مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية
المجلد 40 العدد 3 (2024): 55-68

Damascus University Journal of Agricultural Sciences
Vo 40 No.3 (2024): 55-86

استجابة نبات الخيار للمعاملة بحمض الساليسيليك (SA) تحت ظروف الإجهاد المائي

كوثر أبو عسلي[1]، رولا بايرلي[2]، بسام العطا الله[3]

[1]طالبة ماجستير – قسم البساتين-كلية الهندسة الزراعية-جامعة دمشق، دائرة البستنة-مركز البحوث العلمية الزراعية بالسويداء-الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية.

[2]أستاذ مساعد في قسم علوم البستنة- كلية الهندسة الزراعية-جامعة دمشق.

[3]باحث رئيسي- مخبر البروتينات والفيزيولوجيا- مركز البحوث العلمية الزراعية بالسويداء-الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية.

الملخص:

تم تنفيذ البحث في محطة بحوث عرى/ مركز البحوث العلمية الزراعية في السويداء/ الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية/ سورية في عام 2021 بهدف دراسة تأثير معاملة نقع البذور باستخدام حمض الساليسيلك (SA) على الخيار تحت ظروف الإجهاد المائي، تم نقع بذور نبات الخيار (الصنف البلدي) في أربعة تراكيز من حمض الساليسيليك (0، 1، 50، 150 مغ/ ل) لمدة 24 ساعة على درجة حرارة الغرفة ومن ثم تمت الزراعة تحت ثلاث مستويات مختلفة من الري (60، 80، 100% من السعة الحقلية). أظهرت النتائج أن جميع المؤشرات المورفولوجية (طول الساق، عدد الأوراق، الوزنين الجاف والرطب للمجموع الخضري) والفيزيولوجية (تركيز N، P، K) والإنتاجية (عدد الثمار، وزن الثمار، الغلة) المدروسة قد انخفضت مع انخفاض مستوى الري المُطبق، في حين حققت معاملة نقع البذور بحمض الساليسيليك بالتركيزين (50 و150 مغ/ ل) تحسناً ملحوظاً في المؤشرات المذكورة كافة بالمقارنة مع معاملة الشاهد بغض النظر عن السعة الحقلية، كما تفوق التركيز 50 مغ/ ل معنوياً على معاملة الشاهد في المؤشرات المورفولوجية والفيزيولوجية والإنتاجية استجابةً لظروف الإجهاد المائي المختبرة، تلاها التركيز 150 مغ/ ل، وبشكل مشابه تفوق التركيز 50 مغ/ ل في معظم المؤشرات المدروسة استجابةً لظروف الري 100% من السعة الحقلية، فقد حقق التركيز 50 مغ/ ل تفوقاً معنوياً مقارنة مع معاملة الشاهد في الإنتاجية مسجلةً 4856، 5687، 6608 كغ/ هـ مع معاملات الري 60%، 80% و100% من السعة الحقلية على التوالي، ويمكن القول بأن معاملات نقع البذور بحمض الساليسيليك عموماً حققت تحسناً ملحوظاً في المؤشرات المدروسة استجابة للإجهاد المائي على المستوى الحقلي، وخلص البحث إلى أن التركيز 50 مغ/ ل عموماً كان لها أفضل تأثير على معظم المؤشرات المدروسة في ظل ظروف الإجهاد المائي.

الكلمات المفتاحية: الإجهاد المائي، الخيار، حمض السالسيلك، معاملة نقع البذور.

تاريخ الايداع:2022/11/26
تاريخ القبول: 2023/1/24

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

ISSN: 2789-7214 (online)
http://journal.damascusuniversity.edu.sy

Response of Cucumber plant to seed priming with Salicylic acid (SA) under water stress conditions

Kawthar Abou Assali[1], Roula Bayerli[2], Bassam Al Atalah[3]
1Master student/ Horticulture department/ Faculty of Agricultural Engineering/ Damascus University/ Horticulture department/ Sewida Research Center/ General commission for Scientific Agricultural Research (GCSAR)/
2Assistant Doctor/ Horticulture department/ Faculty of Agricultural Engineering/ Damascus University/
3Main Researcher/ Laboratory of Proteins and Physiology/ Sewida Research Center/ GCSAR/ bassamatalah@hotmail.com

Abstract:
the study was carried out at Urah Research Station/ Sewida Agricultural Scientific Research Center/ General Commission for Scientific Agricultural Research/ Syria in 2021 with the aim of studying the effect of seed priming treatment using salicylic acid (SA) on cucumber under water stress conditions, the seeds of cucumber plant were soaked (native cultivar) in four concentrations of SA (0, 1, 50, 150 mg/L) for 24 hours at room temperature, and then cultivated under three different irrigation levels (60, 80, 100% from field capacity). The results showed that all morphological (stem length, number of leaves, vegetative dry and fresh weights), physiological (N, P, K concentration), and productive indicators (number and weight of fruits, yield) decreased with low level of applied irrigation, while soaking seeds with salicylic acid with the two concentrations (50, 150 mg/l) achieved a significant improvement in all the mentioned indicators compared to the control treatment, regardless of the field capacity, and the concentration of 50 mg/L was significantly superior compared to the control treatment in response to tested water stress conditions, followed by 150 mg/ L concentration, and similarly the 50 mg/L was superior in most studied indicators in response to 100% irrigation level, and 50 mg/L concentration has achieved significantly differences compared to the control treatment for yield indicator registering 4856, 5687, 6608 kg/h with irrigation levels 60%, 80% and 100% respectively. It can be said that seed priming treatments using Salicylic acid has achieved generally notable improvement in studied indicators in response to water stress on field level, the research concluded that 50 mg/L treatment generally showed the best effect on most studied indicators under water stress conditions.

Keywords: Water Stress, Cucumber, Salicylic Acid, Seed Priming.

Received: 26/11/2022
Accepted: 24/1/2023

Copyright: Damascus University- Syria, The authors retain the copyright under a CC BY- NC-SA

المقدمة:

يُعد نبات الخيار (*Cucumis sativus L.*) من أهم محاصيل الخضار المزروعة حول العالم (Pal *et al*., 2020, 139)، ويُصنف عالمياً من بين أعلى خمسة محاصيل إنتاجاً (Taha *et al*., 2020, 130)، حيث بلغ إجمالي الإنتاج العالمي لعام 2020 من نبات الخيار 91.3 مليون طن بمساحة 2.26 مليون هكتار (FAOSTAT, 2020)، بينما بلغ على مستوى سورية 182.4 ألف طن بمساحة 10888 هكتار، وغلة 16753 كغ/هكتار (المجموعة الإحصائية السنوية الزراعية، 2020، 34). ينتمي الخيار إلى عائلة *Cucurbitaceae* (Uthpala *et al*., 2019, 447)، ويُعد مصدراً غنياً بالعناصر الغذائية القيمة، والمركبات النشطة حيوياً، حيث يُستخدم كغذاء صحي، ويُستخدم في تحضير الأدوية ومستحضرات التجميل والمبيدات الحشرية (Uthpala *et al*., 2020, 79)، وهو منخفض السعرات الحرارية، ويدخل في صناعة السلطات والمخللات (Sharma *et al*., 2020, 333, 339)، ويحتوي كميات صغيرة من الفيتامينات (K، C، A)، والمعادن (Mg، K، Mn)، والألياف (Chakraborty and Rayalu, 2021, 99).

