مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية
المجلد 40 العدد 3 (2024): 213-226

Damascus University Journal of Agricultural Sciences
Vo 40 No.3 (2024): 213-226

دراسة تأثير الرش الورقي بحمض السالسيليك في بعض الصفات المورفولوجية والإنتاجية للهجينين فيستفال وكماروزا المزروعين في ظروف الإجهاد المائي

عنود تينه[1]، حسان عبيد[2]

[1] معيدة، طالبة دكتوراه، قسم علوم البستنة، كلية الزراعة، جامعة دمشق.

[2] أستاذ، قسم علوم البستنة، كلية الزراعة، جامعة دمشق، سورية.

الملخص:

نفذ البحث في مزرعة أبي جرش التابعة لكلية الزراعة – جامعة دمشق، في صالة بلاستيكية، وأجريت التحاليل المخبرية في مخابر (فيزيولوجيا النبات ومخبر تخزين الحاصلات البستانية) التابعة لقسم علوم البستنة – كلية الزراعة – جامعة دمشق، ومخابر الهيئة العامة للتقانات الحيوية. تمت الزراعة لثلاث مواسم متتالية (2018– 2019– 2020) بهدف دراسة تأثير الرش الورقي بخمسة تراكيز من حمض السالسيليك وثلاث مستويات من الري (100%، 75%، 50% من السعة الحقلية) في بعض المعايير المورفولوجية والإنتاجية لهجينين من الفريز (فيستفال وكماروزا). أدى النقص في كمية مياه الري إلى خفض مؤشرات النمو (عدد الأوراق، المساحة الورقية، عدد المدادات)، حيث انخفضت المساحة الورقية في كلا الهجينين فيستفال وكماروزا عند مستوى الري 50% (18.38 و14.77 سم2، على الترتيب) بالمقارنة مع الشاهد في كل منهما. كما أدى الإجهاد المائي إلى نقص في الإنتاجية للهجينين، فقد انخفضت إنتاجية النبات عند مستوي ري75 و50% في الهجين فيستفال بنسبة 33.88 و58.02%، على الترتيب، وفي الهجين كماروزا بنسبة 32.40 و74.25%، على الترتيب بالمقارنة مع الشاهد (558.34 و473.39غ/نبات، على الترتيب). ساعد الرش الورقي بحمض الساليسيليك في تحسين تحمل نباتات الفريز للإجهاد المائي. فقد زاد النمو الخضري (عدد الأوراق، المساحة الورقية، عدد المدادات)، كما أدّت معاملات الرش الورقي بحمض الساليسيليك، عند خفض مستوى الري إلى 75% و50%، إلى تحسين الإنتاجية في كلا الهجينين Festeval و Camarosa، بمقدار تروح بين 1.4 و1,3 مرّة بالمقارنة مع النباتات غير المعاملة (318.05 و267.65 غ/ نبات،على الترتيب).

الكلمات المفتاحية: الإجهاد المائي، الفريز، حمض السالسيليك، النمو، الإنتاجية.

تاريخ الايداع:2022/11/30
تاريخ القبول: 2023/2/1

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

Effect of Foliar Spray of Salicylic Acid on some morphological and productivity characteristics of Tow Strawberry Cultivars under Water Stress Conditions

Anoud Tena[1], Hassan Obaed[2]

[1] PhD student, Horticultural department, Faculty of Agriculture, Damascus University.

[2]Professor at the Horticultural department, Faculty of Agriculture, Damascus University.

Abstract:

The research was carried out in the farm of Abu Jarash, Faculty of Agriculture - Damascus University, and the chemical analyzsis wwas conducted in the laboratories of the Faculty of Agriculture, Damascus University, and the laboratories of the National commission for Biotechnology (NCBT). The cultivation was carried out for three consecutive seasons 2018-2019-2020, to study the effect of foliar spraying with five concentrations of salicylic acid (0, 0.12, 0.25, 0.5, 1 Mm), and three levels of irrigation (100, 75 and 50% of the field capacity on some morphological and productivity characteristics of two strawberry hybrids "Festival and Camarosa".

The decrease in the amount of irrigation water led to a decrease in the plant growth parameters (number of leaves, leaf area and number of runners), as the leaf area decreased in both hybrids, at irrigation level 50% (18.38 and 14.77 cm2, respectively) compared with the control (35.04 and 31.41 cm2, respectively). The plant productivity also decreased at irrigation level of 75 and 50% in the hybrid Festival by 33.88 and 58.02%, respectively, and in the hybrid Camarosa by 74.25 and 32.40%, respectively, compared to the corresponding control for each hybrid (558.34 and 473.39 g/plant, respectively). Foliar spraying with salicylic acid improved the tolerance of strawberry plants to water stress. Vegetative growth increased (number of leaves, leaf area, number of runners). In addition, foliar spraying with salicylic acid, when the irrigation level was reduced to 75% and 50%, improved productivity in both hybrids, "Festival and Camarosa", by 1.4 and 1.3 times compared to the untreated plants (318.05 and 267.65 g/plant, respectively).

Keyword: Strawberry, Water Stress, Salicylic Acid, Growth, Productivity.

Received: 30/11/2022
Accepted: 1/2/2023

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

المقدمة والدراسة المرجعية:

الفريز من الخضار الهامة التي يتم استهلاكها في جميع أنحاء العالم، خلال العقدين الماضيين تضاعف الإنتاج العالمي من ثمار الفريز وتوسعت مناطق زراعته(Giampier *et al.*, 2012; Simpon., 2018)؛ نظرًا للعائد الاقتصادي الكبير، وزيادة الطلب عليه لكثرة فوائده الغذائية والطبية، وقد بلغ الإنتاج العالمي للفريز حوالي 8.337.099 طن(FAOSTAT., 2020).

تؤثر الإجهادات اللاحيوية (الجفاف– الملوحة– الفيضانات– نقص العناصر) بشكل سلبي في نمو وإنتاجية وجودة المحاصيل الزراعية في كافة أنحاء العالم فتقلل من غلتها إلى مايقارب 50% مما يهدد الأمن الغذائي العالمي (Boyre,1982, 443; Singhal *et al*., 2016, 59; Biareh *et al*., 2022, 52).

يعد الجفاف، الإجهاد البيئي الأكثر أهميةً حيث تعاني معظم دول العالم النامية والمتقدمة من مشكلة ندرة المياه (Pennisi., 2008,171 ; Gholami and Zahedi., 2019, 2057)، وفي السنوات الأخيرة امتد الجفاف إلى نطاق واسع نتيجة ظاهرة الإحتباس الحراري (Ceccarelli *et al*., 2010, 627; Field 2014) حتى أصبح حوالي 90% من الأراضي الصالحة للزراعة في العالم معرضة للإجهاد المائي (Kaur and Kumar., 2020, 352)، مما جعله أحد التهديدات الرئيسية للإنتاج الزراعي الذي يعتبر المستهلك الأساسي للمياه (Cramer *et al*.,2007, 111; Fereres and Soriano., 2007;Osakabe *et al*., 2014, 1; Bakhsh and Hussain., 2015, 24; Zhu., 2016, 313).

