الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق
كلية الهندسة الزراعية
قسم علوم البستنة

الجمهورية العربية السورية
وزارة التعليم العالي
الهيئة العامة للتقانة الحيوية

تأثير الإجهاد الملحي في بعض الصفات المورفولوجية والفيزيولوجية لسلالات بطاطا منتخبة من الكالس

رسالة مقدمة لنيل درجة الماجستير في الهندسة الزراعية - قسم علوم البستنة

إعداد

م. رنا عمر حمد

بإشراف

المشرف العلمي

أ.د. خليل المعري

أستاذ في قسم علوم البستنة - كلية الزراعة

المشرف المشارك

د. فهد البيسكي

باحث في الهيئة العامة للتقانة الحيوية

2023

تصريح

أصرح بأنّ البحث الموصوف في الأطروحة تحت عنوان:

تأثير الإجهاد الملحي في بعض الصفات المورفولوجية والفيزيولوجية لسلالات منتخبة من الكالس. لم يسبق أن قدم للحصول على أية درجة جامعية أخرى. وغير مقدم حالياً لذلك، وإنّ كافة الأعمال والنتائج المذكورة فيه هي جهودي الشخصية وبتوجيهٍ من المشرف العلمي، وإنّ أية معلومات أو نتائج أخرى ذكرت في الأطروحة قد نسبت إلى مصادرها ومؤلفيها في النص وفي قائمة المراجع.

المرشحة

رنا عمر حمد

Declaration

I declare that the present research work entitled: Effect of Salt Stress on some Morphological and Physiological Characters of some Potato Clones Issue from Callus Culture. Is a new research work that has never been studied by any other researchers for any other degrees, and currently it is not submitted by any one for any degree.

Candidate

Rana Omar Hamad

تصريح

أصرح بأنّ البحث الموصوف في الأطروحة تحت عنوان:

تأثير الإجهاد الملحي في بعض الصفات المورفولوجية والفيزيولوجية لسلالات منتخبة من الكالس. لم يسبق أن قدم للحصول على أية درجة جامعية أخرى. وغير مقدم حالياً لذلك، وإنّ كافة الأعمال والنتائج المذكورة فيه هي جهودي الشخصية وبتوجيهٍ من المشرف العلمي، وإنّ أية معلومات أو نتائج أخرى ذكرت في الأطروحة قد نسبت إلى مصادرها ومؤلفيها في النص وفي قائمة المراجع.

المرشحة

رنا عمر حمد

Declaration

I declare that the present research work entitled: Effect of Salt Stress on some Morphological and Physiological Characters of some Potato Clones Issue from Callus Culture. Is a new research work that has never been studied by any other researchers for any other degrees, and currently it is not submitted by any one for any degree.

Candidate

Rana Omar Hamad

قدمت هذه الدراسة استكمالاً لمتطلبات نيل درجة الماجستير في قسم علوم البستنة . كلية الزراعة . جامعة دمشق

This Thesis has been submitted as a partial fulfillment of the requirements for Master Degree in Horticultural, Factulty of Agriculture, Damascus University.

ونوقشت هذه الرسالة وأجيزت بتاريخ:

يوم 2023/ 9 /25

لجنة الحكم:

الأستاذ الدكتور خليل المعري

الدكتورة رولا بايرلي

الدكتورة صفاء نجلا

الفهرس:

فهرس المحتويات Index of contents		
الفصل	الموضوع	الصفحة
	1: المقدمة	-
	1-1: المقدمة	1
	1-2: مشكلة البحث	3
	1-3: تساؤلات البحث	4
	1-4: فرضيات البحث	4
الأول	1-5: مسلمات البحث	4
	1-6: أهداف البحث	4
	1-7: أهمية موضوع البحث	4
	1-8: محدوديات البحث	5
	1-9: مسوغات البحث	5
	1-10: مصطلحات البحث	6
	2: الدراسة المرجعية	8
	2-1: البطاطا	8
	2-1-1: الوصف المورفولوجي	8
	2-1-2: الظروف المناخية	9
	2-1-3: مواعيد الزراعة	9
الثاني	2-1-4: طرائق إكثار البطاطا	10
	2-2: تأثير الملوحة في نمو النبات وإنتاجيته	14
	2-2-1: تأثير الملوحة في مؤشرات النمو	14
	2-2-2: تأثير الملوحة في مؤشرات الفيزيولوجية للبطاطا	16
	2-2-3: تأثير الملوحة في إنتاجية النبات	18
	2-2-4: ألية تحمل الملوحة	19
	3: مواد البحث وطرائقه	22
	3-1: مكان ومدة تنفيذ البحث	22
	3-2: المادة النباتية	22
	3-3: طرائق البحث	24
الثالث	3-3-1: تحضير الأوساط الغذائية	24
	3-3-2: مرحلة إكثار الخزعات النباتية	25
	3-3-3: مرحلة التقسية	25
	3-3-4: مرحلة الإجهاد	27
	3-4: المؤشرات المدروسة	27

	3-4-1: مؤشرات النمو	27
	3-4-2: المؤشرات الفيزيولوجية	28
	3-4-3: المؤشرات البيو كيميائية	28
	3-4-4: مؤشرات الإنتاج	31
	3-5: تصميم التجربة والتحليل الإحصائي	31
الرابع	**4: النتائج والمناقشة**	34
	4-1: القدرة على البقاء على الحياة	34
	4-2: المؤشرات الشكلية	34
	4-2-1: تأثير معاملات الإجهاد الملحي في طول النبات (سم) في ست سلالات تابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس	34
	4-2-2: تأثير معاملات الإجهاد الملحي في قطر النبات (مم) في ست سلالات تابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس	35
	4-2-3: تأثير معاملات الإجهاد الملحي في عدد العقد في ست سلالات تابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس	36
	4-2-4: تأثير معاملات الإجهاد الملحي في المساحة الورقية (مم٢) في ست سلالات تابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس	37
	4-2-5: تأثير معاملات الإجهاد الملحي في طول الجذور (سم) في ست سلالات تابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس	39
	4-2-6: تأثير معاملات الإجهاد الملحي في عدد الجذور في ست سلالات تابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس	40
	4-2-7: تأثير معاملات الإجهاد الملحي في الوزن الرطب (غ) في ست سلالات تابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس	42
	4-2-8: تأثير معاملات الإجهاد الملحي في الوزن الجاف (غ) في ست سلالات تابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس	43
	4-3: المؤشرات الفيزيولوجية	44
	4-3-1: تأثير معاملات الإجهاد الملحي في نسبة المادة الجافة (%) في ست سلالات تابعة لثلاث أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس	44
	4-3-2: تأثير معاملات الإجهاد الملحي في نسبة الذائبات المتسربة (%) في ست سلالات تابعة لثلاث أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس	46
	4-3-3: تأثير معاملات الإجهاد الملحي في محتوى الماء النسبي (%) في ست سلالات تابعة لثلاث أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس	47
	4-4: المؤشرات البيوكيميائية	48
	4-4-1: تأثير معاملات الإجهاد الملحي في محتوى البرولين في ست سلالات تابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس	48
	4-4-2: تأثير معاملات الإجهاد الملحي في محتوى الكلورفيل A في ست سلالات تابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس	50

	4-4-3: تأثير معاملات الإجهاد الملحي في محتوى الكلورفيل B في ست سلالات تابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس	52
	4-4-4: تأثير معاملات الإجهاد الملحي في محتوى الكاروتينات في ست سلالات تابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس	53
	4-5: المؤشرات الإنتاجية	55
	4-5-1: تأثير معاملات الإجهاد الملحي في متوسط عدد الدرنات على النبات الواحد في ست سلالات تابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس	55
	4-5-2: تأثير معاملات الإجهاد الملحي في متوسط وزن الدرنة (غ) في ست سلالات تابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس	56
	4-5-3: تأثير معاملات الإجهاد الملحي في إنتاجية النبات الواحد في أصيص معروف المساحة (غ.نبات$^{-1}$) في ست سلالات تابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس	57
	4-5-4: تأثير معاملات الإجهاد الملحي في متوسط الإنتاج في وحدة المساحة (كغ. م$^{-2}$) في ست سلالات تابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس	59
	4-5-5: تأثير معاملات الإجهاد الملحي في حجم الدرنات المتشكلة (سم^{3}) في ست سلالات تابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس	60
	4-8: نتائج التحليل العنقودي للقيم النسبية للقراءات	61
الخامس	**5: المناقشة**	66
السادس	**6: الاستنتاجات والتوصيات والمقترحات**	69
	6-1: الاستنتاجات	69
	6-2: التوصيات والمقترحات	70
السابع	**7: المراجع العلمية**	72
	7-1: المراجع العربية	72
	7-2: المراجع الأجنبية	73

فهرس الجدول Index of tables

رقم الجدول	العنوان	رقم الصفحة
1	التركيب المعدني امحلول مورشينج وسكوج MS	26
2	تأثير معاملات الإجهاد الملحي في طول النبات (سم) في ست سلالات تابعة لثلاثةة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس	35
3	تأثير معاملات الإجهاد الملحي في قطر النبات (مم) في ست سلالات تابعة لثلاثةة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس	36
4	تأثير معاملات الإجهاد الملحي في عدد العقد في ست سلالات تابعة لثلاثةة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس	37
5	تأثير معاملات الإجهاد الملحي في المساحة الورقية (مم^{2}) في ست سلالات تابعة لثلاثةة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس	38
6	تأثير معاملات الإجهاد الملحي في طول الجذر (سم) في ست سلالات تابعة لثلاثةة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس	40
7	تأثير معاملات الإجهاد الملحي في عدد الجذور في ست سلالات تابعة لثلاثةة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس	41
8	تأثير معاملات الإجهاد الملحي في الوزن الرطب (غ) في ست سلالات تابعة لثلاثةة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس	43
9	تأثير معاملات الإجهاد الملحي في الوزن الجاف (غ) في ست سلالات تابعة لثلاثةة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس	44
10	تأثير معاملات الإجهاد الملحي في نسبة المادة الجافة (%) في ست سلالات تابعة لثلاثةة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس	45
11	تأثير معاملات الإجهاد الملحي في نسبة الذائبات المتسربة (%) في ست سلالات تابعة لثلاثةة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس	47
12	تأثير معاملات الإجهاد الملحي في محتوى الماء النسبي (%) في ست سلالات تابعة لثلاثةة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس	48
13	تأثير معاملات الإجهاد الملحي في محتوى البرولين في ست سلالات تابعة لثلاثةة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس	50
14	تأثير معاملات الإجهاد الملحي في محتوى الكلوروفيل A في ست سلالات تابعة لثلاثةة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس	51
15	تأثير معاملات الإجهاد الملحي في محتوى الكلوروفيل B في ست سلالات تابعة لثلاثةة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس	53
16	تأثير معاملات الإجهاد الملحي في محتوى الكاروتينات في ست سلالات تابعة لثلاثةة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس	54

17	تأثير معاملات الإجهاد الملحي في عدد الدرنات على النبات الواحد في ست سلالات تابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس	56
18	تأثير معاملات الإجهاد الملحي في متوسط وزن الدرنة (غ) في ست سلالات تابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس	57
19	تأثير معاملات الإجهاد الملحي في إنتاجية النبات الواحد في أصيص معروف المساحة (غ. نبات$^{-1}$) في ست سلالات تابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس	58
20	تأثير معاملات الإجهاد الملحي في متوسط الإنتاج في وحدة المساحة (كغ. م^{2}) في ست سلالات تابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس	59
21	تأثير معاملات الإجهاد الملحي في حجم الدرنات المتشكلة (سم^{3}) في ست سلالات تابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس	61
22	تقسيم سلالات البطاطا المنتخبة من الكالس وفق تحملها لمجموع مستويات الإجهاد الملحي	62

فهرس الأشكال Index of figures

رقم الشكل	العنوان	رقم الصفحة
1	الشكل المورفولوجي لنبات البطاطا	**8**
2	الصنف سفنجا	**22**
3	الصنف سفاري	**23**
4	الصنف تاروس	**23**
5	مخطط الحصول على سلالات مستحدثة من الكالس بدءاً من ثلاثة أصناف من البطاطا المحلية	**24**
6	مراحل عملية التقسية	**26**
7	تأثير تراكيز مختلفة من الإجهاد الملحي على سلالات البطاطا	**27**
8	المنحنى المعياري للبرولين	**30**
9	نسبة نجاح التقسية في سبع سلالات تابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس والمكاثرة مخبريا بالأنسجة	**34**
10	التحليل العنقودي لست سلالات تابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس، وفق تحملها للإجهاد الملحي بناءً على مجموع القيم النسبية المؤشرات المدروسة جميعها	**62**
11	التحليل العنقودي لست سلالات تابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس، وفق تحملها للإجهاد الملحي عند مستوى 50 mM بناءً على مجموع القيم النسبية المؤشرات المدروسة جميعها	**63**
12	التحليل العنقودي لست سلالات تابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس، وفق تحملها للإجهاد الملحي عند مستوى 100 mM بناءً على مجموع القيم النسبية المؤشرات المدروسة جميعها	**63**
13	التحليل العنقودي لست سلالات تابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس، وفق تحملها للإجهاد الملحي عند مستوى 150 mM بناءً على مجموع القيم النسبية المؤشرات المدروسة جميعها	**64**

جدول المختصرات العلمية Abbreviation		
المصطلح باللغة العربية	المصطلح باللغة الإنكليزية	الاختصار العلمي
زراعة أنسجة نباتية	Plant Tissue Culture	PTC
الملوحة	Salinity	–
كلوريد الصوديوم	Sodium Chloride	NaCl
الكلوريد	Chloride	Cl
الصوديوم	Sodium	NA
المحلول المعدني مورشيج وسكوج	Murashing & Skoog	MS
بنزيل أمينو بيورين	6-Benzyl Aminopurine	BAP
أندول أستيك أسيد	Indole-3 Acetic Acid	IAA
أندول بيوريك أسيد	Indole Butyric Acid	IBA
نفتالين أستيك أسيد	Naphthalene Acetic Acid	NAA
كينيتين	Kinetin	KIN
محتوى الماء النسبي	Relative Water Content	RWC
كفاءة استخدام المياه	Water Using Efficiency	WUE
أنواع الأوكسجين التفاعلية	Reactive oxygen species	ROS
التحليل العنقودي	Aomerative hierarchical clustering	AHC
منظمة الأغذية والزراعة العالمية	Food and Agricultural organization of the United Nation	FAO
أقل فرق معنوي	Least Significant Difference	L.S.D
منظمات النمو المختلفة	plant growth regulators	PGR

الملخص

نُفذتْ الدراسة في مخبر التقانات الحيوية النباتية، التابع للهيئة العامة للتقانة الحيوية، جامعة دمشق، وفي مخابر قسم علوم البستنة بكلية الزراعة، جامعة دمشق، وفي مزارع أبي جرش خلال المدة من عام 2020 حتى عام 2022، بهدف تقييم تأثير الإجهاد الملحي (NaCl) في بعض الصفات المورفولوجية، والفيزيولوجية والبيوكيميائية، والإنتاجية، لست سلالات بطاطا ناتجة من الكالس ومكاثرة خضريا بالأنسجة (سفنجا v33، سفنجاv36، سفاريv42، تاروس v44، تاروس v45،تاروس v48) المزروعة تحت ظروف الاجهاد الملحي، لتحديد مدى تحملها لهذه الظروف. بعد تقسية سلالات البطاطا نقلت إلى الحقل وعوملت النباتات بتراكيز مختلفة من ملح كلوريد الصوديوم (0،50،100،150 mM)، وبمعدل مرة كل ثلاث أيام وذلك لمدة شهر. تباينت السلالات المدروسة في استجابتها للإجهاد الملحي، فسبّبت الملوحة انخفاضاً في جميع مؤشرات النمو بالمقارنة مع الشاهد. وكان متوسط طول النباتات الأعلى معنوياً لدى السلالة سفنجا v33 (92.27سم)، أما متوسط المساحة الورقية فقد كانت السلالة سفنجا v36 الأعلى معنويا (66.26 مم^2)، أما عدد الجذور نجد تفوق السلالة تاروس v44 (19.24 جذر.نبات$^{-1}$). كما سبّبت زيادة مستوى الإجهاد الملحي تراجعاً معنوياً في بعض الصفات البيوكيميائية (محتوى الأوراق من اليخضور والكاروتينات)، وازدياداً في بعضها الآخر (البرولين، ونسبة الذائبات المتسربة عبر الأغشية السيتوبلاسمية) بالمقارنة مع الشاهد. حيث كان متوسط محتوى الأوراق من البرولين الأعلى معنوياً لدى السلالة تاروس v48 (0.48 مغ.غ$^{-1}$)، أما من حيث الإنتاجية، أدى الإجهاد الملحي إلى انخفاض في عدد وحجم ووزن درنات البطاطا للسلالات المدروسة، حيث كان متوسط عدد الدرنات الأعلى معنويا لدى السلالة تاروس v48 (7.61 درنة) إذ بلغ عند المعاملة 150 mM (6.89 درنة) مقارنة مع الشاهد (8.56 درنة)، في حين كان متوسط الوزن ومتوسط الحجم الأعلى معنوياً لدى السلالة سفاري v42 (10.18غ،9.81 سم^3، على التوالي)، وكان متوسط الإنتاجية الأعلى معنوياً لدى السلالة سفنجا v33 (0.13 كغ.م$^{-2}$)، إذ بلغ عند المعاملة 150 mM (0.04 كغ.م$^{-2}$) مقارنة مع الشاهد (0.21 كغ .م$^{-2}$).

الكلمات المفتاحية: البطاطا، الإجهاد الملحي، سلالات ، الصفات المورفولوجية، الإنتاجية.

الفصل الأول

المقدمة

1-1المقدمة Introduction:

تعد البطاطا (*Solanum tuberosum*.L) أحد أهم المحاصيل الخضرية الغذائية المهمة عالميا (Spooner & Salas, 2006). تزرع البطاطا في حوالي 150 دولة (Basera *et al*., 2018) وهو أهم محصول غذائي غير الحبوب في العالم (Bamberg *et al*., 2016; Nikitin *et al*., 2018)، إذ أنه رابع أكثر المحاصيل المزروعة بعد القمح والأرز والذرة وأهم محصول ثنائي الفلقة (FAO, 2022). تعود الأهمية المكتسبة للبطاطا إلى عدد من العوامل منها اتساع رقعة انتشارها وفرة غلتها، تنوع الظروف البيئية الملائمة لنموها، تعدد استعمالاتها، رخص إنتاجها، غناها بالمواد الغذائية الضرورية للجسم البشري وقابليتها للشحن وتحملها للتخزين لمدة طويلة (بوراس وآخرون،2006).

تنتمي البطاطا المزروعة رباعية الصيغة الصبغية (48=4x=2n) إلى الفصيلة الباذنجانية *Solanaceae* (Othman *et al*., 2016) وتسمى نسبة إلى الجنس *Solanum* الذي تنتمي إليه البطاطا الذي يعد أكبر أجناس العائلة، ويحتوي *على* أكثر من 1500 نوع.

وجدت البطاطا بشكلها البري في جبال أمريكا الجنوبية (البيرو–الأنديز– بوليفيا) حيث مازالت تنمو على الحالة البرية وقد أظهرت الأبحاث أن البطاطا استزرعت في أمريكا الجنوبية لقرون عديدة (FAO, 2008). وبدأت زراعة البطاطا منذ 8000 عام في جبال الأنديز بأمريكا الجنوبية، وتحديداً في ألتيبلانو في بيرو وشمال غرب بوليفيا. وأدخلت البطاطا من أمريكا الجنوبية إلى أوروبا في نهاية القرن السادس عشر من قبل الإسبان. بحلول بداية القرن السابع عشر، وصلت إلى الصين ثم أخذها البرتغاليون في وقت لاحق إلى الهند. في القرن الثامن عشر، وصلت البطاطا إلى بوتان ونيبال والفلبين؛ ووصلت في القرن التاسع عشر إلى شرق إفريقيا وفي القرن العشرين إلى الشرق الأدنى (FAO, 2022). تُزرع البطاطا حاليًا على مساحة تزيد عن 20.7 مليون هكتار ويقدر إنتاجها العالمي بنحو 437 مليون طن ويستهلكها مليارات الأشخاص غذاء أساسياً (FAO, 2022).

بدأ الاهتمام والتخطيط لزراعة محصول البطاطا في سوريا منذ بداية السبعينيات وكانت الأصناف المزروعة قليلة العدد، ثم بدأت الأبحاث الزراعية تهتم بمتطلبات البطاطا من حيث المعاملات الزراعية اللازمة والظروف المناخية

والاحتياجات الغذائية ومع بداية الثمانيات بدأ إدخال أصناف جديدة بما يتلاءم مع اختلاف البيئات في القطر كما بدأت المساحة الزراعية تتسع وتزداد حتى أصبحت البطاطا من المحاصيل الغذائية المهمة (NAPC، 2008). وقد اهتمت وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي والفلاحين بزراعة هذا المحصول حتى أصبح من المحاصيل الزراعية الغذائية المهمة.

تعد البطاطا محصولاً غذائياً متعدد الأغراض للاستخدامات المنزلية والصناعية. تشمل الاستخدامات المحلية الاستهلاك مثل البطاطا المقلية، البطاطا المقرمشة والمهروس، إضافة إلى علف الماشية بينما تشمل الاستخدامات الصناعية إنتاج النشا والصابون والإيثانول (KEPHIS, 2016). كما إنها مصدر جيد للكربوهيدرات والبروتين والفيتامين B1 وB3 وB6 وC، الألياف، الحديد، الزنك والبوتاسيوم (Rosen et al., 2014). تحتوي درنة البطاطا على (80 %) ماء، (2 %) بروتين و(18 %) نشاء لذا يعد المحصول مصدرًا أساسيًا للنشا، ومضادات الأكسدة، والمغذيات الدقيقة، والبوليفينول، والكاروتينات، والتوكوفيرول في النظام الغذائي البشري (Brown, 2005).

تتعرض النباتات عادة إلى عدد لا يحصى من الإجهادات الأحيائية واللاأحيائية بما في ذلك التغذية من الحشرات البرية وتفشي الأعشاب الضارة والبرد والإصابات الميكانيكية والأمراض وانخفاض خصوبة التربة والجفاف والملوحة وغيرها من العوامل التي تقلل من مساحة التمثيل الضوئي للنبات وبالتالي إجمالي الكتلة الحيوية النباتية (Ali *et al.*, 2021; Naz and Preveen, 2021; Parveen *et al.*, 2021; Perveen *et al.*, 2019)، يعد إجهاد الملح أحد أهم الإجهادات اللاأحيائية والتي تعد ثاني أكبر إجهاد تدميرًا لأنه يستمر طيلة دورة حياة النبات. وبالتالي فإنه من أهم القيود البيئية التي تحد من الإنتاجية الاقتصادية للخضار (Hong *et al.*, 2021). تتميز التربة المالحة بالتوصيل الكهربائي لقيم المستخلص المشبع (ECe) التي تزيد عن 4 dsm^{-1} عند 25 درجة مئوية وتحتوي على صوديوم قابل للتبديل أقل من 15% (Shao *et al.*, 2019). تعد غالبية محاصيل الخضروات، مثل الفليفلة والبندورة والبطاطا ذات عتبة ملوحة منخفضة جدًا (EC_t والتي تتراوح من1 إلى 2.5 dsm^{-1} في التربة المشبعة) (Behera *et al.*, 2022).

تنتشر الأراضي المالحة في القطر العربي السوري انتشاراً رئيساً في حوض الفرات، ووادي الغاب، وتقدر مساحة الأراضي المتأثرة بالملوحة بنحو 250 ألف هكتار (المنظمة العربية للتنمية الزراعية، 2012). حيث تستجيب النباتات وتتكيف للبقاء على قيد الحياة تحت ظروف الإجهاد عن طريق تحريض استجابات شكلية وفيزيولوجية وكيمائية وجزيئية مختلفة. ويعرف

تحمل الإجهاد بأنه القدرة على النمو والإزهار وإعطاء عائد اقتصادي في ظل ظروف دون المستوى الأمثل، وتعرف النباتات المتحملة للإجهاد أنها قادرة على إحداث تغيرات على كامل مستوى النباتات والأنسجة وعلى المستوى الجزيئي الكيميائي (Amini and Ehsanpour, 2006). لذا استنبطت سلالات من البطاطا متحملة للملوحة وإجراء الاختبارات عليها قبل اعتمادها وإكثارها لذلك اعتمد على تقانة زراعة الأنسجة النباتية إذ تعد من الطرائق الحديثة المهمة والمفيدة لمربي النبات، والتي يمكن من خلالها الحصول على أصناف وسلالات جيدة متحملة للإجهادات الإحيائية كالملوحة والجفاف، ومن ثم إدراجها ضمن برامج التحسين الوراثي (Karakas and Bozat, 2020; Soleimani *et al.*, 2020).

1-2: مشكلة البحث Research Problem:

تمتلك كل تربة أملاحًا معينة قابلة للذوبان في الماء، التي سوف تمتصها النباتات كمغذيات نباتية. ومع ذلك، فإن التراكم المفرط لهذه الأملاح سيجعل التربة مالحة ويوقف نمو النبات. ويعد تملح التربة أكثر انتشارًا في المناطق القاحلة وشبه القاحلة. تتجسد الأملاح في التربة على أنها أيونات، والتي ستهاجر إلى الأعلى في التربة اعتمادًا على الظروف المناخية الخارجية (Zhang *et al.*, 2012). عندما يكون هناك ندرة في هطول الأمطار، لن ترشح الأيونات من التربة مما يؤدي إلى تراكم الأملاح وبالتالي تملح التربة. وعندما تتعرض النباتات المزروعة في التربة للملوحة فإنها ستؤثر سلباً في نمو النبات وتطوره وبالتالي يحدث نقص في إنتاجيته. ما يقارب 10% من إجمالي مساحة الأراضي (950مليون هكتار) و50% من إجمالي مساحة الأراضي المروية (230 مليون هكتار) في العالم تحت تأثير إجهاد الملوحة (Ahmed *et al.*, 2020). وأصبحت مشكلة الملوحة في الآونة الأخيرة من القضايا الاقتصادية الملحة بسبب ازدياد نسبة الأراضي المملحة بنحو 10% سنوياً، مما يؤدي إلى تراجع مساحة الأراضي الصالحة للزراعة لذلك نظرا لزيادة مساحة الأراضي الملحية في العالم، أصبحت استجابة النبات إلى البيئات ذات المحتوى الملحي المرتفع، من أهم المواضيع الزراعية التي يهتم بها الباحثون في مجال الزراعة والإنتاج النباتي نظراً لارتباطها الوثيق بمصدر غذاء الإنسان، لذلك جاءت الحاجة لدراسة أصناف وسلالات جديدة يمكن أن تحمل صفات إنتاجية عالية ومتحملة لهذه الإجهادات.

1-3: تساؤلات البحث Research Question:

أ. هل ستنجح السلالات الناتجة من الكالس حقليا؟

ب. هل السلالات الناتجة متأقلمة تأقلماً جيداً مع البيئة السورية؟

1-4: فرضيات البحث Research Assumes:

أ. إن الاجهاد الملحي يسبب تأثيرات سلبية في نمو البطاطا وانتاجها ونوعيتها.

ب. إن السلالات الناتجة من الكالس قابلة للتكيف والتأقلم مع الظروف الحقلية.

ج. تتفاوت السلالات الناتجة من الكالس في درجة تحملها للملوحة وتأقلمها مع الظروف الملحية.

1-5: مسلمات البحث Research Postulates:

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

ب. يؤدي تطبيق تقنية الإكثار الخضري الدقيق في زراعة البطاطا إلى الحصول على عدد كبير من النباتات ذات الخصائص الجيدة والمشابهة للنبات الأم والخالية من الأمراض الفيروسية.

ج. السلالات الناتجة من زراعة الأنسجة النباتية قادرة على النمو والتأقلم مع الظروف الحقلية.

1-5: أهداف البحث Research Objectives:

i. إكثار السلالات الناتجة من استحداث الكالوس مخبريا، للحصول على نباتات تحمل صفة المقاومة.

ii. دراسة تأثير الإجهاد الملحي حقليا على النباتات المكاثرة مخبريا، لمعرفة مدى تحملها للإجهاد.

iii. دراسة معايير النمو والإنتاجية للسلالات المُنتخبة في الظروف الحقلية الحاوية على تراكيز مختلفة من الملوحة.

1-7: أهمية موضوع البحث Importance of Research:

يعد هذا البحث جزءاً مكملاً من بحوث أُجريت في كلية الزراعة وفي الهيئة العامة للتقانة الحيوية. حيث جرى الحصول عن مجموعة سلالات متفاوتة بقدرتها على تحمل الملوحة، وقد قييمت مخبرياً وأثبتت النتائج المشجعة على وجود بعض السلالات المتحملة للملوحة. تتمثل النتائج التطبيقية لهذا البحث في الحصول على سلالات بطاطا منتجة من الكالس

وإكثارها، وهذه السلالات تكون قادرة على التأقلم مع الظروف الحقلية والظروف الملحية، والحصول على إنتاجية جيدة، وإنتاج درنات جيدة ومتحملة، ليمكن اعتمادها أمهات لإنتاج درنات معتمدة للزراعة في الترب المالحة.

1-8: محدوديات البحث Research Limitations:

أ. الحدود المكانية: نُفّذ البحث في مزرعة أبي جرش- كلية الزراعة- جامعة دمشق. ونُفذّت التجارب المخبرية في مخابر الهيئة العامة للتقانة الحيوية.

ب. الحدود الزمانية: أكثرت النباتات بالأنسجة خضريا عام 2020-2021 ومن ثم أجريت عملية التقسية 2022 ونقل النباتات إلى الحقل ومعاملتها بالملوحة 2022.

ج. الحدود الزراعية: استخدم عدة سلالات من نبات البطاطا تابعة لثلاثة أصناف وهي:

- الصنف سفنجا (Sveinga): ويضم ثلاث سلالات سفنجا v33 وسفنجا v36 وسفنجا v38.
- الصنف سفاري (Safare): ويضم سلالة سفاري v42.
- الصنف تاروس (Tarus): ويضم ثلاث سلالات تاروس v44 وتاروس v45 وتاروس v48.

