تأثير الرش الورقي بتراكيز مختلفة من حمض السالسيليك في معايير جودة ثمار هجيني الفريز (فيستفال وكماروزا) تحت مستويات مختلفة من الري

عنود تينه *[1] وحسان عبيد [1]

(1). قسم علوم البستنة، كلية الهندسة الزراعية، جامعة دمشق، دمشق، سورية.

(*للمراسلة: م. عنود تينه، البريد الإلكتروني: anoudtena@gmail.com)

تاريخ الاستلام:2023/01/8 تاريخ القبول: 2023/02/16

الملخص:

نفذ البحث في مزرعة أبي جرش في كلية الزراعة – جامعة دمشق، وأجريت التحاليل في مخابر كلية الزراعة والهيئة العامة للتقانات الحيوية بدمشق. بهدف دراسة تأثير الرش الورقي بخمسة تراكيز من حمض الساليسيليك (0، 0.12، 0.25، 0.5، 1 ميلي مول)، يرمز لها SA0، SA1 ، SA2 ، SA3 وSA4، وثلاثة مستويات من الري (الشاهد 100، 75 و50% من السعة الحقلية) في إنتاجية ومعايير جودة ثمار هجينين من الفريز (Festeval وCamarosa). تمت الزراعة لثلاثة مواسم متتالية في شهر كانون الأول عام 2018– 2019– 2020، أظهرت نتائج البحث أن الاجهاد المائي يؤدي إلى تراجع الصفات الفيزيائية للثمرة (وزن الثمرة– قطر الثمرة) بشكل معنوي حيث وصل وزن الثمارفي الهجين فيستفال إلى 14.68غ عند مستوى الري 75% بينما انخفض الى 11.65غ عند المستوى 50% مقارنة بالشاهد17.04 غ، كما وصلت نسبة انخفاض قطر الثمار في الهجين كماروزا إلى (46.74%) في ثمار معاملة الإجهاد 50% مقارنة بالشاهد (26.18مم). لكن الإجهاد المائي حسّن من نوعية الثمار من خلال زيادة محتويات المواد الصلبة الذائبة، فيتامين C، الكاروتينات، والأنثوسانينات، في حين انخفضت نسبة الحموضة الكلية مع خفض كمية الري إلى 50% عند الهجينين فيستفال وكماروزا. كما ساهم الرش بحمض الساليسيليك بتحسين بعض صفات جودة الثمار (محتويات TSS، فيتامين C، الأنثوسيانينات)، في الوقت ذاته خفض من محتوى الكاروتينات الكلية في الثمار، بينما لم يؤثر في حموضة ثمار الهجين فيستفال، وهذا يجعل الثمار ذات مذاق ألذ، ويزيد من قدرتها التخزينية.

الكلمات المفتاحية: هجن الفريز– مستويات الري– حمض الساليسيليك– جودة الثمرة.

المقدمة:

تتأثر معايير جودة الثمار بالكثير من العوامل وخاصة الإجهادات الحيوية واللاحيوية التي يتعرض لها النبات أثناء نموه وطبيعة الصنف المزروع (Adak *et al*., 2018).

يعتبر نقص الموارد المائية والتعرض للجفاف من أهم المشاكل البيئية التي يتعرض لها الإنتاج الزراعي في الأونة الأخيرة (Bakhsh and Hussain., 2015; Zhu., 2016)، فهو يخفض من إنتاج الحاصلات البستانية ويقلل من جودة ثمارها ويسبب تغير في محتواها الكيميائي (Adak *et al*., 2018; Tunc *et al*., 2019).

تختلف النباتات في درجة تحملها واستجابتها لظروف الإجهاد المائي تبعا لنوعها ومرحلة نموها وشدة الإجهاد ومدة التعرض له (Chaves., 2003).

يعد نبات الفريز من المحاصيل شديدة الحساسية لظروف نقص الماء، نظراً لطبيعته المورفولوجية ، فهو ذو مجموع خضري كبير وثمار ذات محتوى مائي مرتفع، في حين يمتلك مجموعاً جذرياً سطحياً (Klamkowski and Treder., 2006).

يؤدي التعرض للإجهاد المائي إلى انخفاض إنتاجية نبات الفريز، والذي ينعكس بصغر حجم ثماره وقلة وزنها وعددها (Liu *et al*., 2007). بالإضافة إلى التغير في فيزيولوجية الثمرة ومحتواها البيوكيميائي (Gine and Terry., 2010).

بينت الدراسات المرجعية أن ثمار الفريز تتأثر بالإجهاد المائي بطريقتين مختلفتين حيث أنها تتأثر سلباً من الناحية الفيزيائية فيصغر وزن الثمار وحجمها، في حين يتحسن محتواها من المركبات الغذائية كالأنثوسيانينات والفينولات وفيتامين C، ومحتواها من المواد الصلبة الذائبة (Terry *et al*., 2007; Adak *et al*., 2018).

لاحظ Roshdy وآخرون (2021) ارتفاع نسبة المواد الصلبة الذائبة والحموضة في ثمار الصنف كماروزا عند تعرضه لمستوى ملوحة 40 ميليموز، كما توصل Samykanno وزملاؤه 2013 إلى أن محتوى ثمار الفريز من المركبات الغذائية والسكريات الذائبة يزداد بازدياد مستوى الإجهاد المائي.

تتباين أصناف الفريز في تحملها لظروف الإجهاد وبالتالي فإن مقدار التأثير في وزن ثمارها ومحتواها الكيميائي يختلف من صنف لأخر (Grant *et al*., 2010; Gine and Terry., 2010) فقد وصلت نسبة الإنخفاض في عائد نبات الفريز إلى 30، 35% عند التعرض لظروف الجفاف (Klamkowski and Treder., 2008).

وجد أن صنفي الفريز (ألبيون، روبينغهم) أكثر تحملاً للإجهاد المائي من الصنف أوميغا، حيث حافظا على مواصفات الثمار رغم ظروف الإجهاد (Adak *et al*., 2018).