أثبتت الدراسات أن النباتات هي أكثر الكائنات الحية تأثراً بالإجهاد المائي فهو يخفض من نموها ويؤخر تطورها وينقص إنتاجيتها (Ullah *et al*., 2018, 328, 2019, 109; Sirisuntornlak *et al*., 2019, 197; Ilyas., *et al*, 2021, 926)، لذا فهي تحاول التكيف مع ظروف نقص الماء بإحداث تغيرات في صفاتها المورفولوجية والفيزيولوجية والجزيئية (Ilyas *et al*, 2021, 926)، وتختلف قدرة النبات على الإستجابة لظروف الإجهاد المائي وفقاً لنمطه الوراثي ومرحلة نموه وحسب شدة الإجهاد ومدته (Chaves *et al*., 2003). يعتبر نبات الفريز من النباتات الحساسة للإجهاد المائي نظرا لطبيعته المورفولوجية، فهو يمتلك مسطحاً ورقيا كبيراً وثماره ذات محتوى مائي مرتفع بينما له مجموعاً جذرياً سطحياً (Klamkowski and Treder., 2006; Grant *et al*., 2010; Perin *et al*., 2019)، وجد Thachom وآخرون (2019، 87) في بحث قاموا به على عدة أصناف من الفريز (كماروزا –فيستيفال –نيترادون) لدراسة تأثيرات الإجهاد المائي في المواصفات المورفولوجية والفيزيولوجية باستخدام عدة تراكيز من مادة بولي إتيلين غليكول (PEG)، هي عبارة عن مركب مرن خامل كيميائيًا واستقلابيًا قابل للذوبان بالماء يستخدم لتكوين ضغط أسموزي مرتفع، بأن المجموع الخضري والجذري والوزن الرطب والجاف للنموات الخضرية والجذور ومحتوى الماء النسبي في الأوراق قد انخفضت نتيجة الإجهاد المائي. بينت الدراسات أن أصناف الفريز تتباين في تحملها للإجهاد المائي (Grant *et al*. , 2010, 264) وفي طريقة استجابتها وردود أفعالها (Gine Bordonaba and Terry., 2010, 1020; Klamkowski and Treder, 2008, 186). ركزت الأبحاث الحديثة على استخدام مواد منتجة طبيعاً لتحسين نمو واستجابة النباتات لظروف الإجهاد المائي مثل حمض السالسيليك والبرولين وحمض الجاسمونيك وغيرها (Chakma et al, 2021., Ilyas et al, 2021, 926).

اعتبر حمض السالسيليك مركب هام في تحمل النباتات للإجهادات اللاحيوية وخاصة الجفاف و الملوحة (Hayat *et al*., 2010, 14; Khan *et al*., 2015, 1; Latif *et al*., 2016, 325; Bijanzadeh *et al*., 2019, 1483; Maghsoudi *et al*., 2019, 36; Miao *et al*., 2020, 1) من خلال دوره المنظم لعمليات الإستقلاب الغذائي والأنشطة الفيزيولوجية المختلفة داخل النبات وتشجيعه لعمليات النمو، وهذا ما توصل إليه (Ghaderi *et al*., 2015, 167) عند استخدام الرش الورقي بحمض السالسيليك على صنف

الفريز (كردستان) المزروع في ظروف إجهاد مائي حيث ازداد عدد الأوراق وتحسنت إنتاجية النبات مقارنة بالنباتات غير المرشوشة. أكدت الدراسة التي قام بها (Ghaderi *et al*., 2015, 170) بأن تأثير الرش بحمض السالسيليك على نبات الفريز تختلف باختلاف الصنف فقد كان الصنف كردستان أكثر تأثراً بالمعاملة بحمض السالسيليك من الصنف (الملكة أليسا) عند زراعتهما في ظروف إجهاد مائي.

لذلك فقد هدف بحثنا إلى دراسة استجابة الهجينين فيستفال وكماروزا لمستويات إجهاد مائي مختلفة، وتقييم دور حمض السالسيليك في تحمل الإجهاد المائي بالإضافة الى معرفة التركيز الأكثر فعالية في تحمل الإجهاد المائي.

مواد البحث وطرائقه:

المادة النباتية: أجريت الدراسة على هجيني الفريز:

فيستيفال: صنف أمريكي يتميز بثماره الكبيرة الحجم مخروطية الشكل ذات اللون الأحمر القاتم.

كماروزا: من أهم الهجن المدخلة من كاليفورنيا، وهو من نباتات النهار القصير، ذو نمو خضري قوي جداً، ثماره كبيرة الحجم متجانسة الشكل واللون والطعم ذات محتوى عالي من السكر لامعة ذات صلابة عالية تتحمل التداول والتخزين.

طريقة العمل والمعاملات:

زُرعت الشتول (مكتملة النمو التي تحمل خمس أوراق حقيقية) في أصص بلاستيكية قطرها 40 سم مملوءة بخلطة مكونة من تربة عادة وتورب بنسبة (2:1) وذلك بعد القيام بتعقيم الشتول والتربة بمبيد فطري، ورويت الشتول بعد الزراعة مباشرة وبعد أسبوعين من التشتيل (حيث تجاوزت النباتات صدمة التشتيل وكونت مجموعاً جذرياً جديداً) أُخضعت النباتات لثلاث مستويات من السعة الحقلية هي (100% و75% و50%) وتمت معاملة النباتات بحمض السالسيليك رشاً على الأوراق وفق التراكيز التالية (0، 0.12، 0.25، 0.50، 1 ميلي مول) وتم تكرار الرش كل 15 يوم استمرت التجربة حتى نهاية الموسم. وبذلك يكون لدينا عشرين معاملة لكل صنف: نباتات مروية 100% وغير مرشوشة بحمض الساليسيليك

نباتات مروية 100% سيتم رشها بحمض الساليسيليك بتركيز 0,12Mm

نباتات مروية 100% سيتم رشها بحمض الساليسيليك بتركيز 0,25Mm

نباتات مروية 100% سيتم رشها بحمض الساليسيليك بتركيز 0,5Mm

نباتات مروية 100%من السعة الحقلية سيتم رشها بحمض الساليسيليك بتركيز1Mm.

نباتات مروية 75%من السعة الحقلية غير مرشوشة بحمض الساليسيليك.

نباتات مروية 75% من السعة الحقلية سيتم رشها بحمض الساليسيليك بتركيز 0,12Mm.

نباتات مروية 75% من السعة الحقلية سيتم رشها بحمض الساليسيليك بتركيز 0,25Mm.

نباتات مروية 75%من السعة الحقلية سيتم رشها بحمض الساليسيليك بتركيز 0,5Mm .

نباتات مروية 75%من السعة الحقلية سيتم رشها بحمض الساليسيليك بتركيز1Mm.

نباتات مروية 50% من السعة الحقلية غير مرشوشة بحمض الساليسيليك.

نباتات مروية 50% من السعة الحقلية سيتم رشها بحمض الساليسيليك بتركيز 0,12Mm.

نباتات مروية 50% من السعة الحقلية سيتم رشها بحمض الساليسيليك بتركيز 0,25Mm.

نباتات مروية 50% من السعة الحقلية سيتم رشها بحمض الساليسيليك بتركيز 0,5Mm.
نباتات مروية 50% من السعة الحقلية سيتم رشها بحمض الساليسيليك بتركيز1Mm. بمعدل ثلاث مكررات لكل معاملة وكل مكرر يحتوي خمسة عشر نباتات .