د. الحدود الموضـوعية: دُرسـت فائدة معاملة الملوحة بتراكيز مختلفة على سـلالات بطاطا ناتجة من الكالس لمعرفة مدى تحملها للإجهاد الملحي، وبالتالي قدرتها على النمو والتأقلم وإعطاء انتاجية تحت هذه الظروف.

1-9: مسوّغات البحث Research Justifications:

تزرع البطاطا في سورية على مساحة واسعة ، نظرا لتوفر ظروف بيئية مناسبة للنمو. إلا أنَّ هذه المساحات تتناقص سنوياً إما نتيجة دخول مناطق جديدة ضمن تصنيف الأراضي المالحة بسبب عمليات الري السيئة للمحاصيل المختلفة أو/ وإهمال زراعة البطاطا نتيجة للظروف الاقتصادية التي يعيشها المزارع. على الرغم من وجود مساحات كبيرة من الأراضي الصالحة للزراعة في سورية، إلا أنه حتى الأن لم تُستغل في الزراعة لقلة كفاية مياه الري، أو لأسباب أخرى تتعلق بالتربة مثل التملح.

1-10: مصطلحات البحث:

الدرنة Tuber ساق متحورة تحت الأرض وتعد كمصدر تخزين احتياطي وتستخدم في الإكثار Fortes & (Pereira, 2003).

A. **الإجهاد الملحي Salt stress** هو البيئة الحاوية على تراكيز مرتفعة من الأملاح الذوابة التي تؤدي إلى توقف نمو النبات وتطورها (Mass & Hoffman, 1977).

B. **تحمل الإجهاد الملحي Tolerance Salt Stress**هو مدى مقدرة النبات على البقاء في الوسط الملحي، والنمو والإنتاج تحت ظروف الإجهاد الملحي (فرشة، 2001).

C. **الكالس Callus** وهي كتلة خلوية غير متمايزة تنشأ من مصادر نباتية مختلفة تحت تأثير هرموني، تنمو وتنقسم انقساماً عشوائياً، ولها أشكال وألوان وقساوة مختلفة. وله أهمية كبيرة في الإكثار والتحسين الوراثي بهدف الحصول على سلالات أو أصناف جديدة مقاومة للإجهادات الأحيائية واللاأحيائية (Murphy, 2003; Haque *et al*., 2009).

D. **الإكثار الخضري الدقيق Micropropagation** هو زراعة أنسجة نباتية صغيرة حاوية على أنسجة ميرستيمية في أوساط مغذية محددة التركيب وتحوي جميع المكونات اللازمة لنمو الأجزاء النباتية على أن تجري كل مراحل الزرع ضمن شروط معقمة، ثم توضع العينات في شروط خاصة لتحريضها على النمو (المعري، 2018).

E. **التقسية Acclimatization** هي نقل النباتات المجذرة بالأنابيب إلى الظروف الطبيعية (Conover & Poole, 1984).

الفصل الثاني

الدراسة المرجعية

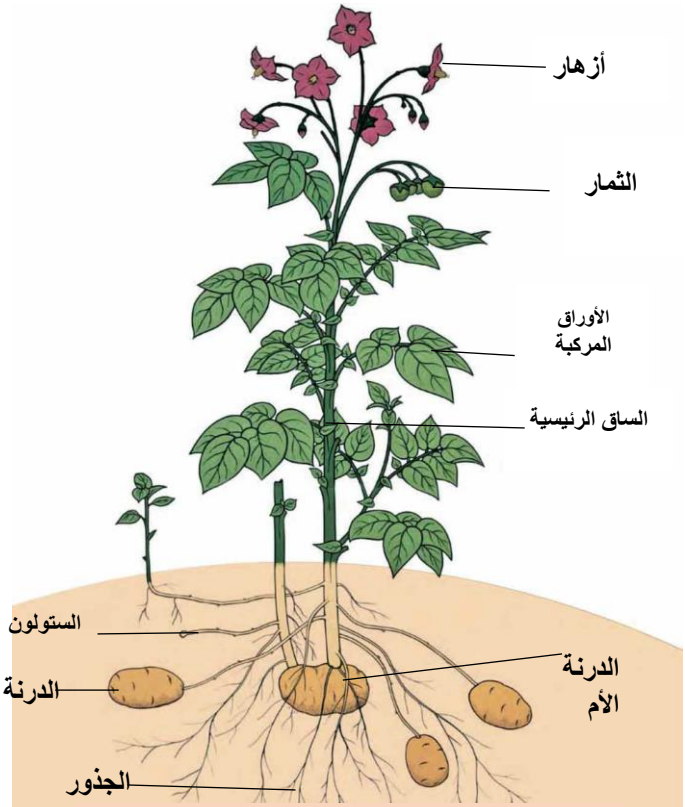
Literature Review

2 – الدراسة المرجعية:

2-1: البطاطا Potato (*Solanum tuberosum*.L):

2-1-1: الوصف المورفولوجي:

نبات البطاطا (*Solanum tuberosum*) هو نبات عشبي حولي بالنسبة للأجزاء الهوائية ومعمر للأجزاء الأرضية يصل طوله إلى 100 سم وينتج درنة، غنية بالنشاء، مع نمو نبات البطاطا، تصنع أوراقها المركبة النشاء الذي ينتقل إلى نهايات السيقان الموجودة تحت الأرض (أو ستولونات). ويتشكل عدد قليل أو ما يصل إلى 20 درنة بالقرب من سطح التربة. يعتمد عدد الدرنات التي تصل بالفعل إلى مرحلة النضج على الرطوبة المتاحة ومغذيات التربة. قد تختلف الدرنات في الشكل والحجم، وعادة ما يصل وزن كل منها إلى 300 غ. في نهاية موسم النمو، تموت أوراق النبات وسيقانه حتى مستوى التربة وتنفصل درناته الجديدة عن الستولون. تعمل الدرنات بعد ذلك كمخزناً للمغذيات يسمح للنبات بالبقاء على قيد الحياة في البرد، ثم إعادة النمو والتكاثر لاحقًا. كل درنة لها من 2 – 10 براعم (أو عيون) مرتبة في نمط حلزوني حول سطحها. تولد البراعم براعم تنمو لتصبح نباتات جديدة عندما تصبح الظروف مواتية مرة أخرى(FAO, 2008)(الشكل، 1).



الشكل (1) الشكل المورفولوجي لنبات البطاطا

2-1-2: الظروف المناخية:

تنمو البطاطا نمواً أفضل على ارتفاعات تتراوح من 1500 إلى 3000 متر فوق مستوى سطح البحر (KEPHIS, 2016). ومع ذلك، مع الإدارة السليمة والاستخدام المناسب للتكنولوجيا، يمكن أن ينمو المحصول جيدًا في مناطق الارتفاعات المنخفضة (Lutaladio *et al.*, 2009). يتطلب النبات هطول مطري بحوالي 750 ملم ودرجات حرارة مثالية تتراوح بين 15 درجة مئوية و20 درجة خلال مرحلة النمو (KEPHIS, 2016; MOA, 2011)، إذ تتطلب البطاطا موسم نمو بارد، حيث يكون لدرجات الحرارة التي تزيد عن 21 درجة مئوية آثار ضارة على النمو (Kabira *et al.*, 2006). وينتج محصول الدرنات الأمثل لمعظم أصناف البطاطا التجارية من نباتات البطاطا فتزرع في متوسط درجات حرارة نهارًا بين 14 و 22 درجة مئوية (Van Dam *et al.*, 1999). تعتمد تحمل محاصيل البطاطا لدرجات الحرارة المرتفعة إلى حد كبير على التركيب الوراثي (Tang *et al.*, 2018)، ومرحلة التطور، ومدة الإجهاد (Ahn *et al.*, 2004). يعد بدء تشكل الدرنات وتضخمها من أكثر المراحل أهمية (Struik,2007; Ghosh *et al.*, 2001) في نباتات البطاطا، تسهم درجة حرارة الليل الدنيا إسهاماً حاسمًا أثناء مرحلة التدرن، التي تنخفض في درجات الحرارة الليلية التي تزيد عن 20 درجة مئوية مع تثبيط كامل فوق 25 درجة مئوية، يتطلب المحصول تربة جيدة الصرف وذات مواد عضوية عالية وتربة خصبة ذات نسيج طيني تتراوح درجة الحموضة فيها من 4.5 إلى 8.5 (KEPHIS,2016; MOA,2011). المتطلبات الغذائية الرئيسية للمحصول هي البوتاسيوم (K) والنيتروجين (N) والفوسفور (P) حيث تكون العناصر الغذائية الثلاثة بنسبة 1: 1: 1 لتجنب إفساد جودة الدرنات (Lutaladio *et al.*, 2009).

2-1-3: مواعيد الزراعة:

تزرع البطاطا في القطر العربي السوري في ثلاث عروات رئيسية (بوراس وأخرون، 2006):

- ✓ العروة الربيعية: تكون الزراعة خلال المدة الواقعة من منتصف كانون الثاني إلى منتصف شباط ويكون الحصاد في حزيران وتموز.

- ✓ العروة الصيفية: تزرع فيه البطاطا خلال المدة الواقعة بين آذار ونيسان وهو الموعد الأمثل للزراعة في المناطق الباردة أو التي تتميز على الأقل بنهار حار وليل يميل إلى البرودة.
- ✓ العروة الخريفية: تزرع فيها البطاطا خلال المدة الواقعة من منتصف تموز إلى منتصف أب وهو الموعد الأمثل للزراعة كموسم ثاني في المناطق الدافئة الملائمة للزراعة الربيعية والحصاد يكون من كانون أول وكانون ثاني.

طريقة الزراعة الأكثر شيوعا في سورية هي طريقة الزراعة نصف الآلية وهناك الزراعة اليدوية والزراعة الآلية قليلة. أهم أصناف البطاطا المزروعة في سورية: سبونتا، سينرجي، أجريا وهناك أصناف كثيرة أخرى تزرع منها: أريزويا، مونترﻳﺎل، افرست، فابيولا، وغيرها (وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، 2020)

2-1-4: طرائق إكثار البطاطا:

أ_ الإكثار الجنسي (Sexual): تستخدم هذه الطريقة للأغراض البحثية وأغراض التربية لإنتاج الهجن والأصناف الجديدة (Wiersema, 1982).

ب_ الإكثار اللاجنسي (Asexual): يكون عن طريق زراعة الدرنات إما كاملة أو قطعاً منها، وبهذه الطريقة تحافظ على نقاوة الصفات الوراثية للصنف ولكن من مساوئها أنها تسبب التدهور الفيزيولوجي لبذار البطاطا وانتقال الأمراض إلى الأجيال التالية، ولاسيما الأمراض الفيروسية مما يؤدي إلى انخفاض الإنتاج، إذ يتراوح بين 30-50% (Beemster & De Bokx, 1987).

ج_ الإكثار بطرائق زراعة الأنسجة النباتية (*In Vitro* Micropropagation): على مر السنوات 50 الماضية كان استخدام تقانات زراعة الأنسجة والخلايا النباتية الأكثر بروزا في البطاطا أكثر من أنواع المحاصيل الأخرى ويكاثر البطاطا بالنسج من خلال إنتاج الشتول بأعداد كبيرة بعد تقسيتها في البيوت الزجاجية إضافة لإنتاج درينات دقيقة في المخبر باستخدام أوساط مغذية خاصة (المعري، 2018؛ المعري وأخرون، 2008؛ Albiski *et al.*, 2001).

طبقت زراعة الأنسجة النباتية على نطاق واسع لأغراض متنوعة بما في ذلك دراسة فيزيولوجيا التدرن وسكون الدرنات (Cheng *et al.*,2020; Raspor *et al.*, 2020) ، تحمل الإجهادات الأحيائية واللاأحيائية (Simko *et al.*, 2007; Queiros *et al.*, 2009; Sabbah and Tal, 1990)، إنتاج نباتات معدلة وراثيا (Conner *et al.*, 2007). أولي اهتمام خاص لزراعة الأنسجة في برامج تربية البطاطا ونظرا للعدد الكبير من النباتات المستأصلة المنتجة من النبات الأم الواحد، وتكيف النباتات الدقيقة مع الظروف التي تفضل التطور البطيء من أجل الحفاظ على المادة الوراثية الخالية من الفيروسات (Novy, 2014; Caligari, 1992)، وقد نفذ بنجاح استزراع الكالس في نباتات البطاطا لتجديد النبيتات والتي تهدف إلى الحصول على صفات محددة بسبب التباين العالي في الكتلة النسيجية (Kumlay and Ercisli, 2015; Pal *et al.*, 2012).

أدى إدخال الإكثار الخضري الدقيق في سلسلة إنتاج بذار البطاطا إلى الحصول على أصناف سليمة وسمح بإنتاج درنات على مدار العام بغض النظر عن الظروف المناخية. الإكثار الخضري الدقيق هو الأكثر تطبيقا من بين تقانات زراعة الأنسجة النباتية (Shahzad *et al.*, 2017)، وتجدد البطاطا في المخبر بسهولة من الخزعات المختلفة مثل خزعات الأعضاء والأنسجة المختلفة مثل الساق والأوراق وأقراص درنية وأجنة غير ناضجة (Shirin *et al.*, 2007) على وسط مورشيج وسكوج MS مكمل بمنظمات النمو المختلفة PGR (plant growth regulators) للحصول على نباتات عالية الجودة خالية من الأمراض (Zaman *et al.*, 2001; Rabbani *et al.*, 2001). وتعد النبيتات هي الجيل الأول من بذار البطاطا الناتج من زراعة الأنسجة وتستخدم لحل مشاكل زرع النبيتات في ظروف المخبر ويمكن زراعتها مباشرة في التربة ويمكن إنتاجها في أي وقت من السنة (Nistor *et al.*, 2010). وتستخدم النبيتات المزوعة في الأنابيب الزجاجية في تخزين الأصول الوراثية وتبادلها وإنتاج البذار (Rannalli *et al*, 1994; Seabrook *et al.*,1993).

و قد حصل على نباتات خالية من الأمراض الفيروسية في كل من الأصناف Bison و Boro و Draga وذلك بدءا من زراعة الميرستيم (المعري وآخرون، 2008).

حصل على أعلى معدل للنباتات الخالية من الفيروسات باستخدام الخزعات بطول 100 ميكرومتر. واستخدام العلاج الحراري حوالي 37±1 درجة مئوية لمدة 40 يوماً والكيميائي بمادة الريبافرين تركيز 20 ملغ/ل والكهربائي 15 ميلي أمبير / 10 دقيقة في كل من الصنفين Binella و Burren (Al Maarri *et al.,* 2012).

درست مصا (2018) تأثير الإجهاد الملحي في بعض مؤشرات النمو لثلاثة أصناف من البطاطا (Svenja, Safari, Taurus) وكما درست استحداث الكالس من خزعات نباتية مختلفة وباستخدام منظمات نمو مختلفة، وتعريض الكالس لمستويات مختلفة من الإجهاد الملحي، كما درست التباين الوراثي بين النباتات المتجددة من الكالس المجهد والنباتات الأم. وفي دراسة أجراها متوج (2017) استخدام تقانات زراعة الأنسجة والتطفير الكيمائي لانتخاب طفرات متحملة للملوحة عند نبات البطاطا صنف Marfona، وهدف البحث إلى تحفيز تباينات جسمية متحملة للإجهاد الملحي من مزارع الكالوس باستخدام المادة المطفرة ايتيل ميتان سلفونات والتخليق غير المباشر للنموات الخضرية لنبات البطاطا. انتخبت خمسة سلالات خضرية من الجيل الخضري الثاني (SV2) بالاعتماد على مؤشرات مورفولوجية وإنتاجية (طول ولون الساق، وعدد الأوراق، وعدد الدرنات\النبات ووزنها، ومتوسط وزن الدرنة).

وفي دراسة أجراها Ibrahim وآخرين (2020) على ثلاثة أصناف هولندية معتمدة من نبات البطاطا (ليزيتا، أرنوفا وسفاري). وكان الهدف هو إنتاج خلايا تتحمل الملوحة من كالس ثلاثة أصناف من البطاطا حيث زرعت ليزيتا وأرنوفا وسفاري على وسط MS يحتوي على تراكيز مختلفة من الصوديوم كلوريد. أظهرت نتائج الدراسة أن الكالس للصنف ليزيتا نما بعد أربع أسابيع من الزراعة على وسط MS المكمل بـ 0 و80 و100 ملي مول. لتر$^{-1}$ كلوريد الصوديوم ولم تنمو عند 120 و140 و160 ملي مول. لتر$^{-1}$. أعطى صنفا ليزيتا وأرنوفا أعلى نسبة طازجة وزن الكالس مقارنة بالصنف السفاري بعد أربعة أسابيع من الزراعة. وتحسن نمو الكالس في الصنف ليزيتا بعد ستة أسابيع من الزراعة في معاملة الشاهد و0.25 مليمول.ل$^{-1}$ حمض الساليسيليك + 120 مليمول.ل$^{-1}$.

فحصت تسعة أصناف من البطاطا (*Solanum tuberosum.* L) لتحمل الإجهاد الملح في المخبر، وأخذت مؤشرات نمو أجزاء النبات الهوائية، وكذلك الجذور. تم تقييم الإجهاد الملحي بإضافة 25، 50، 75، 100، 125، 150 و200 ملم من كلوريد الصوديوم إلى وسط MS ومقارنة بوسط خالي من الملوحة . أثر الإجهاد الملح سلبا على نمو النبات، واختلفت

الأصناف في استجاباتها. حدث إنخفاض تدريجي في المؤشرات المدروسة مع زيادة مستويات كلوريد الصوديوم. استخدم التحليل العنقودي لتحديد الأصناف حسب تحملها للإجهاد الملحي، وقسمت لثلاثة مجموعات: مجموعة متحملة للملوحة من صنفين هما تاروس وسلطانة؛ مجموعة متوسطة التحمل وتتكون من أربعة أصناف وهي: Loane، Diamant، Amarin، و سيلفانا. ومجموعة حساسة للملوحة مكونة من ثلاثة أصناف وهي توسكانا، وثريا، وكينيتا (Murshed *et al.*,2015).

وأجريت دراسة لمعرفة تأثير الإجهاد الملوحة على بعض مؤشرات النمو في الكالس المنتج من ثلاثة أصناف من البطاطا (Lizeta، Arnova و Safari) في المخبر. زرعت براعم أصناف البطاطا الثلاثة (Lizeta، Arnova و Safari) في ظروف معقمة على وسط MS مضاف إليه IAA و BA بتركيز 1 ملغ. ل$^{-1}$ و GA3 بتركيز 0.1 ملغ.ل$^{-1}$. ولوحظ عدم وجود تأثير معنوي في التجدد بينما تفوق الصنف Arnova في عدد الأفرع إذ بلغ (2.48 فرع. نبات$^{-1}$). وتفوق الصنف Lizeta معنوياً في عدد الأوراق (1.59 ورقة نبات$^{-1}$). وتفوقت التوليفة الهرمونية (1 ملغ. ل$^{-1}$ لكل من IAA وBA) في صفة عدد الأوراق إذ بلغ (1.6 ورقة.نبات$^{-1}$).وتفوق الصنف Lizeta في المعاملة (1 ملغ. ل$^{-1}$ لكل من BA وIAA) معنوياً في عدد الأوراق (2.1 ورقة.نبات$^{-1}$) (طاهر وآخرون، 2019).

إنَّ نقل النباتات المشتقة من زراعة الأنسجة إلى خارج المختبر (التأقلم) هي المرحلة الأكثر أهمية في دورة زراعة الأنسجة (Abido, 2016). من المعروف أن البراعم أو النباتات المزروعة في المخبر تعيش في بيئة صناعية، وبالتالي فإن نموها ليس طبيعيًا؛ هذه المواد النباتية لها خصائص تشريحية وفيزيولوجية مختلفة عن تلك الخصائص المورفولوجية بسبب نموها في المخبر (Pospíšilová *et al.*, 1999). وبالتالي فإن نقل المواد إلى ظروف خارج المخبر يحتاج إلى مثل هذا التأقلم الذي يختلف اختلافًا كبيرًا عن الظروف في المخبر (Hossain *et al.*, 2009). لذا تتمثل إحدى الخطوات الحاسمة في الإكثار الدقيق بتكيف النباتات المنتجة في المخبر مع البيئات خارج المخبر، بسبب الصدمة الناتجة عن الانتقال من بيئة رطوبة عالية إلى ظروف أكثر جفافاً (Pospíšilová *et al.*, 1999; Kozai, 1991). بشكل عام، تحتاج النباتات إلى عدة أسابيع للتكيف مع الظروف الجديدة خارج المخبر وتصحيح الشذوذ في شكلها وتشريحها وعلم وظائفها الناجم عن

الظروف الخاصة للزراعة في المخبر (Gonçalves et *al.*, 2014; Pospíšilová *et al.*,1999). يشير التأقلم إلى التكيف المناخي للكائن الحي الذي وضع في بيئة جديدة تختلف عن البيئة السابقة (Conover and Poole, 1984).

2-2: تأثير الملوحة في نمو النبات وإنتاجيته:

تعرَف الملوحة بأنها الإجهاد الناجم عن وجود الأملاح الذوابة في محلول التربة بكميات كافية لإحداث تراجع ملحوظ في نمو النباتات وتطورها. وتُعد التربة متملحه إذا زاد تركيز الأملاح فيها عن 1%، أو إذا كانت قيمة الناقلية الكهربائية لمستخلص العجينة المشبعة المركز من تربتها (EC_e) تساوي 4 ds m^{-1} أو أكثر، التي تُعادل تقريباً 40 mM NaCl (Parihar *et al.,* 2015; USDA-ARS, 2008). ويعد تملح التربة أكثر انتشارًا في المناطق القاحلة وشبه القاحلة. يتم تجسيد الأملاح في التربة على أنها أيونات، والتي ستهاجر إلى الأعلى في التربة اعتمادًا على الظروف المناخية الخارجية (Zhang *et al.*, 2012). لا يتأثر أداء نباتات المحاصيل في التربة المالحة فقط بمستويات الملوحة ولكن أيضًا بخصائص التربة (Burger & Celková, 2003). عثر على أملاح العديد من الكاتيونات مثل الصوديوم (Na^+) والمغنسيوم (Mg^{+2}) والكالسيوم (Ca^{+2}) لتحفيز ملوحة التربة، ومع ذلك، فإن الصوديوم هو الملح الأكثر انتشارًا مما يتسبب في تدهور البنية الفيزيائية من التربة. يعد كل من Na^+ وCl^- ساماً للنبات (Hasegawa *et al.*, 2000). فإنَّ ملوحة التربة تُجهد النباتات بطريقتين: إنّ ارتفاع تركيز الأملاح الذوّابة في التربة يؤثر سلباً في معدل انتصاص المياه والعناصر المغذية الداخلة مع تيار المياه من قبل الجذور (التأثير الحلولي)، ويؤدي إلى ارتفاع تركيز الشوارد المعدنية الضارة (الصوديوم، والكلور) في الأنسجة النباتية (سيتوبلاسم الخلايا النباتية) إلى مستويات سامة، يُسبب السمية الأيونية Ionic toxicity. وكما تؤثر الأملاح الموجودة في منطقة انتشار الجذور مباشرة في نمو الخلايا، وترتبط بالعمليات الأيضية، في حين أنّ حدوث السمية الأيونية يحتاج وقتاً أطول حتى تتراكم الأملاح داخل النباتات قبل أن تصل إلى التركيز السام، وتؤثر فعلاً في وظائف النباتات (Liu *et al.,* 2020).

2-2-1: تأثير الملوحة في مؤشرات نمو البطاطا:

يعتمد أداء النباتات في الظروف المالحة أيضًا على الظروف البيئية مثل الرطوبة ودرجة الحرارة والضوء ومرحلة النمو وحساسية النباتات (Munns, 2002). تتشابه تأثيرات الملوحة على النباتات مع تأثيرات نقص المياه، مثل انخفاض معدل

ظهور الأوراق وتأثير أكبر على الأوراق أكثر من تأثيره على الجذور(Munns, 2010).

إن تراكيز الملح المرتفعة في وسط النمو قد تؤدي إلى انخفاض نمو النبات وقدرة التجذير، مما يثبط في النهاية تكوين الدرنات في البطاطا (Dobránszki *et al*., 2008). يتم استشعار إجهاد الملوحة في المقام الأول من الجذور، وخاصة المرستيم الجذري (Richardson *et al*., 2001). مع زيادة تركيز الأملاح (خاصة أيونات Na^{+}، Ca^{+2}، Mg^{+2}، Cl^{-} ، SO^{-2}، HCo_3^{-})، يحدث انخفاض في عدد الجذر وقطر الجذر وطول الجذر (Faried *et al*., 2016; Murshed., 2015). لوحظت الأعراض الأولية لسمية الملح في نظام الجذر، من خلال الانخفاض في عدد الجذر وقطر الجذر وطول الجذر ونمو الجذور يمكن استخدام هذا المؤشر كمعامل اختيار لفحص الأنماط الجينية التي تتحمل الملح في برامج تربية البطاطا (Jbir-Koubaa *et al*., 2015; Naik & Widholm, 1993).

الورقة هي الموقع الرئيسي لعملية التمثيل الضوئي وتبادل الغازات. تسبب الملوحة انخفاضًا في نمو الأوراق من حيث عددها وانقطاعها وشيخوختها ومساحتها. تقترح بعض الدراسات أن الانخفاض في مساحة الورقة يؤدي إلى انخفاض في محصول البطاطا (Acosta-Motos *et al*., 2017). تؤثر الملوحة التي تزيد عن 0.6% بشدة على نمو البطاطا وتتسبب في إصابة بنيكروز قمة النبات مع تكوين الأوراق المركبة (Naik & Widholm, 1993).

يمكن أن تحافظ النباتات الملحية بنشاط على توازن هذه الأيونات، في حين أن النباتات الحساسة للملح، مثل البطاطا، لا يمكنها تنظيم تدفق الأيونات مما يؤدي إلى انخفاض تركيز K^{+} في السيقان والجذور (Keisham *et al*., 2018; Murshed *et al*., 2015; Santa-Maria & Epstein, 2001). يؤدي هذا الاضطراب في آليات تحمل النبات إلى انخفاض التمثيل الضوئي الكلي ، ومعدل النتح، التوصيل المائي لثغور الأوراق، وعدد السيقان، و نسبة المادة الجافة، ونمو النبات في النهاية (Keisham *et al*., 2018; Murshed *et al*., 2015; Flowers & Yeo, 1986). هناك عدد كبير من الأبحاث التي تشير إلى أن زيادة مستوى الملح يؤدي إلى انخفاض تراكم المادة الجافة في أجزاء النبات الاقتصادية (Zaman *et al*., 2015). يؤثر عدم التوازن الغذائي المقترن بالملح الزائد في الأوراق على نظام التمثيل الضوئي مما يؤدي إلى الإصابة بالكلور وموت النبات في التربة المالحة وتدعى هذه الظاهرة بتساقط الأوراق Defoliation نتيجة السمية

بالكلور (Munns & Tester, 2008). وكما يعد شيخوخة الأوراق أحد العوامل التي تحد من بقاء النبات في التربة المالحة (Parvaiz & Satyawati, 2008).

2-2-2: تأثير الملوحة في المؤشرات الفيزيولوجية للبطاطا:

يمكن أن توفر المعايير الفيزيولوجية معلومات موضوعية أكثر من المعايير الزراعية أو التقييم البصري، خاصة عند فحص الصفات المعقدة (Yeo, 1994) المشكلة الرئيسية هي عدم وجود مؤشرات نباتية محددة جيدًا والتي يمكن استخدامها من قبل مربي النبات لتطوير تحمل النبات للملوحة في عدد من المحاصيل الزراعية المهمة. الاختلاف لا يحدث فقط بين الأنواع إنما قد يحدث بين الأصناف داخل النوع الواحد (Ashraf *et al.*, 2010) هناك العديد من الدراسات التي تشير إلى التحمل الملحي للأصناف والأنماط الجينية وسلالات المحاصيل لنبات البطاطا (Daneshmand *et al.*, 2010; Zhang *et al.*, 2005).

تتضمن الاستجابة الفيزيولوجية على مستويات النبات تغيير علاقة أوراق النبات مع تكوين الجزء المستهلك (الدرنات والحبوب)، والحفاظ على حالة المياه في النبات، والتمثيل الضوئي، والنتح ، وكفاءة استخدام المياهWUE، والتوازن الهرموني، والإنبات، وإنتاج مضادات الأكسدة (Gholizadeh *et al.*, 2017; Barbieri *et al.*, 2012). وإن التمثيل الضوئي حساس للغاية لإجهاد الملوحة، إذ يتسبب تراكم الأملاح في حدوث ضرر لا يمكن إصلاحه لجهاز التمثيل الضوئي بسبب جفاف أغشية الخلايا وإغلاق الثغور مما يقلل من نفاذ ثاني أكسيد الكربون (Piotr & Giles, 2009). وكما أن أحد المنتجات الثانوية لتفاعلات التمثيل الضوئي الحيوية هي أنواع الأكسجين التفاعلية(ROS)، التي يعزز إنتاجها تحت الإجهاد الأحيائي مما يتسبب في تلف الخلايا تلفا لا يمكن إصلاحه (Candan & Tarhan, 2003). هذه الأنواع من الأكسجين شديدة السمية وتتفاعل مع الجزيئات الحيوية مثل الدهون والبروتينات والحمض النووي مما يتسبب في أكسدة الدهون وتغيير طبيعة البروتين وطفرات الحمض النووي والتي تقلل من استقرار الغشاء والتي تؤدي في النهاية إلى إتلاف الغشاء وتغيير الأداء الطبيعي للخلية (Charfeddine *et al.* 2019; Seyed *et al.*,2011; Johnson *et al.*, 2003).

يعد محتوى الكلوروفيل أحد العوامل الرئيسية التي تؤثر على قدرة التمثيل الضوئي، وقد لوحظ انخفاض محتوى الكلوروفيل في البطاطا تحت تأثير إجهاد الملوحة والذي يظهر بشكل شحوب في الأوراق (بشارة، 2014).

