The Effect of soaking with salicylic acid on some physiological indicators of Chicpea Cicer arietinum L. under conditions of Nacl stress.

Dr. Wafaa khandour*
Dr. Mohammad Najar**
Raghdaa shreky***

(Received 24 / 10 / 2023. Accepted 5 / 3 /2024)

□ ABSTRACT □

Cicer arietinum L. Plant is a economically important crops and is grown all over the world. It is rich carbohydrates, Fats vegetable, Proteins used by human and animal nutrition. Salinity negatively caused adecrease in growth, biomass production, nutrient acquisition and chlorophyll content and also causes a decrease in the levels of enzymatic and non-enzymatic antioxidants in chickpea.

This study was conducted in the Ain al-Bayda area in Latakia Governorate, within greenhouses, in the month of November of the year 2020. The aim of this research was to study the effect of soaking the seeds of the chickpea plant, Ghab 4, before planting, with salicylic acid SA, concentration of 100ppm, for 4 hours, on some physiological indicators (wet weight). And dryness of the shoot, relative moisture content in the leaves, estimation of the chlorophyll content in the leaves and estimation of the sodium and potassium content in the leaves and the ratio K+/Na+) under conditions of NaCl stress using concentrations (50, 100, 200) mM. The results showed a clear significant decrease in the average of all previous indicators except for the sodium content of leaves in salt-stressed plants that were not treated with salicylic acid SA. While the interaction between acid and salt led to a significant increase in the previous indicators and a decrease in the sodium content of the leaves. The interference treatment (50mM-100ppm) achieved the best values for these indicators. This confirms the role of salicylic acid SA in improving vegetative and physiological growth characteristics and thus the possibility of chickpea plant growth under conditions of NaCl stress.

Key Words: Salicylic acid- Cicer arietinum L.- Ghab-4 Varity – Physiological ibdicators.

Copyright **:**Tishreen University journal-Syria, The authors retain the copyright under a CC BY-NC-SA 04

* **Associate Professor- Department of Botany – Faculty of Science- Tishreen university-lattakia- Syria**
****Professor-Department of Botany-Faculty of Science-Aleppo university-Aleppo- Syria.**
*****postgraduate student (Phd) – Faculty of Science- Tishreen university- lattakia- Syria.**

تأثير النقع بحمض الساليسيليكSalicylic acid على بعض المؤشرات الفيزيولوجية لنبات الحمص.*Cicer arietinum*L تحت ظروف إجهاد كلوريد الصوديوم

د. وفاء غندور*

د. محمد نجار**

رغداء شريقي***

(تاريخ الإيداع 24 / 10 / 2023. قبل للنشر في 5 / 3 / 2024)

□ ملخّص □

يعد نبات الحمص .*Cicer arietinum* L من المحاصيل الهامة اقتصادياً فيزرع في جميع أنحاء العالم، وهو غني بالكربوهيدرات والدهون والبروتينات المستخدمة في تغذية الانسان والحيوان. إلا أن مشكلة الملوحة أثرت على نمو هذا النبات بشكل سلبي وأدت إلى انخفاض في الكتلة الحيوية والحصول على المغذيات ومحتوى الكلوروفيل، كما سببت الملوحة انخفاضاً في مستويات مضادات الأكسدة الإنزيمية وغير الإنزيمية.أجريت هذه الدراسة في منطقة عين البيضا في محافظة اللاذقية ضمن البيوت البلاستيكية في شهر تشرين الثاني من العام 2020 وهدف هذا البحث إلى دراسة تأثير نقع بذور نبات الحمص صنف غاب 4 قبل الزراعة بحمض الساليسيليك SA تركيز 100ppm لمدة 4 ساعات في بعض مؤشرات الفيزيولوجية (الوزن الرطب والجاف للمجموع الخضري، المحتوى الرطوبي النسبي في الأوراق، تقدير محتوى الكلوروفيل في الأوراق وتقدير محتوى عنصري الصوديوم والبوتاسيوم في الأوراق و النسبة K^+/Na^+) تحت ظروف الإجهاد الملحي باستخدام التراكيز (50، 100، 200) ppm . أظهرت النتائج انخفاضاً معنوياً واضحاً في متوسط جميع المؤشرات السابقة عدا محتوى الأوراق من عنصر الصوديوم عند النباتات المجهدة وغير المعاملة بحمض الساليسيليك SA. في حين أدى التداخل بين الحمض والملح إلى ارتفاع معنوي في المؤشرات السابقة وانخفاض محتوى الأوراق من عنصر الصوديوم، إذ حققت معاملة التداخل بتراكيز(50mM–100ppm) أفضل القيم عند تلك المؤشرات. الأمر الذي يؤكد على دور حمض الساليسيليك SA في تحسين صفات النمو الخضرية والفيزيولوجية وبالتالي إمكانية نمو نبات الحمص تحت ظروف الإجهاد الملحي

الكلمات المفتاحية: حمض الساليسيليك، نبات الحمص ، صنف غاب 4، المؤشرات الفيزيولوجية.

حقوق النشر : مجلة جامعة تشرين– سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص CC BY–NC–SA 04

* أستاذ مساعد – كلية العلوم – قسم علم الحياة النباتية – جامعة تشرين–اللاذقية– سورية.

**أستاذ –قسم علم الحياة النباتية– كلية العلوم – جامعة حلب – حلب– سورية.

*** طالبة دكتوراه –قسم علم الحياة النباتية – كلية العلوم– جامعة تشرين. اللاذقية– سورية Basharshe862@gmail.com

مقدمة:

سبقت مشكلة الملوحة الحضارة الإنسانية، وربما كانت السبب في انهيار الحضارة السومرية القديمة(Jacobsen and Adams, 1958)، وحتى يومنا هذا ما زالت الملوحة تعد إجهاداً رئيسياً يحد من النمو والتطور في النباتات(Hilal *etal.*,1998). وتظهر ردود فعل النباتات نتيجة زيادة تركيز كلوريد الصوديوم Nacl على شكل تغيرات معقدة ومتكاملة في مورفولوجيا وفيزيولوجية واستقلاب النبات(Rivelli,2002).

تعد دراسة تحمل النباتات للملوحة ذات أهمية تطبيقية كبيرة وخاصة إذا علمنا أنه حوالي 75% من سطح الكرة الأرضية تشغلها مياه المحيطات وتحوي 3–4 % أملاح، وأن 25% من مساحة تربة الأرض مالحة (Kholmanskiy *et al.*,2013).كما تعد الملوحة أحد أهم عوامل الإجهادات غير الحيوية Abiotic Stress المحددة لنمو وإنتاجية النبات، من خلال تأثيرها في الضغط الإنتباجي للورقة، وإنزيمات التركيب الضوئي، والكلوروفيل، وبالتالي القدرة على القيام بعملية التركيب الضوئي (Abdul–Kareem *et al.*,2018).

