ab}	6.50^{a}	5.67^{abc}	5.00^{cd}	**5.79^{A}**
N/XR	5.33^{bcd}	5.67^{abc}	4.83^{cd}	5.67^{abc}	**5.38^{A}**
N/D	6.17^{ab}	5.67^{abc}	4.67^{d}	5.33^{bcd}	**5.46^{A}**
متوسط معاملة الإجهاد	**5.83^{AB}**	**5.94^{A}**	**5.06^{C}**	**5.33^{BC}**	
$LSD_{\%5}$	لحالة النبات 0.50، لمعاملة الإجهاد 0.54، للتفاعل 0.90				
J	6.16^{b}	6.00^{bc}	5.67^{bcd}	5.33^{cde}	**5.79^{AB}**
J/XR	7.00^{a}	6.33^{ab}	6.17^{b}	5.00^{de}	**6.13^{A}**
J/D	6.00^{bc}	5.66^{bcd}	5.83^{bc}	4.67^{e}	**5.54^{B}**
متوسط معاملة الإجهاد	**6.39^{A}**	**6.00^{AB}**	**5.89^{B}**	**5.00^{C}**	
$LSD_{\%5}$	لحالة النبات 0.48، لمعاملة الإجهاد 0.47، للتفاعل0.77				

*يشير اختلاف الأحرف الكبيرة في العمود والسطر الواحد، على الترتيب إلى وجود فروق معنوية وفق متوسط حالة النبات ومتوسط معاملة الإجهاد. على حين يشير اختلاف الأحرف الصغيرة في الأعمدة والسطور إلى وجود فروق معنوية بين تفاعل معاملة الإجهاد مع حالة النبات، عند مستوى ثقة 95%. تشير الرموز N، J، XR وD إلى الهجين نينار والهجين جلنار والأصل XR400 والأصل Defenser.

أدّى الإجهاد الملحي عند المستوى 100 و150mM، في الهجين جلنار (جدول 18)، إلى انخفاض عدد الثمار في العنقود معنويًا (5.89 و5 ثمرّة/عنقود، على الترتيب) مقارنة مع الشاهد (6.39 ثمرّة/عنقود). على الرغم من تسجيل تفوّق معنويٍّ للهجين جلنار المطعّم على الأصل XR400 (6.13 ثمرّة/عنقود) مقارنة مع النباتات المطعّمة على الأصل Defenser (5.54 ثمرّة/عنقود)، لكن لم تسجل أية فروق معنوية في المؤشر المدروس عند المقارنة بين النباتات المطعّمة على الأصل XR400 والنباتات غير المطعّمة (5.79 ثمرّة/عنقود).

بالنسبة إلى التفاعل، لم تسجل فروق معنوية بين النباتات المطعّمة على الأصلين وتلك غير المطعّمة عند مستويات الإجهاد كافة.

لدى مقارنة توافقات التطعيم (شكل 20)، لم تُلحظ فروق معنوية بين الهجينين نينار وجلنار غير المطعّمين من حيث عدد الثمار على العنقود (5.79 ثمرّة/عنقود لكلا الهجينين)، وكذلك لم تُلحظ فروق معنوية بين الهجينين نينار وجلنار المطعّمين على الأصل Defenser (5.46 و5.54 ثمرّة/عنقود، على الترتيب)، على حين تفوّق الهجين جلنار المطعّم على الأصل XR400 (6.13 ثمرّة/عنقود) معنوياً بالمقارنة مع الهجين نينار المطعّم على الأصل نفسه (5.38 ثمرّة/عنقود).



الشكل 20: تأثير طبيعة الهجين وحالة النبات في عدد الثمار/عنقود.

*تشير الرموز N، J، XR وD إلى الهجين نينار والهجين جلنار والأصل XR400 والأصل Defenser

4-3-3. تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في الوزن الرطب للثمرّة (غ)، تبعًا لطبيعة الهجين:

أدّى الإجهاد الملحي في الهجين نينار (جدول 19) لانخفاض معنوي في الوزن الرطب للثمرّة، فبلغ 147.44 و134.04غ في معاملتي الإجهاد 100 و150 mM، على الترتيب بالمقارنة مع الشاهد (176.02غ). على حين أسهم التطعيم بزيادة هذا المؤشر معنوياً فبلغ 185.79غ عند التطعيم على الأصل Defenser و146.88غ عند التطعيم على الأصل XR400 بالمقارنة مع نينار غير المطعّم (131.92غ).

الجدول 19: **تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في الوزن الرطب للثمرّة (غ).**

حالة النبات	الوزن الرطب للثمار (غ)				
	معاملة الإجهاد الملحي (mM)				متوسط
	0	50	100	150	
N	164.16^{c}	144.33^{de}	109.83^{f}	109.33^{f}	**131.92^{C}**
N/XR	157.17^{cd}	152.32^{cd}	147.17^{cd}	130.84^{e}	**146.88^{B}**
N/D	206.67^{a}	189.33^{ab}	185.34^{b}	161.81^{cd}	**185.79^{A}**
متوسط معاملة الإجهاد	**176.02^{A}**	**162.00^{AB}**	**147.44^{BC}**	**134.04^{C}**	
$LSD_{\%5}$	لحالة النبات 13.63، لمعاملة الإجهاد 19.42، للتفاعل19.44				
J	144.00^{bc}	138.50^{cd}	113.33^{g}	92.50^{h}	**122.08^{B}**
J/XR	92.83^{h}	122.16^{efg}	120.66^{fg}	123.00^{defg}	**114.67^{B}**
J/D	163.67^{a}	155.00^{ab}	138.00^{cde}	135.33^{cdef}	**148.00^{A}**
متوسط معاملة الإجهاد	**133.50^{A}**	**138.56^{A}**	**124.00^{AB}**	**116.94^{B}**	
$LSD_{\%5}$	لحالة النبات 11.83، لمعاملة الإجهاد 15.89، للتفاعل 16.18				

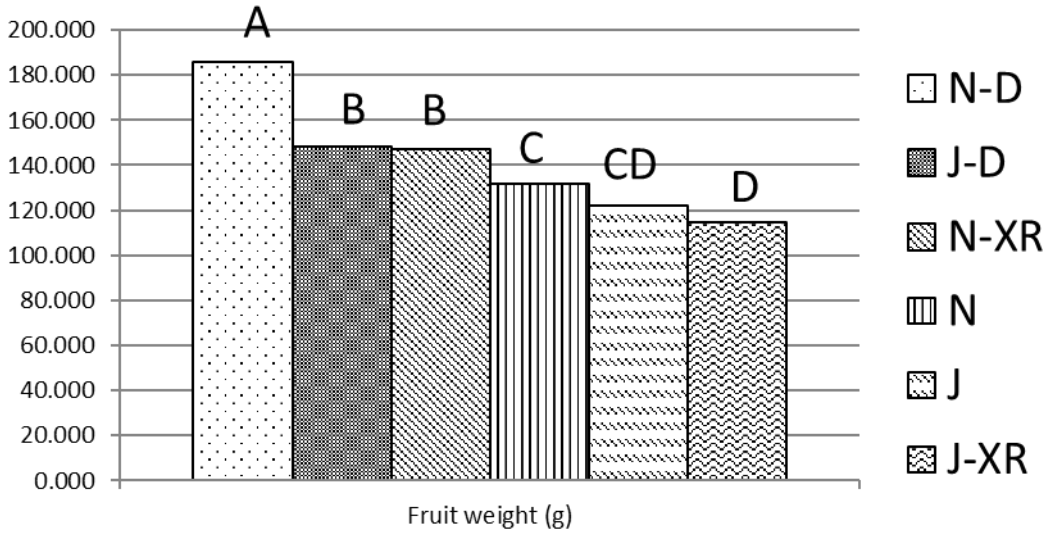
*يشير اختلاف الأحرف الكبيرة في العمود والسطر الواحد، على الترتيب إلى وجود فروق معنوية وفق متوسط حالة النبات ومتوسط معاملة الإجهاد. على حين يشير اختلاف الأحرف الصغيرة في الأعمدة والسطور إلى وجود فروق معنوية بين تفاعل معاملة الإجهاد مع حالة النبات، عند مستوى ثقة 95%. تشير الرموز N، J، XR وD إلى الهجين نينار والهجين جلنار والأصل XR400 والأصل Defenser

بالنسبة إلى التفاعل، لوحظ أن التطعيم على الأصلين عند مستويي ملوحة 100 و150 mM، أدّى إلى زيادة معنوية في وزن الثمرة مقارنة مع الهجين غير المطعّم عند مستويات الملوحة نفسها. على حين عند مستوى ملوحة 50 mM أدّى التطعيم فقط على الأصل Defenser إلى زيادة معنوية في المؤشر المدروس (189.33غ) بالمقارنة مع الهجين غير المطعّم عند مستوى الملوحة نفسه (144.33غ).

يبين الجدول 19 أنه في الهجين جلنار، أدّى الإجهاد الملحي عند مستوى 150 mM فقط إلى انخفاض معنوي في وزن الثمرة (116.94غ) بالمقارنة مع الشاهد (133.50غ)، بينما لم تسجل فروق معنوية بين بقية مستويات الملوحة والشاهد. ولوحظ أن التطعيم على الأصل Defenser فقط أدّى إلى زيادة معنوية في متوسط الوزن الرطب للثمرّة (148غ) بالمقارنة مع الهجين جلنار غير المطعّم (122.08غ) وحتى بالمقارنة مع الهجين المطعّم على الأصل XR400 (114.67غ).

بالنسبة إلى التفاعل، سجل التطعيم على الأصل Defenser عند مستويات ملوحة 50، 100 و150 mM زيادة معنوية في وزن الثمرة مقارنة مع النباتات غير المطعّمة عند نفس مستويات الملوحة، على حين سجل التطعيم على الأصل XR400 عند مستوى ملوحة 50 و150 mM زيادة معنوية في وزن الثمرة مقارنة مع النباتات غير المطعّمة عند نفس مستويات الملوحة.

يوضح الشكل 21، عدم وجود فروق معنوية بين الهجين نينار وجلنار غير المطعّمين من حيث وزن الثمرة الرطب. بينما سجل الهجين نينار المطعّم على الأصل XR400 تفوّقا معنويًا (146.88غ) بالمقارنة مع الهجين جلنار المطعّم على الأصل نفسه (114.67غ)، وكذلك سجل الهجين نينار المطعّم على الأصل Defenser تفوّقا معنويًا (185.79غ) بالمقارنة مع الهجين جلنار المطعّم على الأصل نفسه (148غ).



الشكل 21: تأثير طبيعة الهجين وحالة النبات في وزن الثمار.

*تشير الرموز N، J، XR و D إلى الهجين نينار والهجين جلنار والأصل XR400 والأصل Defenser

4-3-4. تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في قطر الثمرة (مم)، تبعًا لطبيعة الهجين:

يبين الجدول 20، أن تطبيق الإجهاد عند المستويين 100و150 mM، في الهجين نينار، قد أدّى إلى انخفاض معنوي في قطر الثمرة (65.94 و64.94 مم، على الترتيب) مقارنة مع الشاهد (71.86مم). بينما أدّى تطعيم الهجين نينار على الأصلين Defenser وXR400 إلى زيادة معنوية في المؤشر المدروس (69.48 و71.51مم، على الترتيب) بالمقارنة مع الشاهد (64.13 مم). بالنسبة إلى التفاعل، أظهر تطعيم الهجين نينار على الأصلين وعند مستويات الملوحة جميعها، زيادة معنوية في قطر الثمرة مقارنة مع الهجين نينار غير المطعّم عند مستويات الملوحة نفسها.

أدّى الإجهاد الملحي في الهجين جلنار (جدول 20) إلى انخفاض معنوي في قطر الثمرة (60.89 مم) فقط عند مستوى إجهاد 150mM. على حين لم تسجل فروق معنوية عند مستويات الإجهاد المتبقية مقارنة مع الشاهد. بالنسبة للتطعيم، سجل التطعيم على الأصل Defenser فقط تفوّقا معنويًّا (66.71 مم) مقارنة مع الهجين جلنار غير المطعّم (62.23 مم) وكذلك الهجين المطعّم على الأصل XR400 (61.35 مم). بالنسبة إلى

التفاعل، سجل فقط التطعيم على الأصل Defenser عند مستوى الملوحة 150 mM، تفوّقا معنويًّا على الهجين غير المطعّم عند مستوى الملوحة نفسه، على حين لم يسجل التطعيم على الأصلين أية فروق معنوية بالمقارنة مع الهجين غير المطعّم عند مستويات الملوحة المطابقة.

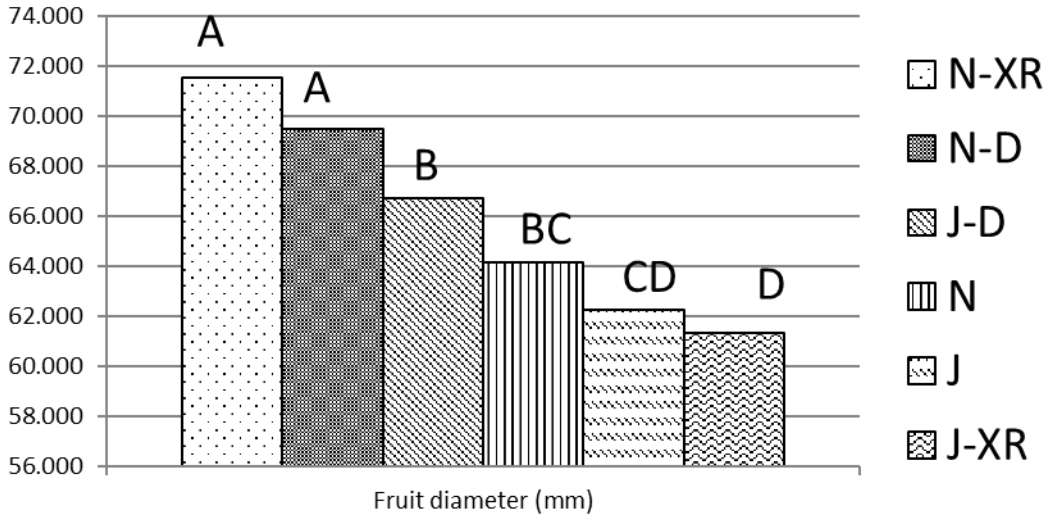
الجدول 20: **تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في قطر الثمرة (مم).**

حالة النبات	قطر الثمرة (مم)				
	معاملة الإجهاد الملحي (mM)				متوسط
	0	50	100	150	
N	71.48^{bc}	65.12^{d}	59.57^{e}	60.35^{e}	**64.13^{B}**
N/XR	73.11^{ab}	76.67^{a}	69.07^{bcd}	67.18^{cd}	**71.51^{A}**
N/D	70.99^{bc}	70.44^{bc}	69.20^{bcd}	67.28^{cd}	**69.48^{A}**
متوسط معاملة الإجهاد	**71.86^{A}**	**70.74^{A}**	**65.94^{B}**	**64.94^{B}**	
$LSD_{\%5}$	لحالة النبات 3.01، لمعاملة الإجهاد 3.56، للتفاعل 4.66				
J	65.20^{abc}	64.73^{abc}	62.29^{cde}	56.68^{f}	**62.23^{B}**
J/XR	63.79^{bcd}	62.01^{cde}	60.55^{def}	59.04^{ef}	**61.35^{B}**
J/D	68.28^{a}	65.78^{abc}	65.84^{abc}	66.95^{ab}	**66.71^{A}**
متوسط معاملة الإجهاد	**65.76^{A}**	**64.17^{A}**	**62.89^{AB}**	**60.89^{B}**	
$LSD_{\%5}$	لحالة النبات 2.30، لمعاملة الإجهاد 2.87، للتفاعل 4.02				

*يشير اختلاف الأحرف الكبيرة في العمود والسطر الواحد، على الترتيب إلى وجود فروق معنوية وفق متوسط حالة النبات ومتوسط معاملة الإجهاد. على حين يشير اختلاف الأحرف الصغيرة في الأعمدة والسطور إلى وجود فروق معنوية بين تفاعل معاملة الإجهاد مع حالة النبات، عند مستوى ثقة 95%. تشير الرموز N، J، XR وD إلى الهجين نينار والهجين جلنار والأصل XR400 والأصل Defenser.

يبين الشكل 22، أنه لم تسجل أية فروق معنوية بين الهجن غير المطعّمة من حيث قطر الثمرة، إلا أن تطعيم الهجين نينار على الأصل XR400 قد تفوّق معنويًّا (71.51مم) على الهجين جلنار المطعّم على الأصل

نفسه (61.35 مم)، وكذلك تفوّق الهجين نينار المطعّم على الأصل Defenser معنويًّا بهذا المؤشر (69.48مم) على الهجين جلنار المطعّم على الأصل نفسه (66.71 مم).



الشكل 22: تأثير طبيعة الهجين وحالة النبات في قطر الثمرة.

*تشير الرموز N، J، XR وD إلى الهجين نينار والهجين جلنار والأصل XR400 والأصل Defenser.

4-3-5. تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في الإنتاجية (كغ/م^2)، تبعًا لطبيعة الهجين:

يبين الجدول 21 أن الإجهاد الملحي بكل مستوياته المدروسة (50، 100 و150 mM) في نباتات الهجين نينار، قد أدّى إلى انخفاض الإنتاجية معنويًّا بمقدار 1.1 و1.24 و1.32 مرّة مقارنة مع الشاهد (33.30 كغ/م^2). وأدّى التطعيم على الأصلين XR400 وDefenser إلى زيادة معنوية بمقدار 1.35 و1.23 مرّة، على الترتيب مقارنة مع الهجين نينار غير المطعّم (24.28 كغ/م^2). علماً أن التطعيم على الأصل XR400 قد سجل فروق معنوية مقارنةً مع التطعيم على الأصل Defenser. أما بالنسبة إلى التفاعل، يبين الجدول 22 أن تطعيم الهجين نينار على الأصلين قد أسهم في تخفيف تأثير الإجهاد، عند كل مستوياته، مقارنة مع النباتات غير المطعّمة عند مستويات ملوحة مطابقة.

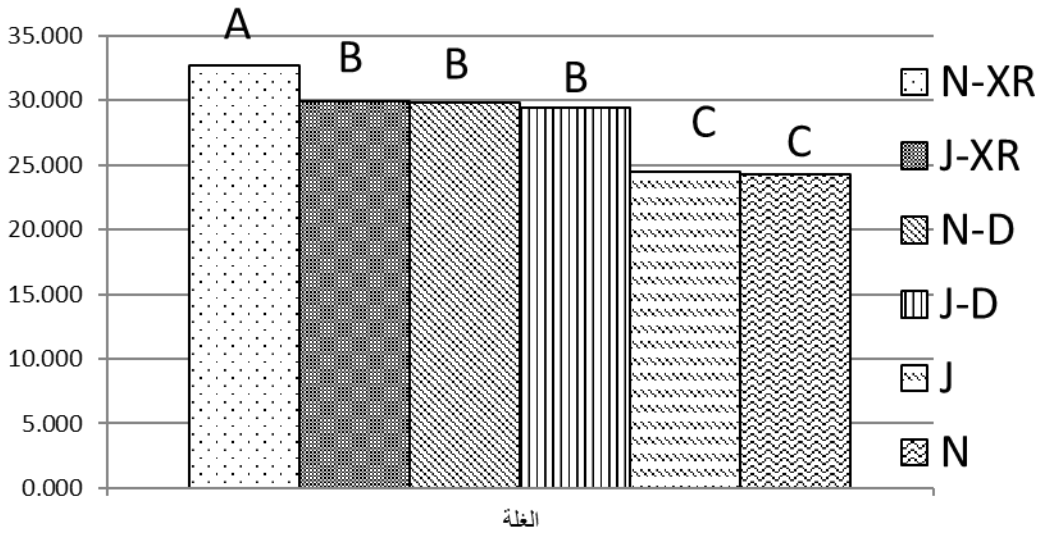
الجدول 21: **تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في الإنتاجية (كغ/م^2).**

حالة النبات	الإنتاجية (كغ/م2)				
	معاملة الإجهاد الملحي (mM)				متوسط
	0	50	100	150	
N	27.98^{de}	25.89^{e}	22.71^{f}	20.52^{f}	**24.28^{C}**
N/XR	37.5^{a}	34.24^{b}	30.22^{cd}	28.88^{cde}	**32.71^{A}**
N/D	34.18^{b}	31.31^{bc}	27.40^{de}	26.31^{e}	**29.80^{B}**
متوسط معاملة الإجهاد	**33.30^{A}**	**30.48^{B}**	**26.77^{C}**	**25.24^{C}**	
$LSD_{\%5}$	لحالة النبات 2.34، لمعاملة الإجهاد 2.7، للتفاعل 3.08				
J	28.12^{cd}	26.23^{d}	22.91e^{f}	20.59^{f}	**24.46^{B}**
J/XR	34.15^{a}	31.63^{ab}	27.44^{d}	26.52^{d}	**29.94^{A}**
J/D	34.10^{a}	30.10^{bc}	26.94^{d}	25.85^{de}	**29.47^{A}**
متوسط معاملة الإجهاد	**32.12^{A}**	**29.61^{B}**	**25.76^{C}**	**24.32^{C}**	
$LSD_{\%5}$	لحالة النبات 2.30، لمعاملة الإجهاد 2.35، للتفاعل 2.98				

*يشير اختلاف الأحرف الكبيرة في العمود والسطر الواحد، على الترتيب إلى وجود فروق معنوية وفق متوسط حالة النبات ومتوسط معاملة الإجهاد. على حين يشير اختلاف الأحرف الصغيرة في الأعمدة والسطور إلى وجود فروق معنوية بين تفاعل معاملة الإجهاد مع حالة النبات، عند مستوى ثقة 95%. تشير الرموز N، J، XR وD إلى الهجين نينار والهجين جلنار والأصل XR400 والأصل Defenser.

بالنسبة إلى الهجين جلنار (جدول 21)، لوحظ أن الإجهاد الملحي بكل مستوياته المدروسة (50، 100 و150 mM) قد خفض الإنتاجية معنويًا بمقدار 1.1 و1.25 و1.32 مرّة مقارنةً مع الشاهد (32.12 كغ/م^2). أدّى التطعيم على الأصلين XR400 وDefenser إلى زيادة معنوية بمقدار 1.22 و1.21 مرّة، على الترتيب مقارنة مع الهجين غير المطعّم (24.46 كغ/م^2)، من دون تسجيل فروق معنوية بين الأصلين. بالنسبة إلى التفاعل، أسهم التطعيم على الأصلين (جدول 21) في تخفيف تأثير الإجهاد، عند كل مستوياته، مقارنة مع النباتات غير المطعّمة عند مستويات ملوحة مطابقة.