تتعرض النباتات في الطبيعة باستمرار لإجهادات بيئية مختلفة خلال مراحل نموها (Khodayari *et al*., 2021, 62)، ويُعد الإجهاد المائي من أهم هذه الإجهادات، والذي أصبح أكثر شدةً وتواتراً بسبب التغيرات المناخية المستمرة، وهذا يؤثر سلباً على إنتاجية المحاصيل، ويهدد الأمن الغذائي العالمي (Mphande *et al*., 2020, 1)، كما تُعد منطقة حوض المتوسط من أكثر مناطق العالم عرضةً للإجهاد المائي (Gu *et al*., 2020, 457)، وهذا ما سيؤدي إلى زيادة تواتر وشدة الجفاف مما يحد من إنتاج الزراعة في أراضي حوض المتوسط (Tramblay *et al*., 2020, 4). تتنوع تأثيرات الإجهاد المائي، حيث يؤثر الإجهاد المائي سلباً في عدد من العمليات الحيوية، تمتد من المرحلة الجنينية إلى مرحلة التكاثر والنضج، وله تأثير غير مرغوب في الصفات المورفولوجية والفيزيولوجية والحيوية وعمليات التمثيل الضوئي، وبالتالي فهو يخفض الإنتاجية (Shahriari, 2021, 5353).

تم تحويل الجهود البحثية مؤخراً باتجاه الأدوات الفيزيولوجية قصيرة المدى التي يمكن أن تحسن أداء المحاصيل في ظل ظروف الإجهاد المائي (Devika *et al*., 2021, 1)، وتُعد معاملة نقع البذور قبل الزراعة بحمض الساليسيليك (Seed priming) من أكثر الأدوات الفيزيولوجية قصيرة المدى المستخدمة في إدارة الإجهاد على المحاصيل لتحسين تحمل المحاصيل للإجهاد المائي (Singhal *et al*., 2022, 1)، لكونها تقنية فيزيولوجية بسيطة، منخفضة التكاليف وسهلة التطبيق (Marthandan *et al*., 2020, 12)، ترفع من سوية تحمل النبات تجاه الإجهادات غير الإحيائية المختلفة عن طريق زيادة مستوى نشاط أنزيمات مضادات الأكسدة، وتخفيض الضرر التأكسدي، وتعزيز نمو النبات (Rhaman *et al*., 2021, 1,10)، وقد اكتُشف حمض الساليسيليك (SA) Salicylic acid أو ما يسمى أورثو هيدروكسي بنزويك ($C_7H_6O_3$) لأول مرة في نبات الصفصاف *Salix spp* على شكل أحماض فينولية حرة أو مرتبطة بمركبات أمينية، وهو من المواد النباتية المُنتجة بشكل طبيعي في النبات (Hassoon and Abduljabbar, 2019, 61)، وينظم SA مجموعة كبيرة ومتنوعة من العمليات الفيزيولوجية، والكيميائية الحيوية (Biochemical) في النبات (Soni *et al*., 2021, 701)، ويحقق التوازن بين استجابة النبات للإجهاد وقدرته على النمو والتطور (Bagautdinova *et al*., 2022, 1)، فعلى مستوى الإنبات، استُخدم SA في الكثير من الدراسات بطريقة نقع البذور قبل الزراعة لتحسين التحمل تجاه الإجهاد المائي في الخيار حيث بيّن Baninasab (2010، 191) أن معاملة النقع 0.5 ميلي مول في نبات الخيار أعطت أفضل المؤشرات المورفولوجية مقارنةً مع باقي المعاملات (0.25 و 0.75 و 1 ميلي مول والشاهد) على مستوى الإنبات، و ذلك توافق مع ما قدمه العبيدي (2015، 2) على القمح، حيث تم تطبيق ثلاث تراكيز من حمض الساليسيليك في معاملة النقع (50، 100، 150 مغ/ ل) تحت تأثير ثلاث مستويات من الري (50، 70، 90% من السعة الحقلية) وكان للمعاملة

50 مغ/ ل أفضل النتائج من حيث نسبة الإنبات، وطول الجذير، وطول الرويشة، وقوة البادرة، والوزن الجاف للبادرة، ونسبة الجذير إلى الرويشة مقارنة مع الشاهد على مستوى الإنبات، بينما على المستوى الحقلي عموماً، يوجد ندرة في الدراسات التي تبين تأثير استخدام SA كمعاملة نقع قبل الزراعة على الخضار، وبشكل خاص على نبات الخيار، وقد بينت دراسة Prabha and Negi (2014، 42) على نبات الفليفلة أن معاملة النقع لبذور الفليفلة ب SA (0.25، 0.50، 0.75، 1 ميلي مول) المزروعة، أدت إلى تحسين بعض الصفات المورفولوجية (طول النبات وعدد الأوراق والوزنين الرطب والجاف) والإنتاجية (غلة النبات) استجابةً للإجهاد المائي خاصةً التركيزين 0.5 و0.75 ميلي مول ، وبالمقابل يوجد الكثير من الدراسات التي تبين الأثر الإيجابي للرش الورقي بـ SA في زيادة تحمل النبات للإجهاد المائي، مثل البازلاء، حيث تم تطبيق معاملة الرش الورقي بحمض الساليسيليك (0، 0.25، 0.5، 0.75، 1 ميلي مول) تحت ظرفين مختلفين من الإجهاد المائي (رية واحدة بعد الزراعة مباشرةً ، ري متكرر كل 10 أيام)، وكان لحمض الساليسيليك وخاصة بتركيز 0.5 ميلي مول تأثيراً فعالاً على عدد القرون، ووزن البذور، وطول القرون وعرضها، وإنتاج القرن ضمن النبات، وإنتاجية القرون/ هكتار (Soni *et al*., 2021, 701)، و هذا توافق مع دراسة Opabode وزملاؤه (2019، 731) على الباذنجان، الذي بيّن أن متوسطات مؤشر طول النبات، و عدد الأوراق، والوزنين الرطب والجاف كانت الأفضل عند الري بسعة حقلية 100%، والتي لم تشكل فروق معنوية مع معاملة الرش الورقي بـ SA (2 ميلي مول) نتيجة الإجهاد المائي المطبق مدة 10 أيام، وهذا ما أكدته دراسة Aires وزملاؤه (2022، 1) على البندورة، فقد حققت معاملة الرش الورقي بتراكيز مختلفة من حمض الساليسيليك (0، 0.5، 1، 1.5، 2 ميلي مول) تحت ظروف الإجهاد المائي (وقف الري لمدة 45 يوماً) تحسناً ملحوظاً في محتوى الماء النسبي، وإنتاجية النبات.