تقلل التراكيز العالية من الملح الجهد المائي (ترفع الضغط الأسموزي) لمحلول التربة فتسبب إجهاداً مائياً للنبات (شاكر ،2018). كما تسبب الملوحة إجهاداً أيونياً Ion Stress وقد يكون هذا التأثير إما سمياً Toxi effect بسبب تراكم بعض الأيونات في أنسجة النباتات لدرجة السمية (Joneson *et al.*,1996) أو تأثير غذائي Nutritional effect حيث يؤدي تراكم بعض الأيونات إلى خلل في التوازن الأيوني، وإعاقة امتصاص الأيونات الضرورية لنمو النبات (Colin *et al.*,2023).

يعد نبات الحمص *Cicer arietinum* L. أحد أهم المحاصيل البقولية لقيمته الغذائية العالية، وقدرته على تثبيت الآزوت الجوي، بالإضافة لدخوله في دورات زراعية مع محاصيل الحبوب (النجيليات) ، كذلك يفيد في حفظ التربة وتخصيبها (Duke and Kakefuda,1981)، ولكن حساسيته للملوحة تحد من إنتاجيته (هاشم وآخرون،2015).

بلغت المساحة المزروعة في سوريا لنبات الحمص في العام 2016 مقدار 55837 هكتار وبإنتاج 30699 طن. وبينت الدراسات الإحصائية أن المساحة المزروعة بنبات الحمص قد انخفضت بنسبة 54.7%، وانخفض الإنتاج بنسبة 38.6% مقارنة بالعام 2007، حيث بلغت المساحة المزروعة 85590 هكتار وبإنتاج 50044 طن. (المجموعة الإحصائية السنوية الزراعية، 2016)

تعزى أسباب هذا الانخفاض إلى العديد من الأسباب منها: قلة الهطول المطري السنوي، ازدياد تركيز الأملاح الذائبة في التربة، كما أدى تنامي متطلبات الانسان إلى ازدياد الحاجة إلى الري نحو 300% خلال السنوات الأخيرة، الأمر الذي أدى ازدياد ملوحة التربة وتراجع الإنتاجية (Faghih et al.,2019).

يعد حمض الساليسيليك Salicylic acid من الهرمونات النباتية التي دأبت البحوث الحديثة إلى تناوله بالبحث والدراسة لدوره في العديد من العمليات الفيزيولوجية في النبات. وهو ذو طبيعة فينولية، يعمل على تنظيم العديد من هذه العمليات بما في ذلك الإزهار وتنظيم امتصاص الأيونات والتوازن الهرموني، وآلية عمل الثغور (Yang *et al.*,2023)، وله تأثيرات مهمة في نمو وتطور النبات. وهو عبارة عن جزيء إشارة قوي في النبات ويشارك في استنباط ردود الفعل على الإجهاد الحيوي وغير الحيوي (Gorni *et al.*,2020).كما يساهم هذا الحمض في تعديل استجابة النباتات ورفع مستوى مقاومتها للإجهادات البيئية (Liu *et al.*,2022).

تشير أبحاث عدة إلى أن استخدام حمض الساليسيليك يؤثر بشكل إيجابي في عملية التركيب الضوئي (Naz *et al.*,2022; Li *et al.*,2022; Xin *et al.*,2023). حيث بين (Shoukat *et al.*,2023) أن استخدام حمض الساليسيليك رشاً على بادرات نبات الذرة يعمل على زيادة معدل التركيب الضوئي لنباتات الشاهد والنباتات النامية في ظروف الإجهاد الملحي .

وفي تجارب أجريت من قبل (Dolatabadian *etal.*,2009)على نبات الحمص والتي عوملت بحمض الساليسيليك، ومن ثم رويت بتراكيز ملحية متفاوتة من Nacl وجدوا أن هذا الحمض يحسن من إنبات ونمو وتطور الحمص في النباتات الشاهد،والنباتات المعاملة بتراكيز ملحية.

أكد (هاشم وآخرون،2015) أن معاملة نبات الحمص النامي تحت ظروف الإجهاد الملحي قللت من التأثيرات السلبية للتراكيز الملحية العالية في متوسط طول المجموع الخضري والجذري، ومتوسط الوزن الجاف والرطب، ومحتوى الماء النسبي، ومتوسط تركيز الكلوروفيل. وبرهن (Ali *et al.*,2023) في تجاربهم على نبات الحمص أن المعاملة بحمض الساليسيليك والمعرضة للإجهاد NaCl أن هذا الحمض حسّن من صفات النمو الخضرية والفيزيولوجية المدروسة.وتوصل (Ceritoglo *et al.*,2023) أن رش نباتات الحمص النامية في ظروف الإجهاد المائي والملحي زاد من كفاءة تثبيت الآزوت الجوي.

أكد (Karaman,2023) أن نقع بذور الحمص بحمض الساليسيليك ولمدة 4 ساعات وبتركيز 100ppm أن نسبة الإنبات أصبحت ثابتة بنسبة 100% في جميع تراكيز الملوحة بعد 17 يوم من الإنبات.

كما أظهرت نتائج (Pe`rez *et al.*,2023) في تجاربهم على نبات الحمص أن تأثير حمض الساليسيليك عند التركيز 100ppm كان أكثر فعالية من بقية التراكيز المستخدمة تحت ظروف الإجهاد الملحي.

أهمية البحث وأهدافه:

أهمية البحث:

نظراً لزيادة مساحة تملح الأراضي القابلة للزراعة وشح المياه العذبة في كثير من بلدان العالم ولا سيما في سوريا، وأهمية تحسين إنتاجية نبات الحمص *Cicer arietinum* L. صنف غاب 4 في ظل الظروف المتأثرة بالملوحة، فقد هدف هذا البحث إلى:

1-دراسة تأثير عدة تراكيز من NaCl (50، 100، 200) mM على بعض المؤشرات الفيزيولوجية للنبات (الوزن الرطب والجاف للمجموع الخضري، المحتوى الرطوبي النسبي في الأوراق، وكمية الكلوروفيل في الأوراق، ومحتوى الأوراق من عنصري البوتاسيوم والصوديوم).

2-دراسة تأثير نقع بذور الحمص بحمض الساليسيليك قبل الزراعة على المؤشرات السابقة للنباتات النامية تحت ظروف الإجهاد الملحي (Nacl) .

طرائق البحث ومواده:

أُجريت هذه الدراسة في منطقة عين البيضا محافظة اللاذقية (مزرعة خاصة) التي تبعد حوالي 20 كم عن مركز المدينة وترتفع 230 م عن سطح البحر.

المادة النباتية: استخدمت لهذه الدراسة نبات الحمص *Cicer arietinum* L. صنف غاب 4 وهو صنف شتوي تم الحصول عليه من مركز البحوث الزراعية في اللاذقية، يتميز هذا الصنف بأنه متحمل للبرودة، ومقاوم لمرض التبقع البني على الأوراق، ويمكن حصاده آنياً، وحجم بذوره متوسط ذات نوعية جيدة، ويزرع في المناطق ذات الأمطار 300-500مم ، وطول النبات من 40-50 سم، وهو من الأصناف الحساسة للملوحة.