تعد المعاملة بمنظمات النمو النباتية كحمض السالسيليك والجاسمونيك و غيرها من أهم الطرائق المستخدمة حديثاً لحماية النباتات من ظروف الإجهاد والحفاظ على إنتاجيتها وجودة ثمارها (Senaratna *et al*., 2000; Ahmad *et al*., 2007; Ai *et al*., 2008; Bajguz and Hayat., 2009; Liu *et al*., 2011; Shi *et al*., 2014; Osman and Salim, 2016).

حمض السالسيليك هو مركب فينولي طبيعي ومنظم نمو نباتي، يساعد في تحسين تحمل النبات للإجهادات اللاحيوية كالجفاف والملوحة (Bijanzadeh *et al*., 2019; Maghsoudi *et al*., 2019; Miao *et al*., 2020) .

أثبتت الأبحاث أن استخدام حمض السالسيليك يزيد من وزن الثمار ويحسن محتواها من المواد الصلبة الذائبة وحمض الأسكوربيك (Hassan *et al*., 2020)، كما لاحظ Ghaderi وآخرون (2015) أن الرش الورقي بتركيز 0.1 ميلي مول من حمض السالسيليك أدى إلى زيادة وزن ثمار صنفي الفريز (كردستان والملكة أليسا) المعرضين لظروف إجهاد مائي، كما زاد تركيز الكربوهيدرات القابلة للذوبان.

انطلاقًا مما سبق فقد هدف بحثنا إلى دراسة تأثير الإجهاد المائي والمعاملة بحمض السالسيليك في تحسين معايير جودة ثمار وإنتاجية هجيني الفريز فيستفال وكماروزا ومقارنة استجابة كل منهما.

مواد البحث وطرائقه:

المادة النباتية: استخدم في هذه الدراسة هجن من الفريز المزروعة في سورية:

- ✓ فيستفال: هجين أمريكي يتميز بثماره الكبيرة الحجم ومخروطية الشكل ذات اللون الأحمر القاتم.

✓ كماروزا: هجين مدخل من كاليفورنيا ثماره متجانسة الشكل واللون والطعم.

طريقة العمل والمعاملات:

زرعت شتول الهجن خلال فصل الربيع في أصص بلاستيكية مملوءة بخلطة ترابية (تورب– تربة) بنسبة (2: 1)، رويت النباتات وفق ثلاث مستويات من السعة الحقلية:

1- 100% سعة حقلية (شاهد).

2- 75% من السعة الحقلية.

3- 50% من السعة الحقلية.

تمت معاملة النباتات بحمض السالسيليك رشاً على الأوراق بعد أسبوعين من التشتيل وفق التراكيز التالية (0 ، 0.12، 0.25، 0.50، 1 ميلي مول) وتم تكرار الرش كل 15 يوم استمرت التجربة حتى نهاية الموسم في شهر أيار. تمت الزراعة في فصل الربيع خلال المواسم (2019- 2020- 2021) 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 ومخابر الهيئة العامة للتقانات الحيوية، كررت التجربة لتأكيد النتائج وأخذت القراءات كمتوسط لثلاث مواسم.

قطفت الثمار كاملة النضج من كل معاملة على حدة وتم انتخاب الثمار السليمة وأخذ 5 ثمار ناضجة من 5 نباتات / مكرر أثناء كل قياس وأجريت عليها القراءات المطلوبة.

المؤشرات المدروسة:

- وزن الثمرة الرطب (غ): وزنت الثمار بواسطة ميزان حساس (Sartorius, 0.1±0.001 g, India)..
- قطر الثمرة الناضجة (مم): تم قياس قطر الثمرة عند النضج، بواسطة جهاز البياكوليس.
- النسبة المئوية للحموضة القابلة للمعايرة (Titratable acidity, TA، %): حُدّدت الحموضة بطريقة Saad وآخرين (2014). أخذ 5 مل من راشح عصير الثّمار، وأُكمل الحجم حتى 100 مل بالماء المقطّر، ثمّ تمّت المعايرة بماءات الصوديوم NaOH (N 0.1) حتى الوصول لدرجة pH=8.1، ثم حسبت الحموضة على أساس الحمض السائد في الفريز (حمض الليمون Citric Acid):

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

- محتوى الثمار من المواد الصّلبة الذّائبة (Total soluble solids, TSS، %): تم قياس المواد الصّلبة الذّائبة باستخدام الرافركتومتر الرقمي (Refractometer Digital, RL. Atago, model pocket PAL-1, 0-53, Germany) وفق طريقة Majidi وآخرين (2011).
- محتوى الكاروتينات في الثمار (مغ/غ وزن رطب): تم تقدير محتوى الكاروتينات الكلية في الثمار فقاً لطريقة Litchtenthaler وWellburn (1983) عند طول موجة 470 نانو متر حسب المعادلة:

$$Car = [(1000 \times A_{470} - 2.27 \times Ch_a - 81.4 \times Chl_b) /227] \text{ X } (V/W*1000)$$

علماً أن V = حجم المستخلص، W = وزن العينة، A القيمة الامتصاصية للعينة عند طول الموجة المحدد، $Chl_{a, b}$ محتوى الكلوروفيل A وB في الثمار.

– محتوى الأنثوسيانينات في الثمار (مغ/غ وزن رطب): تم تقدير الأنثوسيانينات وفقاً لطريقة Stintzing وآخرين (2002) باستخدام 20مل من مزيج الميتانول المحمض بـ HCL (1%) بنسبة (15:85) وإضافته إلى 2غ من العينة النباتية. بعد ساعة، تم اخضاع العينات للطرد المركزي على العينات المحضرة، وتم أخذ الطبقة العلوية الصافية بعد التثفيل وقياس الإمتصاصية عند طول موجة 516 نانو متر باستخدام جهاز الطيف الضوئي. حُسب تركيز الأنثوسيانينات على أساس سيانينين –3– غليكوزيد.

– محتوى فيتامين C في الثمار (مغ/ 100 غ وزن رطب): تم حساب محتوى الثمار من فيتامين C بواسطة المعايرة بصبغة 2-6 دي كلورو فينول إندوفينول (AOAC, 1988) وباستخدام حمض ميتا فوسفوريك HPO3 تركيز 3% الذي يحسن ثبات فيتامين C.