يُعد نبات الخيار حساساً للإجهاد المائي، حيث يؤدي انخفاض رطوبة التربة إلى انخفاض إنتاجه وجودته (Mombeini *et al*., 2021, 35)، لذلك يهدف البحث إلى دراسة استجابة نبات الخيار للإجهاد المائي بعد معاملة البذور بحمض الساليسيليك (SA) قبل الزراعة، وتحديد تأثيرها في مجموعة من المؤشرات المورفولوجية والكيميائية والإنتاجية.

مواد البحث وطرائقه:

المادة النباتية:

أُجري البحث على الصنف البلدي من الخيار (*Cucumis Sativus L.*)، والذي تم الحصول على بذوره من الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، وهو صنف محلي، متوسط الإنتاجية، الثمار لونها أخضر فاتح، نسبة النقاوة 95%، يبدأ الإنتاج بعد 45 يوم من الزراعة.

موقع البحث:

تم تنفيذ البحث في محطة بحوث عرى/ مركز البحوث العلمية الزراعية في السويداء/ الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية/ سورية خلال العام 2021، والتي تقع على خط طول 36.34 وخط عرض 32.37، وعلى ارتفاع 1066 م عن سطح البحر، ضمن منطقة الاستقرار الثانية بمعدل هطول مطري سنوي 250 ملم.

ظروف الزراعة:

نُفذت الزراعة على مسافة 2 م بين الخطوط، و40 سم بين النباتات على الخط الواحد، وحُرثت التربة بعمق 35 سم، ثم عُزقت، وسُويت، وزُرعت البذور المعاملة في الحقل بتاريخ 20/ 6/ 2021، كما تمت إضافة السماد المعدني حسب تحليل التربة، وحسب المنصوح به من قبل دائرة الموارد الأرضية/ مركز البحوث العلمية الزراعية في السويداء/ الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية/ سورية، بواقع 115 كغ/ هكتار من السماد المعدني المتوازن (20، 20، 20).

المعاملات:

نُقعت بذور الخيار بتراكيز مختلفة من حمض الساليسيليك (0، 1، 50، 150 مغ/ ل) لمدة 24 ساعة، ثم جُففت حتى ثبات الوزن، وتم زراعة البذور بعد ذلك في الحقل مباشرة، وطُبقت عليها بعد ثلاثة أسابيع من الزراعة مستويات ري مختلفة هي 60% و80% و100% من السعة الحقلية، التي حُسبت وفقاً للطريقة الوزنية (Sutcliffe, 1968)، وتم حساب كمية ماء الري في السعتين 60 و80% كنسبة وتناسب من الكمية المضافة لسعة 100%، وتم الري باستخدام طريقة الري بالتنقيط بمعدل تصريف 4 ل/ ساعة لكل نقاطة.

وبالتالي تكون المعاملات المدروسة هي:

معاملة البذور ب SA بتركيز 0 mg/l + ري النباتات بـ 60، 80، و100% من السعة الحقلية.

معاملة البذور ب SA بتركيز 1 mg/l + ري النباتات بـ 60، 80، و100% من السعة الحقلية. معاملة البذور ب SA بتركيز 50 mg/l + ري النباتات بـ 60، 80، و100% من السعة الحقلية.

معاملة البذور ب SA بتركيز 150 mg/l + ري النباتات بـ 60، 80، و100% من السعة الحقلية.

صُممت التجربة وفق تصميم القطع المنشقة وشملت التجربة 15 معاملة مقسمة على 3 مكررات، احتوى كل مكرر 5 نباتات سليمة، تم قياس المؤشرات كافة في نهاية موسم النمو، وحُللت النتائج باستخدام برنامج التحليل الإحصائي GenStat النسخة 12، ومقارنة الفروقات بين المتوسطات باستخدام اختبار أقل فرق معنوي (LSD) عند مستوى معنوية 5%.

المؤشرات المدروسة:

1. المؤشرات المورفولوجية:

طول الساق(سم): قِيس مؤشر طول النبات باستخدام مسطرة مرقمة من مستوى سطح التربة إلى أعلى نقطة في المجموع الخضري.

عدد الأوراق في النبات: حُسب بعد الأوراق على النبات

الوزن الرطب والجاف للمجموع الخضري(غ): قُدر الوزن الرطب بوزن النبات مباشرةً بعد قطعه على مستوى الأرض تماماً، بينما قُدر الوزن الجاف للنبات بعد وضعها في فرن تجفيف عند درجة حرارة 70م° لمدة 72 ساعة حتى ثبات الوزن، ثم تم أخذ الوزن الجاف.

2. المؤشرات الفيزيولوجية:

تركيز الآزوت (%):

تم تقدير الآزوت تبعاً لـ Jackson (1985) بطريقة الهضم الرطب مع إجراء بعض التعديلات (استخدام الماء الأكسجيني كمعامل هضم عوضاً عن السلينيوم)، وذلك باستخدام كاشف نسلر (Peech *et al*., 1947).

تركيز الفسفور (%):

قدّر الفسفور تبعاً لـ Jackson (1985) بطريقة الهضم الرطب مع إجراء بعض التعديلات (استخدام الماء الأكسجيني كمعامل هضم عوضاً عن السلينيوم)، وذلك باستخدام كاشف بارثون (Reuter and robinson, 1997).

تركيز البوتاسيوم (%):

أُجري على نواتج هضم العينات النباتية السابقة، وذلك باستخدام جهاز مطياف اللهب الطيفي (Tendon, 2005).

3. المؤشرات الإنتاجية:

عدد الثمار/ نبات: تم بعد الثمار المنتجة من كل نبات.

وزن الثمار/ النبات (غ): تم أخذ الوزن الكلي من الثمار المنتجة من كل نبات.

الإنتاجية (كغ/هـ): تم تقدير الإنتاجية وفقاً للعلاقة التالية:

الإنتاجية كغ/هـ = إنتاجية النبات * عدد النباتات في الدنم * 10

النتائج والمناقشة:

تأثير معاملة النقع بحمض الساليسيليك في المؤشرات المورفولوجية:

الجدول (1): تأثير معاملة النقع بحمض الساليسيليك في المؤشرات المورفولوجية لنبات الخيار استجابةً لمعاملات الإجهاد المائي.