تمت الزراعة في فصل الربيع خلال المواسم (2021 -2020 -2019) في البيت المحمي الموجود في مزرعة أبي جرش التابعة لكلية الزراعة في جامعة دمشق وأجريت التحاليل الكيميائية في مخبر فيزيولوجيا النبات ومخبر تخزين الحاصلات البستانية، كررت التجربة لتأكيد النتائج وأخذت القراءات كمتوسط لثلاث مواسم.

المؤشرات المدروسة:

- **مؤشرات مورفولوجية:**

1. **متوسط عدد الأوراق (ورقة / نبات):** حيث تم أخذ العدد الأولي للأوراق في بداية التجربة وكرر العد مرة كل أسبوع لحساب الأوراق الجديدة وحسب عدد الأوراق في نهاية التجربة (مجموع عدد الأوراق النهائي– عدد الأوراق البدائي).
2. **المساحة الورقية:** تم أخذ خمس أوراق محيطية مكتملة النمو من كل نبات في المكرر وبشكل عشوائي وأخذ لها صور بواسطة جهاز الماسح الضوئي scanner بعد وضعها على ورقة A4 التي تم عليها تحديد خط بطول 10سم كما هو موضح في الشكل (1) ثم قيست المساحة الورقية عن طريق برنامج معالجة الصور View scion image وقدرت المساحة الورقية بواحدة (سم^2/ورقة).
3. **عدد المدادات المتشكلة في كل نبات (مدادة/ نبات):** في نهاية التجربة تم حساب عدد المدادات بأخذ 6 نباتات/ مكرر.
4. **متوسط عدد الأزهار المتشكلة على النبات:** عُدّت الأزهار على 10 نباتات/ مكرر وحُسب المتوسط في نهاية التجربة.

- **مؤشرات الإنتاجية:**

5- **عدد الثمار العاقدة على النبات (ثمرة/ النبات):** عُدّت الثمار وحُسب المتوسط في نهاية التجربة. وتمت القراءة على 10 نباتات/ مكرر.

6- **إنتاجية النبات (غ/ نبات):** قدرت إنتاجية النبات الواحد (غ / نبات) بوزن جميع الثمار من 5 نبات/المكرر.

التصميم التجريبي والتحليل الإحصائي:

صُمّمت التّجربة وفق القطع المنشقة، بحيث احتوت على 3 مستويات من السعة الحقلية، وعلى هجينين من الفريز، و5 تراكيز من حمض الساليسيليك، وتم تكرار كل معاملة ثلاث مرات وفي كل مكرر 15 نبات تم مقارنة المتوسطات باستخدام تحليل التباين ANOVA باستعمال اختبار Fisher وأقل فرق معنوي LSD عند مستوى ثقة 95% باستخدام برنامج R-Project version R-2.5.6.

النتائج والمناقشة:

1. تأثير معاملات الإجهاد المائي والرش الورقي بحمض الساليسيليك في متوسط عدد الأوراق الكلي على النبات (ورقة/ نبات):

يبين الجدول (1) أن الاجهاد المائي أدى إلى تناقص تدريجي في عدد الأوراق. ففي الهجين فيستفال، انخفض هذا المؤشر بمقدار 1.2 و1.6 مرة في معاملة الاجهاد 75 و50%، على الترتيب بالمقارنة مع الشاهد. بينما أدى الرش بحمض الساليسليك لزيادة عدد الأوراق، حيث حققت معاملة الرش (0.5 Mm) أعلى عدد للأوراق مسجلة بذلك فروق معنوية مع جميع معاملات الرش ماعدا معاملة (1Mm). فيما يتعلق بتأثير الرش بحمض الساليسليك في تحمل النبات للاجهاد (تفاعل حمض*اجهاد)، يلاحظ من الجدول (1) أن الرش بحمض الساليسليك عند مستوى اجهاد 75% يؤثر معنوياً عند التركيزين (0.5 و1 ميلي مول)، بالمقارنة مع عدم الرش عند نفس المستوى، بينما يؤثر معنوياً عند مستوى اجهاد 50% عند التراكيز(0.25، 0.5، 1ميلي مول)، بالمقارنة مع عدم الرش عند نفس المستوى.

الجدول(1): تأثير الرش الورقي بحمض السالسيليك في متوسط عدد أوراق الهجينين فيستفال وكماروزا المعرضين لمستويات مختلفة من الإجهاد المائي (ورقة/نبات)

الصنف	تركيز حمض الساليسيليك	عدد الأوراق على النبات (ورقة/نبات)			متوسط معاملة الحمض
		معاملة الإجهاد (% من السعة الحقلية)			
		100	75	50	
فيستفال	0	25.82^{de}	21.80^{gh}	15.00^{k}	**20.87^{D}**
	0.12Mm	26.40^{cd}	22.20^{g}	15.60^{jk}	**21.40^{CD}**
	0.25Mm	28.08^{bc}	23.20fg	17.20^{j}	**22.83^{BC}**
	0.5Mm	30.88^{a}	25.00d^{ef}	20.20^{hi}	**25.36^{A}**
	1Mm	29.60^{ab}	24.20^{ef}	19.60^{i}	**24.47^{AB}**
متوسط معاملة الاجهاد		**28.16^{A}**	**23.28^{B}**	**17.52^{C}**	
$LSD_{\%5}$		لمعاملة الاجهاد 1.26، لمعاملة حمض الساليسيليك 1.80، للتفاعل 1.85			
كماروزا	0	24.60^{d}	21.00^{f}	14.60^{h}	**20.06^{B}**
	0.12Mm	25.20^{cd}	21.00^{f}	15.00^{h}	**20.40^{B}**
	0.25Mm	26.00^{bc}	21.80^{f}	15.80^{h}	**21.20^{B}**
	0.5Mm	27.40^{a}	24.00d^{e}	18.40^{g}	**23.27^{A}**
	1Mm	27.00^{ab}	23.20e	18.00^{g}	**22.73^{A}**
متوسط معاملة الاجهاد		**26.04^{A}**	**22.20^{B}**	**16.36^{C}**	
$LSD_{\%5}$		لمعاملة الاجهاد 0.90، لمعاملة حمض الساليسيليك 1.20، للتفاعل 1.26			

*يشير اختلاف الأحرف الكبيرة في العمود والسطر الواحد، على التوالي إلى وجود فروق معنوية حسب متوسط معاملة الاجهاد ومعاملة الرش بحمض الساليسيليك. بينما يشير اختلاف الأحرف الصغيرة في الأعمدة والسطور إلى وجود فروق معنوية بين تفاعل معاملة الاجهاد مع حالة النبات، عند مستوى ثقة 95%.

يلاحظ من الجدول (1) أن استجابة الهجين كماروزا للاجهاد المائي أخذت نفس منحى الهجين فيستفال، إذ أدى الاجهاد المائي لتناقص تدريجي ومعنوي في عدد الأوراق. حيث بلغ هذا المؤشر 22.20 و16.36 ورقة/ نبات في معاملتي الاجهاد 75 و50%، على الترتيب، بالمقارنة مع الشاهد (26.04 ورقة/ نبات). أدى الرش بحمض الساليسليك بالتركيزين (0.5 و1 ميلي مول) لزيادة عدد الأوراق معنوياً بالمقارنة مع جميع التراكيز. بالنسبة للتفاعل، يلاحظ أنه لايتحقق التأثير المعنوي والايجابي للرش بحمض الساليسليك في عدد الأوراق إلا عند التراكيز(0.5 و1 ميلي مول)، سواء عند وجود الاجهاد المائي بمستوى 75% أو 50 %. تتوافق نتائجنا مع ما توصل إليه Hayat وآخرون (2010، 23).