يعد محتوى الماء النسبي (RWC) كأفضل معيار لحالة مياه النبات والذي استخدم بعد ذلك بدلا من المياه المتاحة للنبات، يعكس RWC بدقة التوازن بين الماء الممتص بالنبات والمستهلك خلال النتح (Ghogdi *et al.*,2012). وأظهرت الدراسات الحديثة أنه يمكن استخدام تسرب الأيونات والمالون داي ألدهيد (MDA) والمحتوى المائي النسبي للأوراق (RWC) مؤشراً مباشراً لتحمل الملوحة (Singh *et al.*, 2018; Arefian &Shafaroudi, 2015). فالنباتات الحساسة للملوحة تميل إلى حدوث تسرب أيوني أكثر من النباتات التي تتحمل الملح (Ghoulam *et al.*, 2002). لهذا السبب يعد تلف غشاء الخلية أحد أهم العوامل المستخدمة في الكشف المبكر وتحديد التحمل بين الأصناف. في بعض الأنواع أشير إلى نفاذية الأغشية التي قد تغيرت قبل أن ينخفض النمو أو لوحظ تلون شديد (Mansour & Salama, 2004). وكما يعد استقرار الغشاء هو عامل أخر يستخدم لتقدير تحمل الملوحة للمحاصيل المختلفة لأن فقدان الماء النسبي في الخلايا النباتية يؤثر سلبا على بنية الغشاء وكذلك وظيفته (Dwivedi *et al.*, 2018). وبالتالي فإن إجهاد الملوحة يؤثر سلبا على توفر البوتاسيوم الذي يعد عنصراً غذائياً أساسياً للحفاظ على انتباج الخلايا الحامية، لذلك قد تكون الاضطرابات في تمزيق الخلايا الحامية هي السبب المحتمل لتقليل النتح والتوصيل الثغري تحت إجهاد الملح (Najafi *et al.*, 2007).

ولوحظ انخفاض ملحوظ في محتوى الماء النسبي للأوراق لدى بعض أصناف البطاطا المدروسة عند ازدياد تركيز الأملاح (100 و150 mM) في محلول التربة، وكان محتوى الماء النسبي الأعلى (79.25%) لدى صنف البطاطا سبونتا، في حين كان محتوى الماء النسبي للأوراق الأدنى لدى نباتات الصنف دياموند (42.08%)، ولوحظ من هذه الدراسة أنّ نباتات الصنف سبونتا امتلكت معنوياً كفاءة أكبر في المحافظة على محتوى الأوراق المائي بالمقارنة مع الصنف الحساس دياموند، كما حدث ذبول النبات واصفرار الأوراق بشكل عام بالمقارنة مع الشاهد، وازداد هذا الذبول في التراكيز الملحية العالية بسبب تدخل الأنيونات مثل الكلور، والكاتيونات مثل الصوديوم في تنظيم الجهاز المسامي في الأوراق النباتية ومعاكستها في عملية إغلاق الثغور مسببة زيادة في فقد الماء الداخلي إلى خارج النبات (Parida & Das, 2005).

وفي دراسة أجرتها بشارة (2013) طبق الإجهاد الملحي بعد شهرٍ واحد من تاريخ الزراعة وحتى مرحلة اكتمال النضج الفيزيولوجي ، وذلك بالري بالمحاليل الملحية (50 ، 100 ، 150 ، 200 Mm)، وأدى ازدياد تركيز ملح NaCl في وسط النمو إلى حدوث تراجع معنوي في طول النبات، ونسبة الوزن الجاف للأوراق، ومحتوى الماء النسبي (RWC%) وسبب

ازدياداً في تركيز شوارد الصوديوم ومعدل تراكم البرولين لدى جميع الأصناف المدروسة. وقد كان الصنف سبونتا أكثر تحملا يليه دراجا ومن ثم دياموند الذي كان أقل تحملا. وقد تبين ذلك من خلال التباينات في المؤشرات المدروسة، علماً أن هذه المؤشرات تناسبت عكسياً مع التركيز ضمن الصنف الواحد.

2-2-3: تأثير الملوحة في إنتاجية النبات:

يتضح من الدراسات أن الإجهاد الملحي في البطاطا يسبب انخفاضًا في المحصول، فضلاً عن انخفاض جودة الدرنات (Hossain *et al*., 2018; Ödemi & Çali¸skan, 2014). يتأثر العدد الإجمالي للدرنات الجديدة بدرجة أكبر بالإجهاد الملحي مقارنة بتطورها ووزن الدرنات (Zhang *et al*., 2005). كما تتأثر عملية تشكل الدرنات الجديدة بشدة بإجهاد الملوحة (Zhang *et al*., 2005). مع زيادة ملوحة التربة ينخفض متوسط وزن الدرنات وغلة الدرنات (Kirk *et al*., 2006).

يعتمد حجم الانخفاض بالغلة بسبب الملوحة على المدة والشدة ومرحلة النمو (Evers *et al*., 2010)، ويكون إجهاد الملح خلال المرحلة الأولية أكثر ضررا يسبب الانخفاض في معدل امتصاص الكربون وتوزيع المدخرات إلى الدرنات (Obidiegwu *et al*., 2015)، وكما يؤدي الإجهاد الملحي عند المستويات السامة إلى انخفاض في عدد الأوراق والماء المتاح ومحتوى الكلوروفيل والمادة الجافة وتراكيز البوتاسيوم في الجذر والساق التي تعيق تشكيل الدرنات في النهاية (Chakraborty *et al*., 2020; Keisham *et al*. 2018).

أُجرِيَ تقيّماً لثلاثة أصناف من البطاطا (Diamant و Lady Rosetta و Spunta) في أصص بلاستيكية سعتها 15 كغ؛ من خلال ريّها بخمسة تراكيز من كلوريد الصوديوم (0، 1.5، 3، 4.5، 6 ds/m) أظهرت النتائج علاقة سلبية بين زيادة تركيز كلوريد الصوديوم ومعظم المؤشرات الانتخابية المستخدمة (طول النبات، عدد النموات.النبات$^{-1}$، عدد الأوراق ووزنها الجاف، مساحة المسطح الورقي.النبات$^{-1}$) والإنتاجية (عدد الدرنات.النبات$^{-1}$، متوسط وزن الدرنة، وزن الدرنات.النبات$^{-1}$). فكان الصنف Diamant أكثر تحمّلاً للملوحة ، تلاه الصنف Rosetta و Lady بينما كان الصنف Spunta الأكثر حساسية للملوحة (Samy, 2015)

وفي تجربة نفذت في بنغلادش؛ لتقييم ثلاثة أصناف من البطاطا (Granula, Lady Rosetta and Asterix) المزروعة في أصص بلاستيكية سعتها 10 كغ، تحوي تربة رملية مضاف إليها أربعة مستويات من كلوريد الصوديوم (0، 0.5، 1.5، 2.5 غ/كغ تربة) قبل زراعة الدرنات. أظهرت النتائج وجود علاقة سلبية بين زيادة تركيز كلوريد الصوديوم ومؤشرات النمو المستخدمة (وزن الدرنات/النبات، نسبة المادة الجافة، الوزن النوعي للدرنات) كما أظهرت النتائج أن صنف البطاطا Granula قد أعطى أعلى وزن نوعي للدرنات عند مستوى ملحي 0.5 غ/كغ تربة. تلاه الصنف Lady Rosetta بينما سجل الصنف Asterix أقل مؤشرات النمو وعد الأكثر حساسية لزيادة مستويات كلوريد الصوديوم في وسط النمو (Roy *et al.*, 2017).

2-2-4: آلية تحمل الملوحة:

يعرّف تحمل الأنواع النباتية للملوحة بمقدرتها على البقاء حية واستعادة نموها عند زوال العامل المحدد للنمو (الملوحة) وإعطاء غلة اقتصادية مقبولة، أي قدرة النباتات في المحافظة على سير العمليات الفيزيولوجية الأساسية وخاصة النمو إلى حين إكمال دورة الحياة، وذلك عندما توجد النباتات في بيئة تحتوي على تركيز مرتفع من الأملاح، وخاصة ملح كلوريد الصوديوم (Athar & Ashraf, 2009). حيث يرتبط تحمل الملوحة بقائمة من السمات المورفولوجية والكيميائية الحيوية والجزيئية والفيزيولوجية التي تحكم نمو النبات وإنتاجيته (Aleksieva *et al.*, 2001)، لذا صنفت هذه الآليات على نطاق واسع إلى ثلاث فئات وهي تعديل الأسموزي، التوازن الأيوني، سرعة النمو (Chakraborty *et al.*, 2020; Roy *et al.*, 2014). يعد الإجهاد التناضحي وتجزئة الأيونات السامة من آليات التنظيم الأساسية للخلايا النباتية من أجل التكيف تحت ظروف الملوحة. تتكيف النباتات مع الملوحة من خلال الحفاظ على المياه المتاحة داخل النبات أقل من الجهد الحلولي للتربة وضغط امتصاص الماء عن طريق تصنيع كميات كبيرة من المركبات الأسموزية ذات الوزن الجزيئي المنخفض وتجميعها وتعديلها وتراكمها مثل الجليسين والسكريات والبرولين لتنظيم ضغطها الأسموزي بحيث لا تتأثر عمليات التمثيل الغذائي في النبات يالإجهاد (Sarker & Oba, 2018; Bündig *et al.*, 2016). تسهم هذه المواد بتغيير الضغط التناضحي الخلوي إلى جانب المساهمة في إزالة السموم من أنواع الأكسجين التفاعلية (ROS) وضمان سلامة الأغشية وتعديل المركبات البروتينات (Hayat *et al.*, 2012). يعد البرولين أحد أهم المركبات الأسموزية كونه يمتلك

طابعًا مهمًا في جميع مراحل الإجهاد كمخلّب معدني وجزيء دفاع مضاد للأكسدة. فقد وجد أن للبرولين وظيفة مهمة في تثبيت التأثيرات التناضحية عن طريق موازنة تركيز الأيونات مثل Na^{+}، K^{+}، Mg^{+2}، Ca^{+2} وتراكمه في الخلايا وله تأثير في تقوية جدار الخلية وفي الإجراءات الأنزيمية الأخرى (Iba, 2002).

التوازن الأيوني (الإجهاد الأيوني المفرط) يحدث تراكم الملح في أنسجة الفروع أثناء مراحل نمو نبات البطاطا (Rahnama *et al*, 2011). يؤدي تركيز Na^{+} العالي في النبات إلى تثبيط امتصاص أيونات البوتاسيوم، والتي تعد أحد العناصر المعدنية الأساسية للنمو والتطور (Ishikawa & Shabala, 2019). يستجيب النبات لاختلال التركيز الأيوني في الخلية، مما يؤدي إلى إنتاج أنواع الأكسجين التفاعلية وبالتالي يؤدي إلى مزيد من إيقاف الوظائف الخلوية الحيوية (Sahoo *et al*., 2020; Zhang *et al*., 2011; Nadle & Heuer, 1995). يحافظ النبات على التوازن الأيوني تحت إجهاد الملح عن طريق ضبط أيونات K^{+} وNa^{+} من خلال اكتسابها وتوزيعها في النباتات. يمكن نقل الملح الزائد في الأنسجة النباتية وتخزينه في الفجوة إذ يعمل النبات على تجزئة هذه الأيونات في الفجوة مما يؤدي إلى استمرار وتركيز الملح في العصارة الخلوية وبالتالي حماية السيتوبلازم في الخلية النباتية من الإجهاد المائي وسمية الأيونات (Chinnusamy *et al*., 2005; Di Martino *et al*., 2003). أو عزله في الأنسجة القديمة، مما يؤدي في النهاية إلى شيخوخة أوراق البطاطا (Jaarsma & de Boer, 2018).

الفصل الثالث

مواد البحث وطرائقه

Materials and Methods

3-مواد البحث وطرائقه:

3-1: مكان تنفيذ البحث ومدته Duration and Site of Research:

نفذ البحث في مخابر التقانة الحيوية النباتية التابعة للهيئة العامة للتقانة الحيوية ومخابر كلية الزراعة وفي مزارع أبي جرش – كلية الزراعة خلال الأعوام **2020-2022**.

3-2: المادة النباتية Plant Material:

استخدم في تنفيذ هذا البحث ست سلالات منتخبة من الكالس التي حُصِلَ عليها من 18 سلالة مستحدثة من الكالس بدءاً من ثلاثة أصناف من البطاطا المحلية المدخلة (سفنجا، سفاري تاروس) في مخبر الهيئة العامة للتقانة الحيوية من قبل مصا (2018)، وهذه الأصناف متميزة من ناحية النوعية والإنتاجية وتعدد الاستخدامات.

1-الصنف سفنجا Svenja:

تتميز نباتات هذا الصنف بأنها ذات نضج متوسط التبكير، طور السكون من متوسط الطول إلى طويل، الدرنات بيضوية إلى بيضوية متطاولة، ذات قشرة صفراء ناعمة وذات لب أصفر، العيون سطحية التموضع، حجم الدرنات كبير والصنف ذو إنتاجية عالية، محتوى المادة الجافة منخفض.

الشكل (2) الصنف سفنجا

المصدر: EUROPLANT Pflanzenzucht GmbH

2-الصنف سفاري Safari:

تتميز نباتات هذا الصنف بأنها متأخرة النضج، طور السكون من طويل إلى طويل جداً، الدرنات من بيضوية إلى بيضوية كروية، لون القشرة أصفر، اللب أصفر فاتح حجم الدرنات كبير والصنف ذو إنتاجية مرتفعة جداً، محتوى المادة الجافة من متوسط إلى منخفض.

الشكل (3) الصنف سفاري

المصدر: The European cultivated potato database

3-الصنف تاروس Taurus:

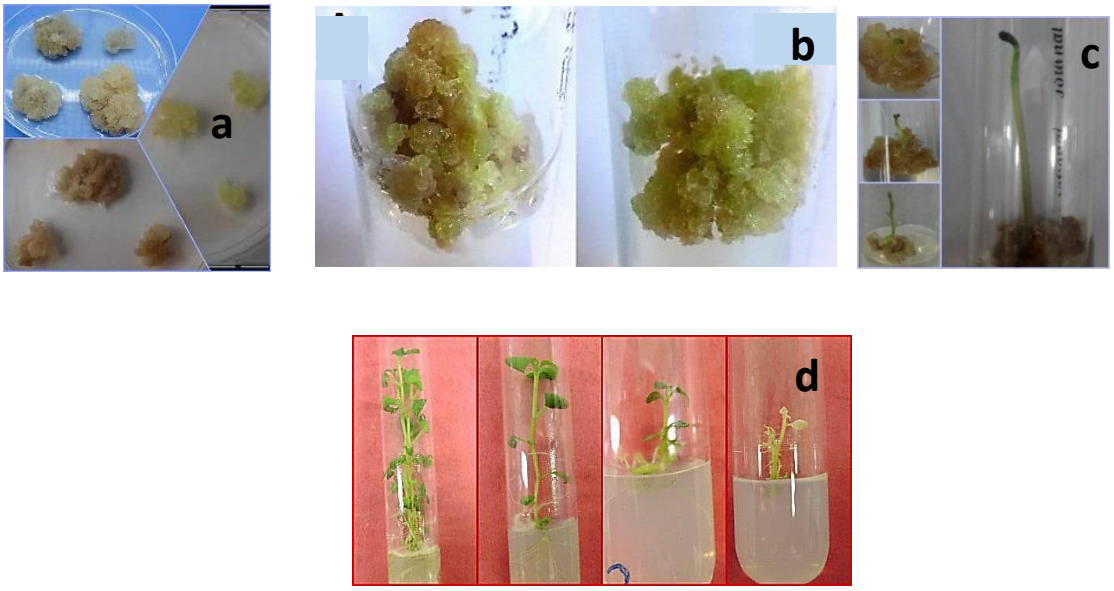
تتميز نباتات هذا الصنف بأنها ذات نضج متوسط التبكير إلى متوسط التأخير، طور السكون من طويل إلى طويل جداً، الدرنات بيضوية كروية إلى كروية، لون القشرة أصفر، اللب أصفر باهت، العيون سطحية نوعاً ما، حجم الدرنات كبير والإنتاجية جيدة، محتوى المادة الجافة مرتفع.

الشكل (4) الصنف تاروس

المصدر: The European cultivated potato database

إذ تم اتباع الخطوات التالية وفق المخطط التالي:

زراعة أوراق من أصناف البطاطا (Svenja–Safari–Taurus) بالأنسجة على وسط MS مزود بمنظم النمو 2,4–D ، تكوين الكالس، إكثار وتجديد الكالس، الحصول على سلالات من الكالس، إكثار السلالات بزراعة النُسج لاختبارها وتوصيفها (مصا، 2018)



الشكل 5: مخطط للحصول على سلالات بطاطا مُستحدثة من الكالس بدءاً من ثلاث أصناف من البطاطا المحلية:

a– تكوين الكالس ,b – إكثار وتجديد الكالس,c – الحصول على سلالات من الكالس, d– إكثار السلالات بزراعة النُسج لاختبارها وتوصيفها

3–3: طرائق البحث Research Methods:

3–3–1: تحضير الأوساط المغذية:

أُستخدِمَ وسط موراشيج وسكوج MS (Murashige and Skoog, 1962) وفق الجدول، حيث حُضر الوسط المغذي بوضع كمية من الماء المقطر في دورق زجاجي على جهاز التسخين والتحريك المغناطيسي وبعد ذلك أُضيفَ مكونات الوسط الأخرى من العناصر الصغرى والكبرى والفيتامينات والسكروز وضُبِطَ pH الوسط على درجة 5.8 بإضافة قطرات من ماءات الصوديوم (Na OH) 1=N باستعمال جهاز pH meter وذلك قبل إضافة الأغار.

أُضيف كمية الأغار إلى المحلول وتُرك الوسط على جهاز التحريك والتسخين المغناطيسي حتى الذوبان التام للأغار على درجة الغليان.

ووُزِعَ الوسط بعد ذلك عند درجة حرارة أعلى من 70 درجة مئوية في أنابيب إختبار حجم 2.5*20 سم بمعدل 15 مل من الوسط المغذي في كل أنبوب، سدت الأنابيب بالقطن وعقمت بعد ذلك في جهاز الأوتوغلاف Autoclaveعلى حرارة 121درجة مئوية وتحت ضغط 1.04 كغ/سم^2 لمدة 20 دقيقة.

3-3-2: مرحلة إكثار الخزعات النباتية:

تهدف هذه المرحلة إلى الحصول على أكبر عدد ممكن من النموات الخضرية جيدة النمو. قُسمَت النباتات إلى عقل صغيرة بطول 1-1.5 سم تحتوي على برعم جانبي واحد مع ورقة، وزُرعت في الوسط المغذي MS وحُضنت في غرفة النمو (في درجة حرارة 22 ± 2 م° وفترة إضاءة 16 ساعة يوميا و8 ساعات ظلام وشدة ضوئية 2000 لوكس ورطوبة نسبية 70% ± 10 %).

3-3-3: مرحلة التقسية:

تهدف لنقل النباتات تدريجياً من الأنابيب إلى الشروط الطبيعية. غُسل الوسط العالق بالجذور بالماء المقطر المعقم، عُوملت بمبيد وقائي فطري أوكسي كلور النحاس (5غ/0.5 ل) لمدة (5) دقائق، ونقلت إلى أصص بلاسيكية بقطر 8 سم تحوي برلايت وتورب رطب معقم في الأوتوغلاف على حرارة 121 م° لمدة 15 دقيقة.

غُطت الأصص بأكياس بلاستيكية وتُركت في ظروف غرفة النمو (درجة حرارة 22 ± 2 م° وفترة إضاءة 16 ساعة يوميا) لمدة 10 أيام، ثم ثُقبت الأكياس وتركت لمدة أسبوع بهدف تقليل الرطوبة تدريجياً حول النبات، وسقيت النباتات مرة أسبوعيا بوسط MS 1/4 (جدول) مع معاملتها بمبيد فطري بمعدل مرة كل أسبوعين. بعد شهر، رفعت الأكياس عن النباتات ونقلت إلى أكياس بسعة 17*25، ثم نقلت إلى ظروف الحقل في 16 من الشهر السادس.

وحسبت نسبة نجاح التقسية بعد شهرين ونصف من بدء عملية التقسية وفق ما يلي:

نجاح عملية التقسية = (عدد النباتات الناجحة بعملية القسية/عدد النباتات المنقولة مرحلة التقسية) x 100

استبعدت السلالات التي لم يكن فيها عدد النباتات كافيا، ونُقلت36 نبات من كل سلالة مقساة إلى الحقل وسقيت بالماء حيث تركت ضمن الظروف الحقلية في الحقل حتى تأقلمت.

حضنت وكوفحت النباتات بمبيد فطري (بيس مان) (3 ملم/1ل)، وتعرضت النباتات لإصابة حشرية لذلك رشت بمبيد حشري (ايميدا كلوبراید 70%) (1.5مام/1لتر) في الشهر السابع. سمدت النباتات بالسماد المتوازن NPK (2غ/ل). وفي 8/31 سقيت بالسماد عالي الفوسفور(10، 40، 10) (30غ/5 ل) وكررت السقاية في 9/7.

الشكل 6: مراحل عملية التقسية

جدول (1) التركيب المعدني لمحلول مورشيج وسكوغ MS

المركب	التركيب الكيميائي	الكمية(مغ/ل)
نترات الأمونيوم	**NH4NO3**	**1650**
نترات البوتاسيوم	KNO3	**1900**
كلوريد الكالسيوم المائي	CaCl2 2H2O	**440**
سلفات المغنزيوم المائية	MgSO4. 7H2O	**370**
فوسفات البوتاسيوم	KH2PO4	**170**
سلفات الحديد المائية	FeSO4. 7H2O	**27.85**
شلات الصوديوم	Na2EDTA	**37.25**
سلفات الزنك	ZnSO4. 7H2O	**8.6**
سلفات المنغنيز المائية	MnSO4. 4H2O	**22.3**
حمض البوريك	H3BO3	**6.2**
يود البوتاسيوم	KI	**6.6**
كلور الكوبالت المائي	CoCl2. 6H2O	**0.025**
سلفات النحاس المائية	CuSO4. 5H2O	**0.025**
مولبيدات الأمونيوم المائية	Na2MoO4.2H2O	**0.83**

3-3-4: مرحلة الإجهاد:

بدء تطبيق الإجهاد الملحي بـ 9/11 حيث أُستخدمت تراكيز مختلفة من محلول كلوريد الصوديوم (NaCl) كعامل مسبب للإجهاد الملحي (50-100-150 ميليمول) وسقيت سلالات الأصناف المدروسة وبمعدل مرة واحدة كل ثلاثة أيام، وبقيت النباتات المقساة معرضة للإجهاد لمدة 30يوم، بالإضافة إلى وجود شاهد خالي من عامل الإجهاد. حصدت البطاطا في 11/24.

الشكل 7: تأثير تراكيز مختلفة من الإجهاد الملحي على سلالات البطاطا

3-4: المؤشرات المدروسة Studied Parameters:

3-4-1: مؤشر معدل البقاء على قيد الحياة:

حسبت نسبة نجاح النباتات المقساة، ثم درست المؤشرات المورفولوجية والفيزيولوجية والبيوكيميائية والإنتاجية.

3-4-2: مؤشرات النمو Growth Parameters:

أُخذت القياسات بعد مضي 30- 45 يوم على تطبيق معاملات الإجهاد وبمعدل ثلاث مكررات من كل معاملة:

*طول النبات (سم):

قِيسَ بواسطة متر القياس من بداية الساق حتى البرعم القمي.

*قطر النبات (مم):

قِيسَ بواسطة جهاز البياكوليس الرقمي.

*عدد الأوراق (ورقة. نبات$^{-1}$).

* المسطح الورقي (مم^2):

قِيسَ مساحة الأوراق باستخدام جهاز قياس المساحة الورقية (AM300,Area Meter) وذلك بعد فرد الأوراق تماما وهي على النبات على شاشة الجهاز.

*طول الجذر (سم):

قِيسَ بواسطة متر القياس من بداية الجذر حتى نهاية أطول جذر.

* عدد الجذور (جذر. نبات$^{-1}$).

*الوزن الرطب للمجموع الخضري (غ):

حدد باستخدام ميزان حساس.

*الوزن الجاف للمجموع الخضري (غ):

استخدم ميزان حساس وذلك بعد تجفيف النبات في الفرن على درجة حرارة 110 م° حتى ثبات الوزن.

3-4-3: المؤشرات الفيزيولوجية Physiological Parameters:

- **نسبة المادة الجافة للنبات (%):**

حُسِبَ الوزن الجاف للنباتات (3 نباتات/مكرر) بتجفيفها على درجة حرارة 110 درجة مئوية لمدة 72 ساعة حتى ثبات الوزن، ثم قُدّرت نسبة المادة الجافة باستخدام معادلة Gonzalez و Gonzalez-Vilar (2001):

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

- **سلامة الأغشية الخلوية (نسبة الذائبات المتسربة) Membrane integrity:**

في نهاية فترة تطبيق الإجهاد الملحي وُضِعَ عدد محدد من الأقراص الورقية (10) في عبوةٍ بلاستيكية تحتوي على 10 مل من الماء المقطر، ثمّ تُركت العبوات على هزاز مدّة 3 ساعات، بعد ذلك قيس الامتصاص الأولي للمحلول عند طول موجة 273 نانو متر باستعمال جهاز قياس الطيف الضوئي Spectrophotometer، نُقلت المحاليل إلى أنابيب اختبار مزودة بسدادة وضعت في حمامٍ مائي (درجة الغليان) مدّة 30 دقيقة، ثمّ قيس

الامتصاص النهائي للمحلول عند طول الموجة السابقة نفسها. حُسبت نسبة تسرب الذائبات وفق المعادلة الآتية (Leopold, 1981):

$$\text{نسبة الذائبات المتسربة (\%)} = \frac{\text{الامتصاص الأولي}}{\text{الامتصاص النهائي}} \times 100$$

- **محتوى الماء النسبي في الأوراق Leaf Relative water content (LRWC%):**

قُدر المحتوى النسبي للماء في الأوراق بعد معاملة الإجهاد، حيث أخذت عينة بمقدار (1غ تقريباً)، وتمّ تقدير الوزن الرطب لها مباشرةً، ثمّ وضعت العينات في أطباقٍ بترية بلاستيكية تحتوي على الماء المقطر، وتُركت مغمورةً في الماء مدّة 16-18 ساعة في درجة حرارة الغرفة (20 مْ) والإضاءة الخافتة في المخبر. أُخرجت العينات وأُزيلت جزيئات الماء العالقة على سطوحها بلطف بواسطة ورق الترشيح، بعد ذلك وُزنت العينات للحصول على الوزن الرطب المشبع Turgid weight (TW)، ثمّ وضعت في أكياسٍ من الورق، ووضعت في المجفف على درجة حرارة 105مْ مدّة نصف ساعة لقتل الأنسجة النباتية وإيقاف عملية فقد المادة الجافة بالتنفس Respiration (R)، ثمّ تمّ ضبط درجة حرارة المجفف على 80ْ م وتُركت العينات النباتية مدّة 48 ساعة، للحصول على الوزن الجاف الثابت Dry weight (DW). وحسب محتوى الماء في الأوراق حسب المعادلة الآتية:

$$\text{محتوى الماء النسبي (\%)} = \frac{\text{الوزن الجاف}-\text{الوزن الرطب}}{\text{الوزن الجاف}-\text{الوزن الرطب المشبع}} \times 100$$

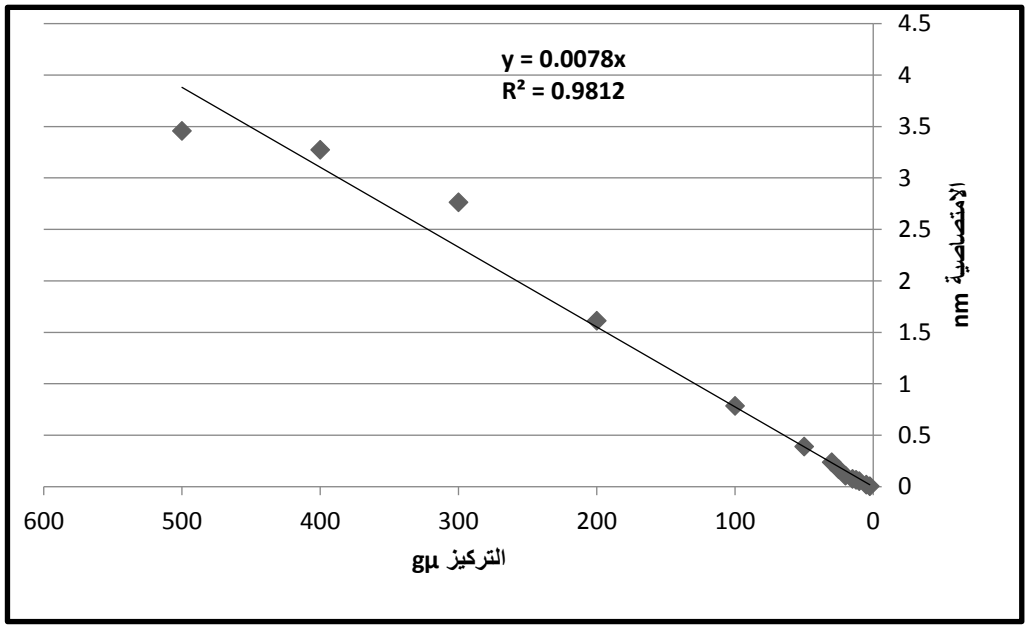
3-4-4: المؤشرات البيوكيميائية Biochemical Parameters:

- **محتوى البرولين في الأوراق (ملغ.غ$^{-1}$مادة خضراء):**

قِيسَ تركيز البرولين بحسب طريقة Bates وآخرون (1973): أخذت عينات ورقية بوزن 0.5غ من كل 3نباتات/مكرر في نهاية فترة الإجهاد الملحي المطبق ووضعت في هاون، وأُضيف إليها 2 مل من المحلول المائي لحمض سلفوساليسيليك (3%)، ثمّ سُحقت العينات المجمدة بالآزوت السائل. تمّ فصل المستخلص بواسطة جهاز الطرد المركزي (10000 دورة/دقيقة) مدّة عشرة دقائق، بعد ذلك جُمع محلول الاستخلاص وتمَّ إكمال حجمه إلى 5 مل باستعمال حمض سلفوساليسيليك (3%). وأُخذ 2 مل من المستخلص وأُضيف إليه 2 مل من محلول

النينهيدرين لتنشيط التفاعل (يتألف المحلول المنشط للتفاعل من 1.25غ نينهيدرين + 30 مل حمض الخل الثلجي + 20 مل حمض N6 أورثوفوسفوريك)، و2 مل من حمض الخل الثلجي، ثمّ وضعت الأنابيب في حمام مائي عند درجة الغليان مدّة ساعة واحدة. أُخذت الأنابيب وبُرّدت بشكلٍ مفاجئ وذلك بوضعها في وعاءٍ يحتوي على الماء المثلج بهدف وقف التفاعل. وأُضيف فيما بعد 4 مل من التولوين (مادة ملونة) لكل أنبوب اختبار، وتمَّ رج الأنابيب مدّة عشرة ثوان ثم تُركت حتى ينفصل المزيج داخلها إلى طورين، وأُخذ الطور العلوي، وقيس درجة الامتصاص عند طول موجة 520 نانومتر. قدر تركيز البرولين في العينة النباتية اعتماداً على المنحنى المعياري الذي حضِّر باستخدام عدة تراكيز معروفة من البرولين التجاري (شكل،). حضر المحلول الأم Solution Stock من البرولين بتركيز 100 ميكروغرام .مل$^{-1}$من البرولين مع سلسلة من التراكيز العيارية للبرولين، (0، 5،10، 50ميكروغرام مل$^{-1}$)، وقيست الامتصاصية Absorbance على طول الموجة 520 نانومتر.