تحضير أرض الزراعة : تمت الزراعة في أرض محروثة ضمن البيوت البلاستيكية بواقع ثمانية خطوط طول كل منها 6 م وبمسافة 45 سم بين الخطوط، و7سم بين البذور في الخط الواحد.سمدت التربة بكمية 20 كغ/هكتار من اليوريا 46%، و80كغ/هكتار من سوبر فوسفات 46%، وذلك بعد تحليل التربة وحساب الاحتياج السمادي.

زرعت بذور الصنف غاب 4 بعروة شتوية في شهر كانون الثاني من العام 2020 وتم حصاد النباتات بعد 85 يوم من الزراعة.

المعاملات المدروسة: تم نقع البذور بحمض الساليسيليكSA تركيز 100ppm ولمدة 4 ساعات في الظلام. وجرى تحضير محلول من كلوريد الصوديوم Nacl بالتراكيز التالية mM(200 ,100 ,50 ,0). وتضمنت الدراسة المعاملات التالية :

	الشاهد C	التراكيز الملحية (Mm)		
حمض SA	الشاهد c	S1 (50)	S2 (100)	S3(200)

المؤشرات المدروسة:

1-الوزن الرطب والجاف للمجموع الخضري (غ): بعد 20 يوم من الزراعة وتم التجفيف على حرارة 70 درجة مئوية ولمدة 72 ساعة .

2-المحتوى الرطوبي النسبي في الأوراق (RWC): باستخدام المعادلة التالية:

RWC (%) = (الوزن الرطب – الوزن الجاف) × 100 / (الوزن المشبع – الوزن الجاف).

3-تقدير محتوى الأوراق من الكلوروفيل a , b (مغ / 1 غ وزن رطب): باستخدام جهاز السبيكتروفوتومتر والمذيب العضوي الأسيتون 85% والمعادلات التالية:(Sini *etal.*,2001)

$$Chlorophyll(a)=10.3*O.D_{663}-0.918*O.D_{644}$$

$$Chlorophyll(b)=19.7*O.D_{644}-3.87*O.D_{663}$$

4- تقدير محتوى الأوراق من عنصر البوتاسيوم والصوديوم باستخدام جهاز قياس اللهب Flame photometer(Noreen and Ashraf ,2008).

تمّ تصميم التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة حيث تضمنت كل معاملة ثلاثة مكررات.

والتحليل الإحصائي باستخدام برنامج SPSS واستخدام تحليل التباين مع اختبار أقل فرق معنوي LSD عند مستوى 5%.

النتائج والمناقشة:

1-الوزن الرطب والجاف للمجموع الخضري:

تبين نتائج الجدول (1) انخفاض معنوي في متوسط قيم الوزن الجاف والرطب للنباتات المجهدة ملحياً، ويزداد هذا الانخفاض مع زيادة تركيز ملح كلوريد الصوديوم لمياه الري، إذ بلغت أقل قيمة لمتوسط الوزن الرطب 20 غ عند المعاملة S3 أي بنسبة انخفاض 95% مقارنة بالنباتات الشاهد، بينما بلغت نسبة الانخفاض في المعاملة (S1, S2) (30%، 80%) على الترتيب مقارنة بالنباتات الشاهد.

كذلك أظهر الجدول (1) انخفاضاً معنوياً في متوسط الوزن الجاف، بلغ أعلاه في المعاملة S3 وبنسبة 94.2% ، أما في المعاملتين (S1,S2) فقد بلغت نسبة الانخفاض (42.8%، 85.7%) على الترتيب مقارنة بالتباتات الشاهد.

ويمكن أن نفسر هذا الانخفاض في قيم الوزن الجاف والرطب للمجموع الخضري بفعل الملوحة إلى أن تراكم أيونات الصوديوم والكلور في التربة من شأنه أن يجعل التربة ذات جهد مائي عالي السلبية، وبالتالي تحتفظ التربة بالماء وتقل جاهزيته للنبات مما يقلل من امتصاص العناصر الغذائية الضرورية للنمو (Nedved *et al.*,2022) ، كما يعزى النقص في الوزن الجاف للمجموع الخضري إلى انخفاض المساحة الورقية، وعدد الأفرع، والأوراق نتيجة التأثير المباشر وغير المباشر للملوحة على جملة من الفعاليات الحيوية كالانقسامات الخلوية، وإنتاج البروتينات، والكاربوهيدرات، فضلاً عن أنها تؤدي إلى زيادة في معدل التنفس الأمر الذي يؤدي إلى زيادة في استهلاك الكاربوهيدرات المختزنة والتي تشكل نسبة عالية من الوزن الجاف (Putra *et al.*,2023).

أما فيما يخص الانخفاض في متوسط قيم الوزن الرطب للمجموع الخضري يمكن أن نفسره إلى تأثير الملوحة في عملية التركيب الضوئي، وعدم انتقال المركبات المستقلبة إلى جميع الخلايا والأنسجة النباتية (Basti,2023) والتأثير السلبي للملوحة على المستوى الخلوي، وعدم توازن المغذيات في التربة، وبالتالي انخفاض كفاءة المجموع الخضري والوزن الرطب (Mohebi *et al.*,2023).

كما وضح الجدول (1) زيادة معنوية في متوسط قيم الوزن الجاف والرطب للنباتات المعاملة بحمض الساليسيليك والمجهدة ملحياً بجميع التراكيز إذ بلغت قيم متوسط الوزن الرطب (360، 140، 100) غ مقارنة بالنباتات غير المعاملة بحمض SA والتي بلغت (280، 80، 20) غ على الترتيب

في حين بلغت متوسط قيم الوزن الجاف (38، 25، 10) غ مقارنة بالنباتات غير المعاملة والتي بلغت (20، 5، 2) غ على الترتيب.

يفسر ذلك بدور حمض الساليسيليك على التقليل من التأثير الضار للملوحة العالية، وزيادة قدرة النبات على تحمل الملوحة(Saeed *et al.*,2023). وتعزى هذه الزيادة المعنوية في الوزن الجاف والرطب إلى زيادة عدد الأوراق وزيادة قطر الأوعية الناقلة في كل من الساق والعرق الوسطي للورقة. وهذا يعود إلى دور الحمض في تنشيط عمليات النقل وزيادة نشاط الكامبيوم الوعائي (Mady *et al.*,2023).كما أن هذه الزيادة تعود إلى دور الحمض في زيادة نمو الجذور ورفع كفاءتها في امتصاص المغذيات وزيادة فعالية التركيب الضوئي مُنعكساً على زيادة نمو النبات وقدرته على إنتاج المادة الجافة.(Jamshidi Jam *et al.*,2023).