2. تأثير معاملات الإجهاد المائي والرش الورقي بحمض الساليسيليك في متوسط المساحة الورقية (سم2):

نلاحظ من الجدول(2) انخفاض المساحة الورقية لنباتات الهجينين فيستفال وكماروزا مع انخفاض كمية الري المقدمة للنبات، حيث ظهرت بين نباتات الهجين فيستفال المزروعة في مستويات مختلفة من الإجهاد المائي فروقات معنوية ($P< 0.05$) في صفة المساحة الورقية، فكان متوسط المساحة الورقية الأعلى معنوياً عند نباتات الشاهد (35.04سم^2)، أما نباتات المستوى 50% فكانت هي الأقل من حيث المساحة الورقية (18.38سم^2). كلما زادت شدة الإجهاد المائي على النبات أدى ذلك إلى نقص كمية المياه الممتصة إلى داخل النبات والمستخدمة في العمليات الإستقلابية والنمو حيث ينخفض معدل انقسام الخلايا النباتية واستطالتها وبالتالي يتناقص نمو الأعضاء ويصغر حجمها بما في ذلك الأوراق. كان لمعاملات الرش الورقي بحمض السالسيليك (0.12، 0.5، 1) دور فعال في زيادة المساحة الورقية لنباتات الهجين فيستفال، حيث سجلت جميعها فروقاً معنوية بالمقارنة مع النباتات غير المرشوشة، وكانت المعاملتين (0.5 و1 ميلي مول) هي الأعلى معنوياً. وهذا يتفق مع نتائج الدراسات (Hayat, 2010, 14) بأن معاملة الرش الورقي بحمض السالسيليك أدت إلى زيادة المساحة الورقية للنباتات. بالتالي فإن الرش الورقي بحمض السالسيليك بتركيز 0.5Mm ساعد على مقاومة الإجهاد والحفاظ على النمو الخضري.

بالنظر إلى نتائج التحليل الإحصائي للتفاعل بين معاملات الرش الورقي بحمض السالسيليك ومستويات الإجهاد المائي، يتبين بأن الرش بالتراكيز (0.25 و0.5 و1 ميلي مول) حقق زيادة معنوية في متوسط المساحة الورقية للنباتات عند كافة مستويات الإجهاد المائي، عند المستوى 75% ساعدت معاملة الرش (0.5Mm) النباتات في الحفاظ على المساحة الورقية كما لو أن النبات يروى رياً كاملاً فهي لم تسجل فرقاً معنوياً مع نباتات الشاهد 100% غير المعاملة بالحمض.

كان للإجهاد المائي نفس التأثير السلبي في متوسط المساحة الورقية لنباتات الهجين كماروزا، فقد انخفضت مساحة الأوراق في النباتات المروية 50% انخفاضاً معنوياً مقارنة مع نباتات الشاهد، أما معاملات الرش الورقي بحمض السالسيليك فقد سجلت فيما بينها فروقاً معنوية وتفوقت معاملة (0.5Mm) على باقي المعاملات.

الجدول (2): تأثير معاملات الإجهاد المائي والرش الورقي بحمض الساليسيليك في متوسط المساحة الورقية (سم^2)

الصنف	تركيز حمض الساليسيليك	المساحة الورقية			
		معاملة الإجهاد (% من السعة الحقلية)			متوسط معاملة الحمض
		100	75	50	
فيستفال	0	32.60^{cd}	24.62^{f}	14.88^{i}	**24.03^{C}**
	0.12Mm	33.40^{bc}	26.16^{f}	16.10^{i}	**25.22^{C}**
	0.25Mm	34.40^{b}	28.38^{e}	18.70^{h}	**27.16^{B}**
	0.5Mm	38.20^{a}	31.42^{d}	21.44g	**30.35^{A}**
	1Mm	36.60^{a}	29.50^{e}	20.76^{g}	**28.95^{A}**
متوسط معاملة الاجهاد		**35.04^{A}**	**28.02^{B}**	**18.38^{C}**	
$LSD_{\%5}$		لمعاملة الاجهاد 1.50، لمعاملة حمض الساليسيليك 1.59، للتفاعل 1.63			
كماروزا	0	28.94^{d}	19.73^{h}	12.78^{l}	**20.48^{D}**
	0.12Mm	29.73^{d}	21.16^{g}	13.23^{l}	**21.37^{D}**
	0.25Mm	31.19^{c}	22.28^{f}	14.48^{k}	**22.65^{C}**
	0.5Mm	34.50^{a}	25.36^{e}	17.56^{i}	**25.81^{A}**
	1Mm	32.69^{b}	24.54^{e}	15.82^{j}	**24.35^{B}**
متوسط معاملة الاجهاد		**31.41^{A}**	**22.62^{B}**	**14.77^{C}**	
$LSD_{\%5}$		لمعاملة الاجهاد 0.99، لمعاملة حمض الساليسيليك 1.03، للتفاعل 1.06			

*يشير اختلاف الأحرف الكبيرة في العمود والسطر الواحد، على التوالي إلى وجود فروق معنوية حسب متوسط معاملة الاجهاد ومعاملة الرش بحمض الساليسيليك. بينما يشير اختلاف الأحرف الصغيرة في الأعمدة والسطور إلى وجود فروق معنوية بين تفاعل معاملة الاجهاد مع حالة النبات، عند مستوى ثقة 95%.

كان للرش بحمض السالسيليك وفق التراكيز المدروسة أثراً واضحاً في تحسين المساحة الورقية لنباتات الهجين كماروزا عند جميع مستويات الإجهاد المائي المدروسة، عند المستوى 50% ساهمت معاملات الرش بحمض السالسيليك بزيادة المساحة الورقية للنباتات وكانت المعاملة (0.5Mm) هي المتفوقة معنوياً (17.56سم^2) بالمقارنة مع النباتات غير المعاملة عند نفس المستوى. فالإجهاد المائي يضعف النمو الخضري للنبات وبالتالي تقل قدرته على استهلاك الضوء والقيام بعملية الإصطناع الضوئي وتكوين المدخرات الغذائية مما يقلل قدرتها على إعطاء الإزهار وتكوين الثمار.

يعمل حمض السالسيليك على تحسين الصفات المورفولوجية للنباتات المعرض للإجهاد المائي حيث يزيد من عدد الأوراق والمساحة الورقية ويزيد من قدرة النبات على تكوين المدخرات الغذائية مما يشجع على الإزهار وعقد الثمار(Kalaki *et al.*, 2014).