الشكل رقم (8): المنحنى المعياري للبرولين.



- **تركيز الكلوروفيل الكلي والكاروتينات Chlorophyll and Total Carotenoid Concentration:**

قِيسَ تركيز محتوى الأوراق من جزيئات الكلوروفيل Chlorophyll pigments (Chl.a, chl.b)، والكاروتينات Carotenoids (الأصبغة البرتقالية) الكلية بحسب (Lichtenthaler and Buschmann, 2001). أُخذ 0.5 غ من العينات النباتية المجمدة من كل سلالة ومعاملة ومكرر، وطُحنت بالآزوت السائل، وتم

مجانستها في4 مل من الأسيتون (80%) في جفنات خزفية، وفُصل المستخلص في جهاز الطرد المركزي (Hettich, UNVERSAL 320R) بسرعة 10000 دورة/د مدّة 5 دقائق. بعد ذلك نُقل الطور العلوي الناجم عن جهاز الطرد إلى أنابيب اختبار جديدة، وقيست درجة الامتصاصية في جهاز قياس الطيف الضوئي، عند طول الموجتين 645، 662 نانومتر لتقدير تركيز الكلوروفيل a وb، وعند طول الموجة 470 نانومتر لتقدير تركيز الكاروتينات الكلية. وتمّ تقدير محتوى الأوراق من الكلوروفيل a وb والكاروتينات الكلية حسب المعادلات الآتية:

$$Chla\ (\mu g.L^{-1}) = 11.24\ A_{662} - 2.04\ A_{645}$$

$$Chlb\ (\mu g.L^{-1}) = 20.13\ A_{645} - 4.19\ A_{662}$$

$$Caro\ (\mu g.\ L^{-1}) = (1000\ A_{470} - 1.90\ Chla - 63.14\ Chlb) / 214$$

3-4-5: مؤشرات الإنتاج Production parameters:

١. **متوسط عدد الدرنات على النبات الواحد:** جرى حساب عدد الدرنات المتشكلة على النباتات المزروعة. ثم حُسب متوسط عدد الدرنات للنبات الواحد.

٢. **متوسط وزن الدرنة (غ)**= الوزن الكلي للدرنات على النبات ÷ عدد الدرنات.

٣. **انتاجية النبات الواحد في أصيص معروف المساحة (غ. نبات$^{-١}$)**

٤. **متوسط الإنتاج في وحدة المساحة مقدرا كغ.م$^{-٢}$** .

٥. **حجم الدرنات المتشكلة:** أُخذت أحجام الدرنات وذلك تبعا لطريقة الماء المزاح (Stroshine & Hamannd, 1994; Mohsenin, 1986).

3-5: **التصميم التجريبي والتحليل الإحصائي Experimental Design and Statistical analysis:**

حقليا فقد صُمّمت التّجربة وفق القطاعات العشوائيّة الكاملة، بحيث احتوت على 4 مستويات من الملوحة، وعلى ست سلالات من البطاطا المنتخبة من الكالس. واحتوت كل معاملة على 3 مكرّرات. زُرع في كل مكرّر 3 نباتات، بالتالي يكون عدد النّباتات الكلّي 216. حُلّلت البيانات باستخدام برنامج EX-STAT 2008 واعتُمد اختبار Fisher لحساب قيمة أقل فرق معنوي (LSD) بين المتغيّرات المدروسة عند مستوى ثقة 95%.

استخدمت طريقة تحليل العنقودي (**Aomerative hierarchical clustering**)، (تصنيف بيانات المتغيرات إلى عدة مجموعات جزئية بحيث تكون متجانسة داخل المجموعة الواحدة (العنقود الواحد) ومتباينة بالنسبة إلى العناقيد الأخرى)، لمعرفة تحمل السلالات الناتجة من الكالس للإجهاد الملحي، عن طريق اعتماد المسافة الإقليدية المربعة (مجموع الفروق المربعة في القيمة لكل متغير). اتبعت في التحليل العنقودي معادلة Vreugdenhil وآخرين (2007) التي بنيت على أساس مجموع القيم النسبية للمعايير المدروسة بين الشاهد ومعاملات الإجهاد:

$$RV \text{ plant status} = \sum \frac{(\text{Sp1} \rightarrow \text{p20} * 100)}{\text{Cp1} \rightarrow \text{p20}}$$

حيث RV plant status :مجموع القيم النسبية الخاصة في كل سلالة ضمن مستوى إجهاد معين، $S_{p1 \rightarrow p28}$ قيمة المؤشر المدروس (20 مؤشر) في النبات المجهد، $C_{p1 \rightarrow p20}$ قيمة المؤشر في النبات الشاهد.

الفصل الرابع

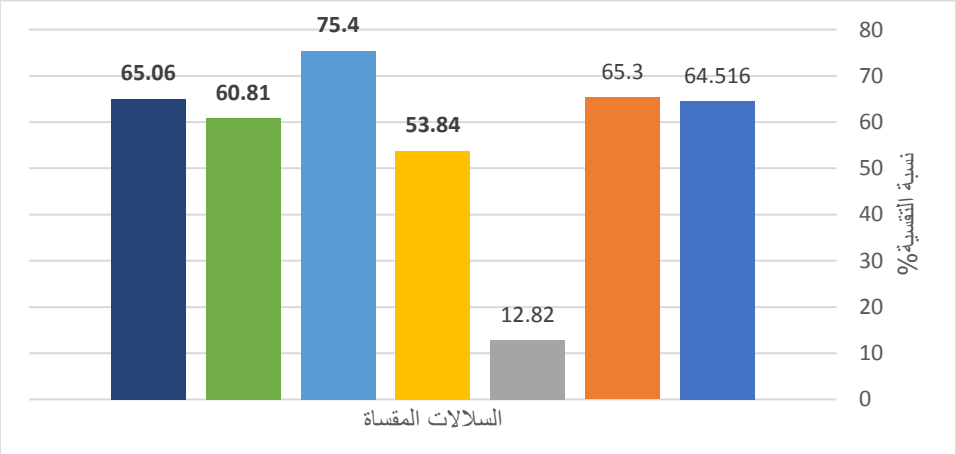
النتائج

Results

4-النتائج:

4-1-1 مؤشر معدل البقاء على قيد الحياة

بلغت نسبة نجاح التقسية 75.4% في السلالة تاروس v44 حيث كانت النسبة الأعلى بين السلالات، بينما كانت أخفض نسبة تقسية في السلالة سفنجا v38 حيث بلغت 12.82 % لذلك استبعدت لعدم توفر العدد المناسب من النباتات (الشكل،8).



الشكل (8) نسبة نجاح التقسية في سبع سلالات تابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس والمكاثرة مخبريا بالأنسجة حيث تشير الرموز v48,v45,v44,v42,v38,v36,v33 إلى السلالات التابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس

4-2-1 تأثير معاملات الإجهاد الملحي في طول النبات (سم) في ست سلالات من أصناف مختلفة:

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية ($P\leq0.05$) في متوسط طول النبات بين المستويات المختلفة من ملح كلوريد الصوديوم (NaCl)، وبين السلالات الناتجة من الكالس، والتفاعل المتبادل بينهما. يُلحظ أنّ متوسط طول النبات كان الأعلى معنوياً في المعاملة الشاهد (99.53 سم)، مقارنة مع المعاملتين 100 و150 mM (81.16، 73.94 سم، على التوالي) (جدول 2).

كان متوسط طول النباتات الأعلى معنوياً لدى السلالة سفنجا v33 (92.27، على التوالي)، والأدنى معنوياً لدى السلالة سفنجا V36 (77.361 سم) (جدول2). أمّا بالنسبة إلى التفاعل بين سلالات البطاطا الناتجة من الكالس والمستويات

الملحية المختلفة، فقد كان الانخفاض في طول النبات معنوياً عند التركيز 150 mM في السلالة تاروس v48 (69.17 سم) مقارنة مع الشاهد (104.67 سم)، بينما لم نلاحظ وجود فروق معنوية لبقية السلالات (جدول 2).

الجدول (2): تأثير معاملات الإجهاد الملحي في طول النبات (سم) في ست سلالات تابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس

سلالات البطاطا	معاملات الإجهاد الملحي (mM NaCl)				متوسط السلالات
	0	50	100	150	
سفنجا v33	103.84^{ab}	99.00^{abc}	90.00^{abcde}	76.22^{cde}	**92.27^{A}**
سفنجا v36	88.00^{abcde}	70.55^{de}	85.17^{abcde}	65.72^{e}	**77.36^{B}**
سفاري v42	103.83^{ab}	99.00^{abc}	83.67^{abcde}	76.22^{bcde}	**90.68^{AB}**
تاروس v44	105.78^{a}	85.17^{abcde}	95.95^{abcd}	81.88^{abcde}	**92.19^{AB}**
تاروس v45	94.94^{abcd}	87.110^{abcde}	79.78^{abcde}	74.44^{cde}	**84.07^{AB}**
تاروس v48	104.67^{a}	79.89^{abcde}	77.78^{abcde}	69.17^{de}	**82.88^{AB}**
متوسط المعاملات	99.53^{A}	91.02^{AB}	81.16^{BC}	73.94^{C}	–
$LSD_{0.05}$ المعاملات	10.73				
$LSD_{0.05}$ السلالات	14.85				
$LSD_{0.05}$ التفاعل	28.18				

*يشير اختلاف الأحرف الكبيرة في العمود والسطر الواحد، على الترتيب إلى وجود فروق معنوية وفق السلالة ومتوسط معاملة الإجهاد. على حين يشير اختلاف الأحرف الصغيرة في الأعمدة والسطور إلى وجود فروق معنوية بين تفاعل معاملة الإجهاد مع السلالة، عند مستوى ثقة 95% تشير الرموز v48,v45,v44,v42,v36,v33 إلى السلالات التابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس.

4-2-2 تأثير معاملات الإجهاد الملحي في قطر النبات (مم) في ست سلالات من أصناف مختلفة:

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية ($P\leq0.05$) في متوسط قطر النبات بين المستويات الملحية المختلفة من ملح كلوريد الصوديوم (NaCl)، وبين السلالات الناتجة من الكالس، والتفاعل المتبادل بينهما. يُلحظ أن متوسط قطر النبات كان الأعلى معنويا في معاملة الشاهد وعند المعاملة 50 Mm (0.19 و0.18 مم، على التوالي)، وتفوق معنوياً على المعاملتين 100 و150 mM (0.13، 0.1 مم، على التوالي) (جدول 3). وكان متوسط قطر النبات الأعلى معنوياً لدى السلالات سفنجا v36 وسفنجا v33 وسفاري V42 (0.18، 0.17،0.17 مم، على التوالي)، وكان الأخفض معنوياً لدى السلالة تاروس v45 (0.12 مم) (جدول 3). أمّا بالنسبة إلى التفاعل بين سلالات البطاطا الناتجة من الكالس

والمستويات الملحية المختلفة، كان الانخفاض في قطر الساق في السلالة سفنجا v33 معنوياً عند التركيزين 100, 150 Mm (0.13 و0.09 مم، على التوالي) مقارنة مع الشاهد (0.25 مم). وفي السلالة سفاري v42 انخفض قطر الساق معنوياً عند التركيزين 100 و150 Mm (0.13 و0.1 مم، على التوالي) مقارنة مع الشاهد (0.25 مم) أما في السلالة سفنجا v36 لوحظ وجود فرق معنوي عند التركيز 150 Mm (0.15 مم) مقارنة مع الشاهد (0.22 مم). بينما لا يوجد فروق معنوية لسلالات تاروس v44 و v45 و v48 عند كافة تراكيز كلوريد الصوديوم (جدول 3).

الجدول (3): تأثير معاملات الإجهاد الملحي في قطر النبات (مم) في ست سلالات تابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس

سلالات البطاطا	معاملات الإجهاد الملحي (mM NaCl)				متوسط السلالات
	0	50	100	150	
سفنجا v33	0.25^{a}	0.22^{abc}	0.13^{cde}	0.09^{de}	**0.17^{A}**
سفنجا v36	0.22^{abc}	0.19^{abcde}	0.16^{abcde}	0.147^{cde}	**0.18^{A}**
سفاري v42	0.25^{ab}	0.22^{abc}	0.13^{cde}	0.09^{de}	**0.17^{A}**
تاروس v44	0.16^{bcde}	0.15^{cde}	0.15^{cde}	0.07^{e}	**0.13^{AB}**
تاروس v45	0.15^{cde}	0.12^{cde}	0.1^{de}	0.1^{de}	**0.12^{B}**
تاروس v48	0.15^{bcde}	0.15^{bcde}	0.12^{de}	0.1^{de}	**0.13^{AB}**
متوسط المعاملات	0.19^{A}	0.18^{A}	0.13^{B}	0.10^{B}	–
$LSD_{0.05}$ المعاملات	0.04				
$LSD_{0.05}$ السلالات	0.05				
$LSD_{0.05}$ التفاعل	0.09				

*يشير اختلاف الأحرف الكبيرة في العمود والسطر الواحد، على الترتيب إلى وجود فروق معنوية وفق السلالة ومتوسط معاملة الإجهاد. على حين يشير اختلاف الأحرف الصغيرة في الأعمدة والسطور إلى وجود فروق معنوية بين تفاعل معاملة الإجهاد مع السلالة، عند مستوى ثقة 95% تشير الرموز v48,v45,v44,v42,v36,v33 إلى السلالات التابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس.

4-3-3 تأثير معاملات الإجهاد الملحي في عدد العقد في ست سلالات من أصناف مختلفة:

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية ($P\leq0.05$) في متوسط عدد الأوراق بين المستويات الملحية المختلفة من ملح كلوريد الصوديوم حيث وجد أن عدد العقد في معاملة الشاهد (28.29 ورقة. نبات$^{-1}$) قد تفوق معنويا على كافة المعاملات 50،100،150 mM (22.51، 20.24، 19.08 ورقة. نبات$^{-1}$، على التوالي) (جدول 4). وبالنسبة لتأثير السلالة

كان متوسط عدد العقد الأعلى معنويا في السلالة v45 (30.69 ورقة. نبات$^{-1}$) (جدول 4). أمّا بالنسبة إلى التفاعل بين سلالات البطاطا الناتجة من الكالس والمستويات الملحية المختلفة، كان الانخفاض عن الشاهد معنوياً عند كافة تراكيز كلوريد الصوديوم في السلالتين سفنجا v36 وتاروس v48، وعند التركيزين 100 و150 mM في السلالة تاروس v45 (27، 25.89 ورقة. نبات$^{-1}$ ، على التوالي) مقارنة بالشاهد (35.89 ورقة. نبات$^{-1}$) بينما لم تسجل فروق معنوية بالنسبة لأعداد العقد في بقية السلالات (جدول 4).

الجدول (4): تأثير معاملات الإجهاد الملحي في عدد العقد في ست سلالات تابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس

سلالات البطاطا	معاملات الإجهاد الملحي (mM NaCl)				متوسط السلالات
	0	50	100	150	
سفنجا v33	23.5^{cde}	24.22^{cde}	21.00^{defg}	19.39^{defg}	**22.03^{B}**
سفنجا v36	31.44^{abc}	20.67^{defg}	18.61^{defg}	17.50^{efg}	**22.06^{B}**
سفاري v42	25.33^{cde}	22.11^{cdef}	21.00^{defg}	19.39^{defg}	**21.96^{B}**
تاروس v44	22.05^{def}	19.94^{defg}	19.72^{defg}	19.11^{defg}	**20.21^{B}**
تاروس v45	35.89^{a}	34.00^{ab}	27.00^{bcd}	25.89^{bcde}	**30.69^{A}**
تاروس v48	31.55^{abc}	14.11^{fg}	14.11^{fg}	13.22^{g}	**18.25^{B}**
متوسط المعاملات	28.29^{A}	22.51^{B}	20.24^{B}	19.08^{B}	–
$LSD_{0.05}$ المعاملات	4.35				
$LSD_{0.05}$ السلالات	5.23				
$LSD_{0.05}$ التفاعل	8.54				

*يشير اختلاف الأحرف الكبيرة في العمود والسطر الواحد، على الترتيب إلى وجود فروق معنوية وفق السلالة ومتوسط معاملة الإجهاد. على حين يشير اختلاف الأحرف الصغيرة في الأعمدة والسطور إلى وجود فروق معنوية بين تفاعل معاملة الإجهاد مع السلالة، عند مستوى ثقة 95% تشير الرموز v48,v45,v44,v42,v36,v33إلى السلالات التابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس.

4-2-4 تأثير معاملات الإجهاد الملحي في المساحة الورقية (مم^2) في ست سلالات من أصناف مختلفة:

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية ($P\leq0.05$) في متوسط المساحة الورقية بين المستويات الملحية المختلفة من ملح كلوريد الصوديوم (NaCl)، وبين السلالات الناتجة من الكالس، والتفاعل المتبادل بينهما. بالنسبة لمعاملات الملوحة وجد أن المساحة الورقية انخفضت طرداً مع ازدياد تركيز ملح كلوريد الصوديوم في وسط الزراعة، ف في معاملة الشاهد

(63.94 مم^2) نلاحظ تفوقن معنوياً على جميع التراكيز، وكان الأدنى معنوياً عند التركيز الملحي الأعلى 150 mM (28.72 مم^2) (جدول 5). وكان متوسط المساحة الورقية الأعلى معنويا لدى السلالة سفنجا v36 (66.26 مم^2) (جدول 5). أمّا بالنسبة إلى التفاعل بين سلالات البطاطا الناتجة من الكالس والمستويات الملحية المختلفة، انخفضت المساحة الورقية انخفاضاً معنوياً عند كل تراكيز كلوريد الصوديوم المضافة في السلالة سفنجا v36 ، بينما كان الانخفاض معنوياً في السلالة سفنجا v33 فقط عند تركيزين من كلوريد الصوديوم 100 و150 mM (31.4 و0 مم^2، على التوالي) مقارنة مع الشاهد (52.71 مم^2)، أما في السلالات تاروس v44 و v45 و v48 كان الانخفاض معنوياً عند التركيز 150 mM فقط مقارنة مع الشاهد، وقد بلغ هذا المؤشر في السلالتين تاروس v44 و v45 عند التركيز 150 mM (0 مم^2) مقارنة بالشاهد الذي كان في السلالة v44 (39.73، 41.75 مم^2 ، على التوالي) والسبب يعود إلى موت النباتات عند المعاملة بالملوحة بالتركيز 150 mM، أمّا في السلالات سفاري v42 وتاروس v48 كانت المساحة الورقية عند التركيز 150 mM (23.203،36.73 مم^2، على التوالي) بينما في الشاهد (41.268، 57.25 مم^2) (جدول 5).

الجدول (5): تأثير معاملات الإجهاد الملحي في المساحة الورقية (مم^2) في ست سلالات تابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس

سلالات البطاطا	معاملات الإجهاد الملحي (mM NaCl)				متوسط السلالات
	0	50	100	150	
سفنجا v33	52.71^{bcde}	50.57^{bcdef}	31.4^{fghi}	0	**44.89^{AB}**
سفنجا v36	153.08^{a}	59.383^{b}	26.35^{hi}	26.24^{hi}	**66.26^{A}**
سفاري v42	57.25^{bc}	53.282^{bcd}	45.82^{bcdefg}	36.73^{defghi}	**48.27^{AB}**
تاروس v44	$39.73^{cdefghi}$	24.506^{hi}	22.08^{i}	0	**28.77^{B}**
تاروس v45	$41.75^{bcdefgh}$	$40.253^{cdefghi}$	36.06^{defghi}	0	**39.36^{B}**
تاروس v48	$41.27^{cdefghi}$	33.552^{efghi}	31.07^{ghi}	23.2^{hi}	**32.27^{B}**
متوسط المعاملات	63.94^{A}	43.95^{B}	32.13^{B}	28.72^{C}	–
$LSD_{0.05}$ المعاملات	21.01				
$LSD_{0.05}$ السلالات	23.6				
$LSD_{0.05}$ التفاعل	19.25				

*يشير اختلاف الأحرف الكبيرة في العمود والسطر الواحد، على الترتيب إلى وجود فروق معنوية وفق السلالة ومتوسط معاملة الإجهاد. على حين يشير اختلاف الأحرف الصغيرة في الأعمدة والسطور إلى وجود فروق معنوية بين تفاعل معاملة الإجهاد مع السلالة، عند مستوى ثقة 95% تشير الرموز v48,v45,v44,v42,v36,v33 إلى السلالات التابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس.

4-2-5 تأثير معاملات الإجهاد الملحي في طول الجذور(سم) في ست سلالات من أصناف مختلفة:

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية ($P\leq0.05$) في متوسط طول الجذور بين المستويات الملحية المختلفة من ملح الطعام (NaCl). يُلحظ أنّ متوسط طول الجذور كان الأعلى معنوياً في المعاملة الشاهد (33.43 سم)، وانخفض متوسط طول الجذور طرداً مع ازدياد تركيز ملح كلوريد الصوديوم في وسط الزراعة، حيث كان متوسط طول الجذور الأدنى معنوياً عند التركيز الملحي الأعلى 150 mM (14.26 سم) (جدول 6). وبالمقارنة بين السلالات، نجد أنه لا يوجد فروق معنوية بالنسبة لطول الجذور (جدول 6). أمّا بالنسبة إلى التفاعل بين سلالات البطاطا الناتجة من الكالس والمستويات الملحية المختلفة، كان الانخفاض معنوياً في السلالة تاروس v48 عند التركيز 150 mM فقط (10.66 سم) مقارنة مع الشاهد (32.55سم)، بينما انخفض طول الجذور معنوياً في السلالتين سفنجا v33 وسفنجا v36 عند التركيزين 100 و150 mM (12.44، 9.33، 16.78، 17.44 سم، على التوالي) مقارنة مع الشاهد (32.45، 35.33 سم، على التوالي)، أما في السلالة تاروس v44 وتاروس v45 فقد انخفض طول الجذور معنوياً عند جميع التراكيز (150,100,50 mM) مقارنة مع الشاهد، بينما في السلالة سفاري v42 لم يسجل فروق معنوية بين معاملات الإجهاد الملحي والشاهد (جدول 6).

الجدول (6): تأثير معاملات الإجهاد الملحي في طول الجذور (سم) في ست سلالات تابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس

سلالات البطاطا	معاملات الإجهاد الملحي (mM NaCl)				متوسط السلالات
	0	50	100	150	
سفنجا v33	32.45^{ab}	31.45^{abc}	12.44^{defg}	9.33^{gh}	**21.42^{A}**
سفنجا v36	35.33^{a}	32.78^{ab}	16.78^{defg}	17.44^{defg}	**25.17^{A}**
سفاري v42	31.00^{abc}	23.78^{bcd}	22.11^{bcde}	20.00^{cdef}	**24.22^{A}**
تاروس v44	32.55^{ab}	20.89^{cdef}	15.11^{defg}	2.22^{h}	**18.11^{A}**
تاروس v45	35.33^{a}	19.78^{degf}	14.33^{defg}	11.55^{efgh}	**20.25^{A}**
تاروس v48	32.55^{ab}	31.11^{abc}	24.99^{abc}	10.66^{fgh}	**24.61^{A}**
متوسط المعاملات	33.43^{A}	26.72^{B}	15.42^{C}	14.26^{C}	–
$LSD_{0.05}$ المعاملات	5.15				
$LSD_{0.05}$ السلالات	8.95				
$LSD_{0.05}$ التفاعل	10.99				

*يشير اختلاف الأحرف الكبيرة في العمود والسطر الواحد، على الترتيب إلى وجود فروق معنوية وفق السلالة ومتوسط معاملة الإجهاد. على حين يشير اختلاف الأحرف الصغيرة في الأعمدة والسطور إلى وجود فروق معنوية بين تفاعل معاملة الإجهاد مع السلالة، عند مستوى ثقة 95% تشير الرموز v48,v45,v44,v42,v36,v33 إلى السلالات التابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس.

4-2-6 تأثير معاملات الإجهاد الملحي في عدد الجذور في ست سلالات من أصناف مختلفة:

أوضحت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية ($P\leq0.05$) في متوسط عدد الجذور بين المستويات الملحية المختلفة (NaCl)، وبين السلالات الناتجة من الكالس، والتفاعل المتبادل بينهما (جدول 7). ويُلحظ أنّ متوسط عدد الجذور كان الأعلى معنوياً في كل من الشاهد والتركيز الملحي الأدنى 50 mM ومن دون فروقاتٍ معنوية بينهما (16.83،11.67 جذر. نبات$^{-1}$، على التوالي) (جدول 7). وانخفض متوسط عدد الجذور طرداً مع ازدياد تركيز ملح كلوريد الصوديوم في وسط الزراعة، حيث كان متوسط عدد الجذور الأدنى معنوياً عند التركيزين الملحيين 100 و 150 mM ومن دون فروقاتٍ معنوية بينهما (10.33، 6.44 جذر.نبات$^{-1}$،على التوالي) (جدول 7). وبالمقارنة بين السلالات نجد تفوق السلالة تاروس v44 (19.24 جذر. نبات$^{-1}$) على السلالات سفاري v42 وسفنجا v36 وسفنجا v33 (8.78، 8.58، 6.08 جذر. نبات$^{-1}$ ، على التوالي)، في حين لم تسجل فروق معنوية بينها وبين السلالتين تاروس v48 و v45 (12.64،12.00 جذر

.نبات$^{-1}$ ، على التوالي) (جدول 7). أمّا بالنسبة إلى التفاعل بين سلالات البطاطا الناتجة من الكالس والمستويات الملحية المختلفة، أدت إضافة كلوريد الصوديوم إلى وسط الزراعة إلى انخفاض عدد الجذور معنوياً في سفنجا v36 عند التركيزين 100 و150 mM (5.22، 4.67 جذر.نبات$^{-1}$ ،على التوالي) مقارنة مع الشاهد (16.33 جذر.نبات$^{-1}$)، وكذلك الأمر لسلالة تاروس v45 لوحظ انخفاض عدد الجذور معنوياً عند التركيزين 100 و150 mM (7.78،4.44، جذر.نبات$^{-1}$على التوالي) مقارنة بالشاهد (19.56 جذر.نبات$^{-1}$) بينما وجد أنه في السلالة تاروس v44 أن الشاهد (42 جذر.نبات$^{-1}$) متفوق معنوياً على كافة معاملات الملوحة من حيث عدد الجذور (20.94، 12.33،1.67 جذر.نبات$^{-1}$،على التوالي) (جدول 7).

الجدول (7): تأثير معاملات الإجهاد الملحي في عدد الجذور في ست سلالات تابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس

سلالات البطاطا	معاملات الإجهاد الملحي (mM NaCl)				متوسط السلالات
	0	50	100	150	
سفنجا v33	8.78^{defg}	7.323^{defg}	5.22^{efg}	3.00^{fg}	**6.08^{B}**
سفنجا v36	16.33^{bcd}	8.110^{defg}	5.22^{efg}	4.67^{fg}	**8.58^{B}**
سفاري v42	11.11^{cdefg}	9.78^{cdefg}	7.67^{defg}	6.55^{defg}	**8.78^{B}**
تاروس v44	42.00^{a}	20.94^{b}	12.33^{bcdef}	1.67^{g}	**19.24^{A}**
تاروس v45	19.56^{bc}	16.22^{bcd}	7.78^{defg}	4.43^{fg}	**12.00^{AB}**
تاروس v48	15.44^{bcd}	14.56^{bcde}	12.56^{bcdef}	8.00^{defg}	**12.64^{AB}**
متوسط المعاملات	16.83^{A}	11.27^{AB}	10.33^{B}	6.44^{B}	–
$LSD_{0.05}$ المعاملات	6.00				
$LSD_{0.05}$ السلالات	7.27				
$LSD_{0.05}$ التفاعل	9.83				

**يشير اختلاف الأحرف الكبيرة في العمود والسطر الواحد، على الترتيب إلى وجود فروق معنوية وفق السلالة ومتوسط معاملة الإجهاد. على حين يشير اختلاف الأحرف الصغيرة في الأعمدة والسطور إلى وجود فروق معنوية بين تفاعل معاملة الإجهاد مع السلالة، عند مستوى ثقة 95% تشير الرموز v48,v45,v44,v42,v36,v33 إلى السلالات التابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس.