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، وبالتالي لدينا 30 معاملة. احتوت كل معاملة على 3 مكرّرات. زُرع في كل مكرّر 15 نبات، بالتالي يكون عدد النّباتات الكلّي 1350 نبات. حُلّلت البيانات باستخدام برنامج R-Project, version 4.0.3 (https://www.r-project.org) واعتُمد اختبار Fisher لحساب قيمة أقل فرق معنوي (LSD) بين المتغيّرات المدروسة عند مستوى ثقة 95%.

النتائج والمناقشة:

1– تأثير معاملات الإجهاد المائي والرش الورقي بحمض الساليسيليك في متوسط وزن الثمرة (غ):

يبين الجدول (1) التغيرات في متوسطات وزن ثمار الفريز للهجينين فيستفال وكماروزا تحت تأثير مستويات مختلفة من الري والرش بحمض الساليسيليك. من الواضح أن وزن ثمار الفريز يتناسب طرداً مع كمية مياه الري المقدمة للنبات، فقد انخفض وزن ثمرة الهجين فيستفال معنوياً بانخفاض مستوى الري إلى 75 و50% (14.68 و11.65غ، على الترتيب) بالمقارنة مع وزن الثمرة في النبات المروي رياً كاملاً (17.04غ). وعند رش نباتات الهجين فيستفال بتراكيز مختلفة من حمض الساليسيليك، تفوقت فقط معاملتي الرش بالتركيزين SA3 وSA4 معنوياً بالمؤشر المدروس (15.13 و14.75غ، على الترتيب) على معاملة SA0 (13.64 غ)، بينما لم تسجل أية فروق معنوية للرش بحمض الساليسيليك بالتركيزين SA1 وSA2 بالمقارنة مع SA0.

أما بالنسبة للتفاعل، لم يؤثر الرش الورقي بحمض الساليسيليك بجميع التراكيز في وزن ثمرة الصنف فيستفال المعرض لمستويي ري 75 و50% بالمقارنة مع النباتات غير المعاملة بالحمض عند مستويات متطابقة من الري.

كذلك يظهر من الجدول (1)، بالنسبة للهجين كماروزا، أن ثمار النباتات المروية 100% كانت الأعلى وزناً (15.56غ) بينما انخفض وزن ثمار النباتات المروية بمستوى 75 و50% معنوياً (14.05 و10.50غ، على الترتيب). بالنسبة لتأثير الرش بحمض الساليسيليك على نباتات الهجين كماروزا، لم تسجل أي فروق معنوية بين التراكيز المستخدمة ماعدا المعاملة بالتركيز SA3 (13.81غ) التي تفوقت معنوياً فقط على معاملة SA0 (13.05 غ). فيما يتعلق بتأثير التفاعل (مستوى ري × الرش بالحمض) في وزن ثمار الهجين كماروزا، لوحظ أن الرش بحمض الساليسيليك ساهم في تحسين وزن الثمرة معنوياً فقط عند الرش بالتركيز SA3على نباتات معرضة لمستوى ري 75% (14.46غ) بالمقارنة مع النباتات غير المعاملة عند نفس مستوى الري (13.60غ)، بينما لم يسجل الرش بالتراكيز المختلفة من حمض الساليسيليك على نباتات معرضة لمستوى ري 50% أي فرق معنوي بالمقارنة مع النباتات غير المعاملة عند نفس مستوى الري.

الجدول (1): تأثير معاملات الإجهاد والرش بحمض الساليسيليك في متوسط وزن الثمرة (غ)

الصنف	تركيز حمض الساليسيليك	وزن الثمرة (غ)			
		معاملة الري (% من السعة الحقلية)			متوسط معاملة الحمض
		Control	75	50	
Festival	SA0	16.30abc	13.68de	10.93f	13.64B
	SA1	16.82ab	14.32d	11.62f	14.25AB
	SA2	16.94ab	14.96cd	11.66f	14.52AB
	SA3	17.98a	15.38bcd	12.04ef	15.13A
	SA4	17.16a	15.06cd	12.02ef	14.75A
متوسط معاملة الاجهاد		17.04A	14.68B	11.65C	
LSD%5		لمعاملة الاجهاد 0.77، لمعاملة حمض الساليسيليك 1.03، للتفاعل 1.75			
Camarosa	SA0	15.24ab	13.60d	10.30e	13.05B
	SA1	15.29ab	14.00cd	10.38e	13.17AB
	SA2	15.64a	14.01cd	10.44e	13.37AB
	SA3	16.06a	14.46bc	10.90e	13.81A
	SA4	15.58a	14.14cd	10.45e	13.60AB
متوسط معاملة الاجهاد		15.56A	14.05B	10.50C	
LSD%5		لمعاملة الاجهاد 0.37، لمعاملة حمض الساليسيليك 0.72، للتفاعل 0.87			

*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%. وتشير رموز SA إلى تراكيز الرش بحمض الساليسيليك وفق التراكيز (SA0: 0، SA1: 0.12، SA2: 0.25، SA3: 0.5، SA4: 1 ميلي مول).

2- تأثير معاملات الإجهاد المائي والرش الورقي بحمض الساليسيليك في متوسط قطر الثمرة النهائي (مم):

يبين الجدول(2) أنه في الوقت الذي أعطت فيه نباتات الهجين فيستفال، التي تنمو في مستويي ري 75 و50%، ثماراً ذات قطر أصغر بمقدار 1.2 و1.8 مرة، على الترتيب بالمقارنة مع الثمار المأخوذة من النباتات المروية 100% (26.15 مم)، أدى الرش الورقي بحمض الساليسيليك لتحسين قطر الثمرة. فقد تفوقت معاملات الرش بالتراكيز SA2، SA3 وSA4 معنوياً بالمؤشر المدروس (21.17، 22.55 و21.75مم، على الترتيب) بالمقارنة مع ثمار النباتات غير معاملة (18.55مم).