		المؤشرات المورفولوجية			
السعة الحقلية%	حمض الساليسيليك مغ/ ل	طول الساق/ سم	عدد الأوراق	الوزن الرطب للمجموع الخضري/ غ	الوزن الجاف للمجموع الخضري/ غ
100	شاهد	116.2^{c}	68.67^{bc}	222.1^{de}	38.14^{de}
	1مغ/ ل	95.7^{de}	56.59^{cd}	181.7^{ef}	31.36^{ef}
	50مغ/ ل	165.9^{a}	105.06^{a}	335.0^{a}	57.05^{a}
	150مغ/ ل	143.2^{b}	90.25^{ab}	282.5^{bc}	49.13^{bc}
80	شاهد	83.9^{e}	49.67^{cd}	166.4^{fg}	28.50^{f}
	1مغ/ ل	85.7^{e}	50.97^{cd}	169.6^{fg}	29.14^{f}
	50مغ/ ل	142.1^{b}	90.11^{ab}	305.8^{ab}	52.40^{ab}
	150مغ/ ل	108.1^{cd}	67.73^{bc}	210.2^{def}	35.73^{ef}
60	شاهد	63.5^{f}	36.74^{d}	121.3^{g}	20.88^{g}
	1مغ/ ل	83.1^{e}	49.12^{cd}	164.9^{fg}	28.35^{fg}
	50مغ/ ل	131.7^{b}	77.36^{abc}	255.1^{cd}	43.88^{cd}
	150مغ/ ل	97.3^{de}	55.50^{cd}	186.2^{ef}	32.20^{ef}
$LSD^{0.05}$		14.92	29.43	49.44	7.528
CV%		8.0	26.1	13.5	11.9

- تشير الأحرف المختلفة في كل عامود إلى وجود فروق معنوية على مستوى دلالة 5%

توضح النتائج الواردة في الجدول (1) انخفاضاً معنوياً في معظم المؤشرات المورفولوجية تحت تأثير معاملات الإجهاد المائي، وبالمقابل حسن نقع البذور بحمض السالسيليك تركيز 50 و150 مغ/ ل من مقاومة النبات، حيث سجلت المعاملة بالتركيز 50 مغ/ ل أعلى قيمة معنوياً بالمقارنة مع الشاهد بالنسبة لجميع المؤشرات، وبلغت في مؤشر طول الساق (165.9 سم)، وعدد الأوراق (105.06 ورقة)، والوزن الرطب (335.0 غ)، والوزن الجاف (57.05 غ) للمجموع الخضري عند مستوى سعة حقلية 100%، وذلك بالمقارنة مع باقي المعاملات المدروسة كافة، كما حقق التركيز 50 مغ/ ل في السعة 80% تفوقاً معنوياً بالنسبة لمؤشري الوزن الرطب والجاف للمجموع الخضري بالمقارنة مع السعة 60%، في حين لم يُظهر فروقاً معنوية بين هاتين السعتين بالنسبة لمؤشري طول الساق وعدد الأوراق. يمكن تفسير التراجع في قيم المؤشرات المورفولوجية بأن نقص الماء أدى إلى خفض في معدل انقسام الخلايا واستطالتها (Avramova *et al*., 2015, 1382)، وبالتالي نقص في امتصاص العناصر المعدنية والنمو، وقد يُعزى ذلك أيضاً إلى أن نقصان الماء أدى إلى خفض في معدل التمثيل الضوئي والعناصر الغذائية ونقص في النمو وبالتالي تخفيض في الغلة (Pinheiro and Chaves, 2011, 869)، وتوافقت هذه النتيجة مع دراسة Nada and Abdelhady (2019، 165) على

الخيار التي بينت أن مؤشر طول الساق وعدد الأوراق والوزن الرطب للمجموع الخضري، وعدد الثمار، ووزن الثمار، والإنتاجية قد انخفضت معنوياً مع انخفاض معدلات الري المستخدمة، في حين أوضحت دراسة Opabode وَزملائه (2019، 724) التأثير الإيجابي للمعاملة بـ SA باستخدام طريقة الرش الورقي في بعض المؤشرات المورفولوجية (طول النبات، وعدد الأوراق، والوزنين الرطب والجاف للمجموع الخضري) في الباذنجان استجابةً لمعاملات الإجهاد المائي المُطبق، وقد يعود سبب تفوق المعاملة 50 مغ/ل إلى دور SA في زيادة نشاط مضادات الأكسدة والأنزيمات التي تعمل على إزالة بعض المركبات الضارة مثل H_2O_2، وإلى مساهمته في الحفاظ على سلامة الأغشية الخلوية، مما يحسن نمو وتطور النبات تحت ظروف الإجهادات غير الحيوية (Emamverdian *et al*., 2020, 1). وربما يُعزى ذلك أيضاً إلى التأثير الإيجابي للـ SA على بعض الهرمونات النباتية كالأوكسين والسيتوكينين والإندول بيوتريك أسيد، التي تؤثر بشكل مباشر في المراحل المختلفة لنمو النبات (Shakirova, 2007, 69)، وهذا ما أكدته دراسة Baninasab (2010، 191) لمعرفة تأثير معاملة نقع بذور الخيار بحمض الساليسيليك في المؤشرات المورفولوجية، كما توافقت هذه النتيجة مع دراسة Prabha and Negi (2014، 42، 44) على نباتات الفليفلة المزروعة، حيث أدت معاملة النقع لبذور الفليفلة ب SA إلى تحسين بعض الصفات المورفولوجية (طول النبات وعدد الأوراق والوزنين الرطب والجاف)، والإنتاجية (غلة النبات) استجابةً للإجهاد المائي. عموماً، حقق التركيز 50 مغ/ ل أعلى القيم في معظم المؤشرات المورفولوجية المدروسة، تلاها التركيز 150 مغ/ل، ويُفسر انخفاض قيم المؤشرات في تركيز 150 مغ/ل بأن عتبة تركيز SA الفعالة تختلف باختلاف التراكيز المستخدمة (Koo e*t al*., 2020, 6)، بالمقابل تتباين عتبة SA بين التنشيط والتثبيط للنمو باختلاف الأنواع النباتية (Li *et al*., 2022, 2)، وهذا ما أكدته دراسة Padmalatha وزملاؤه (2014، 302) على نبات الغلاديوس، حيث تفوق مؤشري طول النبات وعدد الأوراق في معاملة نقع البذور بـ SA (150 ppm) مقارنةً مع الشاهد تحت الظروف الطبيعية، ودراسة Zhu وزملاؤه (2021، 9–10) على الملفوف، حيث سببت معاملة نقع البذور بـ SA (1.38 غ/ ل) زيادة معنوية في طول السويقة مقارنةً مع الشاهد استجابة للإجهاد الحراري والإجهاد المائي معاً.

تأثير معاملة النقع بحمض الساليسيليك في المؤشرات الفيزيولوجية:

الجدول (2): تأثير معاملة النقع بحمض الساليسيليك في المؤشرات الفيزيولوجية لنبات الخيار استجابةً لمعاملات الإجهاد المائي.