4-2-7 تأثير معاملات الإجهاد الملحي في الوزن الرطب للمجموع الخضري(غ) في ست سلالات من أصناف مختلفة:

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية ($P\leq0.05$) في متوسط الوزن الرطب بين المستويات الملحية المختلفة (NaCl)، والتفاعل المتبادل بينهما. كان متوسط الوزن الرطب للنباتات الأعلى معنوياً في المعاملة الشاهد (20.52 غ)، تلاه وبفروقاتٍ معنوية التركيز الملحي الأدنى 50 mM (12.58 غ)، وانخفض متوسط الوزن الرطب للنباتات طرداً مع ازدياد تركيز ملح كلوريد الصوديوم في وسط الزراعة، وكان متوسط الوزن الرطب الأدنى معنوياً عند التركيزين الملحيين 100وَ150 mM وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما (4.55، 4.27 غ، على التوالي) (جدول 8). وبالمقارنة بين السلالات نجد أنه لا يوجد فروق معنوية بالنسبة للوزن الرطب للمجموع الخضري (جدول 8). أمّا بالنسبة إلى التفاعل بين سلالات البطاطا الناتجة من الكالس والمستويات الملحية المختلفة، نلاحظ وجود انخفاضاً معنوياً في الوزن الرطب في السلالات سفنجا v33 وسفنجا v36 وتاروس v44 وتاروس v45 عند جميع تراكيز كلوريد الصوديوم مقارنة بالشاهد، بينما انخفض الوزن الرطب في السلالة سفاري v42 انخفاضاً معنوياً عند التركيزين 100 و150 mM (6.82 و5.79 غ، على التوالي) مقارنة مع الشاهد (13.72غ) وكذلك الأمر بالنسبة لسلالة تاروس v48 انخفاضاً معنوياً عند التركيز150 mM (3.94 غ) مقارنة مع الشاهد (11.24غ) (جدول 8). يلاحظ من الجدول أن سلالات الصنف سفنجاv33 وتاروس v44 وv45 قد ماتت عند التراكيز العالية من الملوحة.

الجدول (8): تأثير معاملات الإجهاد الملحي في الوزن الرطب (غ) في ست سلالات تابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس

سلالات البطاطا	معاملات الإجهاد الملحي (mM NaCl)				متوسط السلالات
	0	50	100	150	
سفنجا v33	23.69^{a}	16.19^{b}	1.73^{h}	0	**13.87^{A}**
سفنجا v36	27.08^{a}	12.19^{bcde}	2.52^{gh}	3.94^{gh}	**11.43^{A}**
سفاري v42	13.72^{bc}	10.01^{cdef}	6.82^{efgh}	5.79^{fgh}	**9.09^{A}**
تاروس v44	22.78^{a}	16.36^{b}	1.98^{h}	0	**13.71^{A}**
تاروس v45	24.58^{a}	7.82^{defg}	5.63^{fgh}	0	**12.68^{A}**
تاروس v48	11.24^{bcde}	12.89^{bcd}	6.91^{efgh}	3.94^{gh}	**8.746^{A}**
متوسط المعاملات	20.52^{A}	$12.^{58B}$	4.55^{C}	4.27^{C}	–
$LSD_{0.05}$ المعاملات	3.89				
$LSD_{0.05}$ السلالات	7.33				
$LSD_{0.05}$ التفاعل	5.39				

*يشير اختلاف الأحرف الكبيرة في العمود والسطر الواحد، على الترتيب إلى وجود فروق معنوية وفق السلالة ومتوسط معاملة الإجهاد. على حين يشير اختلاف الأحرف الصغيرة في الأعمدة والسطور إلى وجود فروق معنوية بين تفاعل معاملة الإجهاد مع السلالة، عند مستوى ثقة 95% تشير الرموز v48,v45,v44,v42,v36,v33 إلى السلالات التابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس.

4-2-8 تأثير معاملات الإجهاد الملحي في الوزن الجاف (غ) في ست سلالات من أصناف مختلفة:

أوضحت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية ($P\leq0.05$) في متوسط الوزن الجاف بين المستويات الملحية المختلفة (NaCl)، والتفاعل المتبادل بينهما (جدول). كان متوسط الوزن الجاف للنباتات الأعلى معنوياً في المعاملة الشاهد (3.89غ)، تلاه وبفروقاتٍ معنوية التركيز الملحي الأدنى 50 mM (1.83 غ)، وانخفض متوسط الوزن الجاف للنباتات طرداً مع ازدياد تركيز ملح كلوريد الصوديوم في وسط الزراعة، حيث كان متوسط الوزن الجاف الأدنى معنوياً عند التركيزين الملحيين 100، 150 mM وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما (0.58، 0.57 غ، على التوالي) (جدول 9). وبالمقارنة بين السلالات نجد أنه لا يوجد فروق معنوية بالنسبة للوزن الجاف (جدول 9). أمّا بالنسبة إلى التفاعل بين سلالات البطاطا الناتجة من الكالس والمستويات الملحية المختلفة، نلاحظ وجود انخفاضاً معنوياً في الوزن الجاف في السلالات سفنجا v33

وسفنجا v36 و سفنجا v42 وتاروس v44 وتاروس v45 وتاروس v48 عند كل تراكيز كلوريد الصوديوم مقارنة بالشاهد، (جدول 9). يلاحظ من الجدول أن سلالات الصنف سفنجاv33 وتاروس v44 وv45 قد ماتت عند التراكيز العالية من الملوحة.

الجدول (9): تأثير معاملات الإجهاد الملحي في الوزن الجاف (غ) في ست سلالات تابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس

سلالات البطاطا	معاملات الإجهاد الملحي (mM NaCl)				متوسط السلالات
	0	50	100	150	
سفنجا v33	4.13^{ab}	1.94^{cd}	0.22^{h}	0	**2.12^{A}**
سفنجا v36	3.87^{b}	1.61^{def}	0.28^{h}	0.23^{h}	**1.49^{A}**
سفاري v42	2.38^{c}	1.42^{def}	1.09^{efg}	0.74^{fgh}	**1.41^{A}**
تاروس v44	4.46^{ab}	2.64^{c}	0.23^{h}	0	**2.45^{A}**
تاروس v45	4.65^{a}	0.75^{fgh}	0.45^{gh}	0	**1.59^{A}**
تاروس v48	3.86^{b}	2.54^{c}	1.26^{def}	0.69^{fgh}	**2.09^{A}**
متوسط المعاملات	3.89^{A}	1.83^{B}	0.58^{C}	0.57^{C}	-
$LSD_{0.05}$ المعاملات	0.58				
$LSD_{0.05}$ السلالات	1.39				
$LSD_{0.05}$ التفاعل	0.75				

* يشير اختلاف الأحرف الكبيرة في العمود والسطر الواحد، على الترتيب إلى وجود فروق معنوية وفق السلالة ومتوسط معاملة الإجهاد. على حين يشير اختلاف الأحرف الصغيرة في الأعمدة والسطور إلى وجود فروق معنوية بين تفاعل معاملة الإجهاد مع السلالة، عند مستوى ثقة 95% تشير الرموز v48,v45,v44,v42,v36,v33 إلى السلالات التابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس.

4-3 المؤشرات الفيزيولوجية:

4-3-1 تأثير معاملات الإجهاد الملحي في نسبة المادة الجافة في النبات (%) في ست سلالات من أصناف مختلفة:

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية ($P\leq0.05$) في صفة متوسط نسبة المادة الجافة بين المستويات الملحية المختلفة (NaCl)، وبين السلالات الناتجة من الكالس، والتفاعل المتبادل بينهما. كان متوسط نسبة المادة الجافة الأعلى معنوياً في المعاملة الشاهد (19.89%)، وانخفض متوسط نسبة المادة الجافة للنباتات طرداً مع ازدياد تركيز ملح كلوريد

الصوديوم في وسط الزراعة، وكان متوسط نسبة المادة الجافة عند التراكيز 50، 100،150 mM (14.96، 12.69 ، 12.52%، على التوالي)، (جدول 10). وبالمقارنة بين السلالات لوحظ تفوق السلالة تاروس v48 (22.37 %) معنويا على كافة السلالات (جدول 10). أمّا بالنسبة إلى التفاعل بين سلالات البطاطا الناتجة من الكالس والمستويات الملحية المختلفة، نلاحظ وجود انخفاض معنوي في السلالة سفنجا v33 عند التركيز 150 mM فقط (0%) مقارنة مع الشاهد (17.49%) والسبب يعود إلى موت النباتات عند هذا التركيز، وكذلك الأمر في السلالة سفنجا v36 إذ انخفض معنويا عند التركيز 150 mM فقط (7.19%) مقارنة مع الشاهد (14.84%). بينما انخفضت نسبة المادة الجافة معنوياً في السلالة تاروس v44 عند التركيزين 100 و 150 mM (1.08 و0 %، على التوالي) مقارنة مع الشاهد (19.69%)، أما في السلالتين تاروس 45 و48v لوحظ انخفاض في نسبة المادة الجافة عند كافة تراكيز كلوريد الصوديوم مقارنة بالشاهد، بينما في السلالة سفاري v42 فقد لوحظ أنه لا يوجد فروق معنوية (جدول 10).

الجدول (10): تأثير معاملات الإجهاد الملحي في نسبة المادة الجافة (%) في ست سلالات تابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس

سلالات البطاطا	معاملات الإجهاد الملحي (mM NaCl)				متوسط السلالات
	0	50	100	150	
سفنجا v33	17.49^{cdef}	13.21^{efgh}	12.59^{fjhi}	0	**14.43^{BC}**
سفنجا v36	14.84^{cdefgh}	13.41^{efgh}	10.61^{hij}	7.19^{j}	**11.51^{C}**
سفاري v42	17.19^{cdef}	14.18^{defgh}	15.83^{cdefgh}	12.73^{fgh}	**14.98^{BC}**
تاروس v44	19.69^{bc}	16.35^{cdef}	11.08^{ij}	0	**15.71^{B}**
تاروس v45	19.22^{bcd}	9.78^{hij}	7.93^{klm}	0	**12.31^{BC}**
تاروس v48	30.88^{a}	22.85^{b}	18.08^{bcde}	17.65^{cdef}	**22.085^{A}**
متوسط المعاملات	19.89^{A}	14.96^{B}	12.69^{B}	12.52^{B}	–
$LSD_{0.05}$ المعاملات	4.19				
$LSD_{0.05}$ السلالات	4.16				
$LSD_{0.05}$ التفاعل	5.16				

*يشير اختلاف الأحرف الكبيرة في العمود والسطر الواحد، على الترتيب إلى وجود فروق معنوية وفق السلالة ومتوسط معاملة الإجهاد. على حين يشير اختلاف الأحرف الصغيرة في الأعمدة والسطور إلى وجود فروق معنوية بين تفاعل معاملة الإجهاد مع السلالة، عند مستوى ثقة 95% تشير الرموز v48,v45,v44,v42,v36,v33إلى السلالات التابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس.

4-3-2 تأثير معاملات الإجهاد الملحي في نسبة الذائبات المتسربة في ست سلالات من أصناف مختلفة:

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية ($P\leq0.05$) في صفة متوسط نسبة الذائبات المتسربة عبر الأغشية السيتوبلاسمية بين المستويات الملحية المختلفة (NaCl)، وبين السلالات الناتجة من الكالس، والتفاعل المتبادل بينهما. يُلحظ أنّ متوسط نسبة الذائبات المتسربة عبر الأغشية السيتوبلاسمية كانت الأعلى معنوياً عند التركيز الملحي 150، 100 mM (59.86، 54.49 %) وانخفض طرداً مع انخفاض تركيز ملح كلوريد الصوديوم في وسط الزراعة، حيث كان الأدنى معنوياً في المعاملة الشاهد (18.51 %) (جدول 11). وكان متوسط نسبة الذائبات المتسربة عبر الأغشية السيتوبلاسمية الأعلى معنوياً لدى السلالة سفنجا v33 (62.55 %)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى السلالة سفنجا v36 (27.24%) (جدول 11). أمّا بالنسبة إلى التفاعل بين سلالات البطاطا الناتجة من الكالس والمستويات الملحية المختلفة، في السلالة سفنجا v36 قد بلغ أعلى متوسط لنسبة الذائبات المتسربة عند استخدام كلوريد الصوديوم بتركيز 150 mM (59.81%) مقارنة مع الشاهد (4.88%)، أما في السلالة سفاري v42 فقد بلغ أعلى متوسط لنسبة الذائبات المتسربة عند التركيز 150 mM (54.28%) مقارنة مع الشاهد (18.66%) وفي السلالة تاروس v48 فقد بلغ أعلى متوسط لنسبة الذائبات المتسربة عند التركيز 150 mM (65.09%) مقارنة مع الشاهد (18.36%) أما السلالات الباقية بلغ أعلى متوسط لنسبة الذائبات المتسربة عند استخدام كلوريد الصوديوم بتركيز 100 mM ففي السلالة سفنجا v33 بلغ (83.34%) مقارنة مع الشاهد (35.29%) وفي السلالة تاروس v44 بلغ (44.09%) مقارنة مع الشاهد (13.13%)، أما في السلالة تاروس v45 بلغ أعلى متوسط لنسبة الذائبات المتسربة عند التركيز المذكور (44.62%) مقارنة مع الشاهد (20.76%). أما عند التركيز 150 mM فقد بلغت نسبة المواد المتسربة الذائبة لسلالات سفنجا v33 وتاروس v44 و v45 (0%) والسبب يعود إلى موت النباتات عند هذا التركيز (جدول11). يلاحظ من الجدول أن سلالات الصنف سفنجاv33 وتاروس v44 و v45 قد ماتت عند التراكيز العالية من الملوحة.

الجدول (11): تأثير معاملات الإجهاد الملحي في نسبة الذائبات المتسربة (%) في ست سلالات تابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس

سلالات البطاطا	معاملات الإجهاد الملحي (mM NaCl)				متوسط السلالات
	0	50	100	150	
سفنجا v33	35.29^{k}	69.03^{b}	83.34^{a}	0	**62.55^{A}**
سفنجا v36	4.83^{s}	7.73^{r}	36.57^{j}	59.81^{d}	**27.24^{C}**
سفاري v42	18.66^{p}	46.26^{h}	49.83^{g}	54.28^{f}	**42.26^{B}**
تاروس v44	13.13^{q}	33.06^{l}	44.09^{j}	0	**30.09^{BC}**
تاروس v45	20.76^{o}	29.32^{m}	44.62^{i}	0	**31.09^{BC}**
تاروس v48	18.38^{p}	24.87^{n}	56.48^{e}	65.09^{c}	**41.2^{BC}**
متوسط المعاملات	18.51^{C}	35.05^{B}	54.49^{A}	59.73^{A}	–
$LSD_{0.05}$ المعاملات	11.78				
$LSD_{0.05}$ السلالات	16.21				
$LSD_{0.05}$ التفاعل	0.54				

* يشير اختلاف الأحرف الكبيرة في العمود والسطر الواحد، على الترتيب إلى وجود فروق معنوية وفق السلالة ومتوسط معاملة الإجهاد. على حين يشير اختلاف الأحرف الصغيرة في الأعمدة والسطور إلى وجود فروق معنوية بين تفاعل معاملة الإجهاد مع السلالة، عند مستوى ثقة 95% تشير الرموز v48,v45,v44,v42,v36,v33 إلى السلالات التابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس.

4-4-3 تأثير معاملات الإجهاد الملحي في محتوى الماء النسبي (%) في ست سلالات من أصناف مختلفة:

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية ($P\leq0.05$) في صفة متوسط محتوى الماء النسبي بين المستويات الملحية المختلفة (NaCl)، وبين السلالات الناتجة من الكالس، والتفاعل المتبادل بينهما. يُلحظ أنّ متوسط محتوى الماء النسبي في الأوراق كانت الأعلى معنوياً في المعاملة الشاهد ومعاملة 50 Mm (89.15%)، حيث كان الأدنى معنوياً عند التركيز الملحي الأعلى 150 mM (63.76 %)(جدول 12). وبالمقارنة بين السلالات نجد أن السلالة تاروس v44 الأعلى معنوياً بالنسبة للمحتوى الماء النسبي (91.14%) بينما الأدنى معنوياً السلالتين سفنجا v36 وسفاري v42 (75.93، 75.84%) (جدول 12). أمّا بالنسبة إلى التفاعل بين سلالات البطاطا الناتجة من الكالس والمستويات الملحية المختلفة، فقد بلغ محتوى الماء النسبي عند استخدام كلوريد الصوديوم بتركيز 150 mM وذلك في السلالة سفنجاv33 وتاروس

v44 وتاروس v45 (0%) مقارنة مع الشاهد (89.417،93.4،84.372%، على التوالي) والسبب يعود إلى موت النباتات عند هذا التركيز، أما في السلالة سفاري v42 فقد انخفض محتوى الماء النسبي عند التركيزين 100و150 mM (56.25 و67.06%، على التوالي) مقارنة مع الشاهد (94.87%)، أما في السلالة تاروس v48 لم يسجل أية فروق معنوية بالنسبة للمحتوى الماء النسبي بالمقارنة بين الشاهد ومعاملات الملوحة (جدول 12).

الجدول (12): تأثير معاملات الإجهاد الملحي في محتوى الماء النسبي (%) في ست سلالات تابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس

سلالات البطاطا	معاملات الإجهاد الملحي (mM NaCl)				متوسط السلالات
	0	50	100	150	
سفنجا v33	89.42^{a}	81.57^{ab}	80.14^{ab}	0.000^{e}	**83.71^{AB}**
سفنجا v36	86.39^{ab}	81.6^{ab}	79.66^{ab}	56.080^{d}	**75.93^{B}**
سفاري v42	94.87^{a}	85.2^{ab}	56.25^{c}	67.056^{cd}	**75.84^{B}**
تاروس v44	93.4^{a}	91.47^{a}	88.55^{a}	0.000^{e}	**91.14^{A}**
تاروس v45	84.37^{ab}	83.66^{abc}	81.34^{abc}	0.000^{e}	**83.12^{AB}**
تاروس v48	86.46^{ab}	80.78^{ab}	80.13^{ab}	68.142^{bcd}	**78.88^{AB}**
متوسط المعاملات	89.15^{A}	84.05^{AB}	77.68^{B}	63.76^{C}	-
$LSD_{0.05}$ المعاملات	9.97				
$LSD_{0.05}$ السلالات	12.44				
$LSD_{0.05}$ التفاعل	20.02				

*يشير اختلاف الأحرف الكبيرة في العمود والسطر الواحد، على الترتيب إلى وجود فروق معنوية وفق السلالة ومتوسط معاملة الإجهاد. على حين يشير اختلاف الأحرف الصغيرة في الأعمدة والسطور إلى وجود فروق معنوية بين تفاعل معاملة الإجهاد مع السلالة، عند مستوى ثقة 95% تشير الرموز v48,v45,v44,v42,v36,v33 إلى السلالات التابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس.

4-4 المؤشرات البيوكيميائية:

4-4-1 تأثير معاملات الإجهاد الملحي في محتوى البرولين في ست سلالات من أصناف مختلفة:

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية ($P\leq0.05$) في صفة متوسط محتوى الأوراق من البرولين بين المستويات الملحية المختلفة (NaCl)، وبين السلالات الناتجة من الكالس، والتفاعل المتبادل بينهما. يُلحظ أنّ متوسط

محتوى الأوراق من البرولين كان الأعلى معنوياً عند التركيز الملحي الأعلى 150، 100 mM (0.55، 0.46 مغ.غ$^{-1}$ رطب) ، حيث كان متوسط محتوى الأوراق من البرولين الأدنى معنوياً في المعاملة الشاهد (0.26 مغ. غ$^{-1}$ رطب) (جدول 13). وكان متوسط محتوى الأوراق من البرولين الأعلى معنوياً لدى السلالة تاروس v48 (0.48 مغ. غ$^{-1}$ رطب)، وكان الأدنى معنوياً السلالة سفنجا v36 (0.28 ، مغ. غ$^{-1}$ رطب) (جدول 13). أمّا بالنسبة إلى التفاعل بين سلالات البطاطا الناتجة من الكالس والمستويات الملحية المختلفة، فقد بلغ أعلى تركيز للبرولين عند استخدام كلوريد الصوديوم بتركيز 150 mM وذلك في السلالة سفنجا v36 (0.33 مغ.غ$^{-1}$ رطب) مقارنة مع الشاهد (0.24 مغ.غ$^{-1}$ رطب) وكذلك في السلالة سفاري v42 (0.35 مغ.غ$^{-1}$ رطب) مقارنة مع الشاهد (0.24 مغ.غ$^{-1}$ رطب) وفي السلالة تاروس v48 (0.92 مغ.غ$^{-1}$ رطب) مقارنة مع الشاهد (0.27 مغ.غ$^{-1}$ رطب) بينما وجد أعلى تركيز للبرولين عند استخدام كلوريد الصوديوم بتركيز 100 mM في السلالة سفنجا v33 (0.63 مغ.غ$^{-1}$ رطب) مقارنة مع الشاهد (0.28 مغ.غ$^{-1}$ رطب) وفي السلالة تاروس v44 (0.59 مغ.غ$^{-1}$ رطب) مقارنة مع الشاهد (0.27 مغ.غ$^{-1}$ رطب)، وفي السلالة تاروس v45 فقد بلغ تركيز البرولين (0.52 مغ.غ$^{-1}$ رطب) مقارنة مع الشاهد (0.25 مغ.غ$^{-1}$ رطب). وكما نلاحظ أن متوسط محتوى الأوراق من البرولين الأعلى معنوياً لدى السلالة تاروسv48 عند التركيز الملحي الأعلى 150 mM (0.92 مغ. غ$^{-1}$ رطب)، في حين كان الأدنى معنوياً في المعاملة الشاهد لدى السلالة سفنجا v33 (0.24 مغ. غ$^{-1}$ رطب) وبينما تماوتت النباتات في المعاملة 150 mM لدى السلالات سفنجا v33 وتاروسv44 وv45 (جدول 13).

الجدول (13): تأثير معاملات الإجهاد الملحي في محتوى البرولين في ست سلالات تابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس

سلالات البطاطا	معاملات الإجهاد الملحي (mM NaCl)				متوسط السلالات
	0	50	100	150	
سفنجا v33	0.28^{hij}	0.379^{f}	0.63^{b}	0	$\mathbf{0.43^{AB}}$
سفنجا v36	0.24^{m}	0.27^{ijk}	0.29^{hi}	0.33^{g}	$\mathbf{0.28^{C}}$
سفاري v42	0.24^{lm}	0.29^{hij}	0.29^{h}	0.35^{g}	$\mathbf{0.29^{BC}}$
تاروس v44	0.27^{klm}	0.28^{hij}	0.59^{c}	0	$\mathbf{0.38^{ABC}}$
تاروس v45	0.25^{klm}	0.33^{g}	0.52^{d}	0	$\mathbf{0.37^{ABC}}$
تاروس v48	0.27^{ijk}	0.27^{ijk}	0.45^{e}	0.92^{a}	$\mathbf{0.48^{A}}$
متوسط المعاملات	0.26^{B}	0.3^{B}	0.46^{A}	0.55^{AB}	–
$\mathbf{LSD_{0.05}}$ المعاملات	0.11				
$\mathbf{LSD_{0.05}}$ السلالات	0.14				
$\mathbf{LSD_{0.05}}$ التفاعل	0.03				

* يشير اختلاف الأحرف الكبيرة في العمود والسطر الواحد، على الترتيب إلى وجود فروق معنوية وفق السلالة ومتوسط معاملة الإجهاد. على حين يشير اختلاف الأحرف الصغيرة في الأعمدة والسطور إلى وجود فروق معنوية بين تفاعل معاملة الإجهاد مع السلالة، عند مستوى ثقة 95% تشير الرموز v48,v45,v44,v42,v36,v33 إلى السلالات التابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس.$LSD_{\text{التفاعل}}$ أقل من $LSD_{\text{السلالات}}$ و $LSD_{\text{المعاملات}}$ بسبب حدوث تماوت وبالتالي عدد المكررات لم يعد متساوياً.

4-4-2: تأثير معاملات الإجهاد الملحي في محتوى الكلوروفيل A في ست سلالات من أصناف مختلفة:

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية ($P\leq0.05$) في متوسط محتوى الأوراق من جزيئات اليخضور A بين المستويات الملحية المختلفة (NaCl)، وبين السلالات الناتجة من الكالس، والتفاعل المتبادل بينهما. يُلحظ أنّ متوسط محتوى الأوراق من جزيئات اليخضور A كان الأعلى معنوياً في المعاملة الشاهد (3.47 مغ. غ$^{-1}$ وزن رطب)، وانخفض متوسط محتوى الأوراق من جزيئات اليخضور A طرداً مع ازدياد تركيز ملح كلوريد الصوديوم في وسط الزراعة، حيث كان متوسط محتوى الأوراق من جزيئات اليخضور A الأدنى معنوياً عند التركيز الملحي الأعلى 150 mM (0.59 مغ. غ$^{-1}$ وزن رطب) (جدول 14). كان متوسط محتوى الأوراق من جزيئات اليخضور A لأعلى معنوياً لدى السلالة تاروس v45 (4.47 مغ. غ$^{-1}$ وزن رطب)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى السلالة سفنجا v33 (0.57 مغ. غ$^{-1}$ وزن رطب) (جدول

14). أمّا بالنسبة إلى التفاعل بين سلالات البطاطا الناتجة من الكالس والمستويات الملحية المختلفة، حيث كان الانخفاض في محتوى الأوراق من الكلوروفيل A معنوياً في كل من السلالات عند جميع تراكيز كلوريد الصوديوم المستخدمة، وقد كان متوسط محتوى الأوراق من جزيئات اليخضور A الأعلى معنوياً لدى السلالة تاروس v45 في معاملة الشاهد (5.96 مغ.غ$^{-1}$وزن رطب)، في حين بلغ هذا المؤشر قيمة 0 عند المستوى 150 mM لدى السلالات سفنجا v33 والسلالة تاروس v44 والسلالة تاروس v45 (0،0،0 مغ.غ$^{-1}$وزن رطب، على التوالي) والسبب يعود إلى موت النباتات عند المعاملة بالتراكيز العالية للملوحة (جدول 14). يلاحظ من الجدول أن سلالات الصنف سفنجاv33 وتاروس v44 وv45 قد ماتت عند التراكيز العالية من الملوحة.

الجدول (14): تأثير معاملات الإجهاد الملحي في محتوى الكلوروفيل A في ست سلالات تابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس

سلالات البطاطا	معاملات الإجهاد الملحي (mM NaCl)				متوسط السلالات
	0	50	100	150	
سفنجا v33	0.75^{k}	0.55^{i}	0.41^{m}	0	$\mathbf{0.57^{D}}$
سفنجا v36	1.91^{i}	1.24^{j}	0.84^{k}	0.27^{n}	$\mathbf{1.07^{D}}$
سفاري v42	3.19^{e}	2.76^{f}	2.37^{h}	1.29^{j}	$\mathbf{2.4^{C}}$
تاروس v44	3.47^{d}	2.51^{g}	1.23^{j}	0	$\mathbf{2.4^{BC}}$
تاروس v45	5.96^{a}	4.2^{c}	3.24^{e}	0	$\mathbf{4.47^{A}}$
تاروس v48	5.55^{b}	3.13^{e}	2.31^{h}	2.02^{l}	$\mathbf{3.25^{AB}}$
متوسط المعاملات	3.47^{A}	2.39^{B}	1.73^{BC}	0.59^{C}	–
$LSD_{0.05}$ المعاملات	1.11				
$LSD_{0.05}$ السلالات	0.84				
$LSD_{0.05}$ التفاعل	0.13				

* يشير اختلاف الأحرف الكبيرة في العمود والسطر الواحد، على الترتيب إلى وجود فروق معنوية وفق السلالة ومتوسط معاملة الإجهاد. على حين يشير اختلاف الأحرف الصغيرة في الأعمدة والسطور إلى وجود فروق معنوية بين تفاعل معاملة الإجهاد مع السلالة، عند مستوى ثقة 95% تشير الرموز v48,v45,v44,v42,v36,v33 إلى السلالات التابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس.

4-4-3 تأثير معاملات الإجهاد الملحي في محتوى الكلوروفيل B في ست سلالات من أصناف مختلفة:

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية ($P\leq0.05$) في متوسط محتوى الأوراق من جزيئات اليخضور B بين المستويات الملحية المختلفة (NaCl)، وبين السلالات الناتجة من الكالس، والتفاعل المتبادل بينهما. يُلحظ أنّ متوسط محتوى الأوراق من جزيئات اليخضور B كان الأعلى معنوياً في المعاملة الشاهد (3.37 مغ. غ$^{-1}$وزن رطب)، في حين كان متوسط محتوى الأوراق من جزيئات اليخضور B الأدنى معنوياً عند التركيز الملحي الأعلى 150 mM (1.05 مغ.غ$^{-1}$وزن رطب) (جدول 15). وكان متوسط محتوى الأوراق من جزيئات اليخضورB الأعلى معنوياً لدى السلالات تاروس v45 وسفاري v42 (4.03 ، 3.192 مغ. غ$^{-1}$وزن رطب، على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى السلالتين سفنجا v36 وسفنجا v33 (38 و0.27 مغ. غ$^{-1}$وزن رطب، على التوالي) (جدول 15). أمّا بالنسبة إلى التفاعل بين سلالات البطاطا الناتجة من الكالس والمستويات الملحية المختلفة، انخفض تركيز الكلوروفيل B معنوياً عند جميع تراكيز كلوريد الصوديوم المستخدمة في السلالات سفاري v42 وتاروس v44 و v45 و v48، أما في السلالتين سفنجا v33 و v36 انخفض تركيز الكلوروفيل B معنويا عند التركيز 150 mM فقط (0 و0.12 مغ.غ$^{-1}$وزن رطب، على التوالي) مقارنة بالشاهد (0.34 و0.59 مغ.غ$^{-1}$وزن رطب، على التوالي) (جدول 15). يلاحظ من الجدول أن سلالات الصنف سفنجاv33 وتاروس v44 و v45 قد ماتت عند التراكيز العالية من الملوحة.