أما بالنسبة للتفاعل بين المعاملات، يلاحظ أن رش الصنف فيستفال بحمض الساليسيليك بالتركيزين SA3 وSA4 عند مستوى ري 50%، وبالتراكيز SA2، SA3 وSA4 عند مستوى ري 75%، يؤدي لزيادة معنوية في قطر الثمار بالمقارنة مع ثمار النباتات غير المعاملة عند مستويات ري مطابقة (جدول 2).

الجدول (2): تأثير معاملات الإجهاد والرش بحمض الساليسيليك في قطر الثمرة النهائي (مم)

الصنف	تركيز حمض الساليسيليك	قطر المدادة النهائي (مم)			
		معاملة الري (% من السعة الحقلية)			متوسط معاملة الحمض
		Control	75	50	
Festival	SA0	23.85c	19.60e	12.20g	18.55C
	SA1	25.05bc	21.50de	14.15fg	20.23BC
	SA2	26.45ab	23.30cd	13.75fg	21.17AB
	SA3	28.25a	23.80c	15.60f	22.55A
	SA4	27.15a	23.05cd	15.05f	21.75AB
متوسط معاملة الري		26.15A	22.25B	14.15C	
LSD%5		لمعاملة الري 1.53، لمعاملة حمض الساليسيليك 1.98، للتفاعل 2.09			
Camarosa	SA0	22.55cd	17.20f	12.47h	16.70C

	SA1	23.60bc	18.45f	12.95h	18.33B
	SA2	23.65bc	20.95e	12.95h	19.18B
	SA3	25.55a	22.45cde	14.85g	20.95A
	SA4	24.25ab	21.45de	13.40gh	19.70A
متوسط معاملة الري		23.92A	20.10B	13.25C	
LSD%5		لمعاملة الري 1.35، لمعاملة حمض الساليسيليك 1.46، للتفاعل 1.55			

***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%. تشير رموز SA إلى تراكيز الرش بحمض الساليسيليك وفق التراكيز (SA0: 0، SA1: 0.12، SA2: 0.25، SA3: 0.5، SA4: 1 ميلي مول).**

بالنسبة للهجين كماروزا، تناسب قطر ثمرة سلباً مع مستوى الإجهاد حيث بلغ قطر الثمرة 13.25 و20.10 مم عند ري النباتات بمستوى 50 و75%، مسجلاً بذبك فروقاً معنوية بالمقارنة مع قطر ثمرة الشاهد المروي 100% (23.92 مم). كما يظهر من الجدول (2)، أن جميع تراكيز حمض الساليسيليك المدروسة أثرت معنوياً في قطر ثمرة الهجين كماروزا بالمقارنة مع ثمار النباتات غير المعاملة (16.70 مم)، علماً أن ثمار النباتات المعاملة بالتركيزين SA3 وSA4 (20.95، 19.70 مم، على الترتيب) كانت متفوقة معنوياً على باقي التراكيز. أما بالنسبة للتفاعل (مستوى ري× رش بالحمض)، يلاحظ أن رش الحمض فقط بتركيز SA3 عند مستوى ري 50%، وبالتراكيز SA2، SA3 وSA4 عند مستوى ري 75%، يؤدي لزيادة معنوية في قطر الثمار بالمقارنة مع ثمار النباتات غير المعاملة عند مستويات ري مطابقة. تتأثر معايير جودة ثمار الفريز بظروف نمو النبات والصنف والظروف البيئية، إذ يؤدي تعرض النبات للاجهاد المائي إلى انخفاض معايير جودة الثمرة الفيزيائية (Samykanno *et al.*, 2013; Tunc *et al.*, 2019).

3- تأثير معاملات الإجهاد المائي والرش الورقي بحمض الساليسيليك في نسبة حموضة الثمرة TA (%):

يبين الجدول (3) أن الاجهاد المائي الشديد (ري 50%) أدى إلى خفض نسبة الحموضة الكلية في ثمار هجين الفريز فيستفال (0.48%) معنوياً بالمقارنة مع المعاملة المروية بمستوى 75 و100% (0.67 و0.82%، على الترتيب). بينما لم يؤثر الرش الورقي بتراكيز مختلفة من حمض الساليسيليك في هذه الصفة، وكذلك الأمر بالنسبة للتفاعل (مستوى ري× رش بالحمض).

فيما يتعلق بثمار الهجين كماروزا (جدول 3)، سبب الإجهاد المائي انخفاض معنوي في نسبة حموضة الثمار بنسبة 9.7 و19.5% في النباتات المروية 75 و50%، على الترتيب بالمقارنة مع ثمار الشاهد (0.72%). كذلك سبب الرش الورقي بحمض الساليسيليك بالتراكيز SA2 وSA3 وSA4 فروقاً معنوية بالمقارنة مع النباتات غير معاملة SA0 (0.68 %). فيما يتعلق بالتفاعل (مستوى ري* رش بالحمض)، يلاحظ أن الرش الورقي بثلاثة تراكيز (SA2 وSA3 وSA4) عند مستويي ري 75 و50%، له تأثير معنوي في نسبة الحموضة للثمار بالمقارنة مع النباتات غير المعاملة عند نفس مستوى الري. حيث يحسن الإجهاد المائي من صفات الكيميائية للثمار (نسبة المواد الصلبة الذائبة – الحموضة الكلية) (Adak et al.,2018)، وتتأثر معايير جودة الثمار (نسبة المواد الصلبة الذائبة– نسبة الحموضة الكلية– الصلابة) بظروف وسط النمو والأصناف.