بالنسبة إلى تأثير طبيعة الهجين في الإنتاجية (شكل 23)، يُلحظ عدم تسجيل فروق معنوية بهذا المؤشر بين الهجينين غير المطعّمين نينار وجلنار. كذلك لم تسجل فروق معنوية بين الهجينين عند التطعيم على الأصل Defenser (29.47 و29.80 كغ/م^2 لكل من D/J و D/N، على الترتيب). على حين سجل تطعيم الهجين نينار على الأصل XR400 تفوّقا معنويًا بالإنتاجية مقارنة مع تطعيم الهجين جلنار على الأصل نفسه (32.71 و29.94كغ/م^2، على الترتيب).



الشكل 23: تأثير طبيعة الهجين وحالة النبات على الإنتاجية.

*تشير الرموز N، J، XR و D إلى الهجين نينار والهجين جلنار والأصل XR400 والأصل Defenser

مما سبق نجد أن لإجهاد الملحي قد أدى إلى انخفاض معنوي في جميع المؤشرات الإنتاجية؛ فقد انخفض عدد العناقيد على النبات وعدد الثمار في العنقود ليسجل أدنى متوسط له عند مستوى الملوحة mM100 في الهجين نينار و mM150 في الهجين جلنار. وكذلك انخفض الوزن الرطب للثمرة وبلغ أدنى متوسط له عند مستوى ملوحة mM150 (116.94, 134.04 غ في كل من نينار وجلنار، على الترتيب). انخفض أيضًا كل من الإنتاجية وقطر الثمرة معنويًا ليسجلا أدنى متوسط لهما عند مستويي الملوحة 100 و mM150.

أما التطعيم، فإنه زاد معنويًا من عدد الأوراق بين العناقيد وذلك لكلا الهجينين على كلا الأصلين وكذلك الوزن الرطب للثمرة إذ تفوق الهجينين المطعمين على Defenser، وزاد قطر الثمرة عند تطعيم كل من الهجينين على كلا الأصلين. هذا وتفوق نينار المطعم على XR400 على نينار المطعم على Defenser في الإنتاجية، بينما تفوق جلنار المطعم على كلا الأصلين على جلنار غير المطعم. لم يؤثر التطعيم معنويًا في عدد الثمار في العنقود مقارنة مع الهجينين غير المطعمين ولكن تفوق جلنار المطعم على XR400 على جلنار المطعم على Defenser.

4-4 مؤشرات جودة الثمار:

4-4-1. تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في محتوى الثمرة من المادة الجافة (%)، تبعًا لطبيعة الهجين:

يبّين الجدول 22 أن الإجهاد الملحي في الهجين نينار، لم يؤثر في محتوى المادة الجافة معنويًّا إلا عند مستوى إجهاد شديد جدًا (150 mM) إذ وصل محتوى المادة الجافة للثمار إلى 9.64% مقارنة مع الشاهد (10.95%). على حين لم تسجل أية فروق معنوية بين بقية مستويات الإجهاد والشاهد. بالنسبة إلى تأثير التطعيم، فقد أدّى التطعيم على الأصلين Defenser وXR400 لزيادة محتوى المادة الجافة معنويًّا بمقدار 1.2 و1.3 مرّة، على الترتيب بالمقارنة مع الهجين نينار غير المطعّم (9.06%). بالنسبة إلى التفاعل، أظهر التطعيم على الأصلين وعند مستويات الملوحة جميعها، زيادة معنوية في محتوى المادة الجافة مقارنة مع الهجين غير المطعّم عند مستويات الملوحة نفسه.

أدّى الإجهاد الملحي الشديد (150 mM) في الهجين جلنار (جدول 23) إلى زيادة معنوية في محتوى المادة الجافة بمقدار 1.3 مرّة مقارنة مع الشاهد (8.69%). على حين لم تسجل مستويات الملوحة الباقية أي فرق معنوي مقارنة مع الشاهد وفيما بينها. وسجل تطعيم الهجين جلنار على الأصلين Defenser وXR400 زيادة في محتوى المادة الجافة (11.10 و12.27%، على الترتيب) مقارنةً مع الهجين غير المطعّم (6.52%). هذا

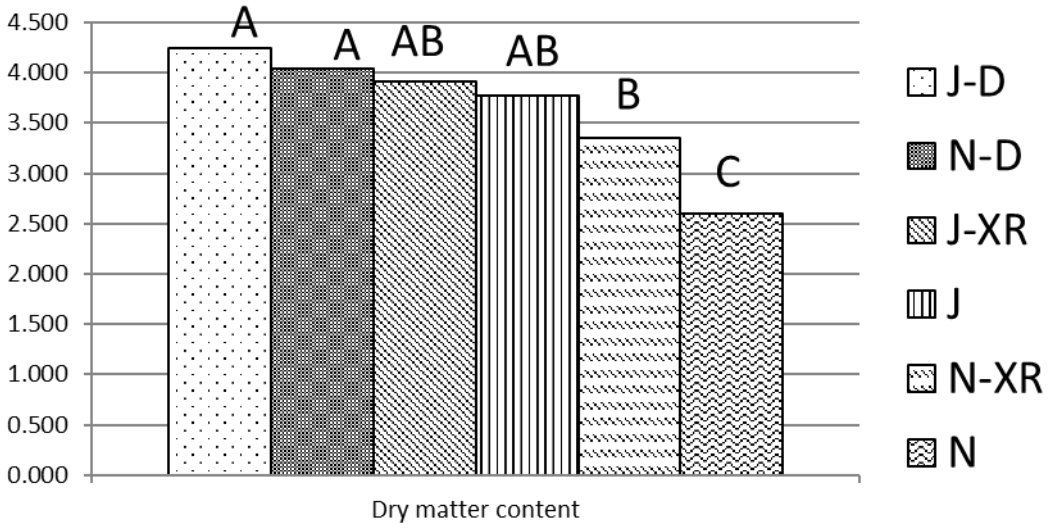
وقد سجلت فروق معنوية بين التطعيم على الأصلين، حيث تفوّق الهجين جلنار المطعّم على الأصل XR400 معنوياً على الهجين المطعّم على الأصل Defenser. بالنسبة إلى التفاعل، أظهر تطعيم الهجين جلنار على الأصلين وعند مستويات الملوحة جميعها، زيادة معنوية في محتوى الثمار من المادة الجافة مقارنة مع الهجين غير المطعّم عند مستويات الملوحة نفسها.

الجدول 22: **تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في محتوى المادة الجافة الثمار (%).**

حالة النبات	نسبة المادة الجافة في الثمار (%)				
	معاملة الإجهاد الملحي (mM)				متوسط
	0	50	100	150	
N	10.33^{bcd}	9.37^{def}	7.96^{f}	8.56^{ef}	**9.06^{B}**
N/XR	10.92^{abcd}	11.80^{ab}	10.93^{abcd}	12.18^{a}	**11.46^{A}**
N/D	11.60^{abc}	11.55^{abc}	10.02^{cde}	10.58^{abcd}	**10.94^{A}**
متوسط معاملة الإجهاد	**10.95^{A}**	**10.91^{A}**	**10.44^{AB}**	**9.64^{B}**	
$LSD_{\%5}$	لحالة النبات 0.89، لمعاملة الإجهاد 1.20، للتفاعل 1.70				
J	4.97^{f}	6.33^{f}	6.59^{ef}	8.20^{de}	**6.52^{C}**
J/XR	11.88^{ab}	12.02^{ab}	12.15^{ab}	$13.^{02a}$	**12.27^{A}**
J/D	9.22^{cd}	10.87^{bc}	11.90^{ab}	12.43^{ab}	**11.10^{B}**
متوسط معاملة الإجهاد	**8.69^{B}**	**9.74^{AB}**	**10.21^{AB}**	**11.22^{A}**	
$LSD_{\%5}$	لحالة النبات 0.97، لمعاملة الإجهاد 1.55 ، للتفاعل 1.67				

*يشير اختلاف الأحرف الكبيرة في العمود والسطر الواحد، على الترتيب إلى وجود فروق معنوية وفق متوسط حالة النبات ومتوسط معاملة الإجهاد. على حين يشير اختلاف الأحرف الصغيرة في الأعمدة والسطور إلى وجود فروق معنوية بين تفاعل معاملة الإجهاد مع حالة النبات، عند مستوى ثقة 95%. تشير الرموز N، J، XR وD إلى الهجين نينار والهجين جلنار والأصل XR400 والأصل Defenser.

يظهر من الشكل 24، أن الهجين نينار غير المطعّم قد تفوّق معنويًّا في المؤشر المدروس على الهجين جلنار غير المطعّم (9.06 و6.52%، على الترتيب)، بينما لم تسجل أية فروق معنوية بين الهجينين المطعّمين على الأصل نفسه.



الشكل 24: تأثير طبيعة الهجين وحالة النبات في محتوى المادة الجافة في الثمرة.

*تشير الرموز N، J، XR و D إلى الهجين نينار والهجين جلنار والأصل XR400 والأصل Defenser

4-4-2. تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في نسبة الحموضة الكلية في الثمرة (%)، تبعًا لطبيعة الهجين:

أدّى الإجهاد الملحي في الهجين نينار (جدول 23) إلى زيادة معنوية في نسبة الحموضة الكلية في الثمرة فوصلت إلى 0.22، 0.26 و0.25 % عند مستويات 50، 100 و150 mM، على الترتيب بالمقارنة مع الشاهد (0.20%). أما بالنسبة للتطعيم، فقد أسهم تطعيم الهجين نينار على الأصل XR400 فقط إلى زيادة معنوية بالمؤشر المدروس (0.25%) بالمقارنة مع النباتات غير المطعّمة (0.22%) وتلك المطعّمة على الأصل Defenser (0.23%). بالنسبة إلى التفاعل لم يسجل تأثير معنوي للتطعيم عند معظم مستويات الإجهاد، ماعدا

الهجين نينار المطعّم على الأصل XR400 عند مستوى ملوحة 100 mM الذي تفوّق معنويًّا بالمقارنة مع النباتات غير المطعّمة عند مستوى الملوحة نفسه.

الجدول 23: **تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في نسبة الحموضة الكلية في الثمرة (%).**

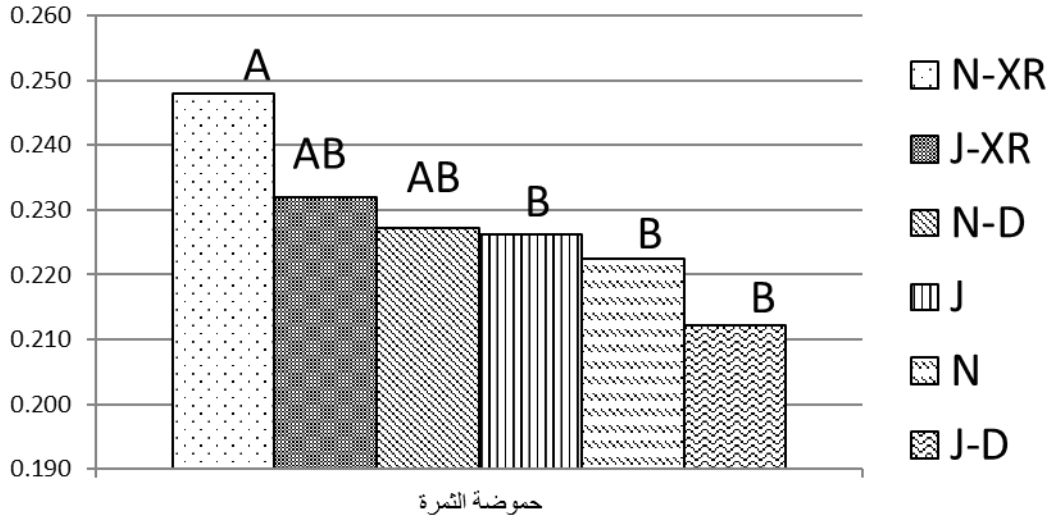
حالة النبات	نسبة الحموضة الكلية في الثمار (%)				
	معاملة الإجهاد الملحي (mM)				متوسط
	0	50	100	150	
N	0.20^{fg}	0.22^{ef}	0.23^{cde}	0.24^{bcd}	**0.22^{B}**
N/XR	0.22^{ef}	0.21^{ef}	0.31^{a}	0.25^{b}	**0.25^{A}**
N/D	0.19^{g}	0.23^{de}	0.25^{bc}	0.24^{bcd}	**0.23^{B}**
متوسط معاملة الإجهاد	**0.20^{C}**	**0.22^{B}**	**0.26^{A}**	**0.25^{A}**	
$LSD_{\%5}$	لحالة النبات 0.01، لمعاملة الإجهاد 0.01، للتفاعل 0.02				
J	0.18^{e}	0.24^{c}	0.22^{cd}	0.28^{b}	**0.23^{A}**
J/XR	0.19^{e}	0.21^{d}	0.21^{d}	0.33^{a}	**0.23^{A}**
J/D	0.21^{d}	0.21^{d}	0.21^{d}	0.22^{cd}	**0.21^{A}**
متوسط معاملة الإجهاد	**0.19^{C}**	**0.22^{B}**	**0.21^{B}**	**0.27^{A}**	
$LSD_{\%5}$	لحالة النبات 0.02، لمعاملة الإجهاد 0.01، للتفاعل 0.02				

*يشير اختلاف الأحرف الكبيرة في العمود والسطر الواحد، على الترتيب إلى وجود فروق معنوية وفق متوسط حالة النبات ومتوسط معاملة الإجهاد. على حين يشير اختلاف الأحرف الصغيرة في الأعمدة والسطور إلى وجود فروق معنوية بين تفاعل معاملة الإجهاد مع حالة النبات، عند مستوى ثقة 95%. تشير الرموز N، J، XR وD إلى الهجين نينار والهجين جلنار والأصل XR400 والأصل Defenser

يبين الجدول 23 في الهجين جلنار، أن الإجهاد الملحي أدّى إلى زيادة معنوية في نسبة الحموضة الكلية في الثمرة فبلغت 0.22، 0.21 و0.27 % عند مستويات 50، 100 و150 mM، على الترتيب بالمقارنة مع الشاهد (0.19%). على حين لم تسجل أية فروق معنوية عند التطعيم على الأصلين XR400 وDefenser (0.23 و0.21%، على الترتيب) بالمقارنة مع النباتات غير المطعّمة (0.23%). بالنسبة إلى التفاعل، سجل

الهجين جلنار المطعّم على الأصلين فقط عند مستويي ملوحة 50 و150mM تفوّقا معنويًّا على النباتات غير المطعّمة عند مستويات الملوحة نفسها.

يبين الشكل 25، عدم وجود فروق معنوية بين الهجين نينار وجلنار غير المطعّمين من حيث نسبة الحموضة الكلية في الثمرة. وكذلك لم يسجل أية فروق معنوية بين الهجين نينار والهجين جلنار المطعّمين على الأصل XR400، ولا بين الهجينين المطعّمين على الأصل Defenser.



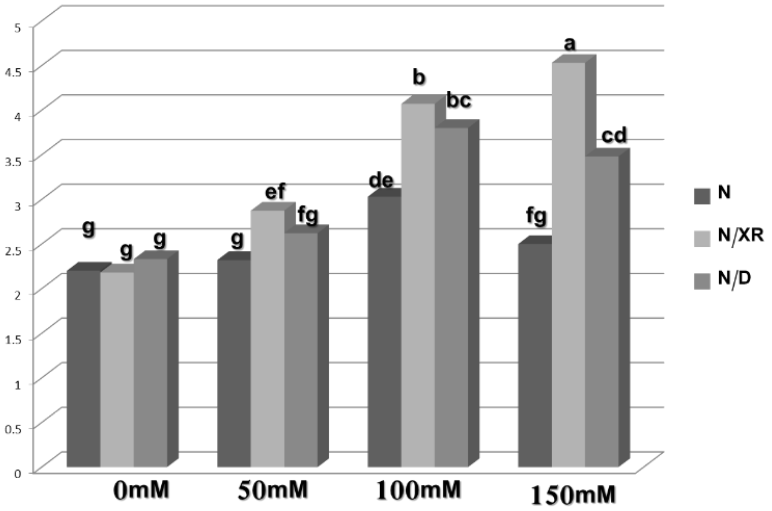
الشكل 25: تأثير طبيعة الهجين وحالة النبات في نسبة الحموضة الكلية في الثمرة.

*تشير الرموز N، J، XR وD إلى الهجين نينار والهجين جلنار والأصل XR400 والأصل Defenser

4-4-3. تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في نسبة المواد الصلبة الذائبة في الثمرة (%)، تبعًا لطبيعة الهجين:

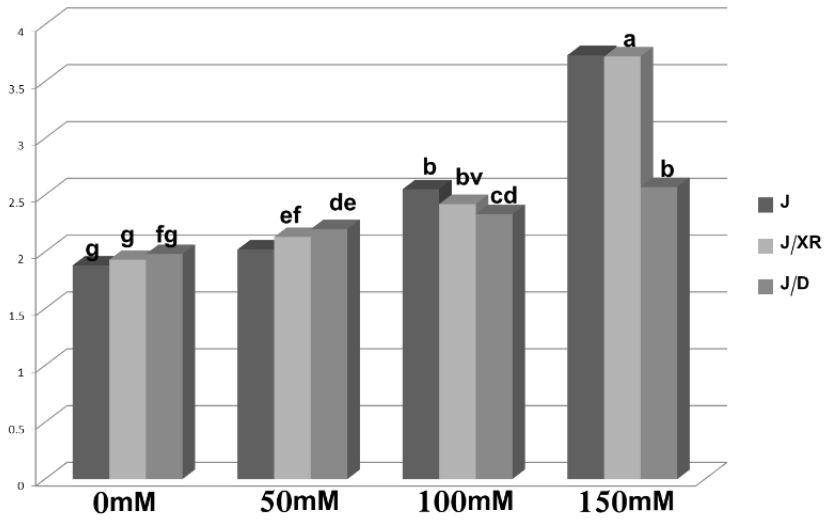
يبين الشكل 26 في الهجين نينار، أن الإجهاد الملحي عند مستويي ملوحة 100 و150mM، قد أدّى إلى زيادة معنوية في نسبة المواد الصلبة الذائبة (3.63 و3.51%، على الترتيب) بالمقارنة مع الشاهد (2.24%). كذلك أسهم تطعيم الهجين نينار على الأصلين XR400 وDefenser في تحقيق زيادة معنوية في المؤشر المدروس (3.41 و3.06%، على الترتيب) بالمقارنة مع الهجين نينار غير المطعّم (2.51%). فيما يتعلق

بالتفاعل، أدّى التطعيم على الأصلين عند مستويي ملوحة 100 و150 mM إلى زيادة معنوية في المؤشر المدروس بالمقارنة مع الهجين نينار غير المطعّم عند مستويي الملوحة نفسها، وأدّى التطعيم فقط على الأصل XR400 عند مستوى 50mM إلى زيادة معنوية في المؤشر المدروس بالمقارنة مع النباتات غير المطعّمة عند مستوى الملوحة نفسه.



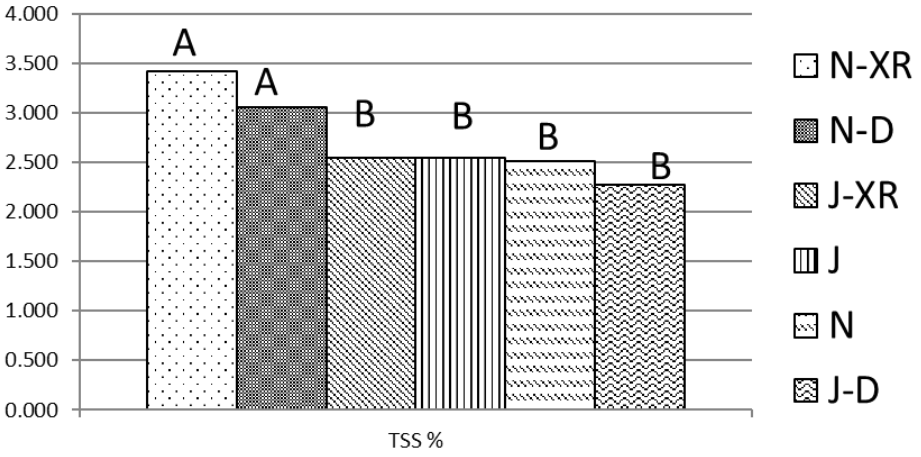
الشكل 26: تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في نسبة المواد الصلبة الذائبة في الثمرة (%) في الهجين نينار.

أدّى الإجهاد الملحي في الهجين جلنار (الشكل 27) إلى زيادة معنوية تدريجياً مع زيادة الإجهاد، إذ بلغت نسبة المواد الصلبة الذائبة 2.12، 2.43 و3.34% في كل من مستويات الملوحة 50، 100 و150 mM، على الترتيب بالمقارنة مع الشاهد (1.93%). في الوقت الذي لم يظهر التطعيم على الأصل XR400 فروق معنوية في المؤشر المدروس (2.55%)، أدّى التطعيم على الأصل Defenser إلى انخفاض معنوي في المؤشر المدروس (2.27%) بالمقارنة مع الهجين جلنار غير المطعّم (2.54%). بالنسبة إلى التفاعل، أدّى التطعيم فقط على الأصل Defenser عند مستويات الملوحة كافة إلى تفوّق معنوي في نسبة المواد الصلبة الذائبة بالمقارنة مع النباتات غير المطعّمة عند مستويات الملوحة المطابقة.



الشكل 26: تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في نسبة المواد الصلبة الذائبة في الثمرة (%) في الهجين جلنار.

فيما يخص توافقات التطعيم (شكل 28)، لم تسجل فروق معنوية بين الهجينين نينار وجلنار غير المطعّمين من حيث محتوى الثمرة من المواد الصلبة الذائبة. على حين تفوّق الهجين نينار المطعّم على الأصل XR400 (3.41%) بمحتوى المواد الصلبة الذائبة بالمقارنة مع الهجين جلنار المطعّم على الأصل نفسه (2.55%)، وكذلك تفوّق الهجين نينار المطعّم على الأصل Defenser (3.06%) بالمقارنة مع الهجين جلنار المطعّم على الأصل نفسه (2.27%).



الشكل 24: تأثير طبيعة الهجين وحالة النبات في نسبة المواد الصلبة الذائبة.

*تشير الرموز N، J، XR و D إلى الهجين نينار والهجين جلنار والأصل XR400 والأصل Defenser.

4-4-4. تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في صلابة الثمرة (كغ/سم^2)، تبعًا لطبيعة الهجين:

أدّى الإجهاد الملحي في الهجين نينار (جدول 24)، إلى نقص معنوي في صلابة الثمرة بلغ 1.2، 1.5 و1.6 مرّة في المعاملات 50، 100 و150 mM، على الترتيب بالمقارنة مع الشاهد (1.27 كغ/سم^2). على حين أدّى التطعيم فقط على الأصل Defenser إلى زيادة معنوية في المؤشر المدروس (1.10 كغ/سم^2) بالمقارنة مع الهجين نينار غير المطعّم (0.88 كغ/سم^2). بالنسبة إلى التفاعل، لوحظ أن تطعيم الهجين نينار على الأصل Defenser قد أدّى إلى زيادة معنوية في المؤشر المدروس عند مستويي ملوحة 100 و150 mM بالمقارنة مع النباتات غير المطعّمة عند مستويي الملوحة نفسهما، وأدّى التطعيم على الأصل XR400 فقط عند مستوى ملوحة 50mM إلى زيادة معنوية في المؤشر المدروس بالمقارنة مع النباتات غير المطعّمة عند مستوى الملوحة نفسه.