الجدول (15): تأثير معاملات الإجهاد الملحي في محتوى الكلوروفيل B في ست سلالات تابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس

سلالات البطاطا	معاملات الإجهاد الملحي (mM NaCl)				متوسط السلالات
	0	50	100	150	
سفنجا v33	0.39^{ijk}	0.24^{ijk}	0.16^{jk}	0	**0.27^{C}**
سفنجا v36	0.59^{i}	0.53^{ij}	0.28^{jk}	0.12^{k}	**0.38^{C}**
سفاري v42	4.62^{b}	4.26^{b}	2.51^{fg}	1.35^{h}	**3.19^{AB}**
تاروس v44	3.82^{c}	2.76^{ef}	1.16^{h}	0	**2.58^{B}**
تاروس v45	6.18^{a}	3.09^{d}	2.82^{ef}	0	**4.03^{A}**
تاروس v48	4.63^{b}	3.34^{de}	2.18^{g}	1.27^{h}	**2.85^{B}**
متوسط المعاملات	3.37^{A}	2.33^{AB}	1.49^{B}	1.05^{B}	–
$LSD_{0.05}$ المعاملات	1.3				
$LSD_{0.05}$ السلالات	1.01				
$LSD_{0.05}$ التفاعل	0.38				

* يشير اختلاف الأحرف الكبيرة في العمود والسطر الواحد، على الترتيب إلى وجود فروق معنوية وفق السلالة ومتوسط معاملة الإجهاد. على حين يشير اختلاف الأحرف الصغيرة في الأعمدة والسطور إلى وجود فروق معنوية بين تفاعل معاملة الإجهاد مع السلالة، عند مستوى ثقة 95% تشير الرموز v48,v45,v44,v42,v36,v33 إلى السلالات التابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس.

4-4-4 تأثير معاملات الإجهاد الملحي في محتوى الكاروتينات في ست سلالات تابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس:

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية ($P\leq0.05$) في في متوسط محتوى الأوراق من جزيئات الكاروتينات بين المستويات الملحية المختلفة (NaCl)، وبين السلالات الناتجة من الكالس، والتفاعل المتبادل بينهما. يُلحظ أنّ متوسط محتوى الأوراق من جزيئات الكاروتينات كان الأعلى معنوياً في المعاملة الشاهد ومعاملة 50 mM (1.23،1.09 مغ. غ$^{-1}$وزن رطب، على التوالي)، في حين كان متوسط محتوى الأوراق من الكاروتينات الأدنى معنوياً عند التركيز الملحي الأعلى 150 mM (0.76 مغ.غ$^{-1}$وزن رطب) (جدول 16). وكان متوسط محتوى الأوراق من جزيئات الكارونينات الأعلى معنوياً لدى السلالة تاروس v45 (1.56 مغ.غ$^{-1}$وزن رطب)، في حين لا يوجد فروق معنوية بين السلالات تاروس v44

وسفاري v42 وسفنجا v33 و وسفنجا v36 (0.92، 0.89، 0.88، 0.79 مغ.غ$^{-1}$وزن رطب، على التوالي) (جدول 16). أمّا بالنسبة إلى التفاعل بين سلالات البطاطا الناتجة من الكالس والمستويات الملحية المختلفة، وجد حدوث انخفاض معنوي في محتوى الأوراق من الكاروتينات الكلية عند جميع تراكيز كلوريد الصوديوم المستخدمة في السلالات تاروس v44 وتاروس v48، أما في السلالتين سفنجا v33 وتاروس v45 انخفضت الكاروتينات عند التركيز 100 mM (0.564 ، 1.408، على التوالي) مقارنة مع الشاهد (1.080 و1.665 مغ.غ$^{-1}$ وزن رطب، على التوالي) بينما ماتت النباتات في هاتين السلالتين عند التركيز 150 mM. يلاحظ من الجدول أن سلالات الصنف سفنجاv33 وتاروس v44 و v45 قد ماتت عند التراكيز العالية من الملوحة.

الجدول (16): تأثير معاملات الإجهاد الملحي في محتوى الكاروتينات في ست سلالات تابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس

سلالات البطاطا	معاملات الإجهاد الملحي (mM NaCl)				متوسط السلالات
	0	50	100	150	
سفنجا v33	1.08^{de}	0.99^{ef}	0.56^{hi}	0	**0.88^{C}**
سفنجا v36	0.94^{ef}	0.89^{f}	0.86^{fg}	0.49^{i}	**0.79^{C}**
سفاري v42	0.94^{ef}	0.93^{ef}	0.89^{f}	0.83^{fg}	**0.89^{C}**
تاروس v44	1.21^{cd}	0.84^{fg}	0.71^{gh}	0	**0.92^{C}**
تاروس v45	1.66^{a}	1.6^{a}	1.41^{b}	0	**1.56^{A}**
تاروس v48	1.61^{a}	1.32^{bc}	1.08^{de}	0.95^{ef}	**1.24^{B}**
متوسط المعاملات	1.24^{A}	1.09^{AB}	0.93^{C}	0.76^{C}	–
$LSD_{0.05}$ المعاملات	0.24				
$LSD_{0.05}$ السلالات	0.19				
$LSD_{0.05}$ التفاعل	0.18				

* يشير اختلاف الأحرف الكبيرة في العمود والسطر الواحد، على الترتيب إلى وجود فروق معنوية وفق السلالة ومتوسط معاملة الإجهاد. على حين يشير اختلاف الأحرف الصغيرة في الأعمدة والسطور إلى وجود فروق معنوية بين تفاعل معاملة الإجهاد مع السلالة، عند مستوى ثقة 95% تشير الرموز v48,v45,v44,v42,v36,v33 إلى السلالات التابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس.

4-5 المؤشرات الإنتاجية:

4-5-1 تأثير معاملات الإجهاد الملحي في متوسط عدد الدرنات على النبات الواحد في ست سلالات من أصناف مختلفة:

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية ($P\leq0.05$) في صفة متوسط عدد الدرنات على النبات الواحد بين المستويات الملحية المختلفة (NaCl)، وبين السلالات الناتجة من الكالس، والتفاعل المتبادل بينهما. يُلحظ أنّ متوسط عدد الدرنات كان الأعلى معنوياً عند المعاملة الشاهد ومعاملة 50 mM (5.13، 4.74 درنة، على التوالي)، في حين كان متوسط عدد الدرنات الأدنى معنوياً في معاملة الملوحة الأعلى 150 mM (2.57 درنة) (جدول 17). وكان متوسط عدد الدرنات الأعلى معنوياً لدى السلالة تاروس v48 (7.61 درنة)، بينما كان الأخفض معنويا السلالة v42 (1.78 درنة) (جدول 17). أمّا بالنسبة إلى التفاعل بين سلالات البطاطا الناتجة من الكالس والمستويات الملحية المختلفة، فقد بلغ أعلى عدد للدرنات عند السلالة تاروس v48 حيث دون تسجيل فروق معنوية لعدد الدرنات عند التراكيز المختلفة من الملوحة مقارنة مع الشاهد. وكما نلاحظ عدم وجود فروق معنوية في السلالتين سفنجا v33 وسفاري v42 مقارنة مع الشاهد. بينما في السلالة سفنجا v36 نلاحظ تفوق عدد الدرنات على النبات الشاهد (6.11 درنة) مقارنة في كافة تراكيز الملوحة 50،100،150 mM (3.78، 2.44 ،2.66 درنة، على التوالي)، أما في السلالة تاروس v44 تفوقت معاملة الشاهد والمعاملة 50 mM (5.89،7.44 درنة، على التوالي) على التركيزين 100،150 mM (2.44، 1.33 درنة، على التوالي) بينما في السلالة تاروس v45 نلاحظ عدم وجود فروق معنوية في التركيزين 50 و100 mM مقارنة مع الشاهد (4.11، 2.78، 5 درنة، على التوالي) لكن سجل تفوق هذه المعملات على التركيز 150 mM (0.33 درنة) (جدول 17).

الجدول (17): تأثير معاملات الإجهاد الملحي في متوسط عدد الدرنات على النبات الواحد في ست سلالات تابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس

سلالات البطاطا	معاملات الإجهاد الملحي (mM NaCl)				متوسط السلالات
	0	50	100	150	
سفنجا v33	3.11^{fghi}	3.22^{fghi}	3.22^{fghi}	3.00^{fghi}	3.14^{BC}
سفنجا v36	6.11^{bcde}	3.78^{fgh}	2.44^{ghi}	2.66^{ghi}	3.75^{B}
سفاري v42	2.11^{ghi}	1.78^{hij}	2.00^{ghij}	1.22^{ij}	1.78^{C}
تاروس v44	5.89^{cde}	7.44^{abc}	2.44^{ghi}	1.33^{ij}	4.28^{B}
تاروس v45	5.00^{def}	4.11^{efg}	2.78^{fghi}	0.33^{j}	3.06^{BC}
تاروس v48	8.56^{a}	8.11^{ab}	6.89^{abcd}	6.89^{abcd}	7.61^{A}
متوسط المعاملات	5.13^{A}	4.74^{AB}	3.29^{BC}	2.57^{C}	–
$LSD_{0.05}$ المعاملات	1.57				
$LSD_{0.05}$ السلالات	1.48				
$LSD_{0.05}$ التفاعل	2.04				

*يشير اختلاف الأحرف الكبيرة في العمود والسطر الواحد، على الترتيب إلى وجود فروق معنوية وفق السلالة ومتوسط معاملة الإجهاد. على حين يشير اختلاف الأحرف الصغيرة في الأعمدة والسطور إلى وجود فروق معنوية بين تفاعل معاملة الإجهاد مع السلالة، عند مستوى ثقة 95% تشير الرموز v48,v45,v44,v42,v36,v33إلى السلالات التابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس.

4-5-2 تأثير معاملات الإجهاد الملحي في متوسط وزن الدرنة (غ) في ست سلالات من أصناف مختلفة:

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية ($P\leq0.05$) في صفة متوسط وزن الدرنة بين المستويات الملحية المختلفة (NaCl)، وبين السلالات الناتجة من الكالس، والتفاعل المتبادل بينهما. يُلحظ أنّ متوسط وزن الدرنات كان الأعلى معنوياً عند المعاملة الشاهد وتلاه معاملة 50 mM (6.92، 6.49غ، على التوالي) ولم يوجد فروق معنوية بينهما. في حين كان متوسط وزن الدرنات الأدنى معنوياً في معاملة الملوحة الأعلى 150 mM (2.81 غ) (جدول 18). وكان متوسط وزن الدرنات الأعلى معنوياً لدى السلالة سفاري v42 (10.18 غ)، بينما كان متوسط وزن الدرنات الأدنى معنويا لدى السلالتين تاروس v44 وتاروس v48 (2.69 و2.75 غ، على التوالي) حيث لا توجد فروق معنوية بينهما. أمّا بالنسبة إلى التفاعل بين سلالات البطاطا الناتجة من الكالس والمستويات الملحية المختلفة، فقد بلغ أعلى وزن للدرنات عند السلالة

سفاري v42 في معاملة الشاهد (14.22 غ) والأدنى معنويا لدى السلالة تاروس v45 عند معاملة الملوحة 150 mM (0.69 غ) (جدول 18).

الجدول (18): تأثير معاملات الإجهاد الملحي في متوسط وزن الدرنة (غ) في ست سلالات تابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس

سلالات البطاطا	معاملات الإجهاد الملحي (mM NaCl)				متوسط السلالات
	0	50	100	150	
سفنجا v33	12.18^{ab}	10.96^{bc}	5.28^{fghi}	2.23^{jkl}	$\mathbf{7.66^{B}}$
سفنجا v36	5.93^{efgh}	6.34^{efg}	5.49^{fghi}	2.66^{ijkl}	$\mathbf{5.11^{C}}$
سفاري v42	14.22^{a}	10.23^{bcd}	8.87^{cde}	7.38^{def}	$\mathbf{10.18^{A}}$
تاروس v44	2.81^{hijkl}	3.44^{ghijkl}	2.49^{ijkl}	2.05^{jkl}	$\mathbf{2.69^{D}}$
تاروس v45	3.17^{ghijkl}	4.80^{FGHIJK}	3.88^{ghijkl}	0.69^{l}	$\mathbf{3.14^{CD}}$
تاروس v48	3.22^{ghijkl}	3.17^{ghijkl}	2.78^{hijkl}	1.85^{kl}	$\mathbf{2.75^{D}}$
متوسط المعاملات	6.92^{A}	6.49^{A}	4.79^{AB}	2.81^{B}	–
$LSD_{0.05}$ المعاملات	2.43				
$LSD_{0.05}$ السلالات	2.3				
$LSD_{0.05}$ التفاعل	3.26				

*يشير اختلاف الأحرف الكبيرة في العمود والسطر الواحد، على الترتيب إلى وجود فروق معنوية وفق السلالة ومتوسط معاملة الإجهاد. على حين يشير اختلاف الأحرف الصغيرة في الأعمدة والسطور إلى وجود فروق معنوية بين تفاعل معاملة الإجهاد مع السلالة، عند مستوى ثقة 95% تشير الرموز v48,v45,v44,v42,v36,v33إلى السلالات التابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس.

4-6-3 تأثير معاملات الإجهاد الملحي في انتاجية النبات الواحد في اصيص معروف المساحة (غ.نبات$^{-1}$) في ست سلالات من أصناف مختلفة:

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية ($P\leq0.05$) في صفة متوسط انتاجية النبات الواحد بين المستويات الملحية المختلفة (NaCl)، وبين السلالات الناتجة من الكالس، والتفاعل المتبادل بينهما. يُلحظ أنّ متوسط انتاجية النبات الواحد كان الأعلى معنوياً عند المعاملة الشاهد وتلاه معاملة 50 mM (27.36، 24.71 غ. نبات$^{-1}$، على التوالي) ولم يوجد فروق معنوية بينهما، في حين كان متوسط انتاجية الأدنى معنوياً في معاملة الملوحة الأعلى 150 mM (6.41 غ. نبات$^{-1}$) (جدول 19). بالنسبة لتأثير السلالات، كان متوسط الانتاجية الأعلى معنوياً لدى السلالة سفنجا v33 (24.22

غ. نبات$^{-1}$)، بينما كان متوسط انتاجية النبات الأدنى معنويا لدى السلالتين تاروس v45 (11.59 غ. نبات$^{-1}$) (جدول 19). أمّا بالنسبة إلى التفاعل بين سلالات البطاطا الناتجة من الكالس والمستويات الملحية المختلفة، فقد بلغ أعلى متوسط إنتاجية عند السلالة سفنجا v33 في معاملة الشاهد (37. 90 غ.نبات$^{-1}$) والأدنى معنويا لدى السلالة تاروس v45 عند معاملة الملوحة 150 mM (0.23 غ.نبات$^{-1}$) (جدول 19). يلاحظ من الجدول أن سلالات الصنف سفنجاv33 وتاروس v44 و v45 قد ماتت عند التراكيز العالية من الملوحة.

الجدول (19): تأثير معاملات الإجهاد الملحي في انتاجية النبات الواحد في اصيص معروف المساحة (غ. نبات$^{-1}$) في ست سلالات تابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس

سلالات البطاطا	معاملات الإجهاد الملحي (mM NaCl)				متوسط السلالات
	0	50	100	150	
سفنجا v33	37.90^{a}	35.29^{c}	17^{m}	6.69^{u}	24.22^{A}
سفنجا v36	36.27^{b}	23.97^{h}	13.39^{p}	7.08^{t}	20.18^{AB}
سفاري v42	30.01^{d}	18.21^{k}	17.74^{l}	9^{s}	18.74^{ABC}
تاروس v44	16.53^{n}	25.59^{g}	6.08^{v}	2.73^{w}	12.73^{BC}
تاروس v45	15.86^{o}	19.73^{i}	10.79^{r}	0.23^{x}	11.59^{C}
تاروس v48	27.57^{c}	25.71^{f}	19.15^{j}	12.75^{q}	21.29^{A}
متوسط المعاملات	27.36^{A}	24.71^{A}	14.03^{AB}	6.41^{C}	-
$LSD_{0.05}$ المعاملات	4.08				
$LSD_{0.05}$ السلالات	7.89				
$LSD_{0.05}$ التفاعل	0.07				

* يشير اختلاف الأحرف الكبيرة في العمود والسطر الواحد، على الترتيب إلى وجود فروق معنوية وفق السلالة ومتوسط معاملة الإجهاد. على حين يشير اختلاف الأحرف الصغيرة في الأعمدة والسطور إلى وجود فروق معنوية بين تفاعل معاملة الإجهاد مع السلالة، عند مستوى ثقة 95% تشير الرموز v48,v45,v44,v42,v36,v33 إلى السلالات التابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس.

4-5-3 تأثير معاملات الإجهاد الملحي في متوسط الانتاج في وحدة المساحة (كغ. م$^{-2}$) في ست سلالات من أصناف مختلفة:

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية ($P\leq0.05$) في صفة متوسط الانتاج في وحدة المساحة بين المستويات الملحية المختلفة (NaCl)، وبين السلالات الناتجة من الكالس، والتفاعل المتبادل بينهما. يُلحظ أنّ متوسط الانتاج في وحدة المساحة كان الأعلى معنوياً عند المعاملة الشاهد وتلاه معاملة 50 mM (0.15، 0.14 كغ. م$^{-2}$، على التوالي) ولم يوجد فروق معنوية بينهما، في حين كان متوسط الانتاج في وحدة المساحة الأدنى معنوياً في معاملة الملوحة الأعلى 150 mM (0.04 كغ. م$^{-2}$) (جدول 20). وكان متوسط الانتاج في وحدة المساحة الأعلى معنوياً لدى السلالة سفنجا v33 (0.13 كغ. م$^{-2}$)، بينما كان متوسط الانتاج في وحدة المساحة الأدنى معنويا لدى السلالة تاروس v45 (0.07 كغ. م$^{-2}$) (جدول 20). أمّا بالنسبة إلى التفاعل بين سلالات البطاطا الناتجة من الكالس والمستويات الملحية المختلفة، فقد بلغ أعلى متوسط الانتاج في وحدة المساحة عند السلالة سفنجا v33 في معاملة الشاهد (0.21 كغ. م$^{-2}$) والأدنى معنويا لدى السلالة تاروس v45 عند معاملة الملوحة 150 mM (0.001 كغ. م$^{-2}$) (جدول 20). يلاحظ من الجدول أن سلالات الصنف سفنجاv33 وتاروس v44 و v45 قد ماتت عند التراكيز العالية من الملوحة. يلاحظ من الجدول أن سلالات الصنف سفنجاv33 وتاروس v44 و v45 قد ماتت عند التراكيز العالية من الملوحة.

الجدول (20): تأثير معاملات الإجهاد الملحي في متوسط الإنتاج في وحدة المساحة (كغ. م$^{-2}$) في ست سلالات تابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس

سلالات البطاطا	معاملات الإجهاد الملحي (mM NaCl)				متوسط السلالات
	0	50	100	150	
سفنجا v33	0.21^{a}	0.19^{ab}	0.09^{fg}	0.04^{ij}	0.13^{A}
سفنجا v36	0.19^{ab}	0.13^{de}	0.07^{gh}	0.04^{ij}	0.11^{AB}
سفاري v42	0.17^{bc}	0.1^{f}	0.09^{fg}	0.05^{hi}	0.1^{AB}
تاروس v44	0.09^{fg}	0.14^{d}	0.03^{jk}	0.01^{kl}	0.07^{BC}
تاروس v45	0.09^{fg}	0.11^{ef}	0.06^{hi}	0.001^{l}	0.06^{C}
تاروس v48	0.15^{cd}	0.14^{d}	0.11^{ef}	0.07^{gh}	0.12^{A}
متوسط المعاملات	0.15^{A}	0.14^{A}	0.07^{B}	0.04^{C}	–
$LSD_{0.05}$ المعاملات	0.03				
$LSD_{0.05}$ السلالات	0.04				
$LSD_{0.05}$ التفاعل	0.02				

* يشير اختلاف الأحرف الكبيرة في العمود والسطر الواحد، على الترتيب إلى وجود فروق معنوية وفق السلالة ومتوسط معاملة الإجهاد. على حين يشير اختلاف الأحرف الصغيرة في الأعمدة والسطور إلى وجود فروق معنوية بين تفاعل معاملة الإجهاد مع السلالة، عند مستوى ثقة 95%

تشير الرموز v48,v45,v44,v42,v36,v33 إلى السلالات التابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس.

4-5-4 تأثير معاملات الإجهاد الملحي في حجم الدرنات المتشكلة (سم ^{3}) في ست سلالات من أصناف مختلفة:

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية ($P\leq0.05$) في صفة متوسط حجم الدرنات بين المستويات الملحية المختلفة (NaCl)، وبين السلالات الناتجة من الكالس، والتفاعل المتبادل بينهما. يُلحظ أنّ متوسط حجم الدرنات كان الأعلى معنوياً عند المعاملة الشاهد (6.84 سم^3)، في حين كان متوسط حجم الدرنات الأدنى معنوياً في معاملة الملوحة الأعلى 150 mM (2.91 سم^3) (جدول 21). وكان متوسط حجم الدرنات الأعلى معنوياً لدى السلالة سفاري v42 (9.81 سم^3)، بينما كان متوسط حجم الدرنات الأدنى معنويا لدى السلالات تاروس v48 وتاروس v44 وتاروس v45 (3.09،2.38،2.21 سم^3، على التوالي) (جدول 21). أمّا بالنسبة إلى التفاعل بين سلالات البطاطا الناتجة من الكالس

والمستويات الملحية المختلفة، فقد بلغ أعلى متوسط حجم الدرنات عند السلالة سفنجا v33 في معاملة الشاهد (13.39 سم^3) والأدنى معنويا لدى السلالة تاروس v45 عند معاملة الملوحة 150 mM (0.12 سم^3) (جدول 21).

الجدول (21): تأثير معاملات الإجهاد الملحي في حجم الدرنات المتشكلة (سم^3) في ست سلالات تابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس

سلالات البطاطا	معاملات الإجهاد الملحي (mM NaCl)				متوسط السلالات
	0	50	100	150	
سفنجا v33	13.39^{a}	8.67^{abcd}	3.99^{defg}	2.51^{efg}	7.14^{AB}
سفنجا v36	3.89^{defg}	6.45^{cdef}	4.61^{defg}	2.93^{defg}	4.47^{BC}
سفاري v42	12.5^{ab}	11.48^{abc}	7.44^{bcdef}	7.82^{abcde}	9.81^{A}
تاروس v44	2.48^{efg}	3.03^{defg}	1.99^{efg}	2.02^{efg}	2.38^{C}
تاروس v45	3.46^{defg}	1.81^{fg}	3.45^{defg}	0.12^{g}	2.21^{C}
تاروس v48	5.31^{defg}	2.92^{defg}	2.02^{efg}	2.08^{efg}	3.09^{C}
متوسط المعاملات	6.84^{A}	5.73^{AB}	3.92^{AB}	2.91^{B}	–
$LSD_{0.05}$ المعاملات	2.96				
$LSD_{0.05}$ السلالات	3.11				
$LSD_{0.05}$ التفاعل	5.88				

*يشير اختلاف الأحرف الكبيرة في العمود والسطر الواحد، على الترتيب إلى وجود فروق معنوية وفق السلالة ومتوسط معاملة الإجهاد. على حين يشير اختلاف الأحرف الصغيرة في الأعمدة والسطور إلى وجود فروق معنوية بين تفاعل معاملة الإجهاد مع السلالة، عند مستوى ثقة 95% تشير الرموز v48,v45,v44,v42,v36,v33إلى السلالات التابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس.

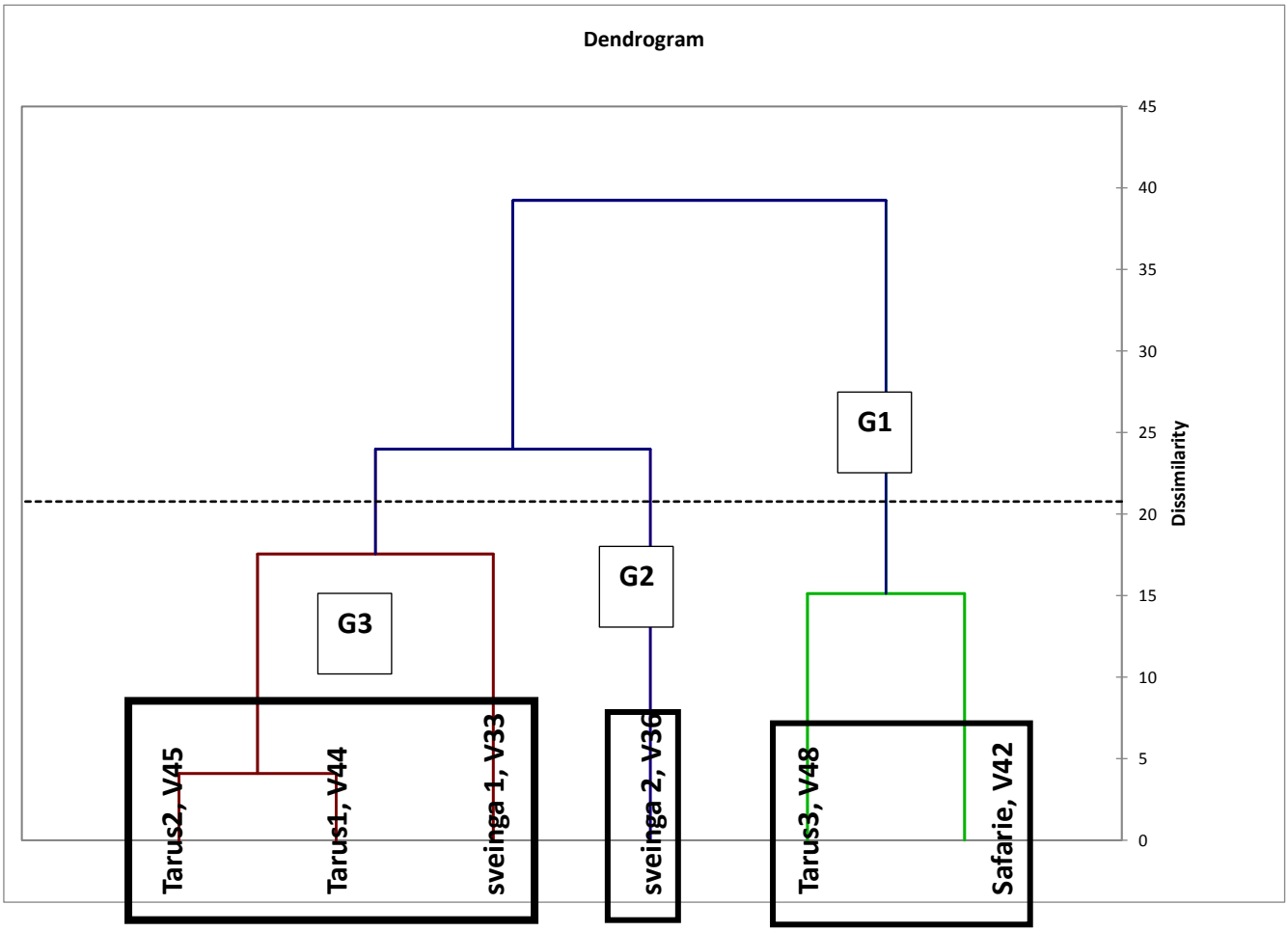
4-6: نتائج التحليل العنقودي للقيم النسبية للقراءات Agglomerative hierarchical clustering (AHC):

أدّى التحليل العنقودي، اعتمادا على مجموع القيم النسبية للمعايير المدروسة، إلى تقسيم سلالات البطاطا التابعة لثلاثة أصناف مستحدثة من الكالس المدروسة وفق تحملها لمجموع مستويات الإجهاد الملحي إلى ثلاث مجموعات (الشكل 11):

1- المجموعة الأولىG1: مجموعة النباتات المتحملة للإجهاد الملحي، وتضم السلالتين سفاري v42، تاروس v48.

2- .المجموعة الثانية G2: مجموعة النباتات متوسطة التحمل للإجهاد الملحي، وتضم السلالة سفنجا v36.

3-المجموعة الثالثة G3: مجموعة النباتات غير المتحملة للإجهاد الملحي، وتضم السلالات سفنجا v33، تاروس v44، وتاروس v45.