		المؤشرات الفيزيولوجية		
السعة الحقلية%	حمض الساليسيليك مغ/ ل	N%	K%	P%
100	شاهد	3.358^{cde}	1.605^{de}	0.5233^{bcd}
	1مغ/ ل	3.411^{cde}	1.968^{abc}	0.5713^{bc}
	50مغ/ ل	4.787^{a}	2.109^{ab}	0.5771^{bc}
	150مغ/ ل	4.302^{ab}	2.184^{a}	0.5211^{bcd}
80	شاهد	3.199^{de}	1.402^{ef}	0.4192^{ef}
	1مغ/ ل	3.135^{de}	1.407^{ef}	0.5084^{cd}
	50مغ/ ل	4.559^{ab}	1.988^{abc}	0.6015^{b}
	150مغ/ ل	4.091^{abc}	1.847^{bcd}	0.4570^{def}
60	شاهد	2.982^{e}	1.155^{f}	0.3965^{f}
	1مغ/ ل	2.954^{e}	1.200^{f}	0.4854^{de}
	50مغ/ ل	3.854^{bcd}	1.805^{bcd}	0.7514^{a}
	150مغ/ ل	3.865^{bcd}	1.730^{cd}	0.4151^{ef}
$LSD^{0.05}$		0.8483	0.3204	0.08482
CV%		13.5	11.1	9.7

- تشير الأحرف المختلفة في كل عامود إلى وجود فروق معنوية على مستوى دلالة 5%

أدت المعاملة بحمض الساليسيليك بالتركيزين 50 و150 مغ/ ل إلى زيادة تركيز كل من عنصري الآزوت والبوتاسيوم في المجموع الخضري معنوياً بالمقارنة مع نباتات الشاهد، في حين أبدى التركيز 50 مغ/ ل أفضل النتائج بالنسبة لتركيز الفسفور بالمقارنة مع الشاهد بغض النظر عن معاملات الإجهاد المائي المدروسة كما هو موضح في الجدول (2)، من جهة أخرى أدت معاملات الإجهاد المائي إلى خفض جميع المؤشرات الفيزيولوجية، حيث انخفض تركيز كل من N و P و K مع انخفاض معدلات الري المطبقة، وقد بيّنت نتائج المؤشرات الفيزيولوجية أن التركيزين 50 و150 مغ/ ل من حمض الساليسيليك قد تفوقا معنوياً بالنسبة لتركيزي الآزوت والبوتاسيوم بالمقارنة مع الشاهد، وذلك في السعات الحقلية كافة (60%، 80%، 100%)، وسُجلت أعلى قيمة بالنسبة للآزوت عند التركيز 50 مغ/ ل (4.787%) تحت مستوى سعة حقلية 100%، بينما حقق التركيز 150 مغ/ ل في السعة الحقلية 100% أعلى قيمة (2.184%) بالنسبة للبوتاسيوم، في حين لم تُظهر التراكيز المختلفة أية فروق معنوية بين السعتين 60% و80%.

من جهة أخرى أحدث التركيز 50 مغ/ ل تفوقاً معنوياً في تركيز الفسفور (0.7514%، 0.6015%) في كلا السعتين 60% و80% على التوالي مقارنةً مع باقي المعاملات ومعاملة الشاهد (0.3965%، 0.4192% على التوالي)، بينما لم تُبدي سعة الـ 100% فروقاً معنوية بين التراكيز المختلفة، وانفرد التركيز 50 مغ/ ل في السعة 60% في التفوق المعنوي مقارنةً مع باقي المعاملات المدروسة في السعات كافة.

يمكن تفسير ارتفاع محتوى العناصر للتركيزين 50 و150 مغ/ ل بالدور المباشر لـ SA في امتصاص العناصر وخاصةً تحت ظروف الإجهاد المائي (Per *et al*., 2017, 221)، وتوافقت هذه النتيجة مع دراسة Munsif وزملاؤه (2021، 1) التي هدفت إلى تقييم تأثير حمض الساليسيليك سواء بطريقة نقع البذور أو عن طريق الرش الورقي على محصول القمح وامتصاص العناصر تحت

ظروف الإجهاد المائي، وأظهرت النتائج أن الاستخدام الورقي ونقع البذور بـ SA أدت إلى زيادة كل من تركيز الآزوت والفسفور والبوتاسيوم سواءً بوجود الإجهاد أو عدم وجوده، ومع دراسة Mehrasa وزملاؤه (2022، 3268) على الفاصولياء البيضاء، ودراسة Ghazi (2017، 223) على الذرة، حيث تم تطبيق معاملة الرش الورقي بحمض الساليسيليك في كل منهما، وذلك تحت ظروف الإجهاد المائي، وأظهرت النتائج انخفاضاً في تركيز العناصر المعدنية للأوراق تحت تأثير الإجهاد المائي بينما كان لمعاملة الرش الورقي بحمض الساليسيليك تأثيراً إيجابياً في المحتوى المعدني، كما جاءت نتائج الدراسة الحالية متوافقة أيضاً مع دراسة Anwar وزملاؤه (2020، 116) على الخيار، حيث سببت معاملة نقع البذور بالجبريلين زيادة في امتصاص العناصر.

تأثير معاملة النقع بحمض الساليسيليك في المؤشرات الإنتاجية:

الجدول (3): تأثير معاملة النقع بحمض الساليسيليك في المؤشرات الإنتاجية لنبات الخيار استجابةً لمعاملات الإجهاد المائي.

		المؤشرات الإنتاجية		
السعة الحقلية%	حمض الساليسيليك مغ/ ل	عدد الثمار/ النبات	وزن الثمار (غ)/ النبات	الإنتاجية (كغ/هـ)
100	شاهد	9.033^{cd}	344.7^{cd}	4308^{cd}
	1مغ/ ل	7.467^{de}	282.9^{def}	3537^{def}
	50مغ/ ل	13.733^{a}	528.7^{a}	6608^{a}
	150مغ/ ل	12.067^{ab}	468.4^{ab}	5855^{ab}
80	شاهد	6.667^{de}	251.6^{fg}	3144^{fg}
	1مغ/ ل	6.700^{de}	253.1^{efg}	3164^{efg}
	50مغ/ ل	12.233^{ab}	454.9^{ab}	5687^{ab}
	150مغ/ ل	9.100^{cd}	343.2^{cde}	4290^{cde}
60	شاهد	4.933^{e}	183.9^{g}	2299^{g}
	1مغ/ ل	6.500^{de}	241.2^{fg}	3015^{fg}
	50مغ/ ل	10.333^{bc}	388.5^{bc}	4856^{bc}
	150مغ/ ل	7.556^{de}	282.6^{def}	3532^{def}
$LSD^{0.05}$		2.740	90.40	1129.9
CV%		18.3	15.9	15.9