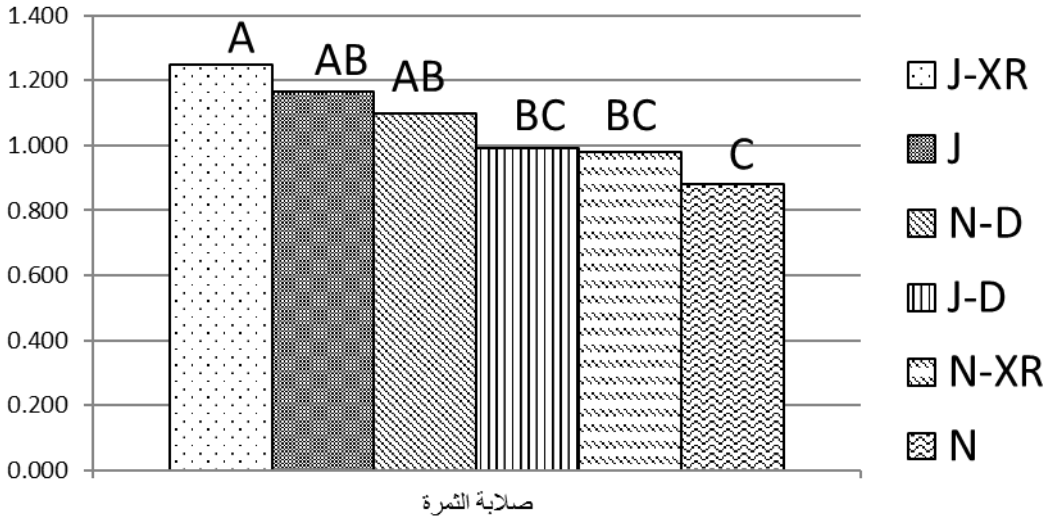
يبين الجدول 24 أنه في الهجين جلنار، أدّى الإجهاد الملحي عند مستويات الملوحة 50، 100 و150 mM إلى انخفاض معنوي في صلابة الثمرة بنسبة 26.9، 42.5 و46.9%، على الترتيب بالمقارنة مع الشاهد (1.60كغ/سم^2). على حين لم يسجل التطعيم على الأصلين Defenser و XR400 أية فروق معنوية في المؤشر المدروس (0.99 و1.25كغ/سم^2، على الترتيب) بالمقارنة مع الهجين جلنار غير المطعّم (1.17كغ/سم^2). فيما يخص تفاعل التطعيم*إجهاد، يُلحظ أن تطعيم الهجين جلنار على الأصلين عند معظم مستويات الإجهاد لم يسجل فروق معنوية في صلابة الثمرة، إلا أنه سجل انخفاض معنوي عند تطعيم الهجين جلنار على الأصلين فقط عند مستوى ملوحة 100 mM بالمقارنة مع النباتات غير المطعّمة عند مستوى الملوحة نفسه.

الجدول 24: **تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في صلابة الثمرة (كغ/سم^2).**

حالة النبات	صلابة الثمرة				
	معاملة الإجهاد الملحي (mM)				متوسط
	0	50	100	150	
N	1.03^{cd}	0.98^{de}	0.76^{fg}	0.75^{g}	**0.88^{B}**
N/XR	1.21^{b}	1.14^{bc}	0.80^{fg}	0.77^{fg}	**0.98^{AB}**
N/D	1.58^{a}	1.01^{de}	0.92^{de}	0.89^{ef}	**1.10^{A}**
متوسط معاملة الإجهاد	**1.27^{A}**	**1.04^{B}**	**0.83^{C}**	**0.80^{C}**	
$LSD_{\%5}$	لحالة النبات 0.13، لمعاملة الإجهاد 0.11، للتفاعل 0.13				
J	1.53^{b}	1.16^{cd}	1.21^{cd}	0.76^{f}	**1.17^{AB}**
J/XR	2.12^{a}	1.29^{bc}	0.79^{ef}	0.80^{ef}	**1.25^{A}**
J/D	1.16^{cd}	1.05^{cde}	0.76^{f}	0.99^{def}	**0.99^{B}**
متوسط معاملة الإجهاد	**1.60^{A}**	**1.17^{B}**	**0.92^{C}**	**0.85^{C}**	
$LSD_{\%5}$	لحالة النبات 0.24، لمعاملة الإجهاد 0.21، للتفاعل 0.27				

*يشير اختلاف الأحرف الكبيرة في العمود والسطر الواحد، على الترتيب إلى وجود فروق معنوية وفق متوسط حالة النبات ومتوسط معاملة الإجهاد. على حين يشير اختلاف الأحرف الصغيرة في الأعمدة والسطور إلى وجود فروق معنوية بين تفاعل معاملة الإجهاد مع حالة النبات، عند مستوى ثقة 95%. تشير الرموز N، J، XR وD إلى الهجين نينار والهجين جلنار والأصل XR400 والأصل Defenser

يظهر الشكل 29، أن الهجين جلنار غير المطعّم قد سجل تفوّقا معنويًّا في صلابة الثمرة (1.17كغ/سم^2) بالمقارنة مع الهجين نينار غير المطعّم (0.88كغ/سم^2). وتفوّق الهجين جلنار المطعّم على الأصل XR400 معنويًّا في المؤشر المدروس (1.25كغ/سم^2) بالمقارنة مع الهجين نينار المطعّم على الأصل XR400 نفسه (0.98كغ/سم^2). على حين لم تسجل أية فروق معنوي بين الهجينين نينار وجلنار المطعّمين على الأصل Defenser (1.1 و0.99 كغ/سم^2، على الترتيب).



الشكل 29: تأثير طبيعة الهجين وحالة النبات في صلابة الثمرة.

*تشير الرموز N، J، XR وD إلى الهجين نينار والهجين جلنار والأصل XR400 والأصل Defenser

4-4-5. تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في محتوى الكلوروفيل الكلي في الثمرة (مغ/غ رطب)، تبعًا لطبيعة الهجين:

يظهر الجدول 25 أن تعريض الهجين نينار إلى الإجهاد ملحي (150 mM) قد أدّى إلى انخفاض معنوي في محتوى الكلوروفيل الكلي في الثمرة (3.96 مغ/غ رطب)، على حين لم تسجل بقية مستويات الملوحة أي فرق معنوي بالمقارنة مع الشاهد (4.49 مغ/غ رطب). وبينت النتائج أن التطعيم على الأصل XR400 قد سبب انخفاضًا معنويًّا في المؤشر المدروس (3.75 مغ/غ رطب)، بالمقارنة مع الهجين نينار غير المطعّم (4.45 مغ/غ رطب)، على حين لم يحدث التطعيم على الأصل Defenser (4.62 مغ/غ رطب) أي فرق معنوي. فيما يتعلق بالتفاعل، أدّى التطعيم على الأصل XR400 عند مستويي ملوحة 100 و150 mM لانخفاض معنوي في محتوى الكلوروفيل الكلي في الثمرة بالمقارنة مع الهجين نينار غير المطعّم عند مستويات الملوحة نفسها. على حين لم تسجل أية فروق معنوية في حالة التطعيم على الأصلين عند مستوى ملوحة 50 mM.

الجدول 25: **تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في محتوى الكلوروفيل الكلي في الثمرة (مغ/غ رطب).**

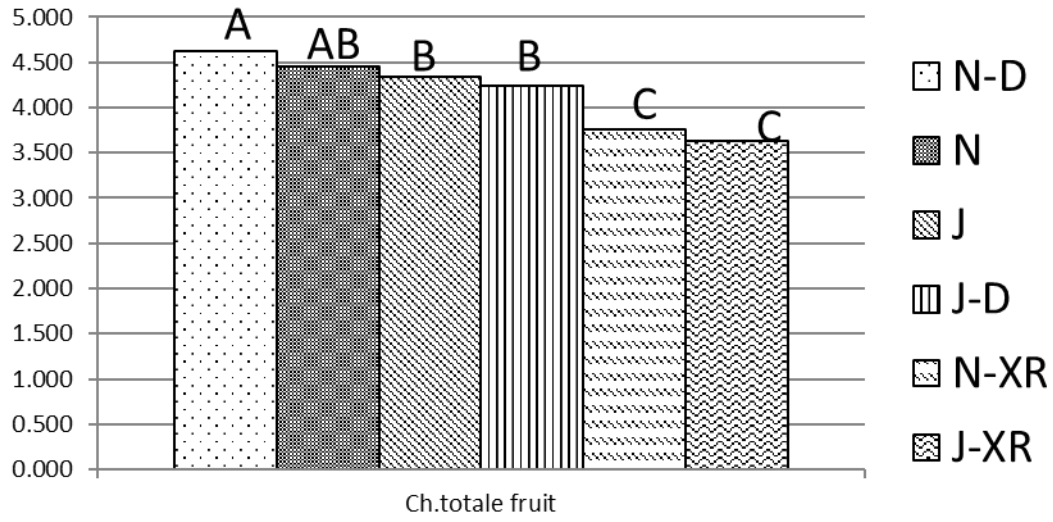
حالة النبات	محتوى الكلوروفيل كلي في الثمار				
	معاملة الإجهاد الملحي (mM)				متوسط
	0	50	100	150	
N	4.51^{abc}	4.39^{bc}	4.53^{abc}	4.37^{bc}	**4.45^{A}**
N/XR	4.12^{cd}	4.16^{cd}	3.74^{d}	2.99^{e}	**3.75^{B}**
N/D	4.84^{a}	4.69^{ab}	4.42^{abc}	4.52^{abc}	**4.62^{A}**
متوسط معاملة الإجهاد	**4.49^{A}**	**4.42^{A}**	**4.23^{AB}**	**3.96^{B}**	
$LSD_{\%5}$	لحالة النبات 0.26، لمعاملة الإجهاد 0.37، للتفاعل 0.44				
J	4.65^{a}	4.32^{abcd}	4.45^{abc}	3.91^{d}	**4.33^{A}**
J/XR	4.01^{cd}	4.17^{bcd}	3.39^{e}	2.93^{e}	**3.62^{B}**
J/D	4.62^{ab}	4.24^{abcd}	4.19^{bcd}	3.91^{d}	**4.24^{A}**
متوسط معاملة الإجهاد	**4.43^{A}**	**4.24^{AB}**	**4.01^{B}**	**3.58^{C}**	
$LSD_{\%5}$	لحالة النبات 0.29، لمعاملة الإجهاد 0.34، للتفاعل 0.45				

*يشير اختلاف الأحرف الكبيرة في العمود والسطر الواحد، على الترتيب إلى وجود فروق معنوية وفق متوسط حالة النبات ومتوسط معاملة الإجهاد. على حين يشير اختلاف الأحرف الصغيرة في الأعمدة والسطور إلى وجود فروق معنوية بين تفاعل معاملة الإجهاد مع حالة النبات، عند مستوى ثقة 95%. تشير الرموز N، J، XR وD إلى الهجين نينار والهجين جلنار والأصل XR400 والأصل Defenser.

أسهم الإجهاد الملحي عند مستوى 100 و150mM في الهجين جلنار (جدول 25) لانخفاض معنوي في محتوى الكلوروفيل الكلي في الثمرة (4.01 و3.58 مغ/غ رطب، على الترتيب) بالمقارنة مع الشاهد (4.43 مغ/غ رطب). وأدّى التطعيم على الأصل XR400 لانخفاض معنوي في المؤشر المدروس (3.62 مغ/غ رطب) بالمقارنة مع الهجين جلنار غير المطعّم (4.33 مغ/غ رطب)، على حين لم يحدث التطعيم على الأصل Defenser (4.24 مغ/غ رطب) أي فرق معنوي. وبيّنت النتائج المتعلقة بالتفاعل، أن التطعيم على الأصل XR400 عند مستويي ملوحة 100 و150 mM قد سبب انخفاضًا معنويًّا في محتوى الكلوروفيل الكلي في الثمرة

بالمقارنة مع الهجين غير المطعّم عند مستويات ملوحة مطابقة، وبالمقابل فإن التطعيم على الأصل Defenser لم يظهر أي فرق معنوي بالمقارنة مع الهجين غير المطعّم عند مستويات الملوحة كافة.

في الوقت الذي لم تسجل فيه فروق معنوية من حيث محتوى الكلوروفيل الكلي في الثمرة بين الهجينين (نينار وجلنار) غير المطعّمين (الشكل 30)، وكذلك بين الهجين نينار المطعّم على الأصل XR400 والهجين جلنار المطعّم على الأصل نفسه، سجلت فروق معنوية بين الهجين نينار المطعّم على الأصل Defenser (4.62 مغ/غ رطب) بالمقارنة مع الهجين جلنار المطعّم على الأصل نفسه (4.24 مغ/غ رطب).



الشكل 30: تأثير طبيعة الهجين وحالة النبات في الكلوروفيل الكلي في الثمار.

*تشير الرموز N، J، XR وD إلى الهجين نينار والهجين جلنار والأصل XR400 والأصل Defenser.

4-4-5. تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في محتوى الكاروتينات في الثمرة (مغ/ كغ)، تبعًا لطبيعة الهجين:

تبين النتائج في الجدول 26 أن تعرض الهجين نينار إلى الإجهاد الملحي قد أدّى لزيادة معنوية في محتوى الكاروتينات في الثمرة، فبلغت أعلى قيمة عند مستوى ملوحة mM100 (1.60 مغ/ كغ)، مسجلة بذلك فروقًا معنوية مع الشاهد (0.89 مغ/ كغ) وكذلك مع بقية مستويات الملوحة. وأدّى تطعيم الهجين نينار على الأصلين Defenser وXR400 إلى زيادة معنوية في محتوى الكاروتينات في الثمرة (1.27 و1.51مغ/ كغ، على الترتيب) بالمقارنة مع الهجين غير المطعّم (0.91 مغ/ كغ). بالنسبة إلى التفاعل، سجل تطعيم الهجين نينار على الأصلين عند مستوى ملوحة 100 mM فروقاً معنوية بالمقارنة مع النباتات غير المطعّمة عند مستوى الملوحة نفسه، وكذلك سجل التطعيم فقط على الأصل XR400 عند مستوى ملوحة 50 mM فروقاً معنوية بالمقارنة مع النباتات غير المطعّمة عند مستوى الملوحة نفسه.

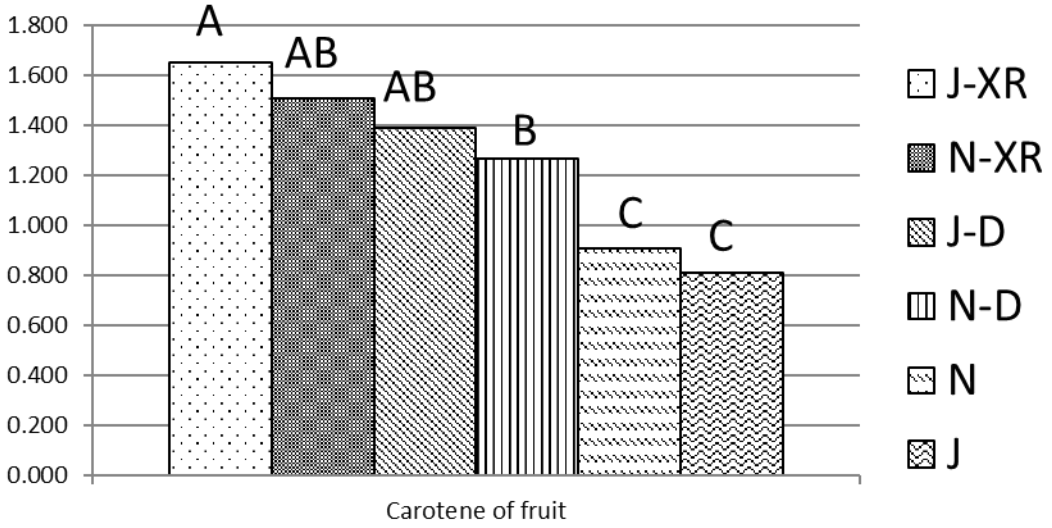
أدّى الإجهاد الملحي في الهجين جلنار (جدول 26)، إلى ارتفاع محتوى الثمرة من الكاروتينات معنويًا عند مستويات الملوحة جميعها فبلغ 1.25، 1.43 و1.60 مغ/ كغ عند مستوى 50، 100 و150 mM، على الترتيب بالمقارنة مع الشاهد (0.86 مغ/ كغ). وأدّى تطعيم الهجين جلنار على الأصلين Defenser وXR400 إلى زيادة معنوية في محتوى الكاروتينات في الثمرة (1.39 و1.65مغ/ كغ، على الترتيب) بالمقارنة مع الهجين غير المطعّم (0.81 مغ/ كغ). أمّا بالنسبة إلى التفاعل، سجل تطعيم الهجين جلنار على الأصلين عند مستويي ملوحة 100 و150 mM فروقاً معنوية في المؤشر المدروس بالمقارنة مع النباتات غير المطعّمة عند مستويات ملوحة مطابقة. وسجل تطعيم الهجين جلنار فقط على الأصل XR400 عند مستوى ملوحة 50 mM فروقاً معنوية بالمقارنة مع النباتات غير المطعّمة عند مستوى الملوحة نفسه.

الجدول 26: **تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في محتوى الكاروتينات في الثمرة (مغ/ كغ).**

حالة النبات	محتوى الكاروتينات في الثمار (مغ/ كغ)				
	معاملة الإجهاد الملحي (mM)				متوسط
	0	50	100	150	
N	0.73^{e}	0.76^{de}	0.98^{cde}	1.16^{cd}	**0.91^{B}**
N/XR	1.01^{cde}	1.81^{a}	2.09^{a}	1.14^{cd}	**1.51^{A}**
N/D	0.92^{de}	1.06^{cde}	1.73^{ab}	1.36^{bc}	**1.27^{A}**
متوسط معاملة الإجهاد	**0.89^{C}**	**1.21^{B}**	**1.60^{A}**	**1.22^{B}**	
$LSD_{\%5}$	لحالة النبات 0.27، لمعاملة الإجهاد 0.31، للتفاعل 0.40				
J	0.52^{d}	0.83^{cd}	0.64^{d}	1.26^{b}	**0.81^{B}**
J/XR	1.22^{b}	1.84^{a}	1.87^{a}	1.67^{a}	**1.65^{A}**
J/D	0.83^{cd}	1.07^{bc}	1.79^{a}	1.87^{a}	**1.39^{A}**
متوسط معاملة الإجهاد	**0.86^{C}**	**1.25^{B}**	**1.43^{AB}**	**1.60^{A}**	
$LSD_{\%5}$	لحالة النبات 0.26، لمعاملة الإجهاد 0.33 ، للتفاعل 0.36				

*يشير اختلاف الأحرف الكبيرة في العمود والسطر الواحد، على الترتيب إلى وجود فروق معنوية وفق متوسط حالة النبات ومتوسط معاملة الإجهاد. على حين يشير اختلاف الأحرف الصغيرة في الأعمدة والسطور إلى وجود فروق معنوية بين تفاعل معاملة الإجهاد مع حالة النبات، عند مستوى ثقة 95%. تشير الرموز N، J، XR وD إلى الهجين نينار والهجين جلنار والأصل XR400 والأصل Defenser

لم تسجل فروق معنوية من حيث محتوى الكاروتينات في الثمرة بين الهجينين نينار وجلنار غير المطعّمين (الشكل 31)، وبين الهجينين نينار وجلنار المطعّمين على الأصل XR400، وكذلك بين الهجينين نينار وجلنار المطعّمين على الأصل Defenser.



الشكل 31: تأثير طبيعة الهجين وحالة النبات في محتوى الثمار من الكاروتينات.

*تشير الرموز N، J، XR وD إلى الهجين نينار والهجين جلنار والأصل XR400 والأصل Defenser.

4-4-5. تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في محتوى الليكوبين في الثمرة (مغ/ كغ)، تبعًا لطبيعة الهجين:

أدّى الإجهاد الملحي في الهجين نينار (جدول 27) إلى زيادة محتوى الليكوبين في الثمرة معنويًّا فقط عند مستوى ملوحة 150 mM (1.24 مغ/ كغ) بالمقارنة مع الشاهد (0.67 مغ/ كغ) وكذلك مع بقية مستويات الملوحة 50 و100 mM (0.74 و0.85 مغ/ كغ، على الترتيب). أدّى تطعيم الهجين نينار فقط على الأصل XR400 إلى زيادة معنوية في محتوى الليكوبين في الثمرة (1.04مغ/ كغ) بالمقارنة مع الهجين غير المطعّم (0.71 مغ/ كغ). بالنسبة إلى التفاعل، أدّى تطعيم الهجين نينار على الأصلين فقط عند مستوى ملوحة 150 mM إلى تسجيل فروق معنوية في المؤشر المدروس بالمقارنة مع النباتات غير المطعّمة عند مستوى ملوحة مطابق.