الجدول(3): تأثير معاملات الإجهاد والرش بحمض الساليسيليك في محتوى الثمار من الحموضة (%)

الصنف	تركيز حمض الساليسيليك	محتوى الثمار من الحموضة (%)			
		معاملة الري (% من السعة الحقلية)			متوسط معاملة الحمض
		Control	75	50	
Festival	SA0	1.26a	0.58bc	0.54bc	0.80A
	SA1	0.67bc	0.73bc	0.50bc	0.63A

	SA2	0.74bc	0.57bc	0.53bc	0.61A
	SA3	0.73bc	0.63bc	0.42c	0.59A
	SA4	0.70bc	0.84b	0.41c	0.65A
متوسط معاملة الري		0.82A	0.67A	0.48B	
LSD%5		لمعاملة الري 0.18 ، لمعاملة حمض الساليسيليك 0.27، للتفاعل 0.41			
Camarosa	SA0	0.75a	0.68cd	0.61fg	0.68A
	SA1	0.73ab	0.66de	0.59gh	0.66AB
	SA2	0.71bc	0.64ef	0.57hi	0.64BC
	SA3	0.71bc	0.64ef	0.55i	0.63C
	SA4	0.71bc	0.63ef	0.57hi	0.64BC
متوسط معاملة الري		0.72A	0.65B	0.58C	
LSD%5		لمعاملة الري 0.02، لمعاملة حمض الساليسيليك 0.02، للتفاعل 0.03			

*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%. تشير رموز SA إلى تراكيز الرش بحمض الساليسيليك وفق التراكيز (SA0: 0، SA1: 0.12، SA2: 0.25، SA3: 0.5، SA4: 1 ميلي مول).

4- تأثير معاملات الإجهاد المائي والرش الورقي بحمض الساليسيليك في نسبة المواد الصلبة الذائبة في الثمرة TSS (%):

يبين الجدول (4) أن الثمار الماخوذة من نباتات الهجين فيستفال والمروية بمستوى 75 و50% تحتوي على نسبة مواد صلبة ذائبة أعلى معنوياً (9.04 و9.75%، على الترتيب) مقارنة مع ثمار الشاهد (7.61%).

الجدول(4): تأثير معاملات الإجهاد والرش بحمض الساليسيليك في محتوى الثمار من المواد الصلبة الذائبة TSS(%)

الصنف	تركيز حمض الساليسيليك	محتوى الثمار من المواد الصلبة الذائبة (%)			
		معاملة الري (% من السعة الحقلية)			متوسط معاملة الحمض
		Control	75	50	
Festival	SA0	7.04d	8.05bcd	7.40cd	7.41B
	SA1	7.31d	8.38bcd	7.63cd	7.69B
	SA2	7.65cd	9.23abcd	10.91ab	8.97AB
	SA3	8.41bcd	10.02abc	11.49a	9.97A
	SA4	8.20bcd	9.52abcd	11.32a	9.68A
متوسط معاملة الري		7.61B	9.04A	9.75A	
LSD%5		لمعاملة الري 1.28، لمعاملة حمض الساليسيليك 1.69، للتفاعل 2.86			
Camarosa	SA0	6.39j	7.79h	9.35cd	7.85C
	SA1	6.69ij	8.10gh	9.61cd	8.13BC
	SA2	6.92ij	8.39fg	9.77c	8.36B
	SA3	6.89ij	9.10de	11.21a	9.07A
	SA4	7.19i	8.67ef	10.63b	8.83A
متوسط معاملة الري		6.82C	8.41B	10.11A	
LSD%5		لمعاملة الري 0.43، لمعاملة حمض الساليسيليك 0.46، للتفاعل 0.52			

*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%. تشير رموز SA إلى تراكيز الرش بحمض الساليسيليك وفق التراكيز (SA0: 0، SA1: 0.12، SA2: 0.25، SA3: 0.5، SA4: 1 ميلي مول).

هذا وقد سجلت معاملات الرش الورقي بحمض الساليسيليك بالتركيزين SA3 وSA4 زيادة معنوية في نسبة المواد الصلبة الذائبة في الثمار (9.97 و9.68%، على الترتيب) بالمقارنة مع النباتات غير المعاملة SA0 (7.41%). يُظهر التفاعل بين معاملات

الرش بحمض الساليسيليك ومستويات الري، أن عملية الرش بالحمض على النباتات المروية بمستوى 75% ليس لها تأثير معنوي في نسبة المواد الصلبة الذائبة في الثمار، بينما في النباتات المروية بمستوى 50% يمكن أن تحقق زيادة معنوية في هذا المؤشر إذا استخدمت التراكيز SA2 وSA3 وSA4 (10.91، 11.49 و11.32%، على الترتيب) بالمقارنة مع النباتات غير المعاملة عند نفس مستوى الري (7.40%).

بالنسبة للهجين كماروزا، يلاحظ زيادة نسبة المواد الصلبة الذائبة في الثمار بمقدار 1.5 و1.2 مرة، في المعاملة المروية بمستوى 50 و75%، على الترتيب بالمقارنة مع ثمار الشاهد المروي 100% (6.82%). أدى الرش الورقي بحمض الساليسيليك بالتراكيز SA2 وSA3 وSA4 لتسجيل فروق معنوية في المؤشر المدروس (8.36، 9.07، 8.81%، على الترتيب) بالمقارنة مع النباتات غير المعاملة SA0 (7.85%). بالنسبة للتفاعل (مستوى ري× رش بالحمض)، سجلت معاملتي الرش SA3 وSA4 عند مستوى ري 50% فروقاً معنوية بالمقارنة مع النباتات غير المعاملة عند نفس مستوى الري، بينما سجلت معاملات الرش SA2 وSA3 وSA4 عند مستوى الري 75% تأثير معنوي بالمقارنة مع النباتات غير المعاملة عند نفس مستوى الري (جدول 4).

في هذه الدراسة لم يؤثر الاجهاد المائي معنوياً في حموضة الثمار بالمقارنة مع الشاهد (جدول 3) بينما أدى لزيادة محتوى المواد الصلبة الذائبة (جدول 4). ويرجع ذلك إلى أن معايير جودة ثمار الفريز (TSS، TA، الصلابة وغيرها) تختلف من صنف إلى آخر باختلاف ظروف وسط نمو النبات .

يمكن تفسير زيادة محتوى الثمار من المواد الصلبة الذائبة تحت تأثير الإجهاد المائي، من خلال زيادة تركيز المادة الجافة نتيجة فقد الماء من الثمرة (Ibrahim *et al.*, 2022) إضافة لدور الاجهاد في تسريع عملية تحول النشاء إلى سكريات أحادية كالغلكوز والفركتوز (Zegbe-Dominguez *et al.*, 2003; Gine and Terry, 2010). تتفق هذه النتائج مع (Adak *et al.*, 2019).