3. تأثير معاملات الإجهاد المائي والرش الورقي بحمض الساليسيليك في عدد المدادات (مدادة/نبات):

في الوقت الذي لم تسجل فيه معاملات الإجهاد المائي فروق معنوية فيما بينها ولا مع المروي 100% بالنسبة لعدد المدادات المتشكلة على نباتات الهجين فيستفال، كان لمعاملات الرش الورقي بحمض السالسيليك بالتركيزين (0.5 و 1 ميلي مول) تأثير ايجابي من خلال زيادة هذا المؤشر معنوياً بالمقارنة مع غير المعاملة. بالنسبة للتفاعل، يظهر من الجدول (7) أن الرش بحمض السالسيليك بتركيزين (0.5 و1ميلي مول) يخفض من تأثير الاجهاد المائي في عدد المددادت عند الري بمستوى 50%، بينما ليس له تأثير يذكر عندما يتم الري بمستوى 75%.

الجدول (3) : تأثير معاملات الإجهاد والرش بحمض الساليسيليك في عدد المدادات (مدادة/نبات):

الصنف	تركيز حمض الساليسيليك	عدد المدادات (مدادة/نبات)			متوسط معاملة الحمض
		معاملة الري (% من السعة الحقلية)			
		100	75	50	
فيستفال	0	1.40^{ab}	1.00^{ab}	0.40^{b}	**0.93^{C}**
	0.12Mm	1.20^{ab}	1.20^{ab}	0.40^{b}	**0.93^{C}**
	0.25Mm	1.40^{ab}	0.80^{ab}	1.00^{ab}	**1.07^{BC}**
	0.5Mm	1.80^{a}	1.80^{a}	1.60^{a}	**1.73^{A}**
	1Mm	1.60^{a}	1.60^{a}	1.75^{a}	**1.64^{AB}**
	متوسط معاملة الري	**1.48^{A}**	**1.28^{A}**	**1.00^{A}**	
	$LSD_{\%5}$	لمعاملة الري 0.53، لمعاملة حمض الساليسيليك 0.67، للتفاعل 1.24			
كماروزا	0	1.20^{abcd}	1.40^{abc}	0.20^{d}	**0.93^{B}**
	0.12Mm	1.20^{abcd}	1.40^{abc}	0.20^{d}	**0.93^{B}**
	0.25Mm	1.00abcd	1.60^{ab}	0.40^{cd}	**1.00^{AB}**
	0.5Mm	1.40^{abc}	2.00^{a}	0.60^{bcd}	**1.33^{A}**
	1Mm	1.20^{abcd}	1.60^{ab}	0.40^{cd}	**1.07^{AB}**
	متوسط معاملة الري	**1.20^{A}**	**1.60^{A}**	**0.36^{B}**	
	$LSD_{\%5}$	لمعاملة الري 0.44، لمعاملة حمض الساليسيليك 0.38، للتفاعل 1.07			

*يشير اختلاف الأحرف الكبيرة في العمود والسطر الواحد، على التوالي إلى وجود فروق معنوية حسب متوسط معاملة الاجهاد ومعاملة الرش بحمض الساليسيليك. بينما يشير اختلاف الأحرف الصغيرة في الأعمدة والسطور إلى وجود فروق معنوية بين تفاعل معاملة الاجهاد مع حالة النبات، عند مستوى ثقة 95%.

بالنسبة للهجين كماروزا (الجدول 7)، انخفض عدد المدادات التي ينتجها النبات عند مستوى ري 50% مسجلاً بذلك فرقاً معنوياً مع النباتات المروية بمستوى 75 و100%. كما لم يظهر تأثير الرش بحمض السالسيليك في عدد المدادت إلا عند التركيز(0.5Mm) (1.33 مدادة/ نبات) الذي سجل فروقاً معنوية بالمقارنة مع (0 و0.12 ميلي مول) (0.93 مدادة/ نبات، لكليهما). أما بالنسبة للتفاعل (مستوى ري* رش بالحمض)، لم يلاحظ أي تأثير للرش بحمض السالسيليك بكافة التراكيز بالمقارنة مع النباتات غير المعاملة به، مهما اختلف مستوى الري.

4. تأثير معاملات الإجهاد المائي والرش الورقي بحمض الساليسيليك في متوسط عدد الأزهار على النبات (زهرة/نبات):

توضح نتائج التحليل الإحصائي لصفة متوسط عدد الأزهار المتشكلة على النبات الواحد وجود فروق معنوية ($p\leq 0.05$) بين مستويات الإجهاد المائي المدروسة، فقد تناقص عدد الأزهار على نباتات الهجين فيستفال معنوياً مع زيادة مستوى الإجهاد المائي، حيث تشكل العدد الأكبر من الأزهار على نباتات الشاهد (35.80 زهرة/ نبات)، أما عند المستوى 50% لم يتجاوز عدد الأزهار (28.88 زهرة/ نبات).

ساهمت معاملات الرش الورقي بحمض السالسيليك في زيادة عدد أزهار نباتات الهجين فيستفال ، وكانت الزيادة معنوية عند استخدام التراكيز (0.25، 0.5، 1ميلي مول) (31.80، 33.60،32.93، على التوالي) مقارنة مع النباتات غير المعاملة (29.47 زهرة/ نبات).

عند تطبيق معاملات الرش بحمض السالسيليك على نباتات الهجين فيستفال المزرعة في مستويات مختلفة من الإجهاد المائي(تفاعل إجهاد*حمض)، لم تسجل جميع معاملات الرش بحمض السالسيليك أي فرق معنوي عند مستوى الري 75%، بينما حققت معاملات الرش بالتراكيز (0.25، 0.5، 1 ميلي مول) زيادة معنوية في عدد الأزهار المتكونة على النبات الواحد بالمقارنة مع النباتات غير المعاملة عند مستوى الري 50%.

الجدول (4) : تأثير معاملات الإجهاد والرش بحمض الساليسيليك في عدد الأزهار على النبات (زهرة/نبات)

الصنف	تركيز حمض الساليسيليك	عدد الأزهار على النبات (زهرة/نبات)			
		معاملة الإجهاد (% من السعة الحقلية)			متوسط معاملة الحمض
		100	75	50	
فيستفال	0	32.80^{cd}	29.20^{ef}	26.40h	**29.47^{D}**
	0.12Mm	34.40^{bc}	30.20^{ef}	28.00gh	**30.87^{CD}**
	0.25Mm	35.40^{b}	30.80^{def}	29.20fg	**31.80^{BC}**
	0.5Mm	38.80^{a}	31.60^{de}	30.40ef	**33.60^{A}**
	1Mm	37.60^{a}	30.80^{def}	30.40ef	**32.93^{AB}**
متوسط معاملة الاجهاد		**35.80^{A}**	**30.52^{B}**	**28.88^{C}**	
$LSD_{\%5}$		لمعاملة الاجهاد 1.27، لمعاملة حمض الساليسيليك 1.55، للتفاعل 2.18			
كماروزا	0	30.60^{de}	25.60^{f}	16.00^{i}	**24.06^{B}**
	0.12Mm	32.20^{cd}	26.20^{f}	16.80^{hi}	**25.07^{B}**
	0.25Mm	32.60^{bc}	26.20^{f}	18.00^{gh}	**25.60^{B}**
	0.5Mm	35.20^{a}	29.80^{e}	19.60^{g}	**28.20^{A}**
	1Mm	34.20^{ab}	29.00^{e}	18.20^{gh}	**27.13^{A}**
متوسط معاملة الاجهاد		**32.96^{A}**	**27.36^{B}**	**17.72^{C}**	
$LSD_{\%5}$		لمعاملة الاجهاد 1.17، لمعاملة حمض الساليسيليك 1.50، للتفاعل 1.91			

*يشير اختلاف الأحرف الكبيرة في العمود والسطر الواحد، على التوالي إلى وجود فروق معنوية حسب متوسط معاملة الاجهاد ومعاملة الرش بحمض الساليسيليك. بينما يشير اختلاف الأحرف الصغيرة في الأعمدة والسطور إلى وجود فروق معنوية بين تفاعل معاملة الاجهاد مع حالة النبات، عند مستوى ثقة 95%.