- تشير الأحرف المختلفة في كل عامود إلى وجود فروق معنوية على مستوى دلالة 5%

أشارت النتائج في الجدول (3) إلى أن انخفاض معدلات الري كان له تأثير سلبي واضح على المؤشرات الإنتاجية كافة، بينما أدت المعاملة بحمض الساليسيليك بالتركيزين 50 و150 مغ/ ل إلى تحسين الخصائص الإنتاجية المدروسة كافة بالمقارنة مع الشاهد بغض النظر عن السعة الحقلية، كما تفوق التركيزين 50 و150 مغ/ ل معنوياً في كل من عدد الثمار (13.733، 12.067 ثمرة)، ووزن الثمار (528.7، 468.4 غ)، والإنتاجية (6608، 5855 كغ/هـ) على التوالي تحت مستوى السعة الحقلية 100% بالمقارنة مع الشاهد الذي أعطى القيم التالية 9.033 ثمرة، 344.7 غ، 4308 كغ/ هـ بالنسبة لعدد الثمار، ووزن الثمار، والإنتاجية على التوالي. وبشكل مماثل سلك التركيز 50 مغ/ ل نفس السلوك في السعتين الحقليتين 60 و80%، حيث حقق التركيز 50 مغ/ ل تفوقاً معنوياً في المؤشرات الإنتاجية كافة مقارنةً مع باقي المعاملات والشاهد، و لم تظهر نتائج المعاملات المختلفة أية فروق معنوية بين السعتين 60 و80%، ويمكن تفسير ذلك بأن SA يحسن من محتوى الكلوروفيل، ويزيد معدل عملية التمثيل الضوئي (Hayat *et al.*, 2007, 1)، وبالتالي يحسن المؤشرات الإنتاجية، كما أن معاملة نقع البذور عموماً تحفز التعبير عن الكثير من المورثات التي

تُسرع من عملية الإنبات وتجعله متجانساً، مما يعطي نباتات أقوى لديها ذاكرة تحمل للإجهاد تتحفز عند التعرض للإجهاد (Wojtyla *et al.*, 2016, 116)، وبالتالي فإن التأسيس الجيد للنباتات المعاملة بالنقع يجعلها أكثر قدرة على منافسة الأعشاب الضارة، ويزيد من قدرتها على تحمل الإجهاد المائي، وبالتالي يزيد من إنتاجيتها (Singh *et al.*, 2015, 251)، وتتوافق نتيجة هذا البحث مع نتائج Ulfat وزملاؤه (2017، 1239) على القمح، حيث أدت كل من معاملتي نقع البذور المنفصلتين بـ SA والجبريلين إلى تحسين الإنتاجية تحت الظروف الطبيعية وظروف الإجهاد المائي، كما توافقت مع دراسة Qadir وزملاؤه (2019، 762) على البندورة، حيث استخدم الرش الورقي بحمض الساليسيليك تحت ثلاث مستويات ري مختلفة، وأظهرت النتائج أن الرش الورقي ب SA تحت ظروف ري منخفض أعطى نتائج أفضل من حيث عدد الثمار، والإنتاجية، وقطر الثمار مقارنةً مع الشاهد.

الاستنتاجات:

- أدت معاملة بذور نبات الخيار بحمض الساليسيليك إلى تحسين معظم المؤشرات المورفولوجية حيث حقق التركيز 50 مغ/ ل تفوقاً معنوياً في طول الساق، والوزن الرطب والجاف للمجموع الخضري مقارنةً مع باقي المعاملات والشاهد في السعات كافة.
- حسنت المعاملة بحمض الساليسليك المؤشرات الفيزيولوجية والإنتاجية المختلفة استجابةً لمعاملات الإجهاد المائي.
- حقق التركيز 50 مغ/ ل من حمض الساليسيليك أفضل النتائج بالمقارنة مع باقي التراكيز المستخدمة، وذلك تحت جميع مستويات الري المدروسة.

التوصيات:

- معاملة بذور النباتات بحمض الساليسيليك عند الزراعة في المناطق الجافة.
- القيام بأبحاث مستقبلية على المستوى الحقلي حول تأثير معاملة نقع البذور بحمض الساليسيليك على تحمل الإجهاد المائي في نباتات الخضار الأخرى، لمعرفة تأثيرها على صفات النمو والإنتاجية.

التمويل : هذا البحث ممول من جامعة دمشق وفق رقم التمويل (501100020595).

References:

1. العبيدي، بشرى. (2015)، تحفيز بذور الحنطة .L *Triticum aestivum* لتحمل الجفاف. درجة الدكتوراه. فسلجة المحاصيل. المحاصيل الحقلية. كلية الزراعة. جامعة بغداد. بغداد: العراق. 149.
2. وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي. (2020). المجموعة الإحصائية 2020، الباب الثالث: المحاصيل والخضار الصيفية، دمشق، سورية. وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي. عدد الصفحات: 46، ص: 34، الجدول (71).
3. Aires, E. S.; Ferraz, A. K. L.; Carvalho, B. L.; Teixeira, F. P.; Putti, F. F.; De Souza, E. P.; Rodrigues, J. D. and Ono, E. O. (2022). Foliar Application of Salicylic Acid to Mitigate Water Stress in Tomato. Plants, 11(13): 1-16. Basel: Switzerland. MDPI. https://doi.org/10.3390/ plants11131775
4. Anwar, A.; Yu, X. and Li, Y. (2020). Seed Priming as a promising technique to improve growth, chlorophyll, photosynthesis and nutrient contents in cucumber seedlings. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 48(1): 116- 127. DOI:10.15835/nbha48111806.
5. Avramova, V.; AbdElgawad, H.; Zhang, Z.; Fotschki, B.; Casadevall, R.; Vergauwen, L.; Knapen, D.; Taleisnik, E.; Guisez, Y.; Asard, H. and Beemster, G. T. S. (2015). Drought Induces Distinct Growth Response, Protection, and Recovery Mechanisms in the Maize Leaf Growth Zone. Plant Physiology, 169(2): 1382–1396. American Society of Plant Biologists.
6. Bagautdinova, Z. Z.; Omelyanchuk, N.; Tyapkin, A. V.; Kovrizhnykh, V. V.; Lavrekha, V. V. and Zemlyanskaya, E. V. (2022). Salicylic Acid in Root Growth and Development. International Journal of Molecular Sciences, 23(4): 1-26. Basel: Switzerland. MDPI. https://doi.org/10.3390/ijms23042228
7. Baninasab, B. (2010). Induction of drought tolerance by salicylic acid in seedlings of cucumber (*Cucumis sativus* L.). Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 85(3): 191- 196. DOI:10.1080/14620316.2010.11512653
8. Chakraborty, S. and Rayalu, S. (2021). Health Beneficial Effects of Cucumber. Edited by Haiping Wang. Cucumber Economic Values and Its Cultivation and Breeding. pp: 1-228. United Kingdom. London. IntechOpen. Available from: https://www.intechopen.com/books/9704 doi: 10.5772/intechopen.87508.
9. Devika, O. S.; Singh, S.; Sarkar, D.; Barnwal, P. P.; Suman, J. and Rakshit, A. (2021). Seed Priming: A Potential Supplement in Integrated Resource Management Under Fragile Intensive Ecosystems. Frontiers in Sustainable Food Systems, 5: 1-11. Sec. Agroecology and Ecosystem Services. doi: 10.3389/fsufs.2021.654001
10. Emamverdian, A.; Ding, Y. and Mokhberdoran, F. (2020). The role of salicylic acid and gibberellin signaling in plant responses to abiotic stress with an emphasis on heavy metals. Plant Signaling & Behavior, 15(7): 1-10. Taylor & Francis Group. DOI:10.1080/15592324.2020.1777372
11. FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2020). Crops and livestock products. https://www.fao.org/faostat/en/#data /QCL/visualize. Accessed 14 October 2022.
12. Ghazi, D. A. (2017). Impact of Drought Stress on Maize (*Zea mays*) Plant in Presence or Absence of Salicylic Acid Spraying. Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering, 8(6): 223 – 229. Mansoura, Egypt. researchgate.
13. Gu, L.; Chen, J.; Yin, J.; Sullivan, S. C.; Wang, H.; Guo, S.; Zhang, L. and Kim, J. (2020). Projected increases in magnitude and socioeconomic exposure of global droughts in 1.5 and 2C warmer climates. Hydrology and Earth System Sciences, 24: 451–472. Puplished by Copernicus Puplications on behalf of the European Geosciences Union. https://doi.org/10.5194/hess-24-451-2020
14. Hassoon, A. S. and Abduljabbar, I. A. (2019). Review on the Role of Salicylic Acid in Plants. Edited by Mirza Hasanuzzaman, Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira Filho, Masayuki Fujita and Thiago