الجدول 27: **تأثير معاملات الإجهاد الملحي والتطعيم في محتوى الليكوبين في الثمرة (مغ/ كغ).**

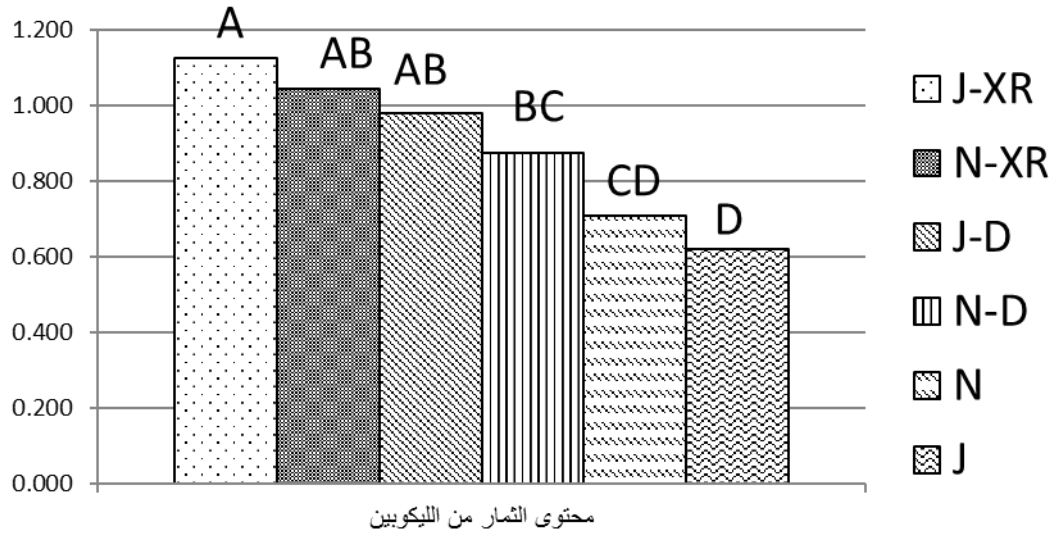
حالة النبات	محتوى الليكوبين في الثمار (مغ/ كغ)				
	معاملة الإجهاد الملحي (mM)				متوسط
	0	50	100	150	
N	0.61^{d}	0.61^{d}	0.74^{cd}	0.86^{cd}	**0.71^{B}**
N/XR	0.64^{d}	0.84^{cd}	$1.02b^{c}$	1.66^{a}	**1.04^{A}**
N/D	0.75^{cd}	0.77^{cd}	0.78^{cd}	1.19^{b}	**0.87^{AB}**
متوسط معاملة الإجهاد	**0.67^{B}**	**0.74^{B}**	**0.85^{B}**	**1.24^{A}**	
$LSD_{\%5}$	لحالة النبات 0.19، لمعاملة الإجهاد 0.19، للتفاعل 0.28				
J	0.39^{c}	0.59^{bc}	0.48^{c}	1.02^{a}	**0.62^{B}**
J/XR	1.22^{a}	1.07^{a}	1.19^{a}	1.03^{a}	**1.13^{A}**
J/D	0.71^{b}	0.78^{b}	1.21^{a}	1.20^{a}	**0.98^{A}**
متوسط معاملة الإجهاد	**0.77^{B}**	**0.81^{B}**	**0.96^{AB}**	**1.09^{A}**	
$LSD_{\%5}$	لحالة النبات 0.15، لمعاملة الإجهاد 0.21، للتفاعل 0.22				

*يشير اختلاف الأحرف الكبيرة في العمود والسطر الواحد، على الترتيب إلى وجود فروق معنوية وفق متوسط حالة النبات ومتوسط معاملة الإجهاد. على حين يشير اختلاف الأحرف الصغيرة في الأعمدة والسطور إلى وجود فروق معنوية بين تفاعل معاملة الإجهاد مع حالة النبات، عند مستوى ثقة 95%. تشير الرموز N، J، XR وD إلى الهجين نينار والهجين جلنار والأصل XR400 والأصل Defenser.

يبين الجدول 27، أن الإجهاد الملحي في الهجين جلنار قد أدّى إلى زيادة محتوى الليكوبين في الثمرة معنويًا فقط عند مستوى ملوحة 150mM (1.09 مغ/ كغ) بالمقارنة مع الشاهد (0.77 مغ/ كغ). وأدّى تطعيم الهجين جلنار على الأصلين Defenser وXR400 إلى زيادة معنوية في محتوى الليكوبين في الثمرة (0.98 و1.13مغ/ كغ، على الترتيب) بالمقارنة مع الهجين جلنار غير المطعّم (0.62 مغ/ كغ). أدّى تطعيم الهجين جلنار على الأصلين عند مستوى ملوحة 100 mM إلى تسجيل فروق معنوية في المؤشر المدروس بالمقارنة مع

النباتات غير المطعّمة عند مستوى ملوحة مطابق. وأدّى تطعيم الهجين جلنار فقط على الأصل XR400 عند مستوى ملوحة 50 mM إلى تسجيل فروق معنوية في المؤشر المدروس بالمقارنة مع النباتات غير المطعّمة عند مستوى الملوحة نفسه، بينما لم تسجل أية فروق معنوية بين النباتات المطعّمة وغير المطعّمة عند مستوى ملوحة 150 mM.

أمّا بالنسبة إلى توافقات التطعيم فلم تسجل فروق معنوية من حيث محتوى الليكوبين في الثمرة بين الهجينين نينار وجلنار غير المطعّمين (الشكل 32)، وبين الهجينين نينار وجلنار المطعّمين على الأصل XR400، وكذلك بين الهجينين نينار وجلنار المطعّمين على الأصل Defenser.



الشكل 32: تأثير طبيعة الهجين وحالة النبات في محتوى الثمار من الليكوبين.

*تشير الرموز N، J، XR وD إلى الهجين نينار والهجين جلنار والأصل XR400 والأصل Defenser

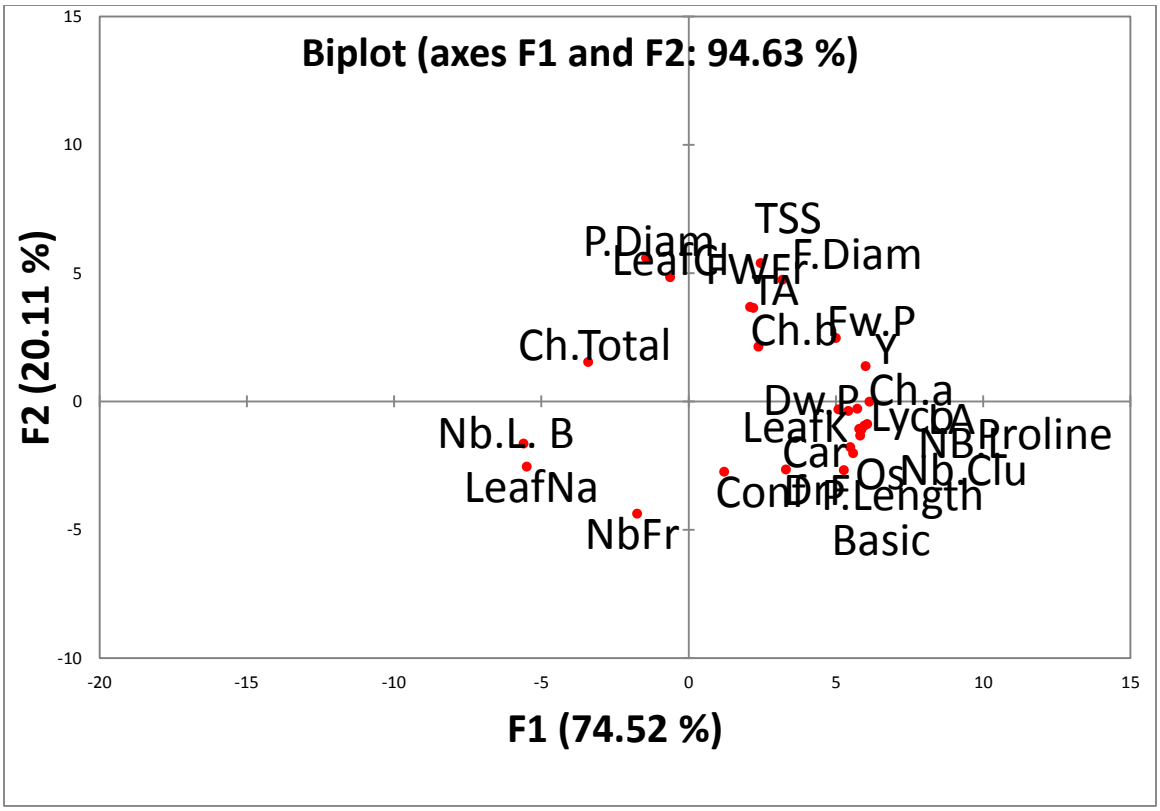
من النتائج السابقة نجد أن الإجهاد الملحي تسبب في خفض نسبة المادة الجافة في الثمرة في نينار عند مستوى ملوحة 150mM (9.04%) ولكنه زاد من هذه النسبة في جلنار عند المستوى نفسه لتصل النسبة إلى 11.22%. وزاد الإجهاد الملحي من نسبة الحموضة الكلية وخاصة عند مستويي الملوحة 100 ,150mM، وكان ذلك أيضًا

بالنسبة لِـ TSS ومحتوى الثمار من الكاروتينات والتي سجلت أعلى متوسط لها عند مستوى الملوحة mM100 بالنسبة لنينار (1.6 مغ/غ رطب) وعند mM150 لجلنار (1.6 مغ/غ رطب)، وأيضًا زاد محتواها من الليكوبين عند مستوى الملوحة mM150. بينما أدى الإجهاد الملحي إلى خفض صلابة الثمار معنويًا وخاصة عند مستويي الملوحة 100 و mM150 لكلا الهجينين وكذلك محتوى الثمرة من الكلوروفيل الكلي mM150.

زاد تطعيم كل من الهجينين على كل من الأصلين معنويًا من نسبة المادة الجافة في الثمار وكذلك محتواها من الكاروتينات والليكوبين. إلا أن نسبة الحموضة الكلية زادت معنويًا فقط عند تطعيم نينار على XR400، وزادت صلابة الثمرة عند تطعيم نينار على Defenser فقط. زاد تطعيم جلنار عل كلا الأصلين من نسبة المواد الصلبة الذائبة على عكس جلنار المطعم على كلا الأصلين إذ لم يؤثر التطعيم معنويًا. انخفض محتوى الثمار من محتوى الثمرة من الكلوروفيل الكلي عند تطعيم كلا الهجينين على XR400 فقط.

4-5. نتائج تحليل المكونات الرئيسة: Principal components analysis (PCA)

أظهر تحليل PCA توزع الصفات المرتبطة بتحمل الملوحة وفق عدة محاور (شكل 33)، إذ شكّل المحوران الأول والثاني معاً (F1 و F2) نسبة 94.63% من التباينات بين النباتات. هذا وقد فسر المحور الأول 74.52% من التباينات، على حين فسر المحور الثاني 20.11% من التباينات. علمًا أنه قد بلغت قيمة الجذر الكامن في المكونين PC1 and PCA2 ≥ 1 أي eigenvalues ≥ 1.



الشكل 33: تحليل المكونات الرئيسة للمؤشرات الشكلية والفيزيولوجية والبيوكيميائية في 6 حالات نباتية من البندورة تحت ظروف الإجهاد الملحي. تشير الرموز Os، Y، LA، Ch.a، Ch.b، LeafNa، LeafK، LeafCl، Proline، Nb.Clu، NbFr، Basic، Nb.L. B، Nb.L، Fw.P، Dw.P، F.Diam، P.Length، P.Diam، FWFr، DrF، TA، TSS، Ch.Total، Car، Lyco، Conf إلى الضغط الأسموزي، الإنتاجية، مساحة الأوراق، محتوى الأوراق من الكلوروفيل A و B ومن الصوديوم والكلور والبوتاسيوم والبرولين، عدد العناقيد على النبات، عدد الثمار، الفعل القاعدي، عدد الأوراق بين عنقودين، عدد الأوراق الكلي، الوزن الرطب ونسبة المادة الجافة في النبات، قطر الثمرة، طول النبات، قطر النبات، الوزنين الرطب والجاف للثمرّة، محتوى الثمرة من الحموضة الكلية ومن المواد الصلبة الذائبة والكلوروفيل والكاروتينات والليكوبين، وصلابتها.

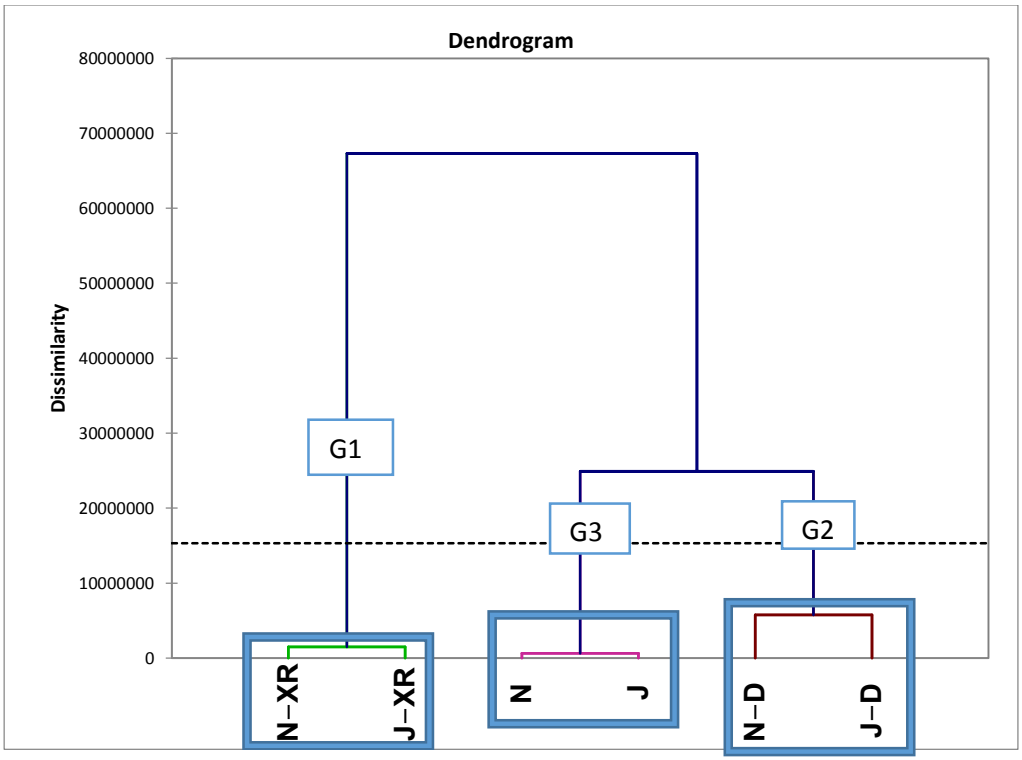
إن إسهام المكون الأول في إظهار التباينات بين النباتات كان أعلى؛ إذ ضم هذا المكون صفات: الضغط الأسموزي، الإنتاجية، مساحة الأوراق، محتوى الأوراق من الكلوروفيل A و B، عدد العناقيد على النبات، الفعل القاعدي، عدد الأوراق الكلي، الوزنين الرطب والجاف للنبات، قطر الثمرة، طول النبات، الوزنين الرطب والجاف للثمرّة، محتوى الثمرة من الحموضة الكلية ومن المواد الصلبة الذائبة والكاروتينات والليكوبين وصلابتها فضلًا عن محتوى النبات من البوتاسيوم والبرولين والتي تعد الصفات المسؤولة عن إظهار التباينات بين النباتات وفق تحملها للملوحة.

6-4. نتائج التحليل العنقودي للقيم النسبية للقراءات Agglomerative hierarchical clustering (AHC):

أدّى التحليل العنقودي، اعتماداً على مجموع القيم النسبية للمعايير المدروسة، إلى تقسيم هجن البندورة المدروسة (المطعّمة وغير المطعّمة) وفق تحملها للإجهاد الملحي إلى ثلاث مجموعات (الشكل 34):

1. المجموعة الأولى G1: مجموعة النباتات المتحملة للإجهاد الملحي، وتضم الهجينين نينار وجلنار المطعّمين على الأصل XR400.
2. المجموعة الثانية G2: مجموعة النباتات متوسطة التحمل للإجهاد الملحي، وتضم الهجينين نينار وجلنار المطعّمين على الأصل Defenser.
3. المجموعة الثالثة G3: مجموعة النباتات غير المتحملة للإجهاد الملحي، وتضم الهجينين نينار وجلنار غير المطعّمين (J و N).

لابد من الاشارة إلى أن التحليل العنقودي المعتمد على قراءات القيم النسبية جميعها (الشكل 34) أو فقط على القراءات التي شكلت المكون الأول من تحليل PCA (ملحق شكل I) قد أعطى التقسيم نفسه. وكذلك أظهر التحليل العنقودي عند كل مستوى إجهاد على حدة (ملحق الجداول I والأشكال II، III، IV)، التقسيم نفسه الذي ظهر من المجموع العام لكل مستويات الإجهاد، ما عدا أنه عند مستويي ملوحة 50 و100 mM، ظهر الهجين نينار المطعّم على الأصل Defenser في المجموعة الأولى (بوصفه متحملًا لهذه المستويات)، على حين عند مستوى ملوحة أعلى (150 mM) ظهر في المجموعة الثانية (بوصفه متوسطَ التحمل لهذا المستوى من الاجهاد).



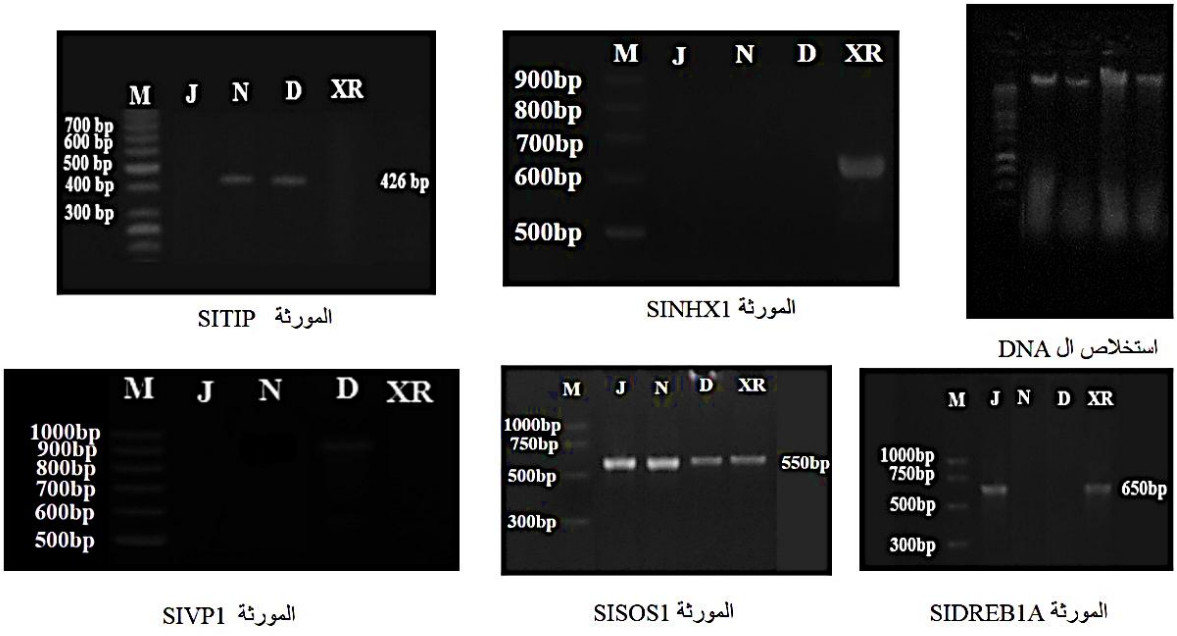
الشكل (34): التحليل العنقودي لهجن البندورة غير المطعّمة وتلك المطعّمة على الأصلين، وفق تحملها للإجهاد الملحي بناءً على مجموع القيم النسبية المؤشرات المدروسة جميعها.

4-7- الكشف عن وجود مورثات الملوحة في الهجن والأصول المدروسة:

تفاعلت البادئات المستخدمة للكشف عن المورثات المتعلقة بالملوحة جميعها، وأعطت منتجات تضخيم في التفاعل التسلسلي البوليميرازي.

أوضحت نتائج الرحلان الكهربائي (شكل 35) أن DNA الهجين جلنار أعطى نتيجة تفاعل مع بادئات كلٍّ من المورثة SISOS1 والمورثة SIDREB1A. على حين تفاعل DNA الهجين نينار مع بادئات المورثة SITIP والمورثة SISOS1. وفيما يتعلق بالأصول فقد لوحظ تفاعل DNA الأصل Defenser مع بادئات ثلاث

مورثات وهي SIVP1 وSITIP وSISOS1. وكذلك في الأصل XR400 فإن الـ DNA تفاعل مع بادئات المورثات SINHX1، SISOS1 وSIDREB1A (جدول 30).



M: المعلم الجزيئي J: هجين جلنار, N: هجين نينار, D: أصل ديفينسر, XR: أصل XR400

االشكل 35: الرحلان الكهربائي لاستخلاص DNA ونتائج التفاعل التسلسلي البوليميرازي (PCR) للمورثات المدروسة.

الجدول 28: **نتائج الكشف عن المورثات المرتبطة بالملوحة في الهجن والأصول المدروسة.**

اسم المورثة	المادة النباتية			
	الأصل Defenser	الأصل XR400	الهجين جلنار	الهجين نينار
SISOS1	✓	✓	✓	✓
SITIP	✓			✓
SIVP1	✓			
SIDREB1A		✓	✓	
SINHX1		✓		

الفصل الخامس:

المناقشة

Discussion

5- المناقشة:

سجلت مستويات الإجهاد الملحي تغيرات معنوية فيما يتعلق ببعض مؤشرات نمو النبات الشكلية، حيث خفضت الملوحة معنويًّا طول النبات ومسطحه الورقي وعدد الأوراق الكلي، وتناسب الانخفاض عكسيًا مع زيادة تركيز كلوريد الصوديوم NaCl وتوافقت النتائج مع نتائج Parvin وآخرين (2015) و Zhai وآخرين (2015). أرجعت بعض الدراسات سبب انخفاض هذه المؤشرات إلى سلوك الإجهاد الملحي المثبط لانقسام الخلايا النباتية واستطالتها، علاوة على تأثيره في الحالة المائية للنبات وخاصة الضغط الانتباجي المسؤول عن نمو أعضاء النبات (West *et al*., 2004). إن انخفاض طول النبات، تحت تأثير الإجهاد الملحي، هو ليس فقط نتيجة انخفاض طول السلاميات بل عددها أيضاً، الأمر الذي يؤكده نقص عدد الأوراق والعناقيد (جدول 5 و18) وهذا يتوافق مع نتائج Najla وآخرين (2009). مع الإشارة إلى أن تثبيط النمو الطولي ترافق مع زيادة قطر النبات (جدول 7) نتيجة زيادة عدد وقطر الأوعية الخشبية في الساق (Ehret and Ho, 1986). هذا ويعزى انخفاض الفعل القاعدي، تحت تأثير الإجهاد الملحي، في الهجين نينار فقط دونًا عن الهجين جلنار (جدول 3)، إلى التباين الوراثي بين الهجينين وخاصةً أن الفعل القاعدي لنبات البندورة هو صفة وراثية تتدخل فيها عدة مورثات (Najla *et al.,* 2009).