كذلك الأمر عند نباتات الهجين كماروزا، فقد سبب الإجهاد المائي انخفاضاً معنوياً في عدد الأزهار المتكونة على النبات بنسبة 16.99% عند مستوى الري 75%، و 46.24% عند مستوى 50%. عند معاملة نباتات الهجين كماروزا بتراكيز مختلفة من حمض الساليسليك، أظهرت معاملتي الرش (0.5 و1 ميلي مول) تفوقا معنوياً في متوسط عدد الأزهار المتشكلة على نباتاتها على باقي المعاملات. أظهرت نتائج التحليل الإحصائي ل (تفاعل إجهاد* حمض) وجود تأثير معنوي إيجابي للمعاملات(0.25، 0.5، 1 ميلي مول) في زيادة عدد أزهار نباتات الهجين كماروزا عند مستوى الري 50% مقارنة بالنباتات غير المعاملة عند نفس المستوى، وعند المستوى 75% حققت معاملتي الرش بحمض السالسيليك وفق التركيزين (0.5، 1 ميلي مول) تفوقاً معنوياً على كافة المعاملات.

5. تأثير معاملات الإجهاد المائي والرش الورقي بحمض الساليسيليك في متوسط عدد الثمار العاقدة (ثمرة/نبات):

توضح نتائج التحليل الإحصائي لمتوسط عدد الثمار العاقدة على نباتات الهجين فيستفال وكماروزا وجود فروقات معنوية بين مستويات الإجهاد المائي، سجلت نباتات الشاهد في الصنف فيستفال أعلى عدد للثمار العاقدة (32.32 ثمرة/ نبات)، بينما انخفض عدد الثمار عند الري بالمستويين 75% و50% بنسبة (21.04، 38% على التوالي)، ازداد عدد الثمار العاقدة على نباتات الهجين فيستفال عند رشها بحمض السالسيليك وفق التراكيز (0.25 و0.5 و1 ميلي مول) ً على النباتات غير المعاملة.

الجدول(5) : تأثير معاملات الإجهاد والرش بحمض الساليسيليك في عدد الثمار العاقدة (ثمرة/نبات)

الصنف	تركيز حمض الساليسيليك	عدد الثمار العاقدة (ثمرة/نبات)			
		معاملة الإجهاد (% من السعة الحقلية)			متوسط معاملة الحمض
		100	75	50	
فيستفال	0	28.60^{c}	23.60^{ef}	17.20^{i}	**23.13^{B}**
	0.12Mm	31.60^{b}	23.20^{f}	18.00^{gi}	**24.27^{B}**
	0.25Mm	32.20^{b}	27.00^{cd}	20.00^{gh}	**26.40^{A}**
	0.5Mm	34.00^{ab}	28.00^{cd}	23.20^{f}	**28.40^{A}**
	1Mm	35.20^{a}	25.80^{de}	21.80^{fg}	**27.60^{A}**
متوسط معاملة الاجهاد		**32.32^{A}**	**25.52^{B}**	**20.04^{C}**	
$LSD_{\%5}$		لمعاملة الاجهاد 1.60، لمعاملة حمض الساليسيليك 2.01، للتفاعل 2.55			
كماروزا	0	27.40^{d}	20.80f	9.80i	**19.33^{C}**
	0.12Mm	29.40^{c}	21.60f	10.60i	**20.53^{BC}**
	0.25Mm	30.80^{bc}	22.20f	11.20hi	**21.40^{AB}**
	0.5Mm	32.60^{a}	25.00e	14.00g	**23.80^{A}**
	1Mm	31.80^{ab}	24.20e	12.60gh	**22.87^{A}**
متوسط معاملة الاجهاد		**30.40^{A}**	**22.76^{B}**	**11.64^{C}**	
$LSD_{\%5}$		لمعاملة الاجهاد 1.19، لمعاملة حمض الساليسيليك 1.52، للتفاعل 1.78			

*يشير اختلاف الأحرف الكبيرة في العمود والسطر الواحد، على التوالي إلى وجود فروق معنوية حسب متوسط معاملة الاجهاد ومعاملة الرش بحمض الساليسيليك. بينما يشير اختلاف الأحرف الصغيرة في الأعمدة والسطور إلى وجود فروق معنوية بين تفاعل معاملة الاجهاد مع حالة النبات، عند مستوى ثقة 95%.

عند تطبيق معاملات الرش الورقي بحمض السالسيليك على النباتات المعرضة لعدة مستويات من الإجهاد تبين من خلال الجدول بأن الرش بالتركيزين (0.25، 0.5 ميلي مول) حقق زيادة في عدد الثمار على النبات، كما ساعد في تخفيف الأثر السلبي لنقص مياه الري على عدد الثمار العاقدة حيث لم تسجل النباتات المعاملة بهذين التركيزين أي فرق معنوي مع النباتات المروية 100% وبدون رش، أيضاً عند تطبيق مستوى الإجهاد 50% كان للرش الورقي بحمض السالسيليك بالتراكيز (0.25، 0.5، 1ميلي مول)

دور إيجابي في تحسين عدد الثمار العاقدة على النبات عند مقارنتها مع النباتات غير المعاملة عند نفس المستوى (17.2ثمرة / نبات) خلال موسم النمو ، من ناحية أخرى تشابهت النباتات المعاملة بهذين التركيزين مع النباتات المروية 75% عند المعاملتين (0، 0.12ميلي مول). كان لمعاملات الإجهاد المائي على نباتات الهجين كماروزا تفس التأثير السلبي ، فقد تفوقت نباتات الشاهد على النبانات المجهدة 25% و50% ، أدت معاملات الرش الورقي بالتراكيز(0.25، 0.5، 1ميلي مول) من حمض السالسيليك إلى تحسن في عدد الثمار العاقدة على النبات الواحد (21.40، 23.80، 22.87 على التوالي). عند التفاعل بين معاملات الرش الورقي بحمض السالسيليك ومعاملات الإجهاد المائي، يتضح عند مستوى الري 75% تفوق المعاملتين (0.5، 1ميلي مول) على باقي المعاملات، وعند المستوى 50% كانت نباتات المعاملة (0.5ميلي مول) هي ذات العدد الأكبر من الثمار.

6. تأثير معاملات الإجهاد المائي والرش الورقي بحمض الساليسيليك في متوسط انتاج النبات (غ/ نبات):

تناقصت إنتاجية النبات (الجدول 6) مع زيادة مستوى الإجهاد المائي، حيث انخفضت إنتاجية نبات الهجين فيستفال المروي 50% بنسبة 58.02% وبنسبة33.88% عند مستوى الري 75%، عن إنتاجية النباتات المروية رياً كاملاً (558.4غ/ نبات)، ساهمت معاملات الرش الورقي بحمض السالسيليك وفق التراكيز (0.25، 0.5، 1ميلي مول) في تحسين إنتاجية نباتات الهجين فيستفال مقارنة بالنباتات غير المعاملة (318.05 غ/ نبات) وكانت معاملة الرش (0.5ميلي مول) متفوقة معنوياً على جميع المعاملات (450.5 غ/ نبات).