5- تأثير معاملات الإجهاد المائي والرش الورقي بحمض الساليسيليك في متوسط محتوى الثمار من الكاروتينات الكلية (مغ/غ وزن رطب):

يبين الجدول (5) أن محتوى الكاروتينات الكلية في ثمار الهجين فيستفال قد تأثر بشكل إيجابي عند تعرض النبات للإجهاد المائي، فقد زاد بنسبة 112.72 و105.45% عند مستوى ري 50 و75%، على الترتيب، بالمقارنة مع النباتات المروية 100% (0.55مغ/غ وزن رطب). بينما أدت معاملات الرش الورقي بالتراكيز SA1، SA2، SA3 وSA4 من حمض الساليسيليك إلى خفض المؤشر المدروس معنوياً (0.593، 0.585، 0.563 و0.574 مغ/غ وزن رطب، على الترتيب) بالمقارنة مع ثمار SA0 (0.599 مغ/غ وزن رطب لكليهما).

الجدول(5): تأثير معاملات الإجهاد والرش بحمض الساليسيليك في محتوى الثمار من الكاروتينات الكلية (مغ/غ وزن رطب)

الصنف	تركيز حمض الساليسيليك	محتوى الثمار من الكاروتينات الكلية (مغ/غ)			
		معاملة الري (% من السعة الحقلية)			متوسط معاملة الحمض
		Control	75	50	
Festival	SA0	0.568i	0.595j	0.635a	0.599A
	SA1	0.562j	0.590f	0.629b	0.593B
	SA2	0.553k	0.584g	0.618c	0.585C
	SA3	0.528m	0.568i	0.595e	0.563E
	SA4	0.540l	0.575h	0.607d	0.574D
متوسط معاملة الري		0.55C	0.58B	0.62A	
LSD%5		لمعاملة الري 0.001، لمعاملة حمض الساليسيليك 0.002، للتفاعل 0.004			

0.57A	0.59a	0.57abc	0.54abcde	SA0	**Camarosa**
0.56A	0.59a	0.56abc	0.53 cde	SA1	
0.54A	0.58 ab	0.55abcd	0.53cde	SA2	
0.53B	0.56abc	0.53cde	0.5e	SA3	
0.54A	0.57abc	0.54abcde	0.51de	SA4	
	0.58A	0.55B	0.52C	**متوسط معاملة الري**	
لمعاملة الري 0.02، لمعاملة حمض الساليسيليك 0.03، للتفاعل 0.04				**LSD%5**	

*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%. تشير رموز SA إلى تراكيز الرش بحمض الساليسيليك وفق التراكيز (SA0: 0، SA1: 0.12، SA2: 0.25، SA3: 0.5، SA4: 1 ميلي مول).

بالنسبة للتفاعل، ساهم الرش بحمض الساليسيليك بجميع التراكيز SA1، SA2، SA3 وSA4، عند مستويي ري 50 و75%، بخفض معنوي للمؤشر قيد الدراسة مقارنة مع النباتات غير المعاملة عند نفس مستوى الري.

بالنسبة لثمار الهجين كماروزا (جدول 5)، زاد محتوى الثمار من الكاروتينات الكلية معنوياً عند خفض كمية الري إلى 75 و50% (0.55 و0.59 مغ/غ وزن رطب، على الترتيب)، مقارنة مع النباتات المروية 100% (0.52 مغ/غ وزن رطب). تعد هذه المركبات من المركبات الإستقلابية المهمة التي تعمل على كنس الجذور الحرة الناجمة عن إجهاد الأكسدة وحماية جزيئات DNA من ضرر الأكسدة، والمحافظة على ثبات بروتينات الغشاء (Liu et al., 2014) بينما لم يلاحظ للرش الورقي بحمض الساليسيليك أي تأثير معنوي في المؤشر قيد الدراسة إلا عند تطبيق التركيز SA3 إذ كانت ثمار النباتات ذات محتوى أقل معنوياً (0.53 مغ/ غ وزن رطب) بالمقارنة مع SA0 (0.56 مغ/غ وزن رطب). أما بالنسبة للتفاعل (مستوى ري× رش بالحمض)، لم يسجل أي تأثير معنوي للرش بحمض الساليسيليك، بكافة التراكيز، في محتوى الثمار من الكاروتينات عند مستويي ري 50 و75% بالمقارنة مع النباتات غير المعاملة عند مستويات ري مطابقة.

6- تأثير معاملات الإجهاد المائي والرش الورقي بحمض الساليسيليك في متوسط محتوى الثمار من الانثوسيانينات (مغ/غ وزن رطب):

الجدول(6): تأثير معاملات الإجهاد والرش بحمض الساليسيليك في محتوى الثمار من الانثوسيانينات (مغ/غ وزن رطب)

الصنف	تركيز حمض الساليسيليك	محتوى الثمار من الانثوسيانينات (مغ/غ وزن رطب)			
		معاملة الري (% من السعة الحقلية)			متوسط معاملة الحمض
		Control	75	50	
Festival	SA0	25.07l	27.30hi	30.10d	26.52D
	SA1	25.53k	27.50h	30.45c	26.91C
	SA2	26.00j	27.80g	30.93b	27.35B
	SA3	27.07i	29.00e	32.30a	29.45A
	SA4	26.13j	28.30f	30.60cb	27.46B
متوسط معاملة الري		25.96C	27.98B	28.88A	
LSD%5		لمعاملة الري 0.21، لمعاملة حمض الساليسيليك 0.25، للتفاعل 0.29			
Camarosa	SA0	23.77i	25.33fg	27.80c	25.63D
	SA1	24.03i	25.70ef	28.13c	25.96CD
	SA2	24.34hi	26.13e	28.45bc	26.31BC
	SA3	25.43fg	27.04d	29.50a	27.32A
	SA4	24.87gh	26.33e	28.97ab	26.72AB
متوسط معاملة الري		24.49C	26.11B	28.57A	

LSD%5	لمعاملة الري 0.45، لمعاملة حمض الساليسيليك 0.60، للتفاعل 0.65

**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%. تشير رموز SA إلى تراكيز الرش بحمض الساليسيليك وفق التراكيز (SA0: 0، SA1: 0.12، SA2: 0.25، SA3: 0.5، SA4: 1 ميلي مول).