تطابقت نتائج بحثنا مع دراسة (Khan*etal.*,2003)على نبات الفاصولياء الخضراء صنف Bronco، ودراسة (Naeem *et al.*,2022) على نبات البندورة و (Ali *et al.*,2023) على نبات الحمص.

الجدول (1) تأثير نقع بذور نبات الحمص صنف غاب 4 بحمض الساليسيليك في الوزن الرطب والجاف للمجموع الخضري تحت ظروف إجهاد Nacl

المؤشرات / المعاملات	الوزن الرطب(غ)	الوزن الجاف (غ)
C	400	35
C+SA	500	40
S1	280	20
S2	80	5
S3	20	2
S1+SA	360	38
S2+SA	140	25
S3+SA	100	10
$LSD_{5\%}$	12.19	5.25

2-محتوى الأوراق من الكلوروفيل a,b (مغ/ 1غ وزن رطب):

تشير نتائج الجدول (2) إلى انخفاض معنوي تركيز الكلوروفيل a, b في الأوراق بازدياد التراكيز الملحية في النباتات غير المعاملة بحمض الساليسيليك مقارنة بالنباتات الشاهد، والنباتات المعاملة بحمض الساليسليك.

إذ بلغت أعلى نسبة الانخفاض في محتوى الأوراق من الكلوروفيل a في المعاملة S3 : 77.6% (بلغت القيمة 0.61 مع/1غ وزن رطب) بينما بلغت متوسط قيم محتوى الأوراق من الكلوروفيل a في المعاملتين (S1,S2) : (1.19، 0.96) مع/1غ وزن رطب على الترتيب مقارنة بالنباتات الشاهد . أي بنسبة (31.7، 56.5)% كذلك أظهر الجدول (2) انخفاض في متوسط قيم محتوى الأوراق من الكلوروفيل b إذ بلغت أعلى قيمة انخفاض في المعاملة S3 : (0.29) مع/1 غ وزن رطب، بينما بلغت هذه القيم في المعاملتين (S1, S2) : (1.04، 0.44) مع /1 غ وزن رطب مقارنة بالنباتات الشاهد (1.45) مع/1غ وزن رطب.

ويمكن تفسير هذا الانخفاض الحاصل للنباتات المجهدة ملحياً إلى حصول اضطراب في التوازن الأيوني داخل النبات مما يؤثر سلباً في امتصاص العناصر التي تدخل في تركيب جزيئة الكلوروفيل كالنتروجين و المغنيزيوم والحديد، كما أن تراكم أيونات الكلور والصوديوم له تأثير تثبيطي في تحطيم أغشية الصانعات الخضراء (Azeem *et al.*,2023) حيث توافقت نتائج دراستنا مع (Abdal-Farid *et al.*,2020) الذي أكد تراكم أيونات الكلور والصوديوم يؤدي إلى تشوه الصانعات الخضراء وتحطيم جزيئة الكلوروفيل، ولاحظ أن الصانعات الخضراء تصبح مع زيادة تركيز الملوحة بدون صفائح الغرانا ، بالإضافة لذلك فإنه مع ازدياد تراكيز الملوحة تزداد نفاذية الأغشية الخلوية بفعل تأثير الملوحة التأكسدي الذي يقلل من تراكم حمض أمينو ليفولينيك Amono levalinic acid الذي يعتبر البادئ لبناء جزيئات اليخضور مما يؤدي لانخفاض محتوى الأوراق من الكلوروفيل

كما أظهرت نتائج الجدول (2) أثر التداخل بين حمض الساليسيليك و الملوحة إذ بلغت متوسط قيم محتوى الأوراق من الكلوروفيل a في المعاملات (S1+AS, S2+SA, S3+SA): (2.67، 2.16، 1.13) مع/1غ وزن رطب مقارنة بالنباتات غير المعاملة بحمض الساليسيليك والتي بلغت :(1.19، 0.96، 0.61) مع/1غ وزن رطب على الترتيب مع المعاملات السابقة.

بينما بلغ متوسط قيم محتوى الأوراق من الكلوروفيل b في المعاملات (S1+SA, S2+SA, S3+SA) :
(1.85، 1.41، 1.08) مع/1غ وزن رطب بالمقارنة مع النباتات غير المعاملة بحمض الساليسيليك والمجهدة ملحياً والتي بلغ متوسط قيم محتوى الأوراق فيها من الكلوروفيل b : (1.04، 0.44، 0.29) مع/1 غ وزن رطب على الترتيب مع المعاملات السابقة

يمكن تفسير الزيادة المعنوية الواضحة لمحتوى الأوراق من الكلوروفيل عند النباتات المعاملة بحمض الساليسيليك بدور هذا الحمض في تصنيع البورفرينات Porphyrinsالتي تدخل في بناء جزيئة الكلوروفيل (محمد و اليونس، 1991)، حيث يُنشط هذا الحمض صبغة الكلوروفيل من خلال تحفيز تكوين صفائح الغرانا Grana، وتطور الصانعات الخضراء (Askari *et al.*,2023)، إذ يثبط إنزيم Chlorophylaseالذي يهدم الصانعات الخضراء (Kwon *et al.*,2019)، ومن حيث كون هذا الحمض مضاد أكسدة للعديد من الجذور الحرّة والناتجة أصلاً عن الإجهاد الملحي فإنه يحمي الصانعات الخضراء من الهدم الناتج أيضاً بسبب الجذور الحرّة، فيزيد من انتاج مضادات الأكسدة مثل Super oxide Dismutase (SOD)، التي تحافظ على الصانعات والأصبغة من التحلل (Zahra *et al.*,2020) .كما أن هذا الحمض يزيد من فعالية إنزيم البيروكسيداز Peroxidase(Chitra *etal.*,2008)، الذي يُعدّ من أهم

إنزيمات الأكسدة والارجاع، حيث يحفز تحول بيروكسيد الهيدروجين إلى الماء مُخلصاً خلايا النبات من أضرار بيروكسيد الهيدروجين إذ يعتبر مصدراً للجذور الحرّة (الراوي وآخرون، 2016).بالإضافة لذلك، فإن لحمض الساليسيليك دوراً في زيادة عملية تركيب البروتين، والأحماض النووية، الأمر الذي أدى زيادة انقسام الصانعات الخضراء، وزيادة الكلوروفيل (Ahmad *et al.*,2020).