أثّر الإجهاد الملحي في العمليات الفيزيولوجية والكيميائية الحيوية للنبات، ويمكن تفسير ذلك من خلال الحالة المائية للنبات التي تعد شديدة الحساسية للملوحة (Yeo *et al*., 1991)، فهي أحد المؤشرات الأساسية في تحديد مدى استجابة نبات البندورة للإجهاد (Ladewig *et al*., 2021). حيث يؤدي ارتفاع تركيز الأملاح الذوابة في محلول التربة إلى ازدياد قيمة الجهد الحلولي، فيقل تبعاً لذلك فرق التدرج في الجهد المائي بين التربة وخلايا المجموع الجذري، وتصبح كمية الماء الممتصة غير كافية لتعويض الماء المفقود بالنتح، مما يُعرّض النبات للعجز المائي نتيجة انخفاض جهد الانتباج المسؤول عن استطالة الخلايا (Hasegawa *et al*., 2000)، وهذا ما يُفسّر انخفاض الوزن الرطب للنبات (جدول 9) حيث توافق ذلك مع نتائج Ladewig وآخرين (2021). من جهة أخرى،

أدّت الملوحة في هذا البحث إلى زيادة محتوى النبات من الكلور والصوديوم (جدول 13 و16) وتوافق ذلك مع نتائج Loudari وآخرين (2020)، واللّذين لهما تأثير سام في النبات، حسب الدراسات، من خلال تثبيط نشاط العديد من الأنزيمات والهرمونات كالسيتوكينات (Zhen *et al.*, 2010). هذا وقد أوضحت الدراسات وجود تنافس بين شوارد الصوديوم والبوتاسيوم من حيث المقدرة على الارتباط بمواقع خاصة، علماً أن أكثر من 50 أنزيمًا قد تنشط بوساطة توازن معين لهاتين الشاردتين (Bhandal and Malik, 1988). إضافة لذلك، فإن الملوحة أحدثت تراكمًا لبعض المركبات الأسموزية والعضوية مثل البوتاسيوم (جدول 14) والبرولين (جدول 17) وهذا ما توافق مع نتائج Martinez وآخرين (2020) اللذان يسهمان إلى جانب مركبات أسموزية أخرى (الغلايسين بيتين، البروتينات والبولي أمين والكربوهيدرات...الخ) في المحافظة على انتباج الخلية من خلال ظاهرة التكيف الأسموزي (Colla *et al.*, 2010). كذلك، فإن هذه المركبات تساهم بكنس الجذور الحرة من الخلية والمحافظة على ثبات بروتينات الغشاء (Ghoulam *et al.*, 2002). أدّى الإجهاد الملحي لخفض محتوى النباتات من الكلوروفيل (جدول 10 و11) ليتوافق ذلك مع نتائج Shimul وآخرين (2014)، وقد يُعزى ذلك لزيادة نشاط أنزيم الكلوروفيلاز المحطِّم لمركبات الكلوروفيل (Mittova *et al.*, 2003) و/ أو توقف عملية تصنيع الكلوروفيل جزئيًا أو كليًا (Zhang *et al.*, 2017)، وما يترتب على ذلك من آثار سلبية تتعلق بثباتية الغشاء الخلوي وإضعاف تركيبته المعقدة من اللبيدات والبروتينات (Smith and Benitez, 1955).

وبالنتيجة لما سبق، يمكن تفسير انخفاض الإنتاجية في النباتات المعرضة للإجهاد الملحي (خاصةً عند مستوى 100 و150mM) حيث توافقت هذه النتيجة مع نتائج Rodriguez–Ortega وآخرين (2019)، من خلال تناقص كتلة النبات الحية التي تنعكس في مؤشرات النمو (المساحة الورقية وطول النبات وعدد الأوراق) وبعض المؤشرات الفيزيولوجية (انخفاض الوزن الرطب للنبات ومحتواه من الكلوروفيل) مما يؤدي لانخفاض نواتج عملية التمثيل الضوئي ومنها محتوى النبات من المادة الجافة (جدول 12)، الأمر الذي يسبب انخفاض المكونات الرئيسة للإنتاجية (عدد العناقيد، عدد الثمار على العنقود، الوزن الرطب للثمرة، قطر الثمرة) مع زيادة شدة الإجهاد

الملحي. علاوةً على أن تناقص محتوى الأوراق من عنصر البوتاسيوم (جدول 14) يؤثر في عدد الثمار العاقدة وفي وزن الثمرة وبالتالي انخفاض الإنتاجية وهذا يتوافق مع نتائج Coban وآخرين (2020). لا بد من الاشارة إلى أن مستوى الملوحة mM50 من ملح NaCl (أي ما يعادل 5 $dS.m^{-1}$ تقريباً) لم يؤثر معنويًّا في إنتاجية الهجينين نينار وجلنار (غير المطعّمين) مقارنة مع الشاهد، وهذا يتطابق مع العديد من الأبحاث التي نصحت بعدم تجاوز هذا المستوى، عند زراعة البندورة باستخدام الهجن غير المطعّمة (Rodriguez-Ortega *et al.*, 2019 & Ladewig *et al.*, 2021).

قد يعود تحسّن نوعية الثمار تحت ظروف الإجهاد الملحي إلى حدوث تجمّع أكبر للنواتج الاستقلابيّة وهذا يتوافق مع نتائج Singh وآخرين (2020). ففي الوقت الذي أدّت فيه الملوحة إلى زيادة محتوى المادة الجافة والحموضة الكلية والمواد الصلبة الذائبة في الثمار (جدول 23، 24 و25)، وهذا يتفق مع دراسات سابقة (Zhai *et al.*, 2015)، إلا أنها أدّت إلى تناقص صلابة الثمار (جدول 26)، وهذا يتفق أيضًا مع بعض الدراسات التي فسّرت هذا الانخفاض بتغيرات كيميائية في مركبات الجدر الخلوية مثل الهيميسيليلوز (Sakamoto *et al.*, 1999). تعد الكاروتينات من المركبات الاستقلابية الثانوية المحددة لجودة ثمار البندورة (Fraser and Bramley, 2004)، وهي تعمل على كنس الجذور الحرة، وحماية جزيئات DNA الاستقلاب وأنزيماته من ضرر الأكسدة والمحافظة على ثبات بروتينات الغشاء (Liu *et al.*, 2014). في دراستنا، أدّى الإجهاد الملحي إلى زيادة محتوى الثمار من الكاروتينات في الهجين جلنار وانخفاضها في الهجين نينار وهذا يتوافق مع العديد من الدراسات التي سجلت استجابة ثمار البندورة للإجهاد الملحي من خلال زيادة محتواها من الكاروتينات (Botella *et al.*, 2021)، وأيضاً دراسات أخرى أكدت انخفاض هذا المؤشر تحت تأثير الإجهاد الملحي وذلك تبعًا للصنف (Moles *et al.*, 2019 & Borghesi *et al.*, 2011)، بينما زاد محتوى الليكوبين في الهجينين (جدول 28 و29) ويتوافق ذلك مع نتائج دراسة Anastasia وآخرين (2013)، حيث يشكل الليكوبين أحد أهم أشكال الكاروتينات (الكاروتين بأشكاله المختلفة، اكزانتوفيل والليكوبين) في ثمار البندورة (Botella *et al.*, 2021). قد

يعزى ذلك إلى تراكم الليكوبين مقابل تحطم بقية بادئات الكاروتينات (كما في الهجين نينار) أو تراكم كل من الليكوبين وباقي أنواع الكاروتينات (كما في الهجين جلنار). وهذا ما أشارت له دراسات حديثة، إذ بينت أن محتوى مركبات الكاروتينات المختلفة في ثمار البندورة يخضع لتغيرات متفاوتة تحت تأثير الإجهاد، مما يعزز اقتراح اجراء تحليل لكل مكون على حدة (Botella *et al.,* 2021). يشار إلى أن هناك دراسات أكّدت عدم تسجيل أي تأثير للملوحة في محتوى ثمار البندورة من الليكوبين (Serio *et al.*, 2004).

أسهم تطعيم هجيني البندورة جلنار ونينار على الأصلين XR400 وDefenser، في تحسين تحمل نباتات البندورة للملوحة. فقد تحسّن نمو النبات (من حيث عدد الأوراق وطول النبات) بينما لم يتأثر قطر النبات. هذا ولم يُسجل تطعيم الهجينين زيادة معنوية في المسطح الورقي والفعل القاعدي إلا عند استخدام الأصل XR400 (جدول 2)، ويمكن تفسير ذلك من خلال قوة نمو المجموع الجذري لهذا الأصل (إذ يوصى باتباع طريقة التربية على ساقين عند التطعيم عليه)، مما يعني زيادة معدل امتصاص الماء وبالنتيجة زيادة الضغط الانتباجي المسؤول عن استطالة الخلايا (Singh *et al.*, 2017). علاوة على ذلك، فقد أظهر التحليل العنقودي للنتائج (شكل 30) أن الأصل XR400 من النباتات المتحملة للملوحة.

أدّى تطعيم الهجينين على الأصلين، إلى خفض الضغط الأسموزي للنبات بالقيمة المطلقة (جدول 8) ومحتوى الأوراق من Na^+ (جدول 13)، وأحياناً محتوى Cl^- كما في حالة تطعيم الهجين جلنار على الأصل Defenser (جدول 16) وذلك توافق مع نتائج Martinez–Rodriguez وآخرين (2008). لقد أكّدت الدراسات أنه كلما كان محتوى Na^+ وCl^- في النبات أقل فإنه يكون أكثر تحملًا للإجهاد الملحي (Huang *et al.*, 2011). وعلى ذلك، بالنظر إلى المحتوى المنخفض من Na^+ وCl^- (جدول 13 و16) في هجن البندورة المطعّمة على الأصلين، يمكن عدّها أكثر تحملًا للإجهاد الملحي بالمقارنة مع مثيلاتها غير المطعّمة، نتيجة قدرتها على الحد من نقل هذه الشوارد عبر جذور الأصل إلى الأجزاء الهوائية وهذا توافق مع نتائج Al–Harbiوآخرين (2017). وفي هذا الإطار، ينبغي الإشارة إلى أن توازنات شوارد البوتاسيوم مهمة جدًا في تحمل الملوحة (Munns and

Tester, 2008)، فالنباتات المطعّمة لديها محتوى مرتفع من البوتاسيوم بالمقارنة مع النباتات غير المطعّمة (جدول 14) وهذا يساعد في رفع مستوى تحملها للملوحة والذي توافق مع ما توصل إليه Huang وآخرين (2009) وكذلك Al-Harbi وآخرين (2017). في هذا البحث، تشير تغيرات الضغط الأسموزي ومحتوى Na^+ و Cl^- إلى تعزيز ظاهرة التكيف الأسموزي (Osmotic adjustment) التي تنتج عن تراكم بعض المركبات الأسموزية الذائبة مثل السكريات والأحماض الأمينية والبرولين وهذا ما يتفق مع ما وجده Gorham وآخرين (1985). وفي هذا السياق، لابد من التأكيد على الدور الذي يلعبه البرولين في زيادة إنتاجية نبات البندورة (Schwacke *et al.*, 1999)، نتيجة تأثيره في إنبات حبوب الطلع وظهور الأزهار (Singh *et al.*, 2017 & Zdunek-Zastocka, 2017).

أدّى تطعيم الهجينن جلنار ونينار على الأصلين XR400 وDefenser إلى زيادة الإنتاجية بمقدارٍ تروح بين 1.2- 1.3 مرّة بالمقارنة مع النباتات غير المطعّمة (24.46 و24.28 كغ/م^2، على الترتيب) وتوافقت هذه النتائج مع دراسة Di Gioia وآخرين (2013). ربطت بعض الدراسات (Estañ *et al.*, 2005) زيادة الإنتاجية في نباتات البندورة المطعّمة بزيادة واحد أو أكثر من مكوناتها المتمثلة بعدد العناقيد على النبات، عدد الثمار على العنقود، وزن الثمار وقطرها (جدول 18 و19 و20 و21). فمثلاً تطعيم الهجين نينار على الأصلين لم يؤثر في عدد الثمار في العنقود، بينما أدّى لزيادة عدد العناقيد وقطر الثمرة ووزنها الرطب، بينما أدّى تطعيم الهجين جلنار على الأصلين لزيادة عدد العناقيد، بينما لم يزداد عدد الثمار وقطر الثمرة ووزنها الرطب إلا عند التطعيم على الأصل Defenser. إضافة لذلك، يمكن إرجاع زيادة الإنتاجية في النباتات المطعّمة، إلى زيادة معدل امتصاص الماء والمواد المغذية نتيجة قوة نمو الأصل من جهة (Ruiz *et al.*, 1997) وإلى الهرمونات النباتية (Sharma and Zheng, 2019)، ولاسيما السيتوكينينات المصنعة في المجموع الجذري للأصل القوي التي تنتقل إلى الطعم وتزيد من قوة نموه وقدرته على الاصطناع الضوئي من جهة أخرى (Ghanem *et al.*,

2011). إن قدرة النبات على الاصطناع الضوئي ترتبط بمحتواه من الكلوروفيل (Smith and Benitez, 1955) الذي ازداد معنوياً بعملية التطعيم (جدول 10 و11).

يتعلق تأثير التّطعيم في تحسين جودة ثمار الخضار بالأصل المستخدم (Huang *et al.*, 2009). مثلاً، في الوقت الذي أشارت فيه الدراسات إلى تحسّن صلابة الثّمار عند التّطعيم نتيجة تشكيل عدد كبير من الخلايا البرانشيمية صغيرة الحجم مما يزيد المقاومة للضغط (Soteriou *et al.*, 2017)، أشارت دراسات أخرى إلى تناقص الصلابة (Alexopoulos *et al.*, 2007). في دراستنا، لم يؤثر التطعيم في صلابة الثمار إلا في حالة تطعيم الهجين نينار على الأصل Defenser، إذ أدّى لزيادة معنوية في هذا المؤشر.

تُؤكّد معظم الأبحاث أن نكهة ثمار البندورة تتحسن بالتطعيم، فمثلًا ارتفاع محتوى المواد الصلبة الذائبة المترافق مع حموضة عالية يعطي نكهة أفضل للبندورة (Fernaindez-Garcia *et al.*, 2002)، كما أن زيادة Na^+ وCl^- زيادةً معتدلة في الثمار، لكن مع الحذر من زيادتها الكبيرة، يمكن أن يحسن النكهة (Gillette, 1985). بناءً على ذلك، فإن ثمار النباتات المطعّمة يمكن أن تكون ذات قيمة غذائية عالية (Huang *et al.*, 2009). في دراستنا، لم تتأثر حموضة الثمار إلا عند تطعيم الهجين نينار على الأصلXR400 ، حيث زادت معنويًا. كما ازداد محتوى المادة الجافة في ثمار الهجينن نينار وجلنار المطعّمين على الأصلين بالمقارنة مع الهجن غير المطعّمة، إلا أن هذا المؤشر كان منخفضًا معنويًا في الهجين جلنار المطعّم على الأصل Defenser بالمقارنة مع نفس الهجين المطعّم على الأصل XR400، الأمر الذي يمكن تفسيره من خلال زيادة وزن ثماره الرطب. يرتبط محتوى المواد الصلبة الذائبة في الثمار بعلاقة طردية مع محتوى الثمار من المادة الجافة (Moles *et al.*, 2019)، وهذا ما يفسر زيادة TSS في الهجين نينار المطعّم على الأصلين، وفي الهجين جلنار المطعّم على الأصل XR400، وانحفاضه معنويًا في الهجين جلنار المطعّم على الأصل Defenser وهذا ما توافق مع ما توصل إليه Semiz و Suarez (2015). يشار إلى أن انخفاض قيم TSS إلى حدودها الدنيا في هذه الدراسة، هو نتيجة أن القياس تم فقط على عصير الثمرة.

إنّ الاتصال الوعائي بين الأصل والطّعم يلعب دورًا مهمًا في تحديد انتقال الماء والعناصر المغذية، وذلك يعتمد اعتمادًا أساسيًا على قوة نمو المجموع الجذري للأصل (Lee and Oda, 2003). لذلك فإن تعارض بعض النّتائج مع دراسات سابقة، يمكن تفسيره نتيجة اختلاف مدى التّوافق بين الأصل والطّعم فضلًا عن اختلاف معاملات التجربة وظروفها.

رغم التقدم في برامج التربية والتحسين الوراثي المتعلقة بمدى تحمل نبات البندورة للإجهاد الملحي، إلا أن هذا التقدم لازال بطيئًا (Cuartero *et al.,* 2006)، ويُعزى ذلك إلى كون صفة تحمل الإجهادات اللاإحيائية من الصفات الكمية المعقدة (Mittler and Blumwald, 2010 & Scarano *et al.*, 2020)، بالإضافة إلى وجود تفاعل كبير بين البيئة والعوامل الوراثية المحددة المرتبطة بالغلة الإقتصادية، علاوة على أن التقييم الجزيئي مكلف ويحتاج إلى وقت طويل (Wang *et al.*, 2021). لهذا فإنّ الكثير من الأبحاث ركزت على دراسة التنوع الوراثي في البندورة وتحديد مدى تحملها لظروف الإجهاد، باستخدام تحاليل مثل PCA والتحليل العنقودي، بالاعتماد إما على المؤشرات الشكلية (Cuartero and Fernandez-Munoz, 1999) أو الفيزيولوجية والبيوكيميائية (Ranalli *et al.*, 1996) أو كليهما (Breto *et al.*, 1994)، ثم مقارنتها بالتقييم الجزيئي إن أمكن. في دراستنا، أظهرت نتائج الكشف عن وجود 5 مورثات تتحكم بصفة التحمل، تفوّق الأصلين XR400 و Defenser بعدد المورثات المسؤولة عن تحمل النبات للملوحة (3 مورثات لكل منهما)، وهذا يتطابق مع نتائج التحليل العنقودي المعتمد على الصفات الشكلية والفيزيولوجية والبيوكيميائية والإنتاجية، والتي صنفت الأصل XR400 كمتحمل للإجهاد الملحي والأصل Defenser كنصف متحمل. إن صفة تحمل الإجهاد صفة معقدة وراثياً وتتضمن آليات متنوعة وتحكمها مورثات متعددة (QTLs)، إذ حتى الآن تم عزل 27 مورثة في البندورة مسؤولة عن تحمل الإجهاد (Foolad *et al.*, 2001) ولكن نتائج دراستنا الجزيئية توافقت مع نتائج العديد من الأبحاث التي درست المورثات نفسها ومنها؛ دراسة Rao وآخرين (2015)، Bassil و Blumwald (2014) ودراسة Reuscher وآخرين (2013).

الفصل السادس:

الاستنتاجات والتوصيات والمقترحات

Conclusions, recommendations and suggestions

6-1: الاستنتاجات Conclusions:

- رغم تأثير الإجهاد الملحي في خفض نمو نباتات البندورة من حيث مسطحها الورقي وعدد الأوراق وطول النبات، وكذلك نقص إنتاجيتها بسبب الخلل في التوازن الأيوني (زيادة شوارد Na^+ ونقص شوارد K^+)، إلا أنه أدّى إلى تحسن نوعية ثمار البندورة عن طريق زيادة محتواها من المادة الجافة ونسبة الحموضة الكلية والكاروتينات.
- أظهر التطعيم أثرًا إيجابيًا في تحمل الهجن المدروسة للإجهاد الملحي، إذ تحسنت قيم المؤشرات المدروسة في النباتات المطعّمة مقارنة مع مثيلاتها غير المطعّمة عند مستويات مطابقة من الملوحة. فقد أدّى التطعيم لزيادة مؤشرات النمو، وتعديل التوازن الأيوني الذي انعكس بزيادة نسبة البوتاسيوم إلى الصوديوم، وتعزيز ظاهرة التكيف الأسموزي. بالنتيجة أدّى ذلك لزيادة الإنتاجية الكلية ومكوناتها وتحسين نوعية الثمار.
- اختلفت استجابة النباتات المطعّمة لمستويات الإجهاد الملحي حسب طبيعة الهجين وطبيعة الأصل:
  - من حيث مؤشرات النمو، أسهم تطعيم الهجينين نينار وجلنار على الأصلين XR400 وDefenser في تحمل الملوحة حتى مستوى mM100 بالنسبة للمسطح الورقي وحتى mM150 بالنسبة لعدد الأوراق وطول النبات.
  - من الناحية الإنتاجية، أسهم تطعيم الهجينين على الأصلين XR400 وDefenser في تحمل الملوحة حتى مستوى mM150، بالمقارنة مع الهجن غير المطعّمة. إلا أن تطعيم الهجين نينار على الأصل XR400، بغض النظر عن مستوى الإجهاد، أسهم في زيادة الانتاج معنويًّا بالمقارنة مع تطعيم نفس الهجين على الأصل Defenser أو حتى مع تطعيم الهجين جلنار على الأصلين.

- من حيث نوعية الثمار، أسهم تطعيم الهجينين على الأصلين في تحمل الملوحة حتى مستوى 150 mM من حيث محتوى الثمار من المادة الجافة والكاروتينات والحموضة الكلية.

- امكانية تقدير مدى تحمل نباتات البندورة لظروف الإجهاد الملحي، باستخدام تحليل PCA والتحليل العنقودي للمؤشرات الشكلية والفيزيولوجية والبيوكيميائية، حيث صُنّف الهجينان جلنار ونينار المطعّمان على الأصل XR400 من النباتات المتحملة للملوحة، والهجينان جلنار ونينار المطعّمان على الأصل Defenser من المجموعة المتوسطة التحمل للملوحة، فيما تبين أن الهجينين غير المطعّمين حساسين للملوحة.

- توافق نتائج التحليل العنقودي للمؤشرات الشكلية والفيزيولوجية والبيوكيميائية مع نتائج الدراسة الجزيئية لبعض المورثات المسؤولة عن تحمل الملوحة والتي أكّدت تفوّق الأصلين XR400 وDefenser في تحملهما للملوحة.

6-2: التوصيات والمقترحات Recommendations and Suggestions:

- امكانية اعتماد الهجينين نينار وجلنار غير المطعّمين عند ضرورة الزراعة في تربة مالحة أو الري بمياه مالحة، شريطة ألّا يتجاوز مستوى الملوحة mM50 كون هذا المستوى لم يؤثر معنويًّا في إنتاجية الهجينين غير المطعّمين مقارنة مع الشاهد.
- في مستويات الملوحة العالية (100 و150 mM)، يجب اعتماد التطعيم على أصول قوية ومناسبة ومتحملة للإجهادات البيئية في البندورة بوصفها وسيلة ناجعة لتحمل الإجهاد الملحي وتحسين كمية الإنتاج ونوعيته.
- التطعيم على الأصل XR400 في البيوت المحمية في الساحل السوري، وخاصة في ظروف الإجهاد الملحي الشديد (150 mM)، لدوره في تنشيط نمو النبات وزيادة الإنتاجية وتحسين نوعية الثمار.
- التوسع في دراسة تأثير التطعيم في تحمل الإجهاد الملحي لتشمل هجن البندورة وأصولها الأكثر انتشارًا في السوق الزراعية السورية.
- التعمق في الدراسة الجزيئية بحيث يتم الكشف عن عدد أكبر من المورثات المسؤولة عن تحمل الإجهاد الملحي إضافة لدراسة تعبيرها المورثي وارتباطه بمستويات الإجهاد المختلفة، مما يساعد في اختيار الهجن والأصول المناسبة للتطعيم حسب تحملها للإجهاد الملحي.