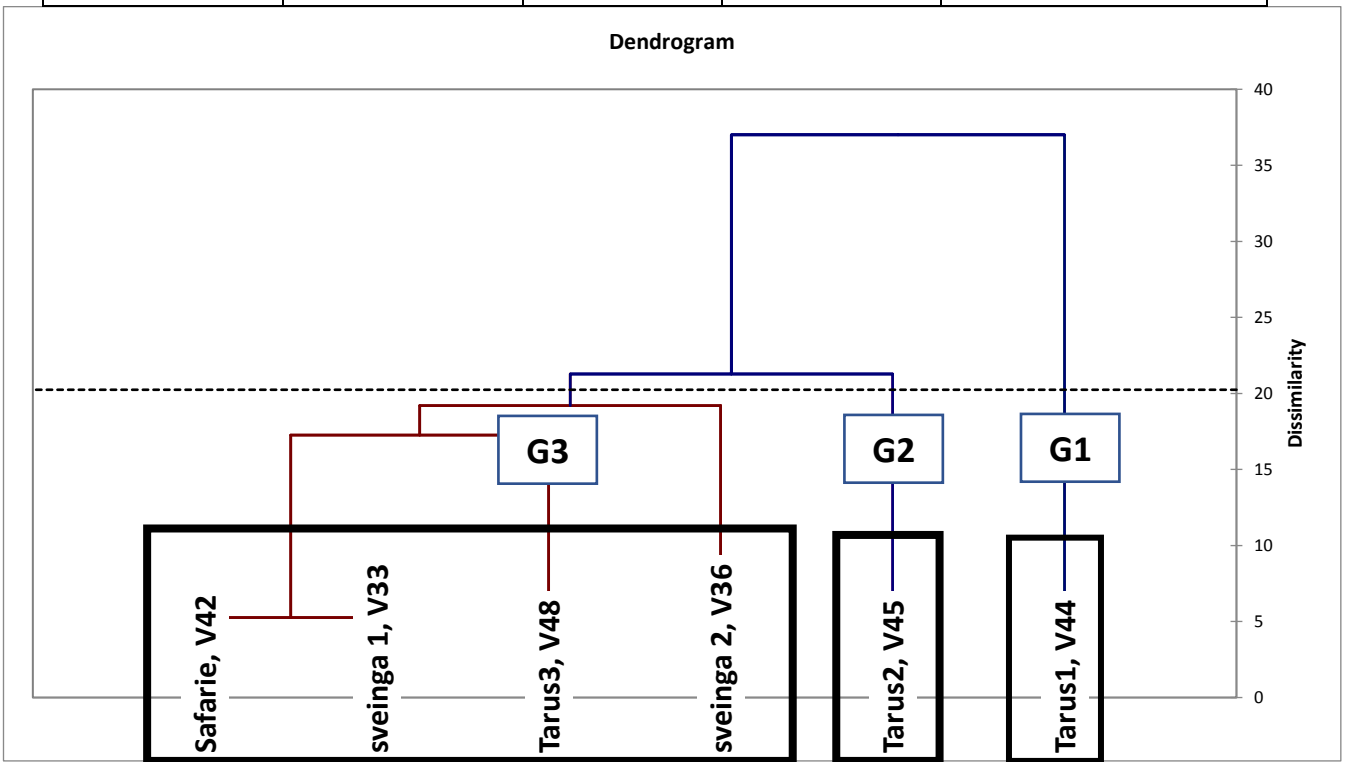


الشكل (10): التحليل العنقودي لست سلالات تابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس، وفق تحملها للإجهاد الملحي بناءً على مجموع القيم النسبية المؤشرات المدروسة جميعها

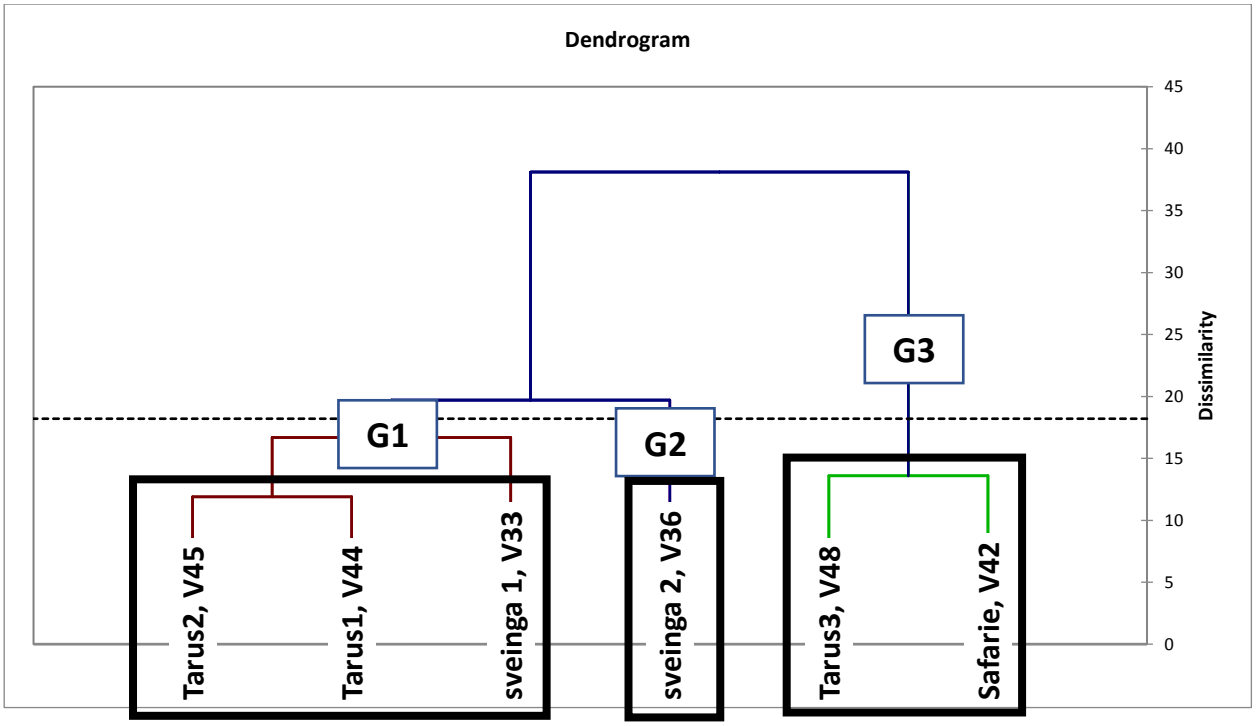
وكذلك أظهر التحليل العنقودي عند كل مستوى إجهاد على حدة (الشكل11، 12، 13)، التقسيم نفسه الذي ظهر من المجموع العام لكل مستويات الإجهاد، ما عدا أنه عند مستوى ملوحة 50 mM، ظهرت السلالة سفنجا v33، في المجموعة الأولى (بوصفها متحملة لهذا المستوى من الإجهاد) (جدول 22).

جدول 22 :تقسيم سلالات البطاطا المنخبة من الكالس وفق تحملها لمجموع مستويات الإجهاد الملحي:

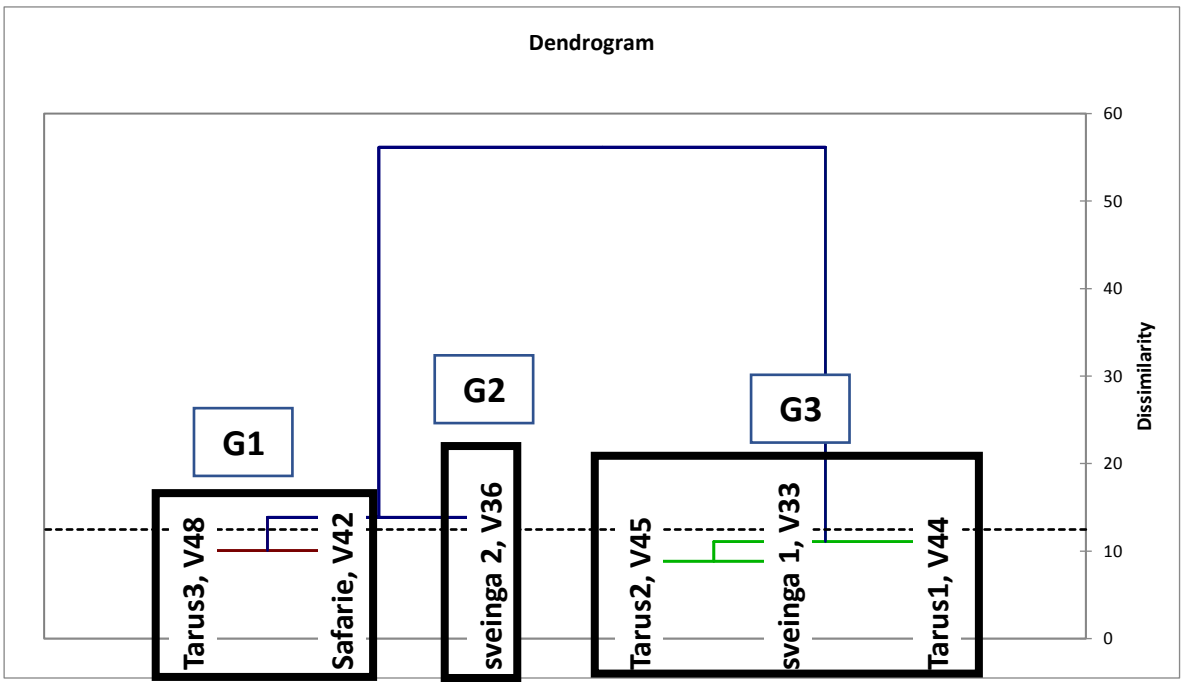
مستويات الإجهاد الملحي	50 ميليمول	100 ميليمول	150 ميليمول	المجموع
متحمل	سفاري v42 تاروس v48 سفنجا v33	سفاري v42 تاروس v48	سفاري v42 تاروس v48	سفاري v42 تاروس v48
متوسط التحمل	سفنجا v36	سفنجا v36	سفنجا v36	سفنجا v36
حساس	تاروس v44 تاروس v45	تاروس v44 تاروس v45 سفنجا v33	تاروس v44 تاروس v45 سفنجا v33	تاروس v44 تاروس v45 سفنجا v33



الشكل (11): التحليل العنقودي لست سلالات تابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس، وفق تحملها للإجهاد الملحي عند مستوى 50 mM بناءً على مجموع القيم النسبية المؤشرات المدروسة جميعها



الشكل (12): التحليل العنقودي لست سلالات تابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس، وفق تحملها للإجهاد الملحي عند مستوى 100 mM بناءً على مجموع القيم النسبية المؤشرات المدروسة جميعها



الشكل (13): التحليل العنقودي لست سلالات تابعة لثلاثة أصناف من البطاطا المستحدثة من الكالس، وفق تحملها للإجهاد الملحي عند مستوى 150 mM بناءً على مجموع القيم النسبية المؤشرات المدروسة جميعها

الفصل الخامس

المناقشة

Discussion

5-المناقشة:

وجد اختلاف بين السلالات في نسبة نجاح التأقلم مع ظروف الجو الخارجي وذلك قد يعود إلى تأثير العوامل الوراثية في تحمل السلالة للإجهاد الملحي وبالنتيجة التأثير على الشكل المورفولوجي للنبات (خليل وآخرون، 2016)، ويرجع الاختلاف بين الأصناف في طول فترة النمو إلى الاختلافات في التركيب الجيني (Girma, 2012)، حيث لاحظ العديد من الباحثين أن الأصول الوراثية للبطاطا لها استجابة مختلفة لارتفاع النبات (Regassa and Basavaraj, 2010; Asefa *et al.*, 2016). سجلت مستويات الإجهاد الملحي تغيرات معنوية فيما يتعلق ببعض مؤشرات نمو النبات المورفولوجية، حيث خفضت الملوحة معنويًا طول النبات ومسطحه الورقي وعدد العقد، وتناسب الانخفاض عكسيا مع زيادة تركيز كلوريد الصوديوم NaCl وتوافقت النتائج مع نتائج بشارة (2013)، مصا (2018)، صبح (2020).

أرجعت بعض الدراسات سبب الانخفاض في هذه المؤشرات إلى سلوك الإجهاد الملحي الذي يثبط استطالة الجذور وعددها نتيجة ارتفاع قيمة الإجهاد الحلولي في وسط الزراعة ومن ثم تراجع قيمة الجهد المائي (يصبح الجهد المائي أكثر سلباً) فتقل كمية المياه الحرة متاحة للنبات، مما يؤثر سلباً في معدل امتصاص المياه من قبل المجموعة الجذرية وتصبح كمية المياه الممتصة غير كافية لتعويض الماء المفقود بالنتح عن طريق الأجزاء الهوائية، مما يؤدي إلى تثبيط استطالة النبات وانقسام الخلايا فيؤثر على قطر النبات، وبالتالي انخفاض عدد العقد وعدد الأوراق المتشكلة على الساق، وذلك نتيجة تراجع قيمة جهد الامتلاء داخل خلايا الأوراق مما يؤدي إلى تثبيط استطالة خلايا الأوراق وتوقف نموها وحدوث العجز المائي في الخلايا النباتية نتيجة تراجع المحتوى المائي (Cisse *et al.*, 2019).

أثر الإجهاد الملحي في العمليات الفيزيولوجية والكيميائية الحيوية، إذ يُعزى التباين في سلامة الأغشية الحيوية (جدول11) بين السلالات المدروسة جزئياً إلى التباين في محتوى الأوراق من البرولين، حيث يُلاحظ أنّ السلالات التي تكون فيها نسبة الذائبات المتسربة عبر الأغشية الحيوية الأدنى معنوياً قد صنّعت كمية أكبر من البرولين. إذ أنَّ أحد أهم المعايير الفيزيولوجية المرتبطة بتحسين تحمّل الاجهاد الملحي هي درجة ثبات أغشية الخلية النباتية السيتوبلاسمية (Mujeeb-Kazi *et al.*, 2019). يعد تلف غشاء الخلية بسبب تراكم أيونات الصوديوم بتراكيز عالية في حدوث تغييرات في الوظائف الخلوية للخلايا

النباتية، مما يؤدي في النهاية إلى تعزيز معدل التنفس، والتغيرات في توزيع المعادن، وعدم استقرار أغشية الخلايا، وفقدان السلامة، ويؤدي إلى انخفاض ضغط الانتباج بسبب الأيونات واختلال التوازن (Babu *et al.*, 2012).

إضافة لذلك تنتج المحاصيل البرولين (جدول 13) تحت ظروف إجهاد الملح للبقاء على قيد الحياة عن طريق ضبط الضغط الأسموزي المرتفع الذي حدث في البيئة الغذائية ولا تتأثر عمليات التمثيل الغذائي في النبات (Lu *et al.*, 2009).

أدى الإجهاد الملحي لخفض محتوى النباتات من الكلورفيل والكاروتينات (جدول 13، 14، 15) وقد يعزى ذلك إلى وجود Na بتركيز سمي يعمل على تحطيم البروتينات المسؤولة عن تكوين جزيئة الكلوروفيل ويزيد من نشاط الأنزيم Chlorophyllase المفكك لجزيئات اليخضور، ما يؤدي إلى تراجع محتوى الأوراق من الأصبغة اليخضورية (Hwang *et al.*, 2011).

وبالنتيجة لما سبق يمكن تفسير تأثير زيادة الملوحة في خفض قيم صفة الإنتاج ومكوناته، بسبب تأثيرها الأسموزي والسمي، فضلاً عن اختلال التوازن الغذائي والهرموني وقلة كفاءة عملية البناء الضوئي (Mulholland *et al.,* 2003)؛ وحدوث تغيرات فزيولوجية مختلفة (Taffouo *et al*., 2010) واستهلاك كميات كبيرة من الطاقة والمواد الكربوهيدراتية (Juan *et al*., 2005). وجاهزية العناصر الغذائية في عملية التنظيم الأسموزي وتداخلها مع وظائف الخلية، وقلة انقسام الخلايا وصغر حجمها وصغر حجم الثغور وقلة مساحة المسطح الورقي للنباتات النامية تحت ظروف الإجهاد الملحي فتنعكس سلباً على انتاجيتها (Elsahookie, 2013 ; Shani and Dudley, 2001 ; Maas and Grattan, 1999).

بما أن صفة تحمل الإجهادات اللاأحيائية من الصفات الكمية المعقدة (Scarano *et al.*, 2020)، بالإضافة لوجود تفاعل كبير بين البيئة والعوامل الوراثية المحددة المرتبطة بالغلة الاقتصادية، وكما أن التقييم الجزيئي مكلف ويحتاج إلى وقت طويل (Wang *et al.*, 2021). لذا فإنَّ الكثير من الأبحاث ركزت على دراسة التنوع الوراثي في البطاطا وتحديد مدى تحملها لظروف الإجهاد، باستخدام التحليل العنقودي، بالاعتماد على المؤشرات الشكلية (نجلا، 2020) (Albiski *et al.*, 2012) أو الفيزيولوجية والبيوكيميائية (Ranalli *et al.,* 1996) أو كليهما (أحمد، 2022).

الفصل السادس

الاستنتاجات والتوصيات والمقترحات

Conclusions, recommendations and suggestions

6-1: الاستنتاجات Conclusions:

- سبَّب ازدياد شدَّة الإجهاد الملحي تراجعاً معنوياً ومضطرداً في جميع المؤشرات الشكلية والفيزيولوجية والبيوكيميائية والإنتاجية المدروسة، وتباينت السلالات الناتجة من الكالس في استجابتها لظروف الإجهاد الملحي.
- اختلفت سلالات أصناف البطاطا المدروسة في مدى استجابتها للإجهاد المطبق، حيث كانت السلالة تاروس v48 أكثر تحملاً للإجهاد الملحي من بقية السلالات.
- سبَّب ازدياد شدَّة الإجهاد الملحي تراجعاً معنوياً في بعض الصفات البيوكيميائية المدروسة (جزيئات اليخضور بنوعيه، والكاروتينات)، وازدياداً في بعض الصفات الأخرى (البرولين، ونسبة الذائبات المتسربة) بالمقارنة مع الشاهد، وكان متوسط محتوى الأوراق من البرولين الأعلى معنوياً لدى السلالة تاروس v48.
- سبَّب ازدياد شدَّة الإجهاد الملحي تراجعاً معنوياً في عدد وحجم ووزن وإنتاجية درنات البطاطا للسلالات المدروسة، حيث لوحظ كان متوسط عدد الدرنات الأعلى معنويا لدى السلالة تاروس v48، في حين كان متوسط الوزن ومتوسط الحجم الأعلى معنويا لدى السلالة سفاري v42، أما من حيث متوسط الإنتاجية فقد كان الأعلى معنويا لدى السلالات سفنجا v33 وسفنجا v36 والسلالة سفاري v42 وتاروس v48.
- السلالة تاروس v48 والسلالة سفاري v42 متحملة للإجهاد الملحي حتى مستوى 150 mM.
- السلالة سفنجا v36 متوسطة التحمل للإجهاد الملحي حتى مستوى 100 mM.
- السلالات سفنجا v33 وتاروس v44 وتاروس v45 حساسة للملوحة وتموت عند مستوى 150 mM.

6-2: التوصيات والمقترحات Recommendations and suggestions:

- ❖ اعتماد طريقة الإكثار الخضري الدقيق مخبرياً باستخدام طرائق زراعة الأنسجة النباتية من أجل إكثار نبات البطاطا لزيادة كفاءة معدل الإكثار والحصول على نباتات متجانسة وثابتة وراثيا تحمل مواصفات اقتصادية مهمة وهي نباتات سليمة ومطابقة للنبات الأم، وعلى مدار العام.
- ❖ امكانية اعتماد هذه السلالات عند ضرورة الزراعة في ترب مالحة أو الري بمياه مالحة، شريطة ألا يتجاوز مستوى الملوحة 50 mM إذ أن هذا المستوى لم يؤثر معنويًّا في إنتاجية السلالات، مقارنة مع الشاهد.
- ❖ في مستويات الملوحة العالية (100-150 mM) يفضل الاعتماد على السلالة تاروس v48 كونها قادرة على التأقلم والبقاء على الحياة وإعطاء إنتاج في مثل هذه الظروف.
- ❖ متابعة عملية التقييم والانتخاب الحقلي للسلالات المتجددة عن الكالس.

الفصل السابع

المراجع العلمية

References

7-1 المراجع العربية:

1. أحمد، نجوى. (2022). **تأثير تطعيم هجينين على أصلين من البندورة المزروعة في البيوت المحمية تحت ظروف الإجهاد الملحي**. رسالة ماجستير. قسم علوم البستنة. كلية الزراعة. جامعة دمشق.

2. المنظمة العربية للتنمية الزراعية. (2012). **الكتاب السنوي لإحصائيات الزراعية السنوية.**

3. المعري، خليل. (2018). زراعة الأنسجة النباتية وتقاناتها. منشورات جامعة دمشق، جامعة دمشق، مطبعة جامعة دمشق.

4. المعري خليل ، خيتي مأمون، الطويل خالد وعبد القادر أحمد (2008). تكوين **درينات دقيقة في بعض أصناف البطاطا بوساطة زراعة الأنسجة**، ندوة البطاطا- جامعة دمشق.

5. بوراس، ميتادي، أبو ترابي، بسام والبسيط، إبراهيم. (2006). **إنتاج محاصيل الخضار**، منشورات جامعة دمشق، جامعة دمشق، مطبعة الوادي.395-419.

6. بشارة، سوسن. (2013). **دراسة فيزيولوجية وجزيئية لمدى تحمل بعض أصناف البطاطا (*Solanum tuberosum*) المزروعة محلياً للإجهاد الملحي**. رسالة ماجستير. قسم علوم البستنة. كلية الزراعة. جامعة دمشق.73.

7. خليل، أماني، جري، عواطف، إبراهيم، ماجد. (2016). أقلمة نبيتات ثلاثة أصناف من البطاطا L. *solanum tuberosum* المكثرة خارج الجسم الحي *in vitro* تحت ظروف لإجهاد الملحي.**مجلة أبحاث البصرة**.42 (1). 372-386.

8. صبح، ماوية. (2020). **دراسة تأثير الإجهاد الحلولي في بعض المعايير الموفولوجية والفيزيولوجية والبيوكيميائية لطرز البطاطا (*Solanum tuberosum*.L)**. رسالة ماجستير. قسم علوم الحياة. كلية العلوم. جامعة دمشق.

9. طاهر، أماني، ابراهيم، ماجد، جري، عواطف. (2019). تأثير توليفات مختلفة من منظمات النمو لثلاثة أصناف من البطاطا *Solanum tuberosum*.L النامية خارج الجسم الحي. **مجلة زراعة الرافدين**. 47(3) 264-270.

10. فرشة، عز الدين. (2004). **دراسة تأثير الملوحة على النمو وإنتاج القمح الصلب (*Triticum dumur Defs*) وإمكانية معاكسة ذلك بواسطة الهرمونات النباتية (AG3,Kenitine)**. رسالة ماجيستير في فسيولوجيا النبات، كلية علوم الطبيعية والحياة. جامعة منتوري. قسطنطينة.

11. متوج، وائل. (2017) **استخدام تقانات زراعة الأنسجة والتطفير الكيميائي لانتخاب طفرات متحملة للملوحة عند نبات البطاطا صنف Marfona**. أطروحة الدكتوراة. قسم علوم البستنة. كلية الزراعة. جامعة تشرين.

12. مصا، ريما. (2018) استنباط سلالات من بعض أصناف البطاطا باستخدام تقنية التباينات الجسمية واختبار مدى تحملها للإجهاد الملحي. أطروحة الدكتوراة. قسم علوم البستنة. كلية الزراعة. جامعة دمشق.87.

13. نجلا، صفاء. (2020) تأثير إضافة كلوريد الصوديوم لوسط نمو خمسة أصناف مدخلة من البطاطا المزروعة بالأنسجة. **مجلة جامعة حماة**.3 (5)،29-44.

7-2 References:

Abido, A. I. (2016). Acclimatization of plant tissue culture–derived plants (Theory and Application). ***Dar El Hoda Pup. Alexandria, Egypt***, 267.

Acosta-Motos, J.R., Ortuño, M.F., Bernal-Vicente, A., Diaz-Vivancos, P., Sanchez-Blanco, M.J. & Hernandez, J.A. (2017). Plant responses to salt stress: Adaptive mechanisms. ***Agronomy***. 7, 18.

Ahmed, H. A. A., Şahin, N. K., Akdoğan, G., Yaman, C., Köm, D., & Uranbey, S. (2020). Variability in salinity stress tolerance of potato (*Solanum tuberosum* L.) varieties using in vitro screening. ***Ciência e Agrotecnologia***, 44.

Ahn, Y. J., Claussen, K., & Zimmerman, J. L. (2004). Genotypic differences in the heat-shock response and thermotolerance in four potato cultivars. ***Plant Science***, *166*(4), 901-911.

Albiski, F. Islaim, I. & Helali, O. (2001). **Seed potato production through tissue culture National technical report**. FAO Syria.

Albiski, F., Najla, S., Sanoubar, R., AlKabani, N., and Murshed, R., (2012). In Vitro screening of potato lines for drought tolerance. ***Physiol. Mol. Biol. Plants,*** 18(4): 315-21.

Aleksieva, V., Sergiev, I., Mapelli, S., & Karanov, E. (2001). Effects of drought and ultraviolet radiation on growth and stress markers in peas and wheat. ***Plant Cell Environment,*** 24, 1337-1344.

Ali, M., Kamran, M., Abbasi, G. H., Saleem, M. H., Ahmad, S., Parveen, A., ... & Fahad, S. (2021). Melatonin-induced salinity tolerance by ameliorating osmotic and oxidative stress in the seedlings of two tomato (*Solanum lycopersicum* L.) cultivars. ***Journal of Plant Growth Regulation,*** 40, 2236-2248.

AlMaarri, K., Massa, R., & AlBiski, F. (2012). Evaluation of some therapies and meristem culture to eliminate Potato Y potyvirus from infected potato plants. ***Plant Biotechnology,*** 29(3), 237-243.

Amini, F., & Ehsanpour, A. A. (2006). Response of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivars to MS, water agar and salt stress in *in vitro* culture. ***Asian J. Plant Sci***, 9(1), 170-175.

Arefian, M., & Malekzadeh Shafaroudi, S. (2015). Physiological and gene expression analysis of extreme chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes in response to salinity stress. ***Acta Physiologiae Plantarum***, 37, 1-11.

Asefa, G., Mohammed, W., & Abebe, T. (2016). Genetic variability studies in potato (*Solanum tuberosum* L.) genotypes in Bale highlands, South Eastern Ethiopia. ***J. Biol. Agric. Healthc***, *6*, 117-119.

Ashraf, M. A., Ashraf, M. U. H. A. M. M. A. D., & Ali, Q. (2010). Response of two genetically diverse wheat cultivars to salt stress at different growth stages: leaf lipid peroxidation and phenolic contents***. Pak J Bot***, 42(1), 559-565.

Athar and Ashraf, (2009). Salinity in Florida citrus production. ***Proceedings of the Folrida State Horticulural Society***. 102: 61-64.

Avila, A. D. L., Pereyra, S. M., Collino, D. J., & Argüello, J. A. (1994). Effect of nitrogen source on growth and morphogenesis of three micropropagated potato cultivars. ***Potato research***, *37*, 161-168.

Babu, M.A., Singh, D. & Gothandam, K.M. (2012). The Effect of Salinity on Growth, Hormones and Mineral Elements in Leaf and Fruit of Tomato *Cultivar* ***PKM1. J. Anim. Plant Sci***. 22, 159–164.

Bamberg, J. B., Martin, M. W., Abad, J., Jenderek, M. M., Tanner, J., Donnelly, D. J., ... & Novy, R. G. (2016). *In vitro* technology at the US Potato Genebank. ***In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant,*** *52*, 213-225.

Barbieri, G., Vallone, S., Orsini, F., Paradiso, R., De Pascale, S., Negre-Zakharov, F. & Maggio, A. (2012). Stomatal density and Metabolic Determinants mediate Salt Stress Adaptation andWater use efficiency in Basil (*Ocimum basilicum* L.). ***J. Plant Physiol***. 169,1737–1746.

Basera, M., Chandra, A., Kumar, V. A., & Kumar, A. (2018). Effect of brassinosteroids on in vitro proliferation and vegetative growth of potato. ***Pharma Innovation J,*** *7*(4), 4-9.

Bates, L. S., Walgreen, R. P and Teare, I. D. (1973). Rapid determination of free proline for water stress studies. ***Plant and soil***. 39(1): 205-207.

Beemster, A. B. R., & De Bokx, J. A. (1987). Survey of properties and symptoms. ***Viruses of potatoes and seed-potato production/edited by JA de Bokx and JPH van der Want.*** Wageningen Centre for Agricultural Publishing and Documentation 1972. 17-223.

Behera, T. K., Krishna, R., Ansari, W. A., Aamir, M., Kumar, P., Kashyap, S. P., ... & Kole, C. (2022). Approaches involved in the vegetable crops salt stress tolerance improvement: Present status and way ahead. ***Frontiers in Plant Science,*** 12, 3104.

Brown, C. R. (2005). Antioxidants in potato. ***American journal of potato research,*** *82*, 163-172.

Bündig, C., Jozefowicz, A.M., Mock, H.-P. & Winkelmann, T. (2016). Proteomic Analysis of two Divergently Responding Potato Genotypes (*Solanum tuberosum* L.) following Osmotic Stress Treatment *in vitro****. J. Proteomics***. 143, 227–241.

Burger F. and Celková, A. (2003). Salinity and sodicity hazard in water flow processes in the soil. ***Plant Soil Environ***., 49 (7), 314–320.

Caligari, P. D. S. (1992). Breeding new varieties. ***The Potato Crop: The scientific basis for improvement***, 334-372.

Candan, N., & Tarhan, L. (2003). The correlation between antioxidant enzyme activities and lipid peroxidation levels in Mentha pulegium organs grown in Ca2+, Mg2+, Cu2+, Zn2+ and Mn2+ stress conditions. ***Plant Science***, *165*(4), 769-776.

Chakraborty, K., Mondal, S., Ray, S., Samal, P., Pradhan, B., Chattopadhyay, K., ... & Sarkar, R. K. (2020). Tissue tolerance coupled with ionic discrimination can potentially minimize the energy cost of salinity tolerance in rice. ***Frontiers in plant science***, *11*, 265.

Charfeddine, M., Charfeddine, S., Ghazala, I., Bouaziz, D. & Bouzid, R.G. (2019). Investigation of the Response to Salinity of Transgenic Potato Plants Overexpressing the Transcription factor StERF94. ***J. Biosci***. 44.

Chen, Z., Cuin, T.A., Zhou, M., Twomey, A., Naidu, B. P. & Shabala, S. (2007). Compatible solute accumulation and stressmitigating effects in barley genotypes contrasting in their salt tolerance. ***Journal of Experimental Botany***, 58,4245-4255**.**

Cheng, L., Wang, D., Wang, Y., Xue, H., & Zhang, F. (2020). An integrative overview of physiological and proteomic changes of cytokinin-induced potato (*Solanum tuberosum* L.) tuber development *in vitro*. ***Physiologia plantarum***, *168*(3), 675-693.

Chinnusamy, V., Jagendorf, A., and Zhu, J. K. (2005). Understanding and improving salt tolerance in plants. ***Crop Sci*.** 45, 437–448. doi: 10.2135/cropsci2005.0437,

Cisse, A., Arshad, A., Wang, X., Yattara, F., & Hu, Y. (2019). Contrasting impacts of long-term application of biofertilizers and organic manure on grain yield of winter wheat in north China plain. ***Agronomy***, *9*(6), 312.

Conner, A. J., Barrell, P. J., Baldwin, S. J., Lokerse, A. S., Cooper, P. A., Erasmuson, A. K., ... & Jacobs, J. M. (2007). Intragenic vectors for gene transfer without foreign DNA. ***Euphytica***, 154(3), 341-353.

Conover, C. A., & Poole, R. T. (1984). Acclimatization of indoor foliage plants. ***Horticultural Reviews***, *6*, 119-154.

Daneshmand, F., Arvin, M.J. & Kalantari, K.M. (2010). Physiological Responses to NaCl stress in three wild species of Potato in vitro. **Acta Physiol. Plant**. 32, 91–101**.**

Di Martino, C., Delfine, S., Pizzuto, R., Loreto, F., & Fuggi, A. (2003). Free amino acids and glycine betaine in leaf osmoregulation of spinach responding to increasing salt stress. ***New phytologist***, 158(3), 455-463.