الجدول(6) : تأثير معاملات الإجهاد والرش بحمض الساليسيليك في انتاج النبات (غ/ نبات)

الصنف	تركيز حمض الساليسيليك	انتاج النبات (غ/ نبات)			
		معاملة الإجهاد (% من السعة الحقلية)			متوسط معاملة الحمض
		100	75	50	
فيستفال	0	466.08^{d}	300.00^{f}	188.06^{i}	**318.05^{c}**
	0.12Mm	532.82^{c}	314.56^{f}	209.00^{hi}	**352.13^{c}**
	0.25Mm	546.66^{bc}	404.12^{e}	233.20^{ghi}	**394.65^{B}**
	0.5Mm	644.50^{a}	426.16^{de}	279.48^{fg}	**450.05^{A}**
	1Mm	601.66^{ab}	401.14^{e}	262.18^{fgh}	**421.66^{AB}**
متوسط معاملة الاجهاد		**558.34^{A}**	**369.20^{B}**	**234.38^{C}**	
$LSD_{\%5}$		لمعاملة الاجهاد 37.58، لمعاملة حمض الساليسيليك 40.51، للتفاعل 59.5			
كماروزا	0	417.16^{d}	284.16f	101.62^{h}	**267.65^{C}**
	0.12Mm	449.16^{c}	297.53f	110.36^{h}	**284.84^{BC}**
	0.25Mm	481.84^{b}	310.90f	116.88^{h}	**303.21^{B}**
	0.5Mm	523.60^{a}	361.58e	152.55^{g}	**345.91^{A}**
	1Mm	495.18^{b}	342.06e	129.75^{gh}	**336.09^{A}**
متوسط معاملة الاجهاد		**473.39^{A}**	**320.15^{B}**	**121.92^{C}**	
$LSD_{\%5}$		لمعاملة الاجهاد 20.22، لمعاملة حمض الساليسيليك 26.14، للتفاعل 28.62			

*يشير اختلاف الأحرف الكبيرة في العمود والسطر الواحد، على التوالي إلى وجود فروق معنوية حسب متوسط معاملة الاجهاد ومعاملة الرش بحمض الساليسيليك. بينما يشير اختلاف الأحرف الصغيرة في الأعمدة والسطور إلى وجود فروق معنوية بين تفاعل معاملة الاجهاد مع حالة النبات، عند مستوى ثقة 95%.

بالنسبة للتفاعل بين مستويات الإجهاد المائي ومعاملات الرش الورقي بحمض السالسيليك، تفوقت المعاملات (0.25، 0.5، 1ميلي مول) عند المستوى 75% على النباتات غير المعاملة عند نفس المستوى، وعند المستوى 50% حققت المعاملتين (0.5، 1 ميلي مول) زيادة معنوية في متوسط إنتاجية نبات فيستفال مقارنة بالنباتات غير المعاملة عند نفس المستوى، علاوةً على ذلك، كان لهما

دور في جعل النبات يحافظ على إنتاجيته كما لوكان يروى 75% حيث لم يكن هناك فرق بين هاتين المعاملتين و النباتات غير المعاملة عند مستوى 100%.

نتائج مشابهة وجدت مع كماروزا من حيث الاستجابة لمعاملات الإجهاد المائي، حيث أثر نقص كمية مياه الري سلباً في إنتاجية النباتات وانخفضت الإنتاجية إلى (32.15، 121.92 غ/ نبات) عند المستويين 75% و50% على الترتيب، في حين وصلت إنتاجية نباتات الشاهد إلى (473.39 غ/ نبات)، أيضاً كان لمعاملات الرش الورقي بحمض السالسيليك على نباتات كماروزا نفس تأثيرها الإيجابي على نباتات فيستفال وتفوقت المعاملتين (0.5، 1ميلي مول) على باقي المعاملات، أدى التدخل بين مستويات الإجهاد المائي ومعاملات الرش الورقي بحمض السالسيليك إلى ظهور فروق معنوية في إنتاجية النباتات، حيث ازدادت إنتاجية النباتات المروية 75% زيادة معنوية عند رشها بالتركيزين (0.5، 1 ميلي مول) عند مقارنتها مع النباتات غير المعاملة والمروية بنفس المستوى، عند مستوى الإجهاد 50% فإن معاملة الرش (0.5 ميلي مول) الوحيدة كان لها دور معنوي في تحسين إنتاجية النبات ، حيث لم تتجاوز إنتاجية النباتات غير المعاملة عند هذا المستوى (101.62 غ/ نبات). تتوافق نتائجنا مع ماتوصل إليه (Hayat.,2010 Jamali., 2011;) تزداد إنتاجية نباتات الفريز عند معاملتها بحمض السالسليك، فهو يساعد على تحسين النمو الخضري للنبات ويزد من معدل الإصطناع الضوئي وتكوين المدخرات الغذائية التي يوجهها النبات لتكوين الأزهار وإعطاء الثمار، مما ينعكس إيجاباً على إنتاجية النبات من الثمار، بالإضافة إلى تحسين وزنها وحجمها وبالتالي تزداد إنتاجية النبات الكلية.

الإستنتاجات:

1. اختلفت استجابة هجن الفريز للاجهاد المائي، فقد تفوق الهجين فيستفال بمؤشرات المساحة الورقية، عدد الأزهار والثمار، وكذلك الإنتاجية.
2. أثر الرش الورقي بحمض الساليسيليك، وخاصة التركيز (0.5 ميلي مول)، إيجاباً في مؤشرات النمو الخضري لنباتات الفريز حيث ازداد مؤشر عدد الأوراق، المساحة الورقية، عدد الأزهار، عدد الثمار، عدد المدادات، عند كلا الهجينين.

التوصيات:

1. التوسع بزراعة نبات الفريز باستخدام الهجينين المدروسين.
2. استخدام حمض السالسيليك بتراكيز أخرى.
3. اختبار أصناف أخرى لدراسة استجابتها لظروف الإجهاد المائي والمعاملة بحمض السالسيليك.