يبين الجدول (6) أن محتوى ثمار الفريز من الأنثوسيانينات يتناسب طرداً مع زيادة مستوى الإجهاد المائي، فقد وصل محتوى الأنثوسيانينات في ثمار الهجين فيستفال المأخوذة من النباتات المروية بمستوى 50 و75% إلى 28.88 و27.98 مغ/غ وزن رطب، على الترتيب مقارنة مع ثمار الشاهد المروي 100% (25.96 مغ/غ وزن رطب). كما أدى الرش الورقي بحمض الساليسيليك بجميع التراكيز (SA1، SA2، SA3 وSA4) إلى زيادة معنوية في محتوى الثمار من الأنثوسيانينات (26.91، 27.35، 29.45 و27.46 مغ/غ وزن رطب، على الترتيب) مقارنة مع النباتات غير المعاملة SA0 (26.52 مغ/غ وزن رطب).

يشير تحليل التفاعل (مستوى ري× رش بالحمض) أن الرش بحمض الساليسيليك يمكن أن يكون فعال عند تطبيقه بثلاثة تراكيز (SA2 وSA3 وSA4) عند مستوى ري 75%، أو عند تطبيقه بكافة التراكيز عند مستوى ري 50%، إذ حققت هذه التراكيز زيادة معنوية في محتوى الثمار من الأنثوسيانينات مقارنة بالنباتات غير المعاملة عند مستويات ملوحة مطابقة.

في الهجين كماروزا، أدى الاجهاد المائي لزيادة محتوى الثمار من الأنثوسيانينات بمقدار 1.1 و1.2 مرة في النباتات المروية بمستوى 75 و50%، على الترتيب، بالمقارنة مع ثمار الشاهد المروي 100% (24.49 مغ/غ وزن رطب). كذلك أدى الرش الورقي بحمض الساليسيليك بالتراكيز SA1، SA2 وSA4 إلى زيادة معنوية في محتوى الثمار من الأنثوسيانينات (26.72، 27.32 و26.31 مغ/غ وزن رطب، على الترتيب) مقارنة مع النباتات غير المعاملة SA0 (25.63 مغ/غ وزن رطب). يشير التفاعل إلى أن رش حمض الساليسيليك يكون ذو تأثير معنوي عند رشه بتراكيز SA2، SA3 وSA4 في حالة النباتات المروية بمستوى 50%، وبتركيزين SA3 وSA4 في حالة النباتات المروية بمستوى 75%، بالمقارنة مع النباتات غير المعاملة بالحمض عند مستويات ري مطابقة (جدول 6).

7- تأثير معاملات الإجهاد المائي والرش الورقي بحمض الساليسيليك في متوسط محتوى الثمار من فيتامين C (مغ/100غ وزن رطب):

في نباتات الهجين فيستفال (جدول 7)، أدى انخفاض كمية مياه الري إلى المستويين 75 و50% إلى زيادة محتوى الثمار من فيتامين C معنوياً (46.33 و59.04 مغ/100غ وزن رطب، على الترتيب)، بالمقارنة مع الشاهد المروي 100% (39.57مغ/100غ وزن رطب). كذلك أدى الرش الورقي بحمض الساليسيليك لظهور فروقات معنوية بين التراكيز المستخدمة، فسجلت ثمار معاملة الرش SA3 أعلى محتوى من الفيتامين C (51.08 مغ/100غ وزن رطب) وتفوقت معنوياً على ثمار النباتات غير المعاملة بالحمض SA0 وكذلك على معاملتي التركيزين SA1 وSA2 (45.22، 47.17 و48.40 مغ/100غ وزن رطب، على الترتيب).

أما بالنسبة للتفاعل بين مستويات الري والرش الورقي في الصنف فيستفال، أدى الرش الورقي - بجميع التراكيز- على النباتات المروية بمستوى 50% لزيادة معنوية في محتوى الثمار من فيتامين C بالمقارنة مع النباتات المروية بنفس المستوى وغير المعاملة بالحمض (53.67 مغ/100غ وزن رطب)، بينما لم يؤثر الرش الورقي على النباتات المروية بمستوى 75% إلا عند التركيزين

SA3 وSA اللذين أحدثا فرقاً معنوياً بالمقارنة مع النباتات المروية بذات المستوى وغير المعاملة بالحمض (44.00 مغ/ 100غ وزن رطب).

تأثر محتوى ثمار الهجين كماروزا من فيتامين C بمستويات الري (جدول 7)، ففي الثمار المروية بمستوى 50% وصل هذا المؤشر إلى 48.25 مغ/100غ وزن رطب، مسجلةً بذلك تفوقاً معنوياً على الثمار المروية بمستوى 75 و100% (41.28 و 35.49مغ/ 100غ وزن رطب). كما أدى الرش الورقي بحمض الساليسيليك بالتراكيز SA2 وSA3 وSA4 لزيادة معنوية في محتوى الثمار من فيتامين C (41.49، 43.60 و42.72 مغ/100غ وزن رطب، على الترتيب) مقارنة مع النباتات غير المعاملة (39.82مغ/100غ وزن رطب). بينما يُظهر التفاعل (مستوى ري × رش بالحمض)، أن الرش بحمض الساليسيليك بثلاثة تراكيز (SA2 وSA3 وSA4) له تأثير معنوي في تخفيف الاجهاد، للنباتات المزروعة في مستويي ري 50 و75%، حيث لوحظ زيادة معنوية لمحتوى الثمار من فيتامين C بالمقارنة مع النباتات غير المعاملة بالحمض والمزروعة بمستويات ري مطابقة.