Dobránszki, J., Magyar-Tábori, K. & Hudák, I. (2008). In vitro Tuberization in Hormone-free systems on Solidified Medium and Dormancy of Potato Microtubers. **Fruit Veg. Cereal Sci. Biotechnol**. 2, 82–94.

Dwivedi, S. K., Arora, A., Singh, V. P., & Singh, G. P. (2018). Induction of water deficit tolerance in wheat due to exogenous application of plant growth regulators: membrane stability, water relations and photosynthesis. *Photosynthetica*, *56*, 478-486.

Elsahookie, M. (2013). Some Environmental. ***Data Concerns Crop Productivity in Baghdad Dept. of Field Crop, Coll. of Agric., Univ. of Baghdad***, 13.

Evers, D., Lefevre, I., Legay, S., Lamoureux, D., Hausman, J. F., Rosales, R. O. G., ... & Schafleitner, R. (2010). Identification of drought-responsive compounds in potato through a combined transcriptomic and targeted metabolite approach. ***Journal of experimental botany***, 61(9), 2327-2343.

Faried, H.N., Ayyub, C.M., Amjad, M. & Ahmed, R. (2016). Salinity impairs Ionic, Physiological and Biochemical attributes in Potato.Pakistan **J. Agric. Sci**. 53, 17–25.

Flowers, T.J. & Yeo, A.R. **(1986).** Ion Relations of Plants under Drought and Salinity. Aust. **J. Plant Physiol**. 13, 75–91.

Fortes, G. D. L., & Pereira, J. E. S. (2003). Classificação e descrição botânica.

Ganji, A. F, Jabbari, R., & Morshedi, A. (2012). Evaluation of drought stress on relative water content, chlorophyll content and mineral elements of wheat (Triticum aestivum L.) varieties. ***International Journal of Agriculture and Crop Sciences (IJACS),*** 4(11), 726-729.

Ghogdi, E. A., Izadi-Darbandi, A & Borzouei, A. (2012). Effects of salinity on some physiological traits in wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. ***Indian Journal of Science and Technology,*** *5*(1) ISSN: 0974- 6846

Gholizadeh, A., Saberioon, M., Bor ° uvka, L., Wayayok, A. & Mohd Soom, M.A. (**2017).** Leaf chlorophyll and Nitrogen Dynamics and their Relationship to Lowland Rice yield for Site-specific Paddy Management**. *Inf. Process. Agric*.** 4, 259–268

Ghoulam, C., Foursy, A., & 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(1), 39-50.

Girma, T. (2012). ***Effect of variety and earthing up frequency on growth, yield and quality of potato (Solanum tuberosum L.) at Bure, north western Ethiopia***. *An* (Doctoral dissertation, M. Sc. thesis presented to school of graduates of Jimma University of agriculture and veterinary medicine, Jimma, Ethiopia).

Gonçalves, J. C., Coelho, M. T., & Diogo, M. G. (2014). Avaliação de parâmetros fotossintéticos em microplantas de Castanheiro durante a fase de aclimatização. *Agroforum:* ***revista da Escola Superior Agrária de Castelo Branco,*** 22(32), 27-40.

González, L., & González-Vilar, M. (2001). Determination of relative water content. ***Handbook of plant ecophysiology techniques,*** 207-212.

Haque, A. U., Samad, M. E., & Shapla, T. L. (2009). In vitro callus initiation and regeneration of potato. ***Bangladesh Journal of Agricultural Research***, 34(3), 449-456.

Hasegawa, P. M., Bressan, R. A., Zhu, J. K., & Bohnert, H. J. (2000). Plant cellular and molecular responses to high salinity. ***Annual review of plant biology,*** *51*(1), 463-499.

Hayat, S., Hayat, Q., Alyemeni, M. N., Wani, A. S., Pichtel, J., & Ahmad, A. (2012). Role of proline under changing environments: a review. ***Plant signaling & behavior,*** *7*(11), 1456-1466.

Hnilickova, H., Kraus, K., Vachova, P., & Hnilicka, F. (2021). Salinity stress affects photosynthesis, malondialdehyde formation, and proline content in Portulaca oleracea L. ***Plants***, 10(5), 845.

Hoffman G.J; et Maas E.V. (1977)**.** Corps salts tolérance current Assessment Irrig. **Sci** 10.24.29

Hong, Y., Liu, Y., Zhang, Y., Jia, L., Yang, X., Zhang, X., ... & Luan, Y. (2021). Genome-wide characterization of homeobox-leucine zipper gene family in tomato (*Solanum lycopersicum*) and functional analysis of SlHDZ34 (III sub-family member) under salinity stress. ***Environmental and Experimental Botany***, 192, 104652.

Hossain, M. A., M. Shamimuzzaman, M. S. Islam, Mannan, M. A & Hossain, M. D. (2009). Accli-matization of micropropagated potato plantlets from *in vitro* to *ex vitro* conditions. Intl. ***J. Bio. Res.***, 6 (1): 45-50.

Hussain, N., Ghaffar, A., Zafar, Z.U., Javed, M., Shah, K.H., Noreen, S., Manzoor, H., Iqbal, M., Hassan, I.F.Z., Bano, H., *et al*. (2021). Identification of novel source of salt tolerance in local bread wheat germplasm using morpho-physiological and biochemical attributes. ***Sci. Rep***. 11, 10854.

Hwang, E. W., Shin, S. J., Yu, B. K., Byun, M. O., & Kwon, H. B. (2011). miR171 family members are involved in drought response in *Solanum tuberosum*. ***Journal of Plant Biology***, 54, 43-48.

Iba, K. (2002). Acclimative response to temperature stress in higher plants: approaches of gene engineering for temperature tolerance. ***Annual Review of Plant Biology***, 53(2002):225-24**5.**

Ibrahim, M. A., Jerry, A. N., & Khalil, A. I. (2020). Salt Tolerant Cells Selection of Potato Callus from Culturing at Different Concentrations of Sodium Chloride by in vitro Culture Technique. ***Plant Cell Biotechnology And Molecular Biology***, 81-89.

Ishikawa, T. & Shabala, S. (2019) Control of Xylem Na+ loading and Transport to the Shoot in Rice and Barley as a Determinant odifferential Salinity Stress Tolerance. ***Physiol. Plant***, 165, 619–631.

Jaarsma, R. & de Boer, A.H. (2018). Salinity Tolerance of two Potato Cultivars (*Solanum tuberosum*) correlates with differences in Vacuolar Transport Activity. **Front. Plant Sci**. 9, 737.

Jaleel, C. A., Gopi, R., Manivannan, P., & Panneerselvam, R. (2008). Soil salinity alters the morphology in Catharanthus roseus and its effects on endogenous mineral constituents. ***Eurasian J Biosci***, 2(1), 18-25.

Jbir-Koubaa, R., Charfeddine, S., Ellouz,W., Saidi, M.N., Drira, N., Gargouri-Bouzid, R. & Nouri-Ellouz, O. (2015). Investigation of the Response to Salinity and to Oxidative Stress of Interspecific Potato Somatic hybrids grown in a Greenhouse. ***Plant Cell. Tissue*** **Organ Cult**. 120, 933–947.

Johnson, S.M., Doherty, S.J. & Croy, R.R.D. (2003). Biphasic superoxide generation in potato tubers. A Self-Amplifying Response Stress***. Plant Physiol***. 3, 1440–1449.

Juan, M., Rivero, R. M., Romero, L., & Ruiz, J. M. (2005). Evaluation of some nutritional and biochemical indicators in selecting salt-resistant tomato cultivars***. Environmental and Experimental Botany,*** *54*(3), 193-201.

Kabira, J. N., Macharia, M., Karanja, M. W., & Muriithi, L. M. (2006). Potato seed: How to to grow and market healthy planting material. ***KARI Technical Note.***

Karakas, F. P., & Bozat, B. G. (2020). Fluctuation in secondary metabolite production and antioxidant defense enzymes in *in vitro* callus cultures of goat's rue (*Galega officinalis*) under different abiotic stress treatments. ***Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC),*** 142, 401-414.

Keisham, M., Mukherjee, S., & Bhatla, S. C. (2018). Mechanisms of sodium transport in plants—progresses and challenges. ***International journal of molecular science****s*, 19(3), 647.

KEPHIS, Kenya Plant Health Inspectorate Service. (2016). Seed potato production and certification guidelines.

Khalafalla, M. M., Abd Elaleem, K. G., & Modawi, R. S. (2010). Callus formation and organogenesis of potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivar Almera. ***Journal of Phytology***, *2*(5).

Kirk, W.W., Rocha, A.B., Hollosy, S.I., Hammerschimidt, R., & Wharton. P.S. (2006). Effect of soil salinity on internal browning of potato tuber tissue in two soil types. ***American Journal of Potato Research***,83(3):223-232.

Kozai, T. (1991). Acclimatization of micropropagated plants. ***Biotechnology in agriculture and forestry,*** 17, 127-141.

Kumar, S., Beena, A. S., Awana, M., & Singh, A. (2017). Physiological, biochemical, epigenetic and molecular analyses of wheat (*Triticum aestivum*) genotypes with contrasting salt tolerance***. Frontiers in Plant Science***, 8, 1151.

Kumlay, A. M., & Ercisli, S. (2015). Callus induction, shoot proliferation and root regeneration of potato (*Solanum tuberosum* L.) stem node and leaf explants under long-day conditions. ***Biotechnology & Biotechnological Equipment***, 29(6), 1075-1084.

Leopold, A. C., Musgrave, M. E., & Williams, K. M. (1981). Solute leakage resulting from leaf desiccation. ***Plant Physiology***, 68(6), 1222-1225.

Lichtenthaler, H. K., & Buschmann, C. (2001). Chlorophylls and carotenoids: Measurement and characterization by UV-VIS spectroscopy. ***Current protocols in food analytical chemistry,*** 1(1), F4-3.

Liu, X., Chen, D., Yang, T., Huang, F., Fu, S., & Li, L. (2020). Changes in soil labile and recalcitrant carbon pools after land-use change in a semi-arid agro-pastoral ecotone in Central Asia***. Ecological Indicators***, 110, 105925.

Lu, S., Chen, C., Wang, Z., Guo, Z., & Li, H. (2009). Physiological responses of somaclonal variants of triploid bermudagrass (Cynodon transvaalensis× Cynodon dactylon) to drought stress. ***Plant cell reports***, 28, 517-526.

Lutaladio, N., Ortiz, O., & Caldiz, D. (2009). *Sustainable potato production. Guidelines for developing countries*. Food and Agriculture Organization.

Maas, E. V., & Grattan, S. R. (1999). Crop yields as affected by salinity. ***Agricultural drainage***, 38, 55-108.

Maas, E. V., & Hoffman, G. J. (1977). Crop salt tolerance—current assessment. ***Journal of the irrigation and drainage division***, 103(2), 115-134.

Mansour, M. M. F., & Salama, K. H. (2004). Cellular basis of salinity tolerance in plants. ***Environmental and Experimental Botany,*** *52*(2), 113-122.

MOA. (2011). *Ministry of Agriculture, Kenya*. Field crops technical hand book.

Mohsenin, N. (1986). Physical properties of plant and animal materials Gordon Breach Science. ***New York***.

Mujeeb-Kazi, A., Munns, R., Rasheed, A., Ogbonnaya, F. C., Ali, N., Hollington, P., ... & Rajaram, S. (2019). Breeding strategies for structuring salinity tolerance in wheat. ***Advances in agronomy***, 155, 121-187.

Mulholland, B. J., Taylor, I. B., Jackson, A. C., & Thompson, A. J. (2003). Can ABA mediate responses of salinity stressed tomato. ***Environmental and Experimental Botany,*** *50*(1), 17-28.

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

Munns, R., & Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. ***Annu. Rev. Plant Bio****l.*, 59, 651-681.

Munns R., (2010). Salinity and plant tolerance. Electronic publishing, Utah State University Extension. ***J. Agron. Crop Sci.,*** 178: 39-51

Murashige, T., & Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. ***Physiol Plant***, *15*, 473-497.

Murphy, D. J. (2003). Agricultural biotechnology and oil crops–current uncertainties and future potential. ***Applied Biotechnology and food science policy***, *1*, 25-38.

Murshed, R., Najla, S., Albiski, F., Kassem, I., Jbour, M. & Al-Said, H. (2015). Using Growth Parameters for *in-vitro* Screening of Potato varieties Tolerant to Salt stress. **J. Agric. Sci. Technol**. 17, 483–494.

Nadler, A., & Heuer, B. (1995). Effect of saline irrigation and water deficit on tuber quality. ***Potato Research***, 38(1):119-123

Naik, P.S. & Widholm, J.M. (1993). Comparison of Tissue culture and Whole plant Responses to Salinity in Potato. ***Plant Cell. Tissue Organ Cult***, 33, 273–280.

Najafi, F., Khavari-Nejad, R. A., Rastgar-Jazii, F., & Sticklen, M. (2007). Growth and some physiological attributes of pea (*Pisum sativum* L.) as affected by salinity. ***Pakistan journal of biological sciences: PJBS***, 10(16), 2752-2755.

NAPC. (2008) The Syria Agriculture Trade. GCP\ SYR \ 006\ITA.Damascus.

Naz, S., & Perveen, S. (2021). Response of wheat (Triticum aestivum L. var. galaxy-2013) to pre-sowing seed treatment with thiourea under drought stress***. Pak. J. Bot,*** 53(4), 1209-1217.

Nikitin, M. M., Statsyuk, N. V., Frantsuzov, P. A., Dzhavakhiya, V. G., & Golikov, A. G. (2018). Matrix approach to the simultaneous detection of multiple potato pathogens by real-time PCR. ***Journal of applied microbiology***, 124(3), 797-809

Nistor, A. N. D. R. E. E. A., Campeanu, G. H. E. O. R. G. H. E., Atanasiu, N. I. C. O. L. A. E., Chiru, N. I. C. O. L. E. T. A., & Karacsonyi, D. I. A. N. A. (2010). Influence of potato genotypes on "in vitro" production of microtubers. ***Romanian Biotechnological Letters,*** 15(3), 5317-5324.

Novy, R. (2014). Traditional breeding and cultivar development. **In *The potato: botany, production and uses*** (pp. 272-289). Wallingford UK: CABI.

Obidiegwu, J. E., Bryan, G. J., Jones, H. G., & Prashar, A. (2015). Coping with drought: stress and adaptive responses in potato and perspectives for improvement. ***Frontiers in plant science***, *6*, 542.

Ochatt, S. J., Marconi, P. L., Radice, S., Arnozis, P. A., & Caso, O. H. (1998). *In vitro* recurrent selection of potato: production and characterization of salt tolerant cell lines and plants. ***Plant cell, tissue and organ culture***, 55, 1-8.

Othman, M. H. A., Abido, A. I. A., & Jabal, A. A. A. (2016). In vitro Propagation and Ex vitro Acclimatization of Potato (*Solanum tuberosum* L.) Using Nodal Cutting Explants. ***Journal of the Advances in Agricultural Researches***, 21(1), 108-137.

Pal, A. K., Acharya, K., & Ahuja, P. S. (2012). Endogenous auxin level is a critical determinant for in vitro adventitious shoot regeneration in potato (*Solanum tuberosum* L.). ***Journal of plant biochemistry and biotechnology***, 21, 205-212.

Parida, K. A. and Das, B. A. (2005). Salt Tolerance and Salinity Effects on Plants: A Review.***Ecotoxicol. Environ. Saf***.60:324-349.

Parihar, P., Singh, S., Singh, R., Singh, V. P., & Prasad, S. M. (2015). Effect of salinity stress on plants and its tolerance strategies: a review. ***Environmental science and pollution research***, 22, 4056-4075.

Parvaiz, A., & Satyawati, S. (2008). Salt stress and phyto-biochemical responses of plants-a review. ***Plant soil and environment***, 54(3), 89.

Parveen, A., Arslan Ashraf, M., Hussain, I., Perveen, S., Rasheed, R., Mahmood, Q., ... & Abd Allah, E. F. (2021). Promotion of growth and physiological characteristics in water-stressed Triticum aestivum in relation to foliar-application of salicylic acid. ***Water***, 13 (9), 1316.

Perveen, S., Iqbal, M., Saeed, M., Iqbal, N., Zafar, S., & Mumtaz, T. (2019). Cysteine-induced alterations in physicochemical parameters of oat (*Avena sativa* L. var. Scott and F-411) under drought stress**. *Biologia Futura***, 70(1), 16-24.

Piotr, S. and Giles N.J. (2009). Contrasting responses of photosynthesis to salt stress in the glycophyte *Arabidopsis* and the halophyte *Thellungiella*: Role of the plastid terminal oxidase as an alternative electron sink. ***Plant Physiol***.,

Pospóšilová, J., Tichá, I., Kadleček, P., Haisel, D., & Plzáková, Š. (1999). Acclimatization of micropropagated plants to *ex vitro* conditions. ***Biologia plantarum*,** 42, 481-497.

Prakash, M. O., & Vijay, B. (2017). Principal component and cluster analysis of indigenous tomato genotypes based on morphological indicators. ***Res J Biotechnol***, 12 (7), 50-58.

Queiros, F., Fontes, N., Silva, P., Almeida, D., Maeshima, M., Gerós, H., & Fidalgo, F. (2009). Activity of tonoplast proton pumps and $Na^{+/}H^{+}$ exchange in potato cell cultures is modulated by salt. ***Journal of Experimental Botany***, 60 (4), 1363-1374.

Rabbani, A. S. M. A., Askari, B. E. E. N. I. S. H., Abbasi, N. A., Bhatti, M. U. S. S. A. R. A. T., & Quraishi, A. Z. R. A. (2001). Effect of growth regulators on *in vitro* multiplication of potato. ***Int. J. Agric. Biol***, 3 (2), 181-182.

Rahnama, H., Vakilian, H., Fahimi, H. & Ghareyazie, B. (2011). Enhanced Salt Stress Tolerance in Transgenic Potato Plants (*Solanum tuberosum* L.) expressing a bacterial mtlD gene**. *Acta Physiol. Plant***. 33, 1521–1532.

Ranalli, P., Bizarri, M., Borghi, L., & Mari, M. (1994). Genotypic influence on in vitro induction, dormancy length, advancing age and agronomical performance of potato microtubers (*Solanum tuberosum* L.). ***Annals of Applied Biology***, 125(1), 161-172.

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.

Raspor, M., Motyka, V., Ninković, S., Dobrev, P. I., Malbeck, J., Ćosić, T., ... & Dragićević, I. Č. (2020). Endogenous levels of cytokinins, indole-3-acetic acid and abscisic acid in in vitro grown potato: A contribution to potato hormonomics. ***Scientific Reports***, 10(1), 3437.

Regassa, D., & Basavaraj, N. (2010). Genetic variability studies in potato (Solanum tuberosum L.). ***Karnataka Journal of Agricultural Sciences***, 18(1).

RESTREPO-DIAZ, H., BETANCOURT-OSORIO, J., & SANCHEZ-CANRO, D. (2016). Effect of nitrogen nutritional statuses and waterlogging conditions on growth parameters, nitrogen use efficiency and chlorophyll fluorescence in tamarillo seedlings. ***Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca***, 44(2), 375-381.

Richardson, K.V.A., Wetten, A.C. & Caligari, P.D.S. (2001). Cell and Nuclear Degradation in Root meristems following exposure of Potatoes (*Solarium tuberosum* L.) to salinity. **Potato Res**. 44, 389–399.

Rosen, C. J., Kelling, K. A., Stark, J. C., & Porter, G. A. (2014). Optimizing phosphorus fertilizer management in potato production. ***American Journal of Potato Research***, 91, 145-160.

Roy, S.J., Negrão, S. & Tester, M. (2014). Salt Resistant Crop Plants. Curr. Opin. Biotechnol. 26, 115–124.

Roy, T.S., Chakraborty, R., Parvez, M.N., Mostofa, M., Ferdous, J. and Ahmed, S. (2017). Yield, dry matter and specific gravity of exportable potato: response to salt**. *Universal Journal of Agricultural Research***., 5, 2, 98-103.

Sabbah, S., & Tal, M. (1990). Development of callus and suspension cultures of potato resistant to NaCl and mannitol and their response to stress. ***Plant Cell, Tissue and Organ Culture***, 21, 119-128.

Sahoo, M. R., Devi, T. R., Dasgupta, M., Nongdam, P., & Prakash, N. (2020). Reactive oxygen species scavenging mechanisms associated with polyethylene glycol mediated osmotic stress tolerance in Chinese potato. ***Scientific Reports,*** 10(1), 5404.

Samy, M.M. (2015). Effect of irrigation with saline water on the growth and production of some potato cultivars. ***Sci***., 5,4, 1151-1163.

Sánchez, M. A., Coronado, Y. M., & Coronado, A. C. M. (2020). Androgenic studies in the production of haploids and doubled haploids in Capsicum spp. ***Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín,*** 73(1), 9047-9056.

Santa-Maria, G.E. & Epstein, E. (2001). Potassium/Sodium Selectivity in Wheat and Amphiploid Cross Wheat_Lophopyrum elongatum.***Plant Sci***. 160, 523–534.

Sarker, U. & Oba, S. (**2018**). Drought stress enhances nutritional and bioactive compounds, phenolic acids and antioxidant capacity of Amaranthus leafy vegetable. ***BMC Plant Biol***. 18, 1–15.

Sarker, U., & Oba, S. (2018). Catalase, superoxide dismutase and ascorbate-glutathione cycle enzymes confer drought tolerance of *Amaranthus tricolor*. ***Scientific reports***, 8(1), 16496.

Sarker, U., & Oba, S. (2018). Drought stress effects on growth, ROS markers, compatible solutes, phenolics, flavonoids, and antioxidant activity in *Amaranthus tricolor*. ***Applied biochemistry and biotechnology***, 186, 999-1016.

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.

Seabrook, J. E., Coleman, S., & Levy, D. (1993). Effect of photoperiod on in vitro tuberization of potato (*Solanum tuberosum* L.). ***Plant Cell, Tissue and Organ Culture,*** *34*, 43-51.

Seyed, M., Shahab, J., Bahram, A., Mohammad, Z., Rasool, A.Z. and Majid, K. (2011). Soil salinity alters the morphology in *Catharanthus roseus* and its effects on endogenous mineral constituents. ***Middle-East Journal of Scientific Research***, 7: 07-11

Shahzad, A., Sharma, S., Parveen, S., Saeed, T., Shaheen, A., Akhtar, R., ... & Ahmad, Z. (2017). Historical perspective and basic principles of plant tissue culture. ***Plant biotechnology: principles and applications***, 1-36.

Shani, U., & Dudley, L. M. (2001). Field studies of crop response to water and salt stress. ***Soil Science Society of America Journal***, 65(5), 1522-1528.

Shao, H., Chu, L., Lu, H., Qi, W., Chen, X., Liu, J., ... & Wong, V. (2019). Towards sustainable agriculture for the salt-affected soil***. Land degradation & development,*** 30(5), 574-579.

Shirin, F., Hossain, M., Kabir, M. F., Roy, M., & Sarker, S. R. (2007). Callus induction and plant regeneration from internodal and leaf explants of four potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivars. ***World J. Agric. Sci***, *3*(1), 01-06.

Simko, I., Jansky, S., Stephenson, S., & Spooner, D. (2007). Genetics of resistance to pests and disease. **In *Potato biology and biotechnology*** (pp. 117-155). Elsevier Science BV.

Singh, J., Singh, V., & Sharma, P. C. (2018). Elucidating the role of osmotic, ionic and major salt responsive transcript components towards salinity tolerance in contrasting chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes. ***Physiology and molecular biology of plants***, 24, 441-453.

Soleimani, S. H., Bernard, F., Amini, M., & Khavari-nezhad, R. A. (2020). Cadmium accumulation and alkaloid production of Narcissus tazetta plants grown under *in vitro* condition with cadmium stress. ***Plant Physiology Reports***, 25, 51-57.

Spooner, D. M., & Salas, A. (2006). Structure, biosystematics, and genetic resources. **In *Handbook of potato production, improvement, and postharvest management*** (pp. 1-40). CRC Press.

Srivastava, A. K., Diengdoh, L. C., Rai, R., & Bag, T. K. (2012). Tissue culturetechnology harnessed for potato seed production. ***Keanean J. Sci***, *1*, 80-86.

Stroshine H. & Hammand H. (1994). **Physi-cal properties of agricultural and food materials**. University of Pur-due. Teaching manual

Taffouo, V. D., Nouck, A. H., Dibong, S. D., & Amougou, A. (2010). Effects of salinity stress on seedlings growth, mineral nutrients and total chlorophyll of some tomato (*Lycopersicum esculentum* L.) cultivars. ***African Journal of Biotechnology,*** 9(33).

Tang, R., Niu, S., Zhang, G., Chen, G., Haroon, M., Yang, Q., Rajora, O.P.& Li, X.Q. (2018). Physiological and growth responses of potato cultivars to heat stress. ***Botany***, 96, 897–912.

van Dam, J., Levin, I., Struik, P. C., & Levy, D. (1999). Genetic characterisation of tetraploid potato (*Solanum tuberosum* L.) emphasising genetic control of total glycoalkaloid content in the tubers. ***Euphytica,*** 110, 67-75.

USDA-ARS. United States Department of Agriculture – Agriculture Research Service. 2008. Research Databses. Bibliography on salt tolerance.

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

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.

Wiersema, S. G. (1982). ***Evaluation of technology for production of seed tubers from true potato seed*** (p. 14). CIP.

Wu, X., Liu, Y., Shang, Y., Liu, D., Liesack, W., Cui, Z., ... & Zhang, F. (2021). Peat-vermiculite alters microbiota composition towards increased soil fertility and crop productivity. ***Plant and Soil,*** 1-14.

Yeo, A. R. (1994). Physiological criteria in screening and breeding. ***Soil mineral stresses: approaches to crop improvement***, 37-59.

Zaman, M. S., Quraishi, A., Hassan, G., Ali, R., Khabir, A., & Gul, N. (2001). Meristem culture of potato (*Solanum tuberosum* L.) for production of virus-free plantlets. ***Online J. Bio***. *Sci*, *1*, 898-899.

Zaman, M., Mannan, M., & Samanta, S. (2015). Salt Induced Changes in Dry Matter Accumulation and Yield of Mustard (*Brassica juncea*). ***Bangladesh Agron. J.*** 18, 65–70.

Zhang, H. J., Dong, H. Z., Li, W. J., & Zhang, D. M. (2012). Effects of soil salinity and plant density on yield and leaf senescence of field-grown cotton. ***Journal of Agronomy and Crop Science***, 198(1), 27-37.

Zhang, N., Si, H.J.,Wen, G., Du, H.H., Liu, B.L.,Wang, D. (2011). Enhanced Drought and Salinity Tolerance in Transgenic Potato Plants with a BADH gene from Spinach. ***Plant Biotechnol***. Rep.5, 71–77.

Zhang, Q., Lin, F., Mao, T., Nie, J., Yan, M., Yuan, M., & Zhang, W. (2012). Phosphatidic acid regulates microtubule organization by interacting with MAP65-1 in response to salt stress in Arabidopsis. ***Plant Cell***, 24 (11), 4555-4576. https://doi.org/10.1105/tpc.112.104182

Zhang, Z., Mao, B., Li, H., Zhou, W., Takeuchi, Y. & Yoneyama, K. (**2005**). Effect of Salinity on Physiological Characteristics, Yield and Quality of Microtubers *in vitro* in Potato. Acta Physiol. ***Plant***, 27, 481–489.

Site internet:

FAO, (2008): FAO Land and Plant Nutrition Management Service. Available at http://www.fao.org/ag/agl/agllspush

FAO. (2022). Available online: https://www.fao.org/3/nj015en/nj015en.pdf (accessed on 15 September 2022).

Abstract

This study was carried out in the plant biotechnology laboratory of the National Commission for Biotechnology, Damascus University, in the laboratories of the Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Damascus University, as well as in Abu Jerash farms during the period from 2020 to 2022, with the aim of evaluating the effect of salt stress (NaCl) on Some morphological, physiological, biochemical, and productivity traits of six potato clones issue from callus culture by micropropagation (Svenga v33, Svenga v36, Safari v42, Tarus v44, Tarus v45, Tarus v48) which are grown under salt stress conditions, to determine their tolerance to these conditions after acclimatization to potato clones, that were transferred to the field. Then the plants were treated with different concentrations of sodium chloride salt (0,50,100,150 mM), at a rate of once every three days, for a month. The studied clones varied in their response to salt stress, as salinity caused a decrease in all growth indicators compared to the control. The main plant height was significantly higher for clones Svenja v33(92.27 cm). As for the average leaf area, strain Svenja V36 was significantly higher (66.26mm ^{2}), and as for the number of roots, we find that strain Tarus v44 (19.24 root.plant^{-1}). The reason for increasing the level of salt stress was a significant decline in some biochemical characteristics (leaf chlorophyll content, and carotenoids), and an increasing in others (proline, and the percentage of solutes leaking out through cytoplasmic membranes) compared with control. While the mean leaf content of proline was significantly higher Tarus v48 (0.48 mg.g^{-1}). In terms of productivity, salt stress reduced the number, size and weight of potato tubers, where the average number of tubers were significantly higher in the clone Tarus V48 (7.61 tuber) which totaled 150 mM treatment (6.89 tuber) compared with control (8.56 tuber), on the other hand the average weight and average size were significantly higher in the clone Safari V42 (10.18g, 9.81 cm^{3}, respectively). While the average productivity was significantly higher in the clone Svenga v33, Tarus v48 (0.13 kg.m^{-2}) which totaled 150 mM treatment (0.21 kg.m^{-2}) compared with control (0.04 kg.m^{-2}).

Keywords: potato, salt stress, clones, morphological traits, productivity.

Syrian Arab Republic
Ministry of Higher Education
National Commission for Biotechnology

Syrian Arab Republic
Damascus University
Faculty of Agriculture
Department of Horticulture

Effect of Salt Stress on Some Morphological and Physiological Characters of Some Potato Clones Issue from Callus Culture

This Thesis has been submitted for Master degree (MD)

(Department of Horticulture)

Prepared by

Eng. Rana Omar Hamad

Supervision

Co- Supervisor

Dr. Fahed AL Besky

National commission for Biotechnology (NCBT)

Supervisor

Prof. Khalil Almaarri

Agriculture faculty. Hort. Dep- Damascus University

2023