الفصل السابع:

المراجع العلمية

References

7-المراجع:

7-1: المراجع العربية:

1. المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية (2010). وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، مديرية التخطيط، قسم الإحصاء الزراعي.
2. المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية (2020). وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، مديرية التخطيط، قسم الإحصاء الزراعي.
3. النداف، علا، وحسان عبيد، ووسيم محسن (2020). تقييم وانتخاب بعض سلالات وهجن البندورة المتحملة للإجهاد الجفافي مخبرياً وتقييم اختلافاتها الشكلية والفيزيولوجية حقلياً. أطروحة دكتوراه. كلية الهندسة الزراعية. جامعة دمشق. 171 صفحة.
4. بوراس، متيادي، وبسام أبو ترابي، وإبراهيم البسيط (2006). انتاج محاصيل الخضر، منشورات جامعة دمشق، كلية الزراعة، 466 صفحة.
5. تقرير المشروع الإقليمي (التكيف مع ظاهرة التغير المناخي في البيئات الهامشية لمنطقة غرب آسيا وشمال افريقيا من خلال التنويع المستدام للمحاصيل والثروة الحيوانية) (2015). المركز الدولي للزراعة الملحية والهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، سورية.

7-2: المراجع الأجنبية:

Abbasi, H., Jamil, M., Haq, A., Ali, S., Ahmad, R., and Malik, Z. (2016). Salt stress manifestation on plants, mechanism of salt tolerance and potassium role in alleviating it: a review. Zemdirbyste Agric., 103: 229–238.

Adams, P. and Ho, L.C. (1995). Differential effects of salinity and humidity on growth and Ca status of tomato and cucumber grown in hydroponic culture. Acta Hort., 401: 357-363.

Agius, C., von Tucher, S., and Rozhon, W. (2022). The Effect of Salinity on Fruit Quality and Yield of Cherry Tomatoes. Horticulturae, 8: 59-76

Albacete, A., Martínez-Andújar, C., Martínez-Pérez, A., Thompson, A.J., Dodd, I.C., and Pérez-Alfocea, F.R. (2015). Unravelling rootstock-scion interactions to improve food security. *J. Exp. Bot.*, 66: 2211–2226.

Alexopoulos, A.A., Kondylis, A. and Passam, H.C. (2007). Fruit yield and quality of watermelon in relation to grafting. *J. Food Agr. Environ.*, 5: 178-179.

Alfocea, F.P., Albacete, A., Ghanem, M.E., and Dodd, I.C. (2010). Hormonal regulation of source–sink relations to maintain crop productivity under salinity: a case study of root-to-shoot signalling in tomato. Funct. Plant Biol., 37: 592–603.

Al-Harbi, A., Hejazi, A., and Al-Omran, A. (2017). Responses of grafted tomato (*Solanum lycopersiocon* L.) to abiotic stresses in Saudi Arabia. Saudi Journal of Biological Sciences, 24: 1274–1280.

Al-Karaki, GN. (2000). Growth, water use efficiency, and sodium and potassium acquisition by tomato cultivars grown under salt stress. J. Plant Nutr., 23: 1-8.

Amirjani, M.R. (2010). Effects of salinity stress on growth, mineral composition, proline content, antioxidant enzymes of soybean. Am. J. Physiol., 5(6): 350-360.

Anastasia, E., Giannakoula, A., and Ilias, I. F. (2013). The Effect Of Water Stress and Salinity on Growth and Physiology of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Arch. Biol. Sci., Belgrade. 65(2): 611-620.

Andrews, P.K., and Marquez, C.S. (1993). Graft incompatibility. Horticultural Reviews., 15: 183-232.

Apse, M.P., G.S. Aharon. W.A. Snedden and E. Blumwald. (1999). Salt tolerance conferred by overexpression of a vacuole Na^+/H^+ antiport in Arabidopsis. Science, 285: 1256–1258.

Arao, T., Kawasaki, A., Baba, K., Mori, S., Matsumoto, S. (2009). Effects of Water Management on Cadmium and Arsenic Accumulation and Dimethylarsinic Acid Concentrations in Japanese Rice. Environmental Science and Technology, 43(24): 9361-7.

Arzani, A. (2008). Improving salinity tolerance in crop plants: a biotechnological view. *In Vitro* Cell. Dev. Biol. Plant., 44: 373-383.

Babu, M.A., Singh, D., and Gothandam, K.M. (2012). The effect of salinity on growth, hormones and mineral elements in leaf and fruit of tomato cultivar PKM1. The Journal of Animal and Plant Sciences, 22(1): 159-164.

Balliu, A., Vuksani, G., Nasto, T., Haxhinasto, L., and Kaçiu, S. (2007). Grafting effects on tomato growth rate, yield and fruit quality under saline irrigation water. Acta Hortic., 801: 1161–1166.

Barragan, V., Leidi, E.O., Andreas, Z., Rubio, L., De Luca, A., Fernandez, J.A., *et al*. (2012). Ion exchangers NHX1 and NHX2 mediate active potassium uptake into vacuoles to regulate cell turgor and stomatal function in Arabidopsis. The Plant Cell., 24:1127–1142.

Bassil, E., and Blumwald, E. (2014). The ins and outs of intracellular ion homeostasis: NHX-type cation/H+ transporters. *Curr. Opin. Plant Biol.*, 22: 1–6.

Bassil, E., Coku, A., and Blumwald, E. (2012). Cellular ion homeostasis: emerging roles of intracellular NHX Na^+/H^+ antiporters in plant growth and development. J. Exp. Bot., 63: 5727–5740.

Bates, L.S., Waldren, R.P. and Teare, I.D. (1973). Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant Soil, 39: 205–207.

Bhandal, I.S. and C.P. Malik. (1988). Potassium estimation, uptake, and its role in the physiology and metabolism of flowering plants. Int. Rev. Cytol., 110: 205–254.

Bhaskaran, S., and Savithramma, D.L. (2011). Co-expression of Pennisetum glaucum vacuolar Na+/H+ antiporter and Arabidopsis H+-pyrophosphatase enhances salt tolerance in transgenic tomato. J Exp Bot., 62:5561–5570.

Borghesi, E., Gonzalez-Miret, M.L., Escudero-Gilete, M.L., Malorgio, F., Heredia, F.J., and Melendez-Martinez, A.J. (2011). Effects of Salinity Stress on Carotenoids, Anthocyanins, and Color of Diverse Tomato Genotypes. J. Agric. Food Chem., 59: 11676–11682.

Borsani, O., Valpuesta, V., and Botella, M. A. (2003). Developing salt-tolerant plants in a new century: a molecular biology approach. Plant Cell Tiss. Org. Cult., 73:101–115.

Botella, M. A., Hernandez, V., Mestre, T., Hellin, P., Garcia-Legaz, M. F, Rivero, R. M., Martinez, V., Fenoll, J. and Flores, P. (2021). Bioactive Compounds of Tomato Fruit in Response to Salinity, Heat and Their Combination. Agriculture 2021, 11, 534-546.

Botella, M.A., Quesada, M.A., Kononowicz, A.K., Bressan, R.A., Pliego, F., Hasegawa, P.M., and Valpuesta, V. (1994). Characterization and in-situ localization of a salt-induced tomato peroxidase messenger-RNA. Plant Mol. Biol., 25: 105–114.

Breto, M.P., Asins, M.J., and Carbonell, E.A. (1994). Salt tolerance in Lycopersicon species. III. Detection of QTLs by means of molecular markers. Theoretical and Applied Genetics, 88: 395–401.

Bustomi, R.A., Senge, M.S.T.R., Suhandy, D., and Tusi, A. (2014). The Effect of EC Levels of Nutrient Solution on the Growth, Yield, and Quality of Tomatoes *(Solanum Lycopersicum*) under the Hydroponic System. J. Agric Eng. Biotechnol., 2(1): 7-12.

Cardoso, M.N., Araújo, A.G., Albuquerque, L., Oliveira, R., Cardoso, B.T., Da Silva Muniz, A.V.C., Paulo Santos, S.N., De Oliveira, A.C.A., Machado, C.A. and Ledo, A.S. (2019). Proline synthesis and physiological response of cassava genotypes under in vitro salinity. Ciência Rural, Santa Maria, V.49:06.

Celebi-Toprak, F., Behnam, B., Serrano, G., Kasuga, M., Yamaguchi-Shinozaki, K., Hiroshi Naka, H., *et al*. (2005). Tolerance to salt stress of the transgenic tetrasomic tetraploid potato, *Solanum tuberosum* cv. Desiree appears to be induced by the DREB1A gene and RD29A promoter of Arabidopsis thaliana. Breeding Sci., 55:311–319.

Celik, O., Ayan, A. and Atak, C. (2017). Enzymatic and non‐enzymatic comparison of two different industrial tomato (Solanum lycopersicum) varieties against drought stress. Botanical Studies, 58:32.

Chen, G.X., Fu, X.P., Lips, S.H. and Sagi, M. (2003). Control of plant growth resides in the shoot, and not in the root, in reciprocal grafts of flacca and wild-type tomato (*Lysopersicon esculentum*), in the presence and absence of salinity stress. Plant Soil, 256: 205–215.

Chun, S.C., Paramasivan, M. and Chandrasekaran, M. (2018). Proline accumulation influenced by osmotic stress in arbuscular mycorrhizal symbiotic plants. Front. Microbiology, 9:2525.

Coban, A., Akhoundnejad, Y., Dere, S., Dasgan, H. Y. (2020). Impact of salt-tolerant rootstock on the enhancement of sensitive tomato plant responses to salinity. HORTSCIENCE, 55(1): 35–39.

Colla, G., Rouphael, Y., Leonardic, C., and Bied, Z. (2010). Role of grafting in vegetable crops grown under saline conditions. Scientia Horticulturae, 127: 147–155.

Cong, L., Zheng, H.C., Zhang, Y.X., and Chai, T.Y. (2008). Arabidopsis DREB1A confers high salinity tolerance and regulates the expression of GA dioxygenases in tobacco. Plant Sci., 174:156–164.

Cruz, V. (1990). Tolerancia a la salinidad y criterios de seleccioÂn en *Lycopersicon* Mill. spp. Ph.D. thesis, Universidad de MaÂlaga., 484.

Cruz, V. and Cuartero, J. (1990). Effects of salinity at several developmental stages of six genotypes of tomato (Lycopersicon spp.). In: Cuartero, J., Gomez-Guillamon, M.L., FernaÂndez-MunÄoz, R., (Eds.), Eucarpia Tomato 90, Proc. XIth Eucarpia Meeting on Tomato Genetics and Breeding, Malaga, Spain

Cuartero, J. and Fernandez-Munoz R. (1999). Tomato and salinity. Scientia Horticulturae, 78: 83–125.

Cuartero, J., and Soria, T. (1997). Productividad de tomates cultivados en condiciones salinas. Actas de Horticultura, 16: 214-221.

Cuartero, J., Bolarin, M. C., Asins, M. J., Moreno, V. (2006). Increasing salt tolerance in the tomato. Journal of Experimental Botany, 57 (5): 1045–1058.

Cuartero, J., Yeo, A.R., and Flowers, T.J. (1992). Selection of donors for salt tolerance in tomato using physiological traits. New Phytol. *121*: 63–69.

Davis, A.R., Perkins-Veazie, P., Sakata, Y., Lopez-Galarza, S., Maroto, J.V., Lee, S.G., Huh, Y.C., Sun, Z., Miguel, A., King, S.R., Cohen R. and Lee, J.M. (2008). Cucurbit grafting. Critical Reviews in Plant Sciences, 27(1): 50–74.

De Pascale, S., Angelino, G., Graziani, G., Maggio, A., Bieche, B., and Branthome, X. (2003). Effect of salt stress on water relations and antioxidant activity in tomato. Acta-Horticulturae, 613: 39-46.

De Pascale, S., Maggio, A., Fogliano, V., Ambrosino, P., and Ritieni, A. (2001). Irrigation with saline water improves carotenoids content and antioxidant activity of tomato. J. Hortic. Sci. Biotechnol., 76: 447–453.

Dehyer, R., and Gordon, I. (2005). Irrigation water quality-I-salinity and soil structure stability. Nat. Res. Sci., 55: 55-60.

Del Amor, F.M., Martinez, V., Cerda, A. (2001). Salt tolerance of tomato plants as affected by stage of plant development. Hortscience, 36: 1260–1263.

Di Gioia, F., Signore, A., Serio, F., and Santamaria, P. (2013). Grafting improves tomato salinity tolerance through sodium partitioning within the shoot. Hort. Sci., *48*: 855–862.

Dong, H.H., Niu, Y.H., Li, W.J., and Zhang, D.M. (2008). Effects of cotton rootstock on endogenous cytokinins and abscisic acid in xylem sap and leaves in relation to leaf senescence. J. Exp. Bot., 59: 1295–1304.

Dvoralai, W., and Jens, R.N. (1999). Simple stereological procedure to estimate the number and dimensions of root hairs. Plant Soil., 209: 129–136.

Edelstein, M., Cohen, R., Baumkoler, F., and Ben-Hur, M. (2016). Using grafted vegetables to increase tolerance to salt and toxic elements. Isr. J. Plant Sci., 1–18.

Ehret, D.L. and Ho, L.C. (1986). The effects of salinity on dry matter partitioning and fruit growth in tomatoes grown in nutrient film culture. J. Horti. Sci., 61: 361-367.

El-Mogy, M.M., Garchery, C., and Stevens, R. (2018). Irrigation with salt water affects growth, yield, fruit quality, storability and marker-gene expression in cherry tomato. Acta Agric. Scand. Sect. B Soil Plant Sci., 68: 727–737.

Estañ, M.T., Martinez-Rodriguez, M.M., Perez-Alfocea, F., Flowers, T.J., Bolarin, M.C. (2005). Grafting raises the salt tolerance of tomato through limiting the transport of sodium and chloride to the shoot. *J. Exp. Bot*. *56*: 703–712.

Estañ, M.T., Villalta, I., Bolarin, M.C., Carbonell, E.A., and Asins, M.J. (2009). Identification of fruit yield loci controlling the salt tolerance conferred by Solanum rootstocks. Theor. Appl. Genet., 118, 305–312.

Etehadnia, M., Waterer, D.R., and Tanino, K.K. (2008). The method of ABA application affects salt stress responses in resistant and sensitive potato lines. J. Plant Growth Regul., 27: 331–341.

Felix, G.; Regenass M., and Boller, T. (2000). Sensing of Osmotic Pressure Changes in Tomato Cells. Plant Physiology, 124 (3): 1169–1180.

Feng, X., Guo, K., Yang, C., Li, J., Chen, H., and Liu, X. (2019). Growth and fruit production of tomato grafted onto wolfberry (*Lycium chinense*) rootstock in saline soil. Scientia Hortic., 255: 298–305.

Fernaindez-Garcia, N., Martiìnez, V., Cerdaì, A. and Carvajal, M. (2002). Water and nutrient uptake of grafted tomato plants grown under saline conditions J. Plant Physiol. 159: 899 -905.

Flores, F.B., Sanchez-Bel, P., Estan, M.T., Martinez-Rodriguez, M.M., Moyano, E., Morales, B., Campos, J.F., Garcia-Abellan, J.O., Egea, M.I., Fernandez-Garcia, N., Romojaro, F. and Bolarin, M.C. (2010). The effectiveness of grafting to improve tomato fruit quality. Sci. Hort., 125: 211–217.

Flowers, T., and Yeo, A.R. (1995). Breeding for salinity resistance in crop plants: Where next? Austr. J. Plant Physiol, 22: 875–884.

Flowers, T.J. (1988). Chloride as nutrient and osmoticum. In: Lauchli, A., Tinker, B. eds. Advances in plant nutrition. New York. 55–78.

Foolad, M.R. (2004). Recent advances in genetics of salt tolerance in tomato. Plant Cell Tissue Organ. Culture, 76: 101–119.

Foolad, M.R., Zhang, L.P., and Lin, G.Y. (2001). Identification and validation of QTLs for salt tolerance during vegetative growth in tomato by selective genotyping. Genome, 44(3): 444-454.

Foster, K. J. and Miklavcic, S. J. (2019). A Comprehensive Biophysical Model of Ion and Water Transport in Plant Roots. II. Clarifying the Roles of SOS1 in the Salt-Stress Response in Arabidopsis. Frontiers in Plant Science, 10: 1121-1136.

Fraser, P., and Bramley, P. (2004). The biosynthesis and nutritional uses of carotenoids. *Progress in Lipid Research,* 43:228–265.

Gaines, T.P., Parker, M.B., and Gascho G.J., (1984). Automated determination of chlorides in soil and plant tissue by sodium nitrate. Agron. J., 76: 371-374.

Gálvez, F.J., Baghour, M., Hao, G., Cagnac, O., Rodríguez-Rosales, M.P., and Venema, K. (2012). Expression of LeNHX isoforms in response to salt stress in salt sensitive and salt tolerant tomato species. Plant Physiol Biochem.,51:109–115.

Gaxiola, R., J.S. Li, S. Undurraga, L.M. Dang, G.J. Allen, S.L. Alper and G.R. Fink. (2001). Drought and salt tolerant plants result from overexpression of the AVP1 H^+-pump. Proc. Natl. Acad. Sci., 98: 11444–11449.

Gerster, H. (1997). The potential role of lycopene for human health. J. Am. Coll. Nutr., 16(2): 109-26.

Ghanem, M.E., Albacete, A., Smigocki., A.C., Frébort, I., Pospisilova, H., Martinez-Andújar, C., Acosta, M., Sánchez-Bravo, J., Lutts., S., Dodd, I.C. and Pérez-Alfocea, F. (2011). Root-synthesized cytokinins improve shoot growth and fruit yield in salinized tomato (*Solanum lycopersicum* L.) plants. J. Exp. Bot., 62: 125–140.

Ghoulam, C., Foursy, A. and Fares, K. (2002). Effects of salt stress on growth, inorganic ions and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in five sugar beet cultivars. Environmental and Experimental Botany, 47: 39-50.

Gillette, M (1985). Flavor effects of sodium chloride. Food Tech. 39; 47–52.

Gisbert, C., Rus, A.M., Bolarín, M.C., López-Coronado, J.M., Arrillaga, I., Montesinos, C., Caro, M., Serrano, R., and Moreno, V. (2000). The Yeast *HAL1* Gene Improves Salt Tolerance of Transgenic Tomato. Plant Physiol, 123: 393–402.

Giuffrida, F., Martorana, M., and Leonardi, C. (2009). How sodium chloride concentration in the nutrient solution influences the mineral composition of tomato leaves and fruits. HortScience, 44: 707–711.

Godoy, J.A., Lunar, R., Torres-Schumann, S., Moreno, J., Rodrigo, R.M., and Pintortoro, J.A. (1994). Expression, tissue distribution and subcellular-localization of dehydrin Tas14 in salt-stressed tomato plants. Plant Mol Biol., 26:1921–34.

Gonzalez, L. and Gonzalez-Vilar, M. (2001). Determination of relative water content. In M. J. Reigosa Roger, Ed., Handbook of Plant Ecophysiology Techniques. Chapter 14: 207-212. Springer, The Netherlands.

Gonzalez-Fernandez, J.J. and Cuartero, J. (1994). Fructificacion en dos especies de Lycopersicon cultivadas con sal. Actas de Hortic., 9: 41–47

Goreta, S., Bucevic-Popovic, V., Selak, G.V., Pavela-Vrancic, M. and Perica, S. (2008). Vegetative growth, superoxide dismutase activity and ion concentration of salt stressed watermelon as influenced by rootstock. J. Agri. Sci., 146: 695–704.

Gorham, J., Wyn Jones, R.G. and McDonnell, E. (1985). Some mechanisms of salt tolerance in crop plants. Plant Soil, 89: 15-40.

Grunberg, K., Fernandez-Munoz, R., and Cuartero, J. (1995). Growth, flowering, and quality and quantity of pollen of tomato plants grown under saline conditions. Acta Horticulturae, 412: 484-489.

Gumi, A.M., Aliero, A.A., Shehu, K., and Danbaba, A. (2013). Salinity Stress: Effects on Growth, Biochemical Parameters and Ion Homeostasis in Solanum lycospersicum L. (Cv. Dan eka). Central European Journal of Experimental Biology, 2(3): 20-25.

Gupta, B., and Huang, B. (2014). Mechanism of salinity tolerance in plants: physiological, biochemical, and molecular characterization. International Journal of Genomics, 1-18.

Hajer A.S., Malibari A.A., Al-Zahrani H.S., and Almaghrabi O.A. (2006). Responses of three tomato cultivars to sea water salinity. Effect of salinity on the seedling growth. African Journal of Biotechnology, 5: 855-861.

Hao, X., Papadopoulos, A.P., Dorais, M., Ehret, D.E., Turcotte, G., and Gosselin, A. (2000). Improving tomato fruit quality by raising the EC of NFT nutrient solutions and calcium spraying: effects on growth, photosynthesis, yield and quality. Acta Hort., 511: 213–224.

Hasegawa, P.M., Bressan, P.A., Zhu, J., and Bohnert, H.J. (2000). Plant cellular and molecular responses to high salinity. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 51: 463–499.

Hazzouri, K.M., Flowers, J.M., Nelson, D., Lemansour, A., Masmoudi, K. and Amiri, K.M.A. (2020). Prospects for the Study and Improvement of Abiotic Stress Tolerance in Date Palms in the Post-genomics Era. Frontiers in Plant Science, 11:293.

He, Y., Zhu, Z., Yang, J., Ni, X., and Zhu, D. (2009). Grafting increases the salt tolerance of tomato by improvement of photosynthesis and enhancement of antioxidant enzymes activity. Environ. Exp. Bot., 66: 270–278.

Hoffmann, J., Berni, R., Hausman, J.F., and Guerriero, G. (2020). A review on the beneficial role of silicon against salinity in non-accumulator crops: Tomato as a model. Biomolecules, 10(9) : 1284-1299.

Huang, Y., Bie, Z.L., Liu, Z.X., Zhen, A., and Jiao, X.R. (2011). Improving cucumber photosynthetic capacity under NaCl stress by grafting onto two salt-tolerant pumpkin rootstocks. Biologia plantarum, 55(2): 285-290.

Huang, Y., Tang, R., Cao, Q., and Bie, Z. (2009). Improving the fruit yield and quality of cucumber by grafting onto the salt tolerant rootstock under NaCl stress. Sci Hortic., 122: 26–31.

Ioannou, N. (2001). Integrating soil solarization with grafting on resistant rootstocks for management of soil-borne pathogens of eggplant. J. Hort. Sci. Biotechnol. 76: 396- 401.

Isayenkov, S., and Maathuis, J. (2019). Plant salinity stress: Many unanswered questions remain. Front. Plant Sci., 10: 80.

Iseri, O.D., Körpe, D.A., Sahin, F.I., and Haberal, M. (2015). High salt induced oxidative damage and antioxidant response in tomato grafted on tobacco. Chilean J. Agri. Res., 75: 192–201.

Iyengar, E., and Reddy, M. (1996). Photosynthesis in highly salt tolerant plants. Handbook of photosynthesis. Marshal Dekar, Baten Rose, USA. 897-909.

Johnson, R.W., Dixon, M.A., Lee, D.R. (1992). Water relations of the tomato during fruit growth. Plant, Cell and Environ., 15: 947-953.