الجدول (7): تأثير معاملات الإجهاد والرش بحمض الساليسيليك في محتوى فيتامين C (مغ/100غ وزن رطب)

الصنف	تركيز حمض الساليسيليك	محتوى فيتامين C (مغ/100غ وزن رطب)			
		معاملة الري (% من السعة الحقلية)			متوسط معاملة الحمض
		Control	75	50	
Festival	SA0	38.00i	44.00g	53.67d	45.22D
	SA1	38.80hi	44.70g	58.00c	47.17C
	SA2	39.53hi	46.30fg	59.37bc	48.40BC
	SA3	41.00h	49.23e	63.00a	51.08A
	SA4	40.50h	47.43ef	61.17ab	49.70AB
متوسط معاملة الري		39.57C	46.33B	59.04A	
LSD%5		لمعاملة الري 1.91، لمعاملة حمض الساليسيليك 1.88، للتفاعل 2.4			
Camarosa	SA0	34.17j	39.03g	46.27d	39.82C
	SA1	34.87ij	40.13fg	47.16cd	40.72BC
	SA2	35.07ij	41.23f	48.17bc	41.49B
	SA3	37.23h	43.37e	50.20a	43.60A
	SA4	36.10hi	42.63e	49.43ab	42.72A
متوسط معاملة الري		35.49C	41.28B	48.25A	
LSD%5		لمعاملة الري 0.55، لمعاملة حمض الساليسيليك 1.22، للتفاعل 1.3			

*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%. تشير رموز SA إلى تراكيز الرش بحمض الساليسيليك وفق التراكيز (SA0: 0، SA1: 0.12، SA2: 0.25، SA3: 0.5، SA4: 1 ميلي مول).

ربما يرجع السبب في ذلك إلى أن نباتات الفريز المعرضة للإجهاد المائي تسعى للتخلص من جذور الأكسجين الحرة التي تسبب لها إجهاداً تأكسدياً من خلال زياد إفراز المواد المضادة للأكسدة ومنها فيتامين C، تتوافق نتائجنا مع ماتوصل إليه (Kumar *et al.*, 2012; Haghshenas *et al.*, 2020) فقد ازدادت كمية الفيتامين C في ثمار الفريز المروية رياً ناقصاً، في حين تتعارض نتائجنا مع ماتوصل إليه (Kumar *et al.*, 2012) بأن محتوى ثمار الفريز المروية ريا كاملاً من الفيتامين C، السكروز والأنثوسيانينات أعلى من محتوى الثمار المجهدة.

الاستنتاجات:

1- أدى تعرض نبات الفريز للإجهاد المائي إلى انخفاض في كمية المحصول الناتج.

2- ري نباتات الفريز بنصف كمية مياه الري اللازمة لها يؤدي إلى صغر حجم الثمار ونقص وزنها.

3- إعطاء نبات الفريز كميات مياه أقل من احتياجاته المائية حتى 50% ساعد في تحسين بعض معايير جودة الثمار (نسبة المواد الصلبة الذائبة- نسبة الحموضة الكلية- كمية فيتامين C).

4- التقارب بين الهجينين فيستفال وكماوزا من حيث استجابتهما لظروف الإجهاد المائي.

التوصيات:

1- التوسع بزراعة الفريز باستخدام الهجينين المدروسين حيث ظهر من خلال الدراسة قدرتهما على تحمل ظروف الإجهاد و الإستمرار في الإنتاج.

2- استخدام طرائق الري الناقص في ري نبات الفريز حتى 75% من السعة الحقلية لنحافظ على كمية الإنتاج من ناحية و نحسن من جودة الثمار الناتجة من ناحية آخرى.

3- استخدام مواد تساعد النباتات على تحمل ظروف الإجهاد المائي والحفاظ على إنتاجيتها وجودة ثمارها.

4- اختبار أصناف أخرى لدراسة استجابتها لظروف الإجهاد المائي.

المراجع:

Adak, N.; H. Gubbuk; and N. Tetik (2018). Yield, quality and biochemical properties of various strawberry cultivars under water stress. J. Sci. Food Agric. 98: 304-311.

Ahmad, F.; T. Aziz; M. A. Maqsood; M. A. Tahir; S. Kanwal (2007). Effect of silicon application on wheat (Triticum aestivum L.) growth under water deficiency stress. Emir. J. Food Agric. 19: 01-07.

Ai, L.; Z. H. Li; Z. X. Xie; X. L. Tian; A. E. Eneji; and L.S. Duan (2008). Coronatine alleviates polyethylene glycol-induced water stress in two rice (Oryza sativa L.) cultivars. J. Agron. Crop Sci. 194: 360–368.

AOAC (1988). Official methods of analysis of AOAC international. 17th ed. Gaithersburg, MD, USA.

Bajguz, A. and S. Hayat (2009). Effects of brassinosteroids on the plant responses to environmental stresses. Plant Physiol. Biochem. 47: 1–8.

Bakhsh, A. and T. Hussain. (2015). Engineering crop plants against abiotic stress: Current achievements and prospects. Emir. J. Food Agric. 27(1): 24-39.

Bijanzadeh, E.; R. Naderi; and T.P. Egan (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.

Chaves, M. M.; J. P. Maroco; and J. S. Pereira (2003). Understanding plant responses to drought from genes to the whole plant. Functional Plant Biology. 30: 239-264.

Ghaderi, N.; S. Normohammadi; and T. Javadi (2015). Morpho-physiological responses of strawberry (Fragaria× ananassa) to exogenous salicylic acid application under drought stress.

Gine Bordonaba, J. and L. A. Terry (2010). Manipulating the Taste-related Composition of Strawberry Fruits (Fragaria ananassa) from Different Cultivars Using Deficit Irrigation. Food Chem. 122: 1020–1026.

Grant, O.M.; A.W. Johnson; M.J. Davies; C.M. James; and D.W. Simpson (2010). Physiological and morphological diversity of cultivated strawberry (Fragaria x ananassa) in response to water deficit. Environ Exp Bot. 68: 264–272.

Klamkowski, K. and W. Treder (2006). Morphological and Physiological Responses of Strawberry Plants to Water