الجدول (2) تأثير نقع بذور نبات الحمص صنف غاب4 بحمض الساليسيليك في محتوى الأوراق من الكلوروفيل a,b تحت ظروف إجهاد Nacl

المؤشرات / المعاملات	الكلوروفيل a	الكلوروفيل b
C	2.75	1.45
C+SA	3.21	1.93
S1	1.19	1.04
S2	0.96	0.44
S3	0.61	0.29
S1+SA	2.67	1.85
S2+SA	1.16	1.41
S3+SA	1.13	1.08
$LSD_{5\%}$	0.12	0.13

3-المحتوى الرطوبي النسبي (%RWC):

تظهر نتائج الجدول (3)تفوق النباتات المعاملة بحمض الساليسيليك تركيز 100ppm على نباتات الشاهد و النباتات المعامل بالتراكيز الملحية، كما أظهرت نتائج هذا الجدول انخفاض قيم المحتوى الرطوبي النسبي في الأوراق بزيادة التراكيز الملحية في المعاملات المدروسة (S1, S2, S3) : (45، 35، 20) % مقارنة بالنباتات الشاهد (70%) حيث يمكنا ملاحظة أن أعلى قيمة انخفاض كانت في المعاملة S3 إذ تسبب الملوحة زيادة واضحة في مستوى الجذور الحرة والتي لها تأثير مدمر على الأغشية وتغيير من آلية فتح وإغلاق الثغور

(Khan *et al.*,2020) وانخفاض في عدد الثغور (Khalil *et al.*,2022).وبالإضافة لذلك فإن الملوحة تؤدي لخفض عملية النتح، وزيادة قدرة النبات على الاحتفاظ بالماء، وبالتالي انخفاض المحتوى الرطوبي النسبي

(Ghassemi-Golezani *et al.*,2015) اتفقت هذه النتيجة مع (Fazeli *et al.*,2017)على نبات حبة البركة *Nigella sativa* L. ومع (Arruda *et al.*,2023) على نبات الكاجو *Anacaradium occidentale* L. ومع (Saif *et al.*,2023) على نبات الحمص. كما أوضح الجدول (3) زيادة معنوية في قيم المحتوى الرطوبي النسبي عند النباتات المعاملة بحمض الساليسيليك والمجهدة ملحياً إذ بلغت نسبة الزيادة في متوسط قيم المحتوى الرطوبي النسبي في الأوراق في المعاملات (S1+SA, S2+SA, S3+SA): (56, 58, 45)% مقارنة مع النباتات غير المعاملة بحمض الساليسيليك (45, 35, 20)% وعلى الترتيب حيث أدى هذا التداخل إلى إبراز دور هذا الحمض في خفض معدل النتح وازياد المحتوى الرطوبي النسبي (Saif *et al.*,2023)من خلال تأثيره على عملية فتح وغلق الثغور(Ellouzi *et al.*,2023)، وزيادة عدد الثغور ، و الحفاظ على متانة ونشاط الأغشية الخلوية(El-Ballat *et al.*,2023) واتفقت هذه النتائج مع ماتوصل إليه (Ali *et al.*,2023 و Saif *et al.*,2023)) على أوراق نبات الحمص.

الجدول (3) تأثير نقع بذور نبات الحمص صنف غاب4 بحمض الساليسيليك في المحتوى الرطوبي النسبي اتحت ظروف إجهاد Nacl

المؤشرات / المعاملات	المحتوى الرطوبي النسبي (%)
C	70
C+SA	85
S1	45
S2	40
S3	20
S1+SA	65
S2+SA	58
S3+SA	45
$LSD_{5\%}$	12.92

4-محتوى الأوراق من عنصر البوتاسيوم والصوديوم:

تبين نتائج الجدول (4) أن محتوى الأوراق من البوتاسيوم قد انخفض معنوياً مع زيادة تراكيز الملوحة إذ بلغت متوسط هذه القيم في المعاملات (S1, S2, S3) : (45.2, 37.5, 31.7) % على الترتيب وقد يعود سبب الانخفاض في معدل النسبة المئوية لمحتوى الأوراق من عنصر البوتاسيوم إلى زيادة تركيز عنصر الصوديوم في محلول التربة، مما يؤدي إلى إزاحة عنصر K^+ من منطقة امتصاص الجذور(Khan.,2010). ومن جهة أخرى بنفس الجدول يمكننا ملاحظة ازدياد معنوي لمحتوى الأوراق من عنصر البوتاسيوم في النباتات المعاملة بحمض الساليسيليك في المعاملات (S1+SA, S2+SA, S3+SA): والتي بلغت (73.6, 65.4, 56.9) % مقارنة بالنباتات غير المعاملة (45.2, 37.6, 31.7)% على الترتيب. ويمكن أن نفسر هذه الزيادة بأن حمض الساليسيليك يحفز انتاج الهرمونات المشجعة على النمو في الجذور، مما يؤدي لنمو الجذور الثانوية ، وإعداد الشعيرات الجذرية ومن ثم زيادة كتلة المجموع الخضري لتنتشر في حجم أكبر من التربة، وبالتالي تزداد المساحة السطحية لامتصاص العناصر الغذائية ومنها عنصر البوتاسيوم (Azeem *et al.*,2023). تتفق هذه النتيجة مع ماتوصل إليه (El-Hawary *et al.*,2023) على نبات القمح.

كما يظهر الجدول (4) ازدياد معنوي لمتوسط محتوى الأوراق من عنصر الصوديوم بزيادة التراكيز الملحية في المعاملات المدروسة (S1, S, S3): والتي بلغت (33.4, 62.9, 79.8)% ويمكن تفسير هذه النتائج بزيادة تركيز الصوديوم في المحاليل الملحية المستخدمة إذ يتراكم عنصر الصوديوم في الخلايا بسرعة تحت الظروف الملحية بسبب تعطيل آلية النفاذية للغشاء السيتوبلاسمي، وبما أن امتصاص عنصر الصوديوم يتم بصورة حرة دون بذل جهد فيزداد تراكمه في الخلايا، كذلك يمتاز هذا العنصر بانتقاله السريع في النبات وصولاً إلى الأوراق (Jam *et al.*,2023) تتفق هذه النتيجة مع (Elbagory,2023)على نبات القمح.فيما بين الجدول (4) انخفاض محتوى الأوراق من عنصر الصوديوم في النباتات المعاملة بحمض الساليسليك مقارنة بالنباتات غير المعاملة إذ بلغ متوسط هذه القيم في المعاملات المدروسة (S1+SA, S2+SA, S3+SA) :(19.4, 41.7, 57.3)% مقارنة بالنباتات غير المعاملة (33.4, 62.9, 79.8)% في المعاملات (S1+S2+S3) وعلى الترتيب. وقد يعود سبب الانخفاض في محتوى الأوراق من عنصر الصوديوم عند المعاملة بحمض الساليسيليك بأن هذا الحمض يقلل من تراكيز الصوديوم من خلال

الحد من نفاذيتها عبر الأغشية السيتوبلاسمية وتحسين نفاذية العناصر الضرورية الغذائية عبر التقليل من أكسدة لبيدات الأغشية السيتوبلاسمية بفغل الضرر التأكسدي الناتج من الإجهاد الملحي (Tumer *et al.*,2013).