Kafkafi, U., Valoras, N., and Latey, J. (1982). Chloride interaction with NO3 and phosphate nutrition in tomato. J. Plant Nutr., 5: 1385-1396.

Kamrani, M.H., Khoshvaghti, H., and Hosseinniya, H. (2013). Effects of Salinity and Hydroponic Growth Media on Growth Parameters in Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Int. J Agron Plant Prod., 4(10): 2694-2698.

Kasuga, M., Liu, Q., Miura, S., Yamaguchi-Shinozaki, K., and Shinozaki, K. (1999). Improving plant drought, salt, and freezing tolerance by gene transfer of a single stress-inducible transcription factor. Nat. Biotechnol., 17:287–291.

Katerji, N., Van Hoorn, J.W., Hamdy, A., Mastrorilli, M. (1998). Response of tomatoes, a crop of indeterminate growth, to soil salinity. Agricultural Water Management, 38: 59-68

Keatinge, J.D.H., Lin, L.J., Ebert, A.W., Chen, W.Y., Hughes, J.A., Luther, G.C., Wang, J.F., Ravishankar, M. (2014). Overcoming biotic and abiotic stresses in the Solanaceae through grafting: Current status and future perspectives. Biol. Agric. Hortic., 30: 272–287.

Khah, E.M., Kakava, E., Mavromatis, A., Chachalis, D. and Goulas, C. (2006). Effect of grafting on growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) in greenhouse and open-field. J. Appl. Hort. 8: 3–7.

Krasilnikoff, G., Gahoonia, T.S., and Nielsen, N.E. (2003). Variation in phosphorus uptake efficiency by genotypes of cowpea (*Vigna unguiculata*) due to differences in root and root hair length and induced rhizosphere processes. Plant Soil, 251: 83–91.

Kubota, C., McClure, M.A., Kokalis-Burelle, N., Bausher, M.G., and Rosskopf, E.N. (2008). Vegetable grafting: history,use, and current technology status in North America. Sci. Hortic., 43.

Kumar, P., Rouphael, Y., Cardarelli, M., and Colla, G. (2017). Vegetable grafting as a tool to improve drought resistance and water use efficiency. Front. Plant Sci., 8,1130 :1-9.

Kumar, S., Kalita, A., Srivastava, R. and Sahoo, L. (2017). Co-expression of Arabidopsis NHX1 and bar Improves the Tolerance to Salinity, Oxidative Stress, and Herbicide in Transgenic Mungbean. Frontiers in Plant Science, 8 : 1896-1914.

Ladewig, P., Trejo-téllez, L. I., Servín-juárez, R., Contreras-oliva, A., and Gómez-merino, F. C. (2021). Growth, yield and fruit quality of Mexican tomato landraces in response to salt stress. Not Bot Horti Agrobo., 49(1):12005

Lee, J.M. and Oda, M. (2003). Grafting of herbaceous vegetable and ornamental crops. Hortic. Rev., 28: 61–124.

Leidi, E.O., Barragán, V., Rubio, L., El-Hamdaoui, A., Ruiz, M.T., Cubero, B., *et al*. (2010). The AtNHX1 exchanger mediates potassium compartmentation in vacuoles of transgenic tomato. Plant J., 61(3):495–506.

Lichtenthaler, H.K. and C. Buschmann. (2001). Chlorophylls and carotenoids: Measurement and characterization by UV-VIS spectroscopy. Current protocols in food analytical chemistry. F4.3.1-F4.3.8

Lim, M.Y., Jeong, B.R., Jung, M., and Harn, C.H. (2016). Transgenic tomato plants expressing strawberry d-galacturonic acid reductase gene display enhanced tolerance to abiotic stresses. Plant Biotechnol. Rep., 10, 105–116.

Linh, L.H., Linh, T.H., Xuan, T.D., Ham, L.H., Ismail, A.M., and Khanh, T.D. (2012). Molecular breeding to improve salt tolerance of rice (Oryza sativa L.) in the Red River delta of Vietnam. Intl J Plant Genomics, 10: 1155

Linnaeus, C. (1753). Species Plantarum. ed. 1. Stockholm, Sweden: L. Salvius.

Liu, F.Y., Li, K.T., and Yang, W.J. (2014). Differential Responses to Short-term Salinity Stress of Heat-tolerant Cherry Tomato Cultivars Grown at High Temperature. Hort. Envir. Biotechnol., 55(2): 79-90.

Loudari, A., Benadis, C., Naciri, R., Soulaimani, A., Zeroual, Y., El Gharous, M.; Kalaji, H.M., and Oukarroum, A. (2020). Salt stress affects mineral nutrition in shoots and roots and chlorophyll a fluorescence of tomato plants grown in hydroponic culture. J. Plant Interact., 15: 398–405.

Magan, J.J., Gallardo, M., Thompson, R.B., and Lorenzo, P. (2008). Effects of salinity on fruit yield and quality of tomato grown in soil-less culture in greenhouses in Mediterranean climatic conditions. Agric. Water Manage, 95: 1041-1055.

Majidi, H.,; Minaei, S.; Almasi, M., and Mostofi, Y. (2011)**.** Total Soluble Solids, Titratable Acidity and Repining Index of Tomato In Various Storage Conditions. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 5(12): 1723-1726.

Maniatis, T., Fritsch, E. F., and Sambrook, J. (1982). Molecular colning: Laboratory manual. Cold Spring Harbor Laboratory Press, Cold Spring Hrbor/ NY.

Mansour, M. (2000). Nitrogen containing compounds and adaptation of plants to salinity stress. Biologia Plantarum, 43: 491-500.

Martínez, J. P., Fuentes, R., Farías, K., Lizana, C., Alfaro, J. F., Fuentes, L., Calabrese, N., Bigot, S., Quinet, M., and Lutts, S. (2020). Effects of Salt Stress on Fruit Antioxidant Capacity of Wild (Solanum chilense) and Domesticated (*Solanum lycopersicum var. cerasiforme*) Tomatoes. Agronomy,10: 1481-1497.

Martínez-Rodríguez, M.M., Estañ, M.T., Moyano, E., Garcia-Abellan, J.O., Flores, F.B., Campos, J.F., Al-Azzawi, M.J., Flower, T.J., and Bolarin, M.C. (2008).

The effectiveness of grafting to improve salt tolerance in tomato when an 'excluder' genotype is used as scion. Environ. Exp. Bot., 63: 392–401.

Martorana, M., Giuffrida, F., Leonardi, C. and Kaya, S. (2007). Influence of Rootstock on Tomato Response to Salinity. Acta Horticulturae, 747(747): 555-561

Matsuzoe, N., Nakamura, H., Okubo, H. and Fujieda, K. (1993). Growth and yield of tomato plants grafted on Solanum rootstocks. J. Jpn. Soc. Hort. Sci., 61: 847–855.

Meena, M., Divyanshu, K., Kumar, S., Swapnil, P., Zehra, A., Shukla, V., Yadav, M. and Upadhyay, R.S. (2019). Regulation of L-proline biosynthesis, signal transduction, transport, accumulation and its vital role in plants during variable environmental conditions. Heliyon, 5.

Mittler, R. and Blumwald, E. (2010). Genetic Engineering for Modern Agriculture: Challenges and Perspectives. Annu. Rev. Plant Biol., 61: 443–462.

Mittova, V., Tal, M., Volokita, M. and Guy, M. (2003). Up-regulation of the leaf mitochondrial and peroxisomal antioxidative systems in response to salt-induced oxidative stress in the wild salt-tolerant tomato species Lycopersicon pennellii. Plant Cell Environ., 26: 845–856.

Mizrahi, Y., Taleisnik, E., Kagun-Zur, V., Zoher, Y., Offenbach, R., Matan, E., and Golan, R. (1988). A saline irrigation regime for improving tomato fruit quality without reducing yield. J. Am. Sco. Hort. Sci., 113: 202-205.

Mohamed, F. H., Abd El-Hamed, Kh. E., Elwan, M. W.M., and Hussien, M. N.E. (2012). Impact of grafting on watermelon growth, fruit yield and quality. Faculty of Agriculture Suez Canal University, Vegetable Crops Research Bulletin, 76: 99-118.

Mohammad, M., Shibli, R., Ajouni, M. and Nimri, L. (1998). Tomato root and shoot responses to salt stress under different levels of phosphorus nutrition. J. Plant Nutr., 21: 1667-1680.

Moles, T.M., Francisco, R.D.B., Mariotti, L., Pompeiano, A., Lupini, A., Incrocci, L., Carmassi, G., Scartazza, A., Pistelli, L., Guglielminetti, L., Pardossi, I., Sunser, F., Hortensteiner, S., and Santelia, D. (2019). Salinity in Autumn-Winter Season and Fruit Quality of Tomato Landraces. Front. Plant Sci., 10: 1078.

Munns, R. (2002). Comparative physiology of salt andwater stress. Plant Cell Environ., 25: 239–250.

Munns, R. and Tester, M.. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. Annu. Rev. Plant Biol., 59: 651–681.

Munns, R., Schachtman, D.P., and Condon, A.G. (1995). The significance of a two-phase growth response to salinity in wheat and barley. Australian Journal of Plant Physiology, 22: 561 –569.

Muñoz-Mayor, A., Pineda, B., Garcia-Abellán, J.O., Antón, T., Garcia-Sogo, B., Sanchez-Bel, P., Flores, F.B., Atarés, A., Angosto, T., Pintor-Toro, J.A., Moreno, V., and Bolarin, M.C. (2012). Overexpression of dehydrin tas14 gene improves the osmotic stress imposed by drought and salinity in tomato. Journal of Plant Physiology, 169:459–468.

Murray, M. G., and Thompson, W. F. (1980). Rapid isolation of high molecular weight DNA. Nucleic Acid Research, 8: 4321−4325.

Murshed, R., Lopez-Lauri, F., and Sallanon, H. (2014). Effect of salt stress on tomato fruit antioxidant systems depends on fruit development stage. Physiol. Mol. Biol. Plants, 20: 15–29.

Najla, S., Vercambre, G., Pagès, L., Grasselly, D., Gautier, H. and Génard, M. (2009). Tomato plant architecture as affected by salinity- Descriptive analysis and integration in a 3D simulation model. Canadian Journal of Botany, 87 : 1-12.

Najla, S., Vercambre, G., Pagès, L., Grasselly, D., Gautier, H., Génard, M. (2008). Effect of salinity on tomato plant architecture. Acta Hort., 801: 1183-1190.

Nicoleta, B.A., and Nedelea, G. (2012). Research concerning drought tolerance in some tomato seedling genotypes. Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology, 16(2): 96-102.

Nouck, A.E., Taffouo, V.D., Tsoata, E., Dibong, D.S., Nguemezi, S.T., Gouado, I., and Youmbi, E. (2016). Growth, biochemical constituents micronutrient uptake and yield response of six tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) cultivars grown under salinity stress. Journal of Agronomy, 15(2):58-67.

Olias, R., Eljakaoui, Z., Li, J., Morales, P. A. D., Marin-Manzano, M. C., Pardo, J. M., *et al*. (2009). The plasma membrane Na+/H+ antiporter SOS1 is essential for salt tolerance in tomato and affects the partitioning of Na+ between plant organs. Plant Cell Environ., 32: 904–916.

Oliveira, L.A.R., Cardoso, M.N., Oliveira, A.N.A., Machado, C.A., Cardoso, B.T., Silva, A.V.C. and Ledo A.S. (2018). Effects of in vitro drought stress on growth, proline accumulation and antioxidant defense in Sugarcane. Journal of Agricultural Science, Vol. 10. 135-149.

Oztekin, G.B., and Tuzel, Y. (2011). Comparative salinity responses among tomato genotypes and rootstocks. Pakistan J. Bot., 43: 2665–2672.

Parvin, K.H., Ahamed, K.U., Islam, M.M. and Haque, M.D.N. (2015). Response of tomato plant under salt stress: role of exogenous calcium. Journal of Plant Sciences, 10 (6): 222-233.

Peña- Cortés, H., Willmiter, L., and Sanchez-Serrano, J.J. (1991). Abscisic acid mediates wound induction but not developmental-specific expression of the proteinase inhibitor II gene family. Plant Cell, 3: 963–972.

Pogonyi, A., Pek, Z., Helyes, L. and Lugasi, A. (2005). Effect of grafting on the tomato's yield, quality and main fruit components in spring forcing. Acta Aliment., 34: 453–462.

Pompeiano, A., Di Patrizio, E., Volterrani, M., Scartazza, A., and Guglielminetti, L. (2016). Growth responses and physiological traits of seashore paspalum subjected to short-term salinity stress and recovery. Agricultural Water Management, 163:57-65.

Prakash, M.O., and Vijay, B. (2017). Principal component and cluster analysis of indigenous tomato genotypes based on morphological indicators. Research Journal of Biotechnology, 12(7): 50-58.

Qi, X., Li, M.W., Xie, M., Liu, X., Ni, M., Shao, G., *et al*. (2014). Identification of a novel salt tolerance gene in wild soybean by whole-genome sequencing. Nature Communications, 5:4340.

Quinet, M., Angosto, T., Yuste-Lisbona, F.J., Blanchard-Gros, R., Bigot, S., Martínez, J.P., and Lutts, S. (2019). Tomato fruit development and metabolism. Front. Plant Sci.,10: 1554.

Ranalli, P., Di Candilo, M., Ruaro, G. and Marino, A. (1996). Drought effects on chlorophyll fluorescence and canopy temperature. In: Abstracts of the 14th Triennial Conference of the European Association for Potato Research, Sorrento, Italy, 605-606.

Rao, E. S., Kadirvel, P., Symonds, R. C., Geethanjali, S., Thontadarya, R. N., and Ebert, A. W. (2015). Variations in DREB1A and VP1.1 Genes Show Association with Salt Tolerance Traits in Wild Tomato (*Solanum pimpinellifolium*). PLoS ONE, 10(7): 1-19.

Rao, E.S., Kadirvel, P., Symonds, R.C., and Ebert, A.W. (2013). Relationship between survival and yield related traits in *Solanum pimpinellifolium* under salt stress. Euphytica., 190: 215–228.

Reuscher, S., Akiyama, M., Mori, C., Aoki, K., Shibata, D., and Shiratake, K. (2013). Genome-wide identification and expression analysis of aquaporins in tomato. PloS ONE, 8:e79052.

Rivero, R.M., Ruiz, J.M., Sanchez, E., and Romero, L. (2003). Does grafting provide tomato plants an advantage against H_2O_2 production under conditions of thermal shock? Physiol. Plant, 117, 44–50.

Rodriguez-Ortega, W.M., Martinez, V., Nieves, M., Simon, I., Lidon, V., Fernandez-Zapata, J. C., Martinez-Nicolas, J. J., Camara-Zapata, J. M., and Garcia-

Sanchez, F. (2019). Agricultural and Physiological Responses of Tomato Plants Grown in Different Soilless Culture Systems with Saline Water under Greenhouse Conditions. Scientific reports, 9(1): 6733.

Rodriguez-Rosales, M.P., Galvez, F.J., Huertas, R., Aranda, M.N., Baghour, M., Cagnac, O. and Venema, K. (2009). Plant NHX cation/proton antiporters. Plant Signaling & Behavior, 4(4): 1-13.

Romera, F.J., Alcántara, E., and De La Guardia, M.D. (1991). Characterization of the tolerance to iron chlorosis in different peach rootstocks grown in nutrient solution. Iron Nutrition and Interactions in Plants, 43: 145-149.

Romero-Aranda, R., Soria, T., and Cuartero, J. (2001). Tomato plant-water uptake and plant-water relationships under saline growth conditions. Plant Science, 160: 265–272.

Rouphael, Y., Schwarz, D., Krumbein, A., and Colla, G. (2010). Impact of grafting on product quality of fruit vegetables. Scientia Horticulturae, 127: 172–179.

Roy, C., and Sengupta, D.N. (2014). Effect of Short Term NaCl Stress on Cultivars of *S. lycopersicum*: A Comparative Biochemical Approach. Journal of Stress Physiology & Biochemistry, 10(1): 59-81.

Roychoudhury, A., Paul, S., and Basu, S. (2013). Cross-talk between abscisic acid dependent and abscisic acid-independent pathways during abiotic stress. Plant Cell Rep., 32, 985–1006.

Ruiz, J.M., Belakbir, A., Lopez-Cantarero, I. and Romero, L. (1997). Leaf macronutrient content and yield in grafted, melon plants. A model to evaluate the influence of rootstock genotype. Scientia Hort., 71: 227–234.

Rush, D.W. and Epstein, E. (1981). Comparative studies on the sodium, potassium, and chloride relations of a wild halophytic and a domestic salt-sensitive tomato species. Plant Physiol., 68: 1308–1313.

Saad, A. G., Jaiswal P., and Jha, S. N. (2014). Non destructive quality evaluation of intact tomato using VIS NIR spectroscopy. International Journal of Advanced Research, 2 (12): 632-639.

Sacher, R.F., Staples, R.C., and Robinson, R.W. (1982). Saline tolerance in hybrids of *Lycopersicon esculentum* X *Solanum penellii* and selected breeding lines. Environ. Sci. Res., 325–336.

Sakamoto, Y., Watanabe, S., Akashima, T. and Okano, K. (1999). Effect of salinity at two ripening stages on the fruit quality of single-truss tomato grown in hydroponics. J. Hort. Sci. Biotechnol. 74: 690–693.

Salehi-Mohammadi, R., A. Khasi, S.G. Lee, Y.C. Huh, J.M. Lee and M. Delshad. (2009). Assessing survival and growth performance of Iranian melon to grafting onto Cucurbita root stocks. Korean. J. Hortic. Sci. Technol., 27(1): 1-6.

Santa-Cruz, A., Martenez-Rodreguez, M.M., Perez-Alfocea, F., Romero-Aranda, R., and Bolarin, M.C. (2002). The rootstock effect on the tomato salinity response depends on the shoot genotype. Plant Sci., 162: 825–831.

Sarafian, V., Kim, Y., Poole, R.J., and Rea, P.A. (1992). Molecular cloning and sequence of cDNA encoding the pyrophosphate- energized vacuolar membrane proton pump of Arabidopsis thaliana. Proc Natl. Acad Sci., USA., 89(5):1775–1779.

Satti, S.M.E., Lopez, M., and Al- Rawahy, S.A. (1995). Effect of saline nutrient solutions on the growth and accumulation of mineral elements in some tomato cultivars. Common. Soil Sci. Plant Anal., 26: 2097-2106.

Satti, S.M.E., Lopez, M., and Al Said, F.A. (1994). Salinity induced changes in vegetative and reproductive growth in tomato. Common. Soil Sci. Plant Anal., 25: 2825-2840.

Scarano, A., Olivieri, F., Gerardi, C., Liso, M., Chiesa, M., Chieppa, M., Frusciante, L., Barone, A., Santino, A., Rigano, M.M. (2020). Selection of tomato landraces with high fruit yield and nutritional quality under elevated temperatures. J. Sci. Food Agric., 100: 2791–2799.

Schwacke, R., Grallath, S., Breitkreuz, K. E., Stransky, E., Stransky, H., Frommer, W.B., and Rentsch, D. (1999). LeProT1, a Transporter for Proline, Glycine Betaine, and γ-Amino Butyric Acid in Tomato Pollen. The Plant Cell, 11 (3): 377–391.

Semiz, G.D. and Suarez, D.L. (2015). Tomato salt tolerance: impact of grafting and water composition on yield and ion relations. Turk. J. Agric. For. 39: 876-886

Serio, F., De Gara, L., Caretto, S., Leo, L., and Santamaria, P. (2004). Influence of an increased NaCl concentration on yield and quality of cherry tomato grown in Posidonia Posidonia oceanica (L.) Delile). J. Sci. Food Agric., 84: 1885–1890.

Serrano, R. (1999). Salt tolerance in plants and microorganisms: Toxicity targets and defense responses. Int. Rev. Cytol., 165: 1-51.

Shannon, M. and Grieve, C. (1999). Tolerance of vegetable crops to salinity. Scientia Horticulturae, 78: 5-38.

Sharma, A. and Zheng, B. (2019). Melatonin Mediated Regulation of Drought Stress: Physiological and Molecular Aspects. Plants, 8: 190-207.

Shi, H., Lee, B.H., Wu, S.J., and Zhu, J.K. (2003). Overexpression of a plasma membrane Na^+/H^+ antiporter gene improves salt tolerance in *Arabidopsis thaliana*. Nature Biotechnology, 21: 81–85.

Shi, H.Z., Quintero, F.J., Pardo, J.M., and Zhu, J.K. (2002). The putative plasma membrane Na^+/H^+ antiporter SOS1 controls longdistance Na+ transport in plants. The Plant Cell, 14: 465–477.

Shimul, M. A. H., Ito, S. I. C., Sadia, S., Roni, M. Z. K., and Jamal Uddin, A. F. M. (2014). Response of tomato (*Lycopersicon esculentum*) to salinity in hydroponic study. Bangladesh J. Sci. Res., 10: 249–254.

Shiyab, S.M., Shatnawi, M.A., Shibli, R.A., Al Smeirat, N.G., Ayad, J., and Akash, M.W. (2013). Growth, nutrient acquisition, and physiological responses of hydroponic grown tomato to sodium chloride salt induced stress. J. Plant Nutr., 36: 665–676

Sholi, N.J. (2012). Effect of salt stress on seed germination, plant growth, photosynthesis and ion accumulation of four tomato cultivars. American Journal of Plant Physiology, 7(6):269-275.

Singh A., Kumar Sharma, M., and Seng, R.S. (2017). Osmolytes: proline metabolism in plants as sensors of abiotic stress. Journal of Applied and Natural Science, Uttarakhand, 9(4): 2079 -2092.

Singh, H., Kumar, P., Kumar, A., Kyriacou, M.C., Colla, G., and Rouphael, Y. (2020). Grafting Tomato as a Tool to Improve Salt Tolerance. Agronomy, 10: 263-285.

Singh, J., Divakar Sastry, E. V., and Singh, V. (2012). Effect of salinity on tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) during seed germination stage. Physiol Mol Biol Plants, 18(1): 45–50.

Siringam, K., Juntawong, N., Chaum, S. and Kirdmanee, C. (2011). Salt stress induced ion accumulation, ion homeostasis, membrane injury and sugar contents in salt-sensitive rice (*Oryza sativa* L. spp. indica) roots under isoosmotic conditions. Afr. J. Biotechnol., 10(8): 1340-1346.

Smith, J.H.C. and Benitez, A. (1955). Chlorophylls analysis in plant materials. In: Peach, K., Tracey, M.V. (Eds.), In: Modern Methods of Plant Analysis, Springer-Verlag, Berlin, 4: 142–196.

Solis, C. A., Yong, M., Zhou, M., Venkataraman, G., Shabala, L., Holford, P., Shabala S., and Chen, Z. (2022). Evolutionary Significance of NHX Family and NHX1 in Salinity Stress Adaptation in the Genus Oryza. Int. J. Mol. Sci., 23: 2092-2113.