Assis Rodrigues Nogueira. Sustainable Crop Production. pp: 61-66. London: United Kingdom. IntechOpen. Print ISBN 978-1-78985-317-9online ISBN 978-1-78985-318-6.

15. Hayat, S.; Ali, B. and Ahmad, A. (2007). Salicylic Acid: Biosynthesis, Metabolism and Physiological Role in Plants. Edited by S. Hayat and A. Ahmad. Salicylic Acid: A Plant Hormone. pp: 1-14. Dordrecht: The Netherlands. Springer.
16. Jackson M. L. (1985). soil chemical Analysis-advanced course, 2nd edn.M. L. Jackson, Madison,Wi.
17. Khodayari, S.; Nematollahi, N.; Abedini, F. and Rasouli, F. (2021). The response of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) to salinity and drought stresses and life table parameters of Tetranychus urticae Koch reared on it. Systematic and Applied Acarology, 26(1): 62-74. BioOne Complete. DOI: https://doi.org/10.11158/saa.26.1.4
18. Koo, Y. M.; Heo, Y. and Choi, H. W. (2020). Salicylic Acid as a Safe Plant Protector and Growth Regulator. The Plant Pathology Journal, 36(1): 1-10. Korea. The Korean Society of Plant Pathology.
19. Li, A.; Sun, X. and Liu, L. (2022). Action of Salicylic Acid on Plant Growth. Frontiers in Plant Science, 13: 1-7.
20. Marthandan, V.; Geetha, R.; Kumutha, K.; Renganathan, V. G.; Karthikeyan, A. and Ramalingam, J. (2020). Seed priming: a feasible strategy to enhance drought tolerance in crop plants. International Journal of Molecular Sciences, 21(21): 1-23. Basel: Switzerland. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). doi: 10.3390/ijms21218258.
21. Mehrasa, H.; Farnia, A.; Kenarsari, M. J. and Nakhjavan, S. (2022). Endophytic Bacteria and SA Application Improve Growth, Biochemical Properties, and Nutrient Uptake in White Beans Under Drought Stress. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 22: 3268–3279. Springer. https://doi.org/10.1007/s42729-022-00884-y.
22. Mombeini, M.; Ansari, N. A.; Abdossi, V. and Naseri, A. (2021). Reducing destructive effects of drought stress on cucumber through seed priming with silicic acid, pyridoxine, and ascorbic acid along with foliar spraying with silicic acid. Agriculturae Conspectus Scientificus, 86(1): 35-49. Croatia. Portal of Croatian scientific and professional journals.
23. Mphande, W.; Kettlewell, P. S.; Grove, I. G. and Farrell, A. D. (2020). The potential of antitranspirants in drought management of arable crops: A review. Agricultural Water Management, 236: 1-70. Elsevier. ISSN 0378-3774, https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106143.
24. Munsif, F.; Farooq, U.; Arif, M.; Shah, T.; Jehangir, M.; Zaheer, S.; Akhtar, K.; Khan, M. S.; Ahmad, I.; Ahmad, W.; Ali, S. and Amir, R. (2021). Potassium and salicylic acid function synergistically to promote the drought resilience through upregulation of antioxidant profile for enhancing potassium use efficiency and wheat yield. Annals of Applied Biology, 180: 1-10. Wileyonlinelibrary.
25. Nada, M. M. and Abdelhady, M. (2019). Influence of Salicylic Acid on Cucumber Plants under Different Irrigation Levels. Journal of Plant Production, 10(2): 165-171. Mansoura: Egypt. Mahmoud Abdelhady DOI:10.21608/jpp.2019.36246
26. Opabode, J. T.; Okewale, M. O.; Ibrahim, O. R. and Dosumu, A. F. (2019). Growth, Biochemical and Physiological Responses of Water-stressed African Eggplant Seedlings to Exogenous Salicylic Acid. Asian Journal of Biological Sciences, 12(4): 724-732. Science Alert.DOI: 10.3923/ajbs.2019.724.732
27. Padmalatha, T.; Reddy, G.; Chandrasekhar, R.; Shankar, S. and Chaturvedi, A. (2014). Effect of Pre Planting Treatment of Corms With Chemicals and Plant Growth Regulators on Vegetative Growth, Flowering and Post Harvest Life in Gladiolus. Indian Journal of Agricultural Research, 48(4): 301-306. doi:10.5958/0976-058X.2014.00664.7
28. Pal, A.; Adhikary, R.; Shankar, T.; Sahu, A. K. and Maitra, S., (2020). Cultivation of Cucumber in Greenhouse. Edited by Sagar Maitra, Dinkar J Gaikwad and Tanmoy Shankar. Protected Cultivation and Smart Agriculture. pp: 139-145. New Delhi: India. New Delhi Publishers. ISBN: 978-81-948993-2-7, DOI: 10.30954/NDP-PCSA.2020.14.