أما فيما يخص النسبة K^+/Na^+ فقد أظهرت نتائج الجدول (4) انخفاض هذه النسبة في المعاملات (S1, S2, S3) : (1.2, 0.5, 0.3) مقارنة بالنباتات الشاهد (4.34) بينما ارتفعت هذه النسبة في المعاملات (S1+SA, S2+SA, S3+SA) : (1.5, 1.6, 0.6) مقارنة بالنباتات غير المعاملة. اتفقت هذه النتائج مع (هاشم وآخرون،2015).حيث زيادة تركيز عنصر الصوديوم وانخفاض تركيز عنصر البوتاسيوم في النباتات المجهدة بزيادة تركيز الأملاح (أي انخفاض النسبة K^+/Na^+) مما سينعكس بشكل سلبي على العمليات الكيميائية الحيوية التي تجري في الخلية. وتفسير ذلك مرتبط بأهمية عنصر K^+ في تشكيل الضغط الاسموزي والانتباج الخلوي والمحافظة عليهما (Aasim *et al.*,2023)، كماأن المعاملة بحمض الساليسيليك أدت إلى انخفاض كمية الصوديوم في أوراق نباتات الشاهد والنباتات المجهدة (أي زيادة نسبة K^+/Na^+) حيث قلل هذا الحمض من امتصاص عنصر الصوديوم وسميته، وبالتالي الإقلال من ضرر هذا العنصر على الأغشية الخلوية وهذه النتيجة تتفق مع ما توصل إليه: (*Ali et* al.,2023)) إذ لوحظ وجود علاقة إيجابية بين ارتفاع نسبة K^+/Na^+ ومقدرة النبات على تحمل الملوحة.كذلك يوضح الجدول (4) أن نقع البذور بحمض الساليسيليك أدى إلى خفض نسبة البوتاسيوم في أوراق نبات الشاهد و النباتات المجهدة، ولكن وبالرغم من ذلك بقيت نسبة K^+/Na^+ مرتفعة في هذه النباتات أتت هذه النتيجة متوافقة مع (Nabati *et al.*,2023.) على نبات الحمص.

الجدول (3) تأثير نقع بذور نبات الحمص صنف غاب4 بحمض الساليسيليك في محتوى الأوراق من عنصر الصوديوم والبوتاسيوم ونسبة K^+/Na^+ اتحت ظروف إجهاد Nacl

المؤشرات / المعاملات	K^+	Na^+	K^+/Na^+
C	97.3	22.4	4.34
C+SA	95.6	16.5	5.79
S1	45.2	33.4	1.35
S2	37.5	62.9	0.5
S3	31.7	79.8	0.3
S1+SA	43.6	28.4	1.5
S2+SA	35.6	21.7	1.6
S3+SA	26.9	42.2	0.6
$LSD_{5\%}$	3.12	5.02	0.12

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

في ضوء النتائج الحقلية يمكن أن نستنتج :

1-أدت زيادة التركيز الملحي (Nacl) إلى انخفاض واضح في الوزن الرطب والجاف للمجموع الخضري للنبات، وتركيز أصبغة الكلوروفيل في الأوراق، والمحتوى المائي النسبي للأوراق ، ونسبة K^+/Na^+ في الأوراق بالمقارنة مع نباتات الشاهد .

2-خفف نقع بذور نبات الحمص صنف غاب 4 بحمض الساليسيليك تركيز 100ppm ولمدة 4 ساعات من التأثيرات السلبية للملوحة العالية على النباتات، وحسّن كل المؤشرات المذكورة سابقاً وبالتالي يزيد من قدرة النبات على تحمل الملوحة، مما أدى إلى تحسين إنبات ونمو نبات الحمص تحت ظروف إجهاد كلوريد الصوديوم.

3-حققت معاملة التداخل (50mM-100ppm) أفضل القيم عند تلك المؤشرات.

التوصيات:

1-امكانية تطبيق نتائج هذه الدراسة عند زراعة نبات الحمص صنف غاب 4 والري بمياه ذات ملوحة بتراكيز (50، 100) mM وذلك بنقع البذور قبل الزراعة بمحلول لحمض الساليسيليك تركيز 100 ppm لمدة 4 ساعات إذ تؤدي هذه المعاملة إلى تحسين نمو وإنتاجية نبات الحمص في ظروف إجهاد كلوريد الصوديوم .

2- بتطبيق هذه الدراسة على نباتات بقولية أخرى وبنباتات اقل لحساسية للملوحة)

References:

1-المجموعة الإحصائية الزراعية(2016). الجمهورية العربية السورية، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي،مديرية الإحصاء والتخطيط، قسم الإحصاء، الحاسب الآلي.

1-Agricultural Statistical Group (2016). Syrian Arab Republic, Ministry of Agriculture and Agrarian Reform, Directorate of Statistics and Planning, Statistics Department, Computer.

2-شاكر، محمود باقر.(2018). دور حامض الساليسيليك في فعالية الانزيمات المضادة للأكسدة لكالس العنب Vitis viniferd L. صنف حلواني تحت الإجهاد الملحي. مجلة كربلاء للعلوم الزراعية.5(3).45-58.

2- Shaker, Mahmoud Baqir (2018). The role of salicylic acid in the activity of antioxidant enzymes in grape callus Vitis viniferd L. Helwani cultivar under salt stress. Karbala Journal of Agricultural Sciences.5(3).45-58.

3-هاشم، محمد علوان؛ محمود، رضوان محمد؛ محبيس، ناصر حبيب.2015. تأثير المعاملة بحامض الساليسليك في تحسين تحمل بادرات الحنطة (Tritticum aestivum L.) والحمص (Cicer arietinum L.) للإجهاد الملحي. مجلة المثنى للعلوم الزراعية. المجلد 3، العدد 1، الصفحات 6-16.

3-Hashim, Muhammad Alwan; Mahmoud, Radwan Muhammad; Mahbis, Nasser Habib. 2015. The effect of treatment with salicylic acid in improving the tolerance of wheat (Tritticum aestivum L.) and chickpea (Cicer arietinum L.) seedlings to salt stress. Al-Muthanna Journal of Agricultural Sciences. Volume 3, Issue 1, Pages 6-16.

1- Aasim, M., Akin, F., Ali, S. A., Taskin, M. B., Colak, M. S., & Khawar, K. M. (2023). Artificial neural network modeling for deciphering the in vitro induced salt stress tolerance in chickpea (Cicer arietinum L). *Physiology and Molecular Biology of Plants*, *29*(2), 289-304.

2- Abdel-Farid, I. B., Marghany, M. R., Rowezek, M. M., & Sheded, M. G. (2020). Effect of Salinity Stress on Growth and MetabolomicProfiling of Cucumis sativus and Solanum lycopersicum. *Plants*, *9*(11), 1626.

3- Abdul-Kareem, A., Khalil, M. T. S., & AL-Hadidi, K. E. (2018). CHEMICAL COMPOSITION AND SALT LOAD IN RAINWATER OF MOSUL CITY-NINEVEH GOVERNORATE. *Mesopotamia Journal of Agriculture*, *46*(1), 279-285.

4- Ahmad, F., Kamal, A., Singh, A., Ashfaque, F., Alamri, S., & Siddiqui, M. H. (2020). Salicylic acid modulates antioxidant system, defense metabolites, and expression of salt transporter genes in Pisum sativum under salinity stress. *Journal of Plant Growth Regulation*, 1-14.