Soteriou, G.A., Siomos, A.S, Gerasopoulos, D., Rouphael, Y., Georgiadou, S. and Kyriacou, M.C. (2017). Biochemical and histological contributions to textural changes in watermelon fruit modulated by grafting. Food Chemistry, 237: 133-140.

Taffouo, V.D., Nouck, A.H., Dibong, S.D., and Amougou, A. (2010). Effects of salinity stress on seedling growth, numeral nutrients, and total chlorophyll of some tomato (*Lycopersicum esculentum*, *L.*) cultivars. Afr. J.Biotechnol., 9(33): 5366-5372.

Tal, M. (1971). Salt tolerance in the wild relatives of the cultivated tomato: Responses of *Lycopersicon esculentum*, L. *peruvianum* and *L. esculentum* minor to NaCl salinity. Aust. J. Agric. Res., 22: 631–638.

Tanaka, Y., Hibino, T., Hayashi, Y., Tanaka, A., Kishitani, S., Takabe, T., Yokota, S., and Takabe, T. (1999). Salt tolerance of transgenic rice overexpressing yeast mitochondrial Mn-SOD in chloroplasts. Plant Sci., 148:131–138.

Tardieu, F., Granier, C., and Muller, B. (2011). Water deficit and growth. Co-ordinating processes without an orchestrator?. Current Opinion in Plant Biology,14(3):283-289.

Tateishi, K. (1927). Grafting watermelon onto pumpkin.J. Jpn. Hortic.,39: 5–8.

Tendon, H.L.S. (2005). Methods of analysis of soils, plants, waters and fertilizers. Fertilization development and consultation organization, New Delhi. India. Pp: 76-111.

Tester, M., and Davenport, R.J. (2003). Na+ tolerance and Na+ transport in higher plants. Ann. Bot., 91: 503–527.

Tuna, A. L. (2014). Influence of foliarly applied different triazole compounds on growth, nutrition, and antioxidant enzyme activities in tomato (‘*Solanum lycopersicum*’ L.) under salt stress. Aust. J. Crop Sci., 8: 71–79 (2014).

Turhan, A., Ozmen, N., Serbeci, M.S. and Seniz, V. (2011). Effects of grafting on different rootstocks on tomato fruit yield and quality. Hort. Sci. (Prague) 38: 142–149.

Turhan, A., Seniz, V., and Kusçu, H. (2009). Genotypic variation in the response of tomato to salinity. Afr. J. Biotechnol., 8: 1062–1068.

Van Ieperen, W. (1996). Effects of different day and night salinity levels on vegetative growth, yield and quality of tomato. J.Hortic. Sci., 71: 99-111.

Varlagas, H., Savvas, D., Mouzakis, G., Liotsos, C., Karapanos, I., and Sigrimis, N. (2010). Modelling uptake of Na+ and Cl− by tomato in closed-cycle cultivation systems as influenced by irrigation water salinity. Agric. Water Manage, 97: 1242–1250.

Verkerke, W., and Schols, M. (1992). The influence of EC level and specific nutrients on the firmness, taste and yield of tomato. Glasshouse Crops Res. Stat., Naaldwijk. 37.

Vicente, O., Boscaiu, M., Naranjo, M.A., Estrelles, E., Belles, J.M., and Soriano, P. (2004). Responses to salt stress in the halophyte *Plantago crassifolia* (Plantaginaceae). J. Arid Environ., 58: 463-481.

Voutsela, S., Yarsi, G., Petropoulos, S.A., Khan, E.M. (2012). The effect of grafting of five different rootstocks on plant growth and yield of tomato plants

cultivated outdoors and indoors under salinity stress. Afr. J. Agric. Res. 7(41): 5553–5557.

Vreugdenhil, D., Bradshaw, J., Gebhardt, C., Govers, F., Taylor, M., MacKerron, D. and Ross, H. (2007). Water Availability and Potato Crop Performance, Potato Biology and Biotechnology. Advances and Perspectives, Elsevier, Amsterdam. Pp: 333-351.

Walbot, V., and Cullis, C.A. (1985). Rapid genomic change in higher plants. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol., 36: 367–396.

Wang, Q., Men, L., Gao, L. and Tian Y.(2017). Effect of grafting and gypsum application on cucumber (Cucumis sativus L.) growth under saline water irrigation. Agricultural Water Management, 188:79-90

Wang, Z., Hong, Y., Li, Y., Shi, H., Yao, J., Liu, X., Wang, F., Huang, S., Zhu, G., and Zhu, J.K. (2021). Natural variations in SlSOS1 contribute to the loss of salt tolerance during tomato domestication. Plant biotechnology Journal, 19(1): 20–22.

West, G., Inzé, D. and Beemster, G.T.S. (2004). Cell cycle modulation in the response of the primary root of arabidopsis to salt stress. Plant Physiology, 135, 1050–1058.

Witcombe, J.R., Hollington, P.A., Howarth, C.J., Reader, S. and Steele, K.A. (2008). Breeding for abiotic stresses for sustainable agriculture. Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences, 363: 703-716.

Wu, M., and Kubota, C. (2008). Effects of high electrical conductivity of nutrient solution and its application timing on lycopene, chlorophyll and sugar concentrations of hydroponic tomatoes during ripening. Scientia Horticulturae, 116: 122–129.

Yamaguchi, T., Hamamoto, S., and Uozumi, N. (2013). Sodium transport system in plant cells. Front. Plant Sci., 4: 410.

Yeo, 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.

Yetisir, H., Caliskan, M.E., Soylu, S., and Sakar, M. (2006). Some physiological and growth responses of watermelon [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. and Nakai] grafted onto Lagenaria siceraria to flooding. Environ. Exp. Bot., 58: 1–8.

Yin, Y.G., Kobayashi, Y., Sanuki, A., Kondo, S., Fukuda, N., Ezura, H., Sugaya, S., and Matsukura, Ch. (2010). Salinity induces carbohydrate accumulation and sugar regulated starch biosynthetic genes in tomato (Solanum lycopersicum L. cv. 'Micro-Tom') fruits in an ABA- and osmotic stress-independent manner. Journal of Experimental Botany, 61: 563–574.

Zali, A.G. and Ehsanzadeh, P. (2018): Exogenous proline improves osmoregulation, physiological functions, essential oil, and seed yield of fennel. Industrial Crops and Products Journal,111: 133–140.

Zdunek-Zastocka, E., Grabowska G., Branicki T., and Michniewska, B. (2017). Biochemical characterization of the triticale TsPAP1, a new type of plant prolyl aminopeptidase, and its impact on proline content and flowering time in transgenic Arabidopsis plants. Plant Physiology and Biochemistry, Paris, 116: 18-26.

Zhai, Y., Yang, Q., and Hou, M. (2015). The effects of saline water drip irrigation on tomato yield, quality, and blossom-end rot incidence a3a case study in the south of china. PLoS One, 10 (11): 1-17.

Zhang, H.X., and E. Blumwald. (2001). Transgenic salt-tolerant tomato plants accumulate salt in foliage but not in fruit. Nat. Biotechnol., 19:765–768.

Zhang, P., Senge, M., and Dai, Y. (2017). Effects of salinity stress at different growth stages on tomato growth, yield and water use efficiency. Commun. Soil Sci. Plant Anal., 48: 624–634.

Zhen, A., Bie, Z.L., Huang, Y., Liu, Z.X., and Li, Q. (2010). Effects of scion and rootstock genotypes on the anti-oxidant defense systems of grafted cucumber seedlings under NaCl stress. Soil Sci. Plant Nutr., 56: 263–271.

Zheng, Q., Liu, J., Liu, R., Wu, H., Jiang, C., Wang, C., and Guan, Y. (2016). Temporal and spatial distributions of sodium and polyamines regulated by brassinosteroids in enhancing tomato salt resistance. Plant Soil, 400:147–164.

Zhu, J., Bie, Z.L., Huang, Y., and Han, X.Y. (2008). Effect of grafting on the growth and ion contents of cucumber seedlings under NaCl stress. Soil Sci. Plant Nutr., 54: 895–902.

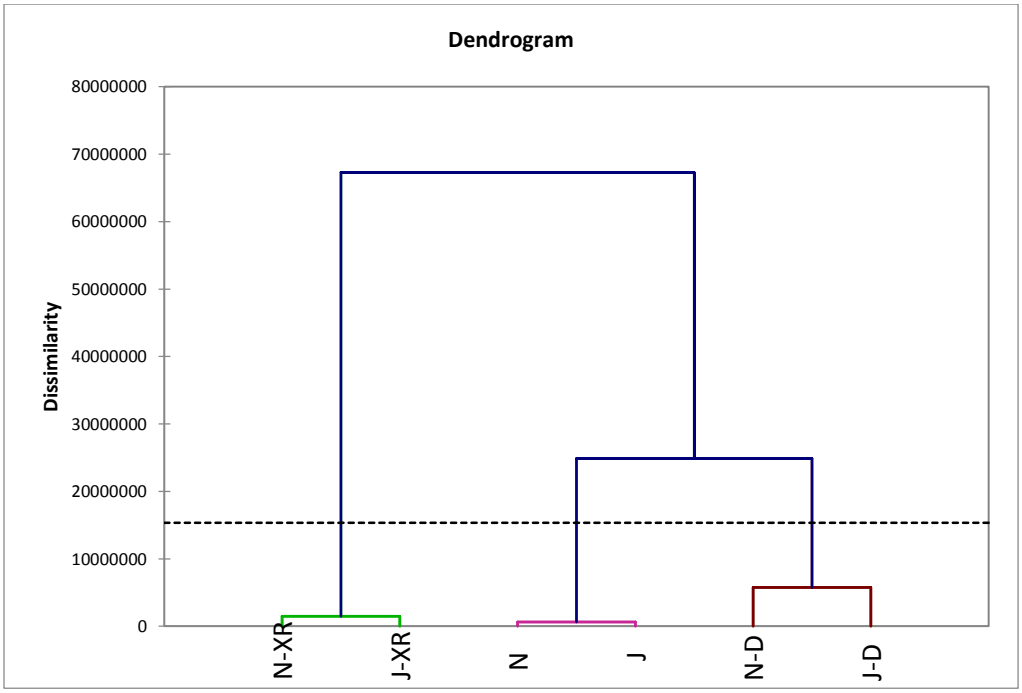
Zhu, J.K. (2002). Salt and drought stress signal transduction in plants. Ann. J. Plant Biol., 14: 267-273.

Sites internet:

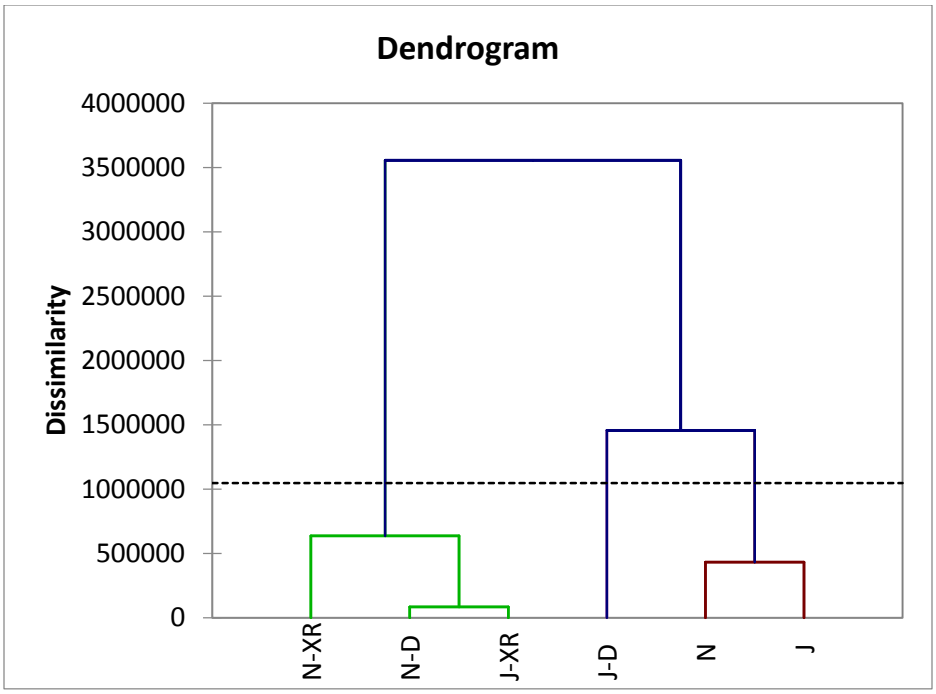
- FAO. 2010. Information and Statistics Service. Rome, FAO
- FAOSTAT: Food and Agriculture Organization of The United Nations. 2020. **http://faostat.fao.org/**
- The R Project for Statistical Computing **https://www.r-project.org**

الملحقات

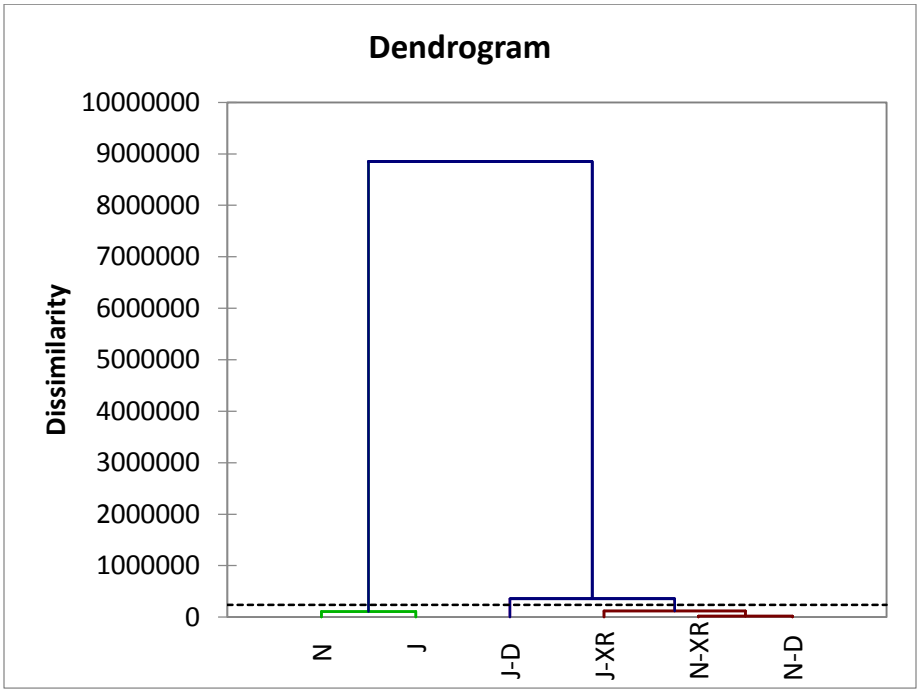
ملحق الأشكال



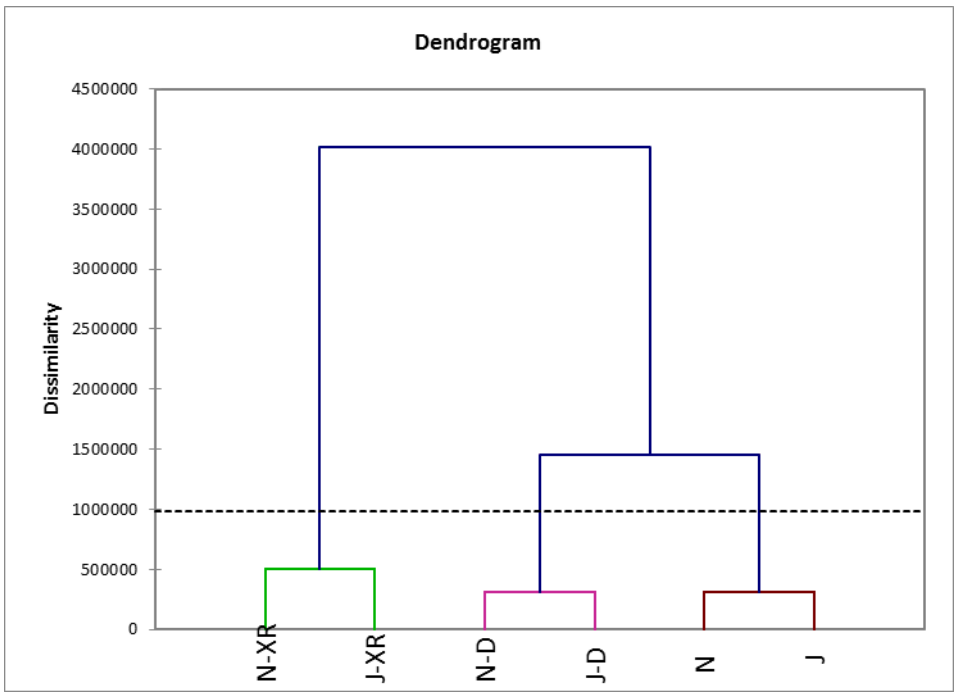
الشكل (ا): التحليل العنقودي لهجن البندورة غير المطعّمة وتلك المطعّمة على الأصلين، وفق تحملها للإجهاد الملحي بناءً على مجموع القيم النسبية للمؤشرات التي فسرها المكون الأول من PCA.



الشكل (II): التحليل العنقودي لهجن البندورة غير المطعّمة وتلك المطعّمة على الأصلين، وفق تحملها للإجهاد الملحي عند مستوى 50 ميلي مول/ل بناءً على مجموع القيم النسبية للمؤشرات المدروسة جميعها.



الشكل (III): التحليل العنقودي لهجن البندورة غير المطعّمة وتلك المطعّمة على الأصلين، وفق تحملها للإجهاد الملحي عند مستوى 100 ميلي مول/ل بناءً على مجموع القيم النسبية للمؤشرات المدروسة جميعها.



الشكل (IV): التحليل العنقودي لهجن البندورة غير المطعّمة وتلك المطعّمة على الأصلين، وفق تحملها للإجهاد الملحي عند مستوى 150 ميلي مول/ل بناءً على مجموع القيم النسبية للمؤشرات المدروسة جميعها.

ملحق الجداول

الجدول (I): التحليل العنقودي لهجن البندورة غير المطعّمة وتلك المطعّمة على الأصلين، وفق تحملها للإجهاد الملحي عند كل مستوى إجهاد على حدة وعند مجموع كل مستويات الإجهاد، بناءً على مجموع القيم النسبية عن الشاهد للمؤشرات المدروسة جميعها. تشير الرموز N، J، XR و D إلى الهجين نينار والهجين جلنار والأصل XR400 والأصل Defenser.

مستوى الإجهاد الملحي	العنقود الأول	العنقود الثاني	العنقود الثالث
mM50	**N-XR** **J-XR** **N-D**	**J-D**	**N** **J**
mM100	**N-XR** **J-XR** **N-D**	**J-D**	**N** **J**
mM150	**N-XR** **J-XR**	**J-D** **N-D**	**N** **J**
مجموع كل مستويات الإجهاد	**N-XR** **J-XR**	**N-D** **J-D**	**N** **J**

Abstract:

The research was carried out at Bostan Al-Basha station of Suleiman Agricultural Company private -Lattakia, for two successive seasons during September 2019 and 2020. Two hybrids of tomato (Jollanar and Ninar) were grafted on tomato rootstocks (Defenser and XR400). Both hybrids and grafted plants were grown in the greenhouse, and four levels of NaCl (0, 50, 100 and 150 mM) were applied.

The salt stress reduced plant growth (leaf area, total leaves number and plant height) in the two hybrids Jollanar and Ninar. For exemple at level 150 mM, the leaf area was recorded 47.23 and 39.74 cm^2 as compared to 228.17 and 217.39 cm^2, respectively in the controls. While the plant diameter increased significantly in both hybrids, the basic effect decreased only in Ninar. The stress also led to physiological and biochemical changes. At level 150 mM, the absolute value of the osmotic pressure increased, reaching -1.21 and -1.13 Mpa in the two hybrids, compared to -0.81 and -0.75 Mpa in controls, respectively. While the contents of dry matter, proline, and chlorine increased, plant wet weight, content of chlorophyll A and B and the ratio of K: Na decreased. In terms of productivity, the stress led to a decrease in number of clusters, number of fruits /cluster, fruit wet weight and diameter. Thus the productivity was decreased (25.24 and 24.32 kg/m^2 in the two hybrids at 150 mM as compared to 33.3 and 32.12 kg/m^2 in the controls, respectively). In addition, salt stress improved the quality of the fruits by increasing the contents of dry matter, total acidity, soluble solids and lycopene, but it led to a decrease in the firmness of fruit.

The grafting of the two hybrids on the two rootstocks, improved the salinity tolerance of tomato plants. Plant growth was increased (in terms of number of leaves and plant height) while the diameter was not affected. The grafting of the two hybrids did not record a significant increase in the leaf area and basic effect except when using the rootstock XR400. The grafting also enhanced the phenomenon of osmotic adjustment which represented by the accumulation of some osmotic compounds such as proline, and increasing the K^+ content especially when grafting the two hybrids on XR400 (7356.06 and 7291.67 ppm as compared to 5265.15 and 5363.64 ppm in the

ungrafted hybrids, respectively), besides the decreasing of the absolute value of osmotic pressure and Na^+ content (ranging between 1.2-1.4 times, for the two hybrids grafted on the two rootstocks, as compared to 2240.26 and 2488.73 ppm for the two ungrafted hybrids, respectively).

Grafting the two hybrids on the two rootstocks increased the productivity by 1.2-1.3 times as compared to the ungrafted plants (24.46 and 24.28 kg/m^2, respectively), due to increasing one or more of productivity components (number of clusters/plant, number of fruits/cluster, fruit weight and diameter). The grafting on the two rootstocks contributed to the improvement of some fruits quality characteristics, such as the dry matter content. The TSS content also increased in the hybrid Ninar grafted on the two rootstocks and the hybrid Jollanar grafted on XR400, and decreased significantly in Jollanar grafted on Defenser. Mostly, the grafting did not affect the firmness and acidity of the fruit, but the firmness increased significantly when the hybrid Ninar was grafted on Defenser, and the acidity was increased when the hybrid Ninar was grafted on XR400.

The results of PCA and cluster analysis of morphological, physiological, biochemical and productif characteristics showed that the rootstock XR400 seems to be as a salt stress tolerant and the rootstock Defenser as half tolerant. These results agreed with the molecular results of genes controlling tolerance.

Key words: rootstock, tomato, grafting, hybrid, saline stress, salinity genes.

Syrian Arab Republic

Damascus University

Faculty of Agriculture

Department of Horticulture

Effect of Grafting Two Hybrids on Two Rootstocks of Tomato cultivated in Green House Under Salinity Stress

This Thesis has been submitted for Ph D degree

(Department of Horticulture)

Prepared by:

Najwa Bassam Ahmed

Supervisor	Co-supervisor
Prof. Safaa Najlaa	**Prof. Ramzi Murshed**
Agriculture faculty- Hort. Dep.	**Agriculture faculty- Hort. Dep.**

2021-2022