29. Peech, M.; Alexander, L. T.; Dean, L. A. and Reed, J. F. (1947). Methods of soil analysis for soil fertility investigations. U.S.Dept.Agr.C.757.P.25.
30. Per, T. S.; Mehar, F.; Asgher, M.; Javied, S. And Khan, N. A. (2017). Salicylic Acid and Nutrients Interplay in Abiotic Stress Tolerance. Edited by Rahat Nazar, Noushina Iqbal, Nafees A. Khan. Salicylic Acid: A Multifaceted Hormone. pp: 221-237. Doi: 10.1007/978-981-10-6068-7_11.
31. Pinheiro, C. and Chaves, M. M. (2011). Photosynthesis and drought: Can we make metabolic connections from available data?. Journal of Experimental Botany, 62(3): 869–882. Oxford University Press.
32. Prabha, D. and Negi, Y. K. (2014). "Seed Treatment with Salicylic Acid Enhance Drought Tolerance in Capsicum". World Journal of Agricultural Research, 2(2): 42-46. Science and Education Puplishing. doi:10.12691/wjar-2-2-2. Available online at http://pubs.sciepub.com/wjar/2/2/2.
33. Qadir, A.; Anjum, M. A.; Nawaz, A.; Ejaz, S.; Altaf, M. A.; Shahid, R. and Hassan, A. (2019). Growth of Cherry Tomato in Response to Salicylic Acid and Glycinebetaine under Water Stress Condition. Middle East Journal of Agriculture Research, 8(3): 762-775. Current Research Web.
34. Reuter, D. J. and robinson, J. B. (1997). Plant analysis: an interpretation manual (2nd edition). CSIRO publ., Australia.
35. Rhaman, M. S.; Imran, S.; Rauf, F.; Khatun, M.; Baskin, C. C.; Murata, Y. and Hasanuzzaman, M. (2021). Seed Priming With Phytohormones: An Effective Approach for the Mitigation of Abiotic Stress. Plants, 10: 1-17. Basel: Switzerland. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). https://doi.org/10.3390/plants 10010037
36. Shahriari, Y.; (2021). Plant Drought Stress: Fromimpact Of Drought Stress On Plant Morphological, Biochemical And Physiological Features To Role Of Nutrients In Drought Stress Alleviation. Natural Volatiles & Essent. Olis, 8(4): 5344-5369. Aliva Global Research and Development.
37. Shakirova, F. M. (2007). Role of Hormonal System in the Manifestation of Growth Promoting and Antistress Action of Salicylic Acid. Edited by S. Hayat and A. Ahmad. Salicylic Acid: A Plant Hormone. pp: 69-89. Dordrecht: The Netherlands. Springer.
38. Sharma, V.; Sharma, L. and Sandhu, K. S. (2020). Cucumber (*Cucumis sativus* L.). Edited by Gulzar Ahmad Nayik and Amir Gull. Antioxidants in Vegetables and Nuts - Properties and Health Benefits. pp: 333-340. Singapore. Springer Nature Singapore. https://doi.org10.1007/978-981-15-7470-2
39. Singh, H.; Jassal, R. K.; Kang, J.; Sandhu, S. S.; Kang, H. and Grewal, K. (2015). Seed priming techniques in field crops -A review. Agricultural Reviews, 36(4): 251–264. Ludhiana: India. Agricultural Research Communication centre. doi: 10.18805/ag.v36i4.6662
40. Singhal, R. K.; Saha, D.; Mishra, U. N.; Dey, P.; Pandey, S.; Chauhan, J.; Choyal, P.; Mehta, B.; Md, P.; Gupta, N. and Kumar, P. (2022). Drought stress responses and inducing tolerance by seed priming approach in plants. Plant Stress, 4: 1-14. Elsevier. ISSN2667064X. https://doi.org/10.1016/j.stress. 2022.100066
41. Soni, P.; Nair, R.; Jain, S. and Sahu, R. (2021). Salicylic acid induced drought tolerance and yield stability under water deficit stress condition in pea (*Pisum sativum* L. var. *Kashi Nandni*). The Pharma Innovation Journal, 10(10): 701-705. The Pharma Innovation journal. ISSN (E): 2277- 7695. ISSN (P): 2349-8242. www.thepharmajournal.com
42. Sutcliffe, J. (1968). Plants and water. Studies in biology no. 14. 2nd. pp:81.
43. Taha, N.; Abdalla, N.; Bayoumi, Y. and El-Ramady, H. (2020). Management of Greenhouse Cucumber Production under Arid Environmets: A Review. Environment, Biodiversity & Soil Security (EBSS), 4: 123-136. National Information and Documentation Center (NIDOC).
44. Tendon, H. L. S. (2005). Methods of analysis of soils, plants, waters, fertilizers and organic manures. New Delhi: India. Fertiliser Development and Consultation Organization.
45. Tramblay, Y.; Koutroulis, A.; Samaniego, L.; Vicente-Serrano, S. M.; Volaire, F.; Boone, A.; Le Page, M.; Carmen Llasat, M.; Albergel, C.; Burak, S.; Cailleret, M.; Cindric K. K.; Davi, H.; Dupuy,

J.; Greve, P.; Grillakis, M.; Hanich, L.; Jarlan, L.; Martin-StPaul, N.; Martinez Vilalta, J.; Mouillot, F.; Pulido Velazquez, D.; Quintana-Segui, P.; Renard, D.; Turco, M.; Turkes, M.; Trigo, R.; Vidal, J.; Vilagrosa, A.; Zribi, M. and Polcher, J. (2020) Challenges for drought assessment in the Mediterranean region under future climate scenarios. Earth-Science Reviews, 210: 1-53. Montpellier: France. Elsevier. https://doi.org/10.1016/j.earscirev2020.103348.

46. Ulfat, A.; Majid, S. and Hameed, A. (2017). Hormonal Seed Priming Improves Wheat (*Triticum aestivum* L.) Field Performance Under Drought and Non-Stress Conditions. Pakistan Journal of Botany, 49(4): 1239-1253.
47. Uthpala, T. G. G.; Marapana, R. A. U. J.; Lakmini, K. P. C. and Wettimuny, D. C. (2020). Nutritional Bioactive Compounds and Health Benefits of Fresh and Processed Cucumber (*Cucumis Sativus* L.). Sumerianz Journal of Biotechnology, 3(9): 75-82. ISSN(e): 2617-3050, ISSN(p): 2617-3123 Website: https://www.sumerianz.com. DOI:10.13140/RG.2.2. 17510.04161
48. Uthpala, T. G. G.; Marapana, R. A. U. J.; Rathnayake, A. R. M. H. A. and Maduwanthi, S. D. T. (2019). "Cucumber vegetable as a brine fermented pickle."Edited by Ivi Chakraborty, Prodyut Kumar Paul, Arghya Mani, Arun Kumar Tiwary and K. Prasad. Trends and Prospects in Processing of Horticultural Crops. pp: 447-462. New Delhi. India. Today and Tomorrow's Printers and Publishers.
49. Wojtyla, Ł.; Lechowska, K.; Kubala, S. and Garnczarska M. (2016). Molecular processes induced in primed seeds-increasing the potential to stabilize crop yields under drought conditions. Journal of Plant Physiology, 203: 116-126. Elsevier GmbH. doi: 10.1016/j.jplph.2016.04.008.
50. Zhu, Z. H.; Sami, A.; Xu, Q. Q.; Wu, L. L.; Zheng, W. Y.; Chen, Z. P.; Jin, X. Z.; Zhang, H.; Li, Y.; Yu, Y. and Zhou, K. J. (2021). Effects of seed priming treatments on the germination and development of two rapeseed (*Brassica napus* L.) varieties under the co-influence of low temperature and drought. Plos One, 16 (9): 1-24. e0257236. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0257236