5- Ali, U., Ullah, S., & Nafees, M. (2023). Resistance induction in chickpea (Cicer arietinum L.) against salinity stress through biochar as a soil amendment and salicylic acid-induced signaling. *Gesunde Pflanzen*, 1-13.

6- Arruda, T. F. D. L., Lima, G. S. D., Silva, A. A. R. D., Azevedo, C. A. V. D., Souza, A. R. D., Soares, L. A. D. A., ... & Saboya, L. M. F. (2023). Salicylic Acid as a Salt Stress Mitigator on Chlorophyll Fluorescence, Photosynthetic Pigments, and Growth of Precocious-Dwarf Cashew in the Post-Grafting Phase. *Plants*, *12*(15), 2783.

7- Askari, M., Hamid, N., Abideen, Z., Zulfiqar, F., Moosa, A., Nafees, M., & El-Keblawy, A. (2023). Exogenous melatonin application stimulates growth, photosynthetic pigments and antioxidant potential of white beans under salinity stress. *South African Journal of Botany*, *160*, 219-228.

8- Azeem, M., Sultana, R., Mahmood, A., Qasim, M., Siddiqui, Z. S., Mumtaz, S., ... & Siddiqui, M. H. (2023). Ascorbic and Salicylic Acids Vitalized Growth, Biochemical Responses, Antioxidant Enzymes, Photosynthetic Efficiency, and Ionic Regulation to Alleviate Salinity Stress in Sorghum bicolor. *Journal of Plant Growth Regulation*, 1-14.

9- Basti, A. (2023). EFFECTS OF NACL SALT STRESS ON BIOMETRIC PARAMETERS IN PISUM VARIETIES. *Бюллетень науки и практики*, *9*(4), 125-130.

10- Ceritoglu, M., Erman, M., Çığ, F., Ceritoglu, F., Uçar, Ö., Soysal, S., & Sabagh, A. E. (2023). Enhancement of Root System Architecture, Seedling Growth, and Germination in Lentil under Salinity Stress by Seed Priming with Silicon and Salicylic Acid.on cicer arietinum L. *Polish Journal of Environmental Studies*, *32*(5).

11- Colin, L., Ruhnow, F., Zhu, J. K., Zhao, C., Zhao, Y., & Persson, S. (2023). The cell biology of primary cell walls during salt stress. *The Plant Cell*, *35*(1), 201-217.

12- Dalataobadiana.A; Sanavl.M; Sharifi .M.(2009). Effect of salicylic acid and salt stress on cicer aritinum L. Sees germination. Acta.Agri: 29(5), 456-464.

13- Duke, S. H., & Kakefuda, G. (1981). Role of the testa in preventing cellular rupture during imbibition of legume seeds. *Plant physiology*, *67*(3), 449-456.

14- Elbagory, M. (2023). Reducing the Adverse Effects of Salt Stress by Utilizing Compost Tea and Effective Microorganisms to Enhance the Growth and Yield of Wheat (Triticum aestivum L.) Plants. *Agronomy*, *13*(3), 823.

15- El-Ballat, E. M., Elsilk, S. E., Ali, H. M., Ali, H. E., Hano, C., & El-Esawi, M. A. (2023). Metal-Resistant PGPR Strain Azospirillum brasilense EMCC1454 Enhances Growth and Chromium Stress Tolerance of Chickpea (Cicer arietinum L.) by Modulating Redox Potential, Osmolytes, El-Hawary, M. M., Hashem, O. S., & Hasanuzzaman, M. (2023). Seed priming and foliar application with ascorbic acid and salicylic acid mitigate

salt stress in wheat. *Agronomy*, *13*(2), 493.Antioxidants, and Stress-Related Gene Expression. *Plants*, *12*(11), 2110.

16- Ellouzi, H., Zorrig, W., Amraoui, S., Oueslati, S., Abdelly, C., Rabhi, M., ... & Hessini, K. (2023). Seed Priming with Salicylic Acid Alleviates Salt Stress Toxicity in Barley by Suppressing ROS Accumulation and Improving Antioxidant Defense Systems, Compared to Halo-and Gibberellin Priming. *Antioxidants*, *12*(9), 1779.

17- Faghih, S., Zarei, A., & Ghobadi, C. (2019). Positive effects of plant growth regulators on physiology responses of Fragaria× ananassa cv.'Camarosa'under salt stress. *International Journal of Fruit Science*, *19*(1), 104-114.

18- Fazeli, A., Zarei, B., & Tahmasebi, Z. (2017). The effect of salinity stress and salicylic acid on some physiological and biochemical traits of Black cumin (Nigella sativa L.). *Iranian Journal of Plant Biology*, *9*(4), 69-84.

19- Ghassemi-Golezani, K., & Hosseinzadeh-Mahootchi, A. (2015). Improving physiological performance of safflower under salt stress by application of salicylic acid and jasmonic acid. *WALIA J*, *31*, 104-109.

20- Gorni, P. H., Pacheco, A. C., Moro, A. L., Silva, J. F. A., Moreli, R. R., de Miranda, G. R., ... & da Silva, R. M. G. (2020). Salicylic acid foliar application increases biomass, nutrient assimilation, primary metabolites and essential oil content in Achillea millefolium L. *Scientia Horticulturae*, *270*, 109436.

21- Hilal, G., Martel-Pelletier, J., Pelletier, J. P., Ranger, P., & Lajeunesse, D. (1998). Osteoblast-like cells from human subchondral osteoarthritic bone demonstrate an altered phenotype in vitro: possible role in subchondral bone sclerosis. *Arthritis & Rheumatism: Official Journal of the American College of Rheumatology*, *41*(5), 891-899.

22- Jacobsen, T., & Adams, R. M. (1958). Salt and Silt in Ancient Mesopotamian Agriculture: Progressive changes in soil salinity and sedimentation contributed to the breakup of past civilizations. *Science*, *128*(3334), 1251-1258.

23- Jam, B. J., Shekari, F., Andalibi, B., Fotovat, R., Jafarian, V., Najafi, J., ... & Mastinu, A. (2023). Impact of silicon foliar application on the growth and physiological traits of Carthamus tinctorius L. exposed to salt stress. *Silicon*, *15*(3), 1235-1245.

24- Jamshidi Jam, B., Shekari, F., Andalibi, B., Fotovat, R., Jafarian, V., & Dolatabadian, A. (2023). The Effects of Salicylic Acid and Silicon on Safflower Seed Yield, Oil Content, and Fatty Acids Composition under Salinity Stress. *Silicon*, 1-14.

25- Joneson, T., White, M. A., Wigler, M. H., & Bar-Sagi, D. (1996). Stimulation of membrane ruffling and MAP kinase activation by distinct effectors of RAS. *Science*, *271*(5250), 810-812.