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

References:

1. Biareh, V., Shekari, F., Sayfzadeh, S., Zakerin, H., Hadidi, E., Beltrão, J. G. T., & Mastinu, A. (2022). Physiological and qualitative response of Cucurbita pepo L. to salicylic acid under controlled water stress conditions. Horticulturae, 8(1), 79.
2. Bijanzadeh, E., Naderi, R., Egan, T.P., 2019. Exogenous application of humic acid and salicylic acid to alleviate seedling drought stress in two corn (Zea mays L.) hybrids. J. Plant Nutr. 42, 1483–1495.
3. Bakhsh, A., Hussain, T. (2015): Engineering crop plants against abiotic stress: Current achievements and prospects. – Emir. J. Food Agric. 27(1): 24-39.
4. Boyer, J.S. (1982). Plant productivity and environment. Science 218, 443–448.
5. Cramer, G. R., Ergül, A., Grimplet, J., Tillett, R. L., Tattersall, E. A., Bohlman, M. C.,Vincent, D., Sonderegger, J., Evans, J., Osborne, C., Quilici, D., Schlauch, K. A., Schooley, D. A., Cushman, J. C. 2007. Water and salinity stress in grapevines: early and late changes in transcript and metabolite profiles. Funct Integr Genomics 7: 111-134.
6. Ceccarelli, S., Grando, S., Maatougui, M., Michael, M., Slash, M., Haghparast, R., Rahmanian, M., Taheri, A., Al-Yassin, A., Benbelkacem, A., Labdi, M., Mimoun, H., Nachit, M., 2010. Plant breeding and climate changes. J. Agric. Sci. 148, 627–637.
7. Chakma, R., Biswas, A., Saekong, P., Ullah, H., & Datta, A. (2021). Foliar application and seed priming of salicylic acid affect growth, fruit yield, and quality of grape tomato under drought stress. Scientia Horticulturae, 280, 109904.
8. Chaves, M. M., Maroco, J. P. & Pereira, J. S. 2003. Understanding plant responses to drought from genes to the whole plant. Functional Plant Biology, 30, 239-264.
9. Chaves, M., Flexas, J. & Pinheiro, C. 2009. Photosynthesisunder drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. Annals of Botany, 103, 551-560.
10. FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations-Statistic Division. Data. QC. 2019. Available online: https://wwwfao.org/faostat/en/# (accessed on 23 June 2020).
11. Field, C.B. (2014). Climate change 2014–impacts, adaptation and vulnerability: regional aspects. Cambridge University Press, Cambrid.
12. Giampieri, F.; Tulipani, S.; Alvarez-Suarez, J.M.; Quiles, J.L.; Mezzetti, B.; Battino, M.2012. The strawberry: Composition, nutritionalquality, and impact on human health. Nutrition 2012, 28, 9–19.
13. Grant, O. M., Johnson, A. W., Davies, M. J., James, C. M. and Simpson, D. W. 2010. Physiological and Morphological Diversity of Cultivated Strawberry (Fragaria×ananassa) in Response to Water Deficit. Environ. Exp. Bot., 68: 264–272.
14. Bordonaba, J. G., & Terry, L. A. (2010). Manipulating the taste-related composition of strawberry fruits (Fragaria× ananassa) from different cultivars using deficit irrigation. Food Chemistry, 122(4), 1020-1026.
15. Gholami, R., Zahedi, S.M., 2019. Identifying superior drought-tolerant olive genotypes and their biochemical and some physiological responses to various irrigation levels. J. Plant Nutr. 42, 2057–2069.
16. Ghaderi, N., Normohammadi, S., & Javadi, T. (2015). Morpho-physiological responses of strawberry (Fragaria× ananassa) to exogenous salicylic acid application under drought stress.
17. Hayat, Q., Hayat, S., Irfan, M. and Ahmad, A. 2010. Effect of Exogenous Salicylic Acid under Changing Environment: A review. Environ. Exp. Bot., 68: 14–25.
18. Ilyas, M., Nisar, M., Khan, N., Hazrat, A., Khan, A. H., Hayat, K., ...& Ullah, A. (2021). Drought tolerance strategies in plants: amechanistic approach. Journal of Plant Growth Regulation, 40(3), 926-944.

19. Kalaki, G.S., Abdosi, V., Boojar, M.M.A. 2014. Change in chlorophylls composition and some morphological attributes of strawberry (Fragaria ×ananassa Duch cv. Camarosa) in response to salicylic acid spray. International Journal of Biosciences, 5 (12): 204-2011. DOI: 10.12692/ijb/5.12.204-211.
20. Kaur,S& Kumar,P.(2020). Morph-physiological and biochemical response of plants under drought stress. Journal of Pharmacongnosy and Phtochemistry, 9(4), 352-357.
21. Khan, M.I.R., Fatma, M., Per, T.S., Anjum, N.A., Khan, N.A., 2015. Salicylic acid-induced abiotic stress tolerance and underlying mechanisms in plants. Front. Plant Sci. 6, 462.
22. Klamkowski, K. and W. Treder. 2006. Morphological and physiological responses of strawberry plants to water stress. Agric. Conspec. Sci. 71:159-165.
23. Klamkowski, K. and Treder, W. 2008. Response to Drought Stress of Three Strawberry Cultivars Grown under Greenhouse Conditions. J. Fruit Ornamental Plant Res., 16: 179–188.
24. Latif, F., Ullah, F., Mehmood, S., Khattak, A., Khan, A.U., Khan, S., Husain, I., 2016. Efects of salicylic acid on growth and accumulation of phenolics in Zea mays L. Under drought stress. Acta Agric. Scand. Sect. B Soil Plant Sci. 66, 325–332
25. Miao, Y., Luo, X., Gao, X., Wang, W., Li, B., Hou, L., 2020. Exogenous salicylic acid alleviates salt stress by improving leaf photosynthesis and root system architecture in cucumber seedlings. Sci. Hortic. 272, 109577.
26. Maghsoudi, K., Emam, Y., Ashraf, M., Arvin, M.J., 2019. Alleviation of field water stress in wheat cultivars using silicon and salicylic acid applied separately or in combination. Crop Pasture Sci. 70, 36–43.
27. Pennisi, E., 2008. The blue revolution, drop by drop, gene by gene. Science 320, 171–173.
28. Perin, E.C., deSilva Messias, R., Borowski,J.M.,Crizel,R.L.,Schott, I.B.,Carvalho, I.R.,…&Galli, V.(2019).ABA-dependent salt and drought stress improve strawberry fruit quality .Food chemistry, 271,516- 526.
29. Osakabe, Y., Osakabe, K., Shinozaki, K., Tran, L. S. 2014. Response of plants to water stress. Front. Plant Sci. 5: 1-8.
30. Simpson, D. 2018. The economic importance of strawberry crops. In The Genomes of Rosaceous Berries and Their Wild Relatives; Springer:Cham, Switzerland, pp. 1–7.
31. Singhal, P., Jan, A.T., Azam, M., Haq, Q.M.R., 2016. Plant abiotic stress: a prospective strategy of exploiting promoters as alternative to overcome the escalating burden. Front. Life Sci. 9, 52–63.
32. Sirisuntornlak, N., Ghafoori, S., Datta, A., Arirob, W., 2019. Seed priming and soil incorporation with silicon influence growth and yield of maize under water-deficit stress. Arch. Agron. Soil Sci. 65, 197–207.
33. Thokchom, A., Hazarika, B. N., Singh, S., Singh, M. C., Alice, A. K., Begane, N., & Mathukmi, K. (2019). Morpho-physiological analysis in strawberry (Fragaria x ananassa L.) under PEG (Polyethylene glycol) induced drought stress. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 8(5), 87-92.
34. Ullah, H., Luc, P.D., Gautam, A., Datta, A., 2018a. Growth, yield and silicon uptake of rice (Oryza sativa) as influenced by dose and timing of silicon application under water-deficit stress. Arch. Agron. Soil Sci. 64, 318–330.
35. Ullah, H., Santiago-Arenas, R., Ferdous, Z., Attia, A., Datta, A., 2019. Improving water use efficiency, nitrogen use efficiency, and radiation use efficiency in field crops under drought stress: a review. Adv. Agron. 156, 109–157.
36. Zhu, J. K. (2016): Abiotic stress signaling and responses in plants. Cell, 167: 313-324.