26- Karaman, R. (2023). Reaction of Chickpea Genotypes to Salinity-Inhibiting Applications at Different Salt Stress Levels. *Gesunde Pflanzen*, 1-9.

27- Khalil, H. A., El-Ansary, D. O., & Ahmed, Z. F. (2022). Mitigation of salinity stress on pomegranate (Punica granatum L. cv. Wonderful) plant using salicylic acid foliar spray. Horticulturae, 8(5), 375.

28- Khan, W., Imran, M., Yaseen, M., ul Haq, T., Jamshaid, M. U., Rukh, S., ... & Ahmad, M. A. (2020). Role of salicylic acid in regulating ethylene and physiological characteristics for alleviating salinity stress on germination, growth and yield of sweet pepper. *PeerJ*, *8*, e8475.

29- Kholmanskiy, A. S., Tilov, A. Z., & Sorokina, E. Y. (2013). Drying kinetics of plant products: Dependence on chemical composition. Journal of Food Engineering, 117(3), 378-382.

30- Kwon, O. K., Mekapogu, M., & Kim, K. S. (2019). Effect of salinity stress on photosynthesis and related physiological responses in carnation (Dianthus caryophyllus). *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, *60*, 831-839.

31- Li, X., Riaz, M., Song, B., Liang, X., & Liu, H. (2022). Exogenous salicylic acid alleviates fomesafen toxicity by improving photosynthetic characteristics and antioxidant defense system in sugar beet. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, *238*, 113587.

32- Liu, J., Qiu, G., Liu, C., Li, H., Chen, X., Fu, Q., ... & Guo, B. (2022). Salicylic acid, a multifaceted hormone, combats abiotic stresses in plants. *Life*, *12*(6), 886.

33- Mady, E., Abd El-Wahed, A. H., Awad, A. H., Asar, T. O., Al-Farga, A., Abd El-Raouf, H. S., ... & Hamada, F. A. (2023). Evaluation of Salicylic Acid Effects on Growth, Biochemical, Yield, and Anatomical Characteristics of Eggplant (Solanum melongena L.) Plants under Salt Stress Conditions. *Agronomy*, *13*(9), 2213.

34- Mohebi, A., Khodadadi, M., Rafezi, R., & Mousavi, S. H. (2023). Study of the effect of salinity stress on morpho-physiological traits in melon (Cucumis melo L.). *Journal of Vegetables Sciences*, *6*(2), 147-158.

35- Nabati, J., Ramezannejad, R., & Mohammad, Z. M. (2023). Screening salinity tolerance of chickpea (Cicer arietinum L.) genotypes in seedling stage. *Journal of Crop Breeding*, 0-0.

36- Naeem, M., Basit, A., Ahmad, I., Mohamed, H. I., & Wasila, H. (2020). Effect of Salicylic Acid and Salinity Stress on the Performance of Tomato Plants. *Gesunde Pflanzen*, *72*(4).

37- Naz, S., Bilal, A., Saddiq, B., Ejaz, S., Ali, S., Ain Haider, S. T., ... & Altaf, M. A. (2022). Foliar application of salicylic acid improved growth, yield, quality and photosynthesis of pea (Pisum sativum L.) by improving antioxidant defense mechanism under saline conditions. *Sustainability*, *14*(21), 14180.

38- Nedved, E. L., Kalatskaja, J. N., Ovchinnikov, I. A., Rybinskaya, E. I., Kraskouski, A. N., Nikalaichuk, V. V., ... & Laman, N. A. (2022). Growth parameters and antioxidant activity in cucumber seedlings with the application of chitosan and hydroxycinnamic acids conjugates under salt stress. *Applied Biochemistry and Microbiology*, *58*(1), 69-76.

39- Noreen, S., & Ashraf, M. (2008). Alleviation of adverse effects of salt stress on sunflower (Helianthus annuus L.) by exogenous application of salicylic acid: growth and photosynthesis. Pak. J. Bot, 40(4), 1657-1663.

40- Pérez-Ramírez, I. F., Escobedo-Alvarez, D. E., Mendoza-Sánchez, M., Rocha-Guzmán, N. E., Reynoso-Camacho, R., Acosta-Gallegos, J. A., & Ramos-Gómez, M. (2023). Phytochemical Profile and Composition of Chickpea (Cicer arietinum L.): Varietal Differences and Effect of Germination under Elicited Conditions. *Plants*, *12*(17), 3093.

41- PUTRA, S. P., SANTOSA, S., & SALSINHA, Y. C. F. (2023). Waterlogging and salinity stress affecting growth and morphological character changes of Limnocharis flava. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, *24*(1).

42- Rivelli, A. R., James, R. A., Munns, R., & Condon, A. T. (2002). Effect of salinity on water relations and growth of wheat genotypes with contrasting sodium uptake. *Functional Plant Biology*, *29*(9), 1065-1074.

43- Saeed, S., Ullah, A., Ullah, S., Elshikh, M. S., Noor, J., Eldin, S. M., ... & Ali, I. (2023). Salicylic Acid and α-Tocopherol Ameliorate Salinity Impact on Wheat. *ACS omega*, *8*(29), 26122-26135.

44- Saif, H. B., Mokarroma, N., Ruma, K. F., Islam, M. A., & Karim, M. R. (2023). Enhancing Chickpea (Cicer arietinum L.) Tolerance to Salinity through Plant Growth Regulators. *Asian Journal of Research in Agriculture and Forestry*, *9*(4), 161-170.

45- Shoukat, S., Tassawar, A., Keyani, R., Zafar, M., Naz, R., Nosheen, A., ... & Ahmad, P. (2023). Exogenous application of sodium hydrosulfide and salicylic acid mitigate salinity stress in maize by regulating ionic balance, biochemical attributes, photosynthetic pigments and some key antioxidants. *South African Journal of Botany*, *158*, 393-404.

46- Turner, N. C., Colmer, T. D., Quealy, J., Pushpavalli, R., Krishnamurthy, L., Kaur, J., ... & Vadez, V. (2013). Salinity tolerance and ion accumulation in chickpea (Cicer arietinum L.) subjected to salt stress. *Plant and Soil*, *365*, 347-361.

47- Wang, X. (2001). The expanding role of mitochondria in apoptosis. *Genes & development*, *15*(22), 2922-2933.

48- Xin, L., Wang, J., & Yang, Q. (2023). Exogenous Salicylic Acid Alleviates Water Deficit Stress by Protecting Photosynthetic System in Maize Seedlings. Agronomy, 13(9), 2443.

49- Yang, H., Fang, R., Luo, L., Yang, W., Huang, Q., Yang, C., ... & Wang, J. (2023). Uncovering the mechanisms of salicylic acid-mediated abiotic stress tolerance in horticultural crops. *Frontiers in Plant Science*, *14*.

50- Zahra, N., Raza, Z. A., & Mahmood, S. (2020). Effect of salinity stress on various growth and physiological attributes of two contrasting maize genotypes. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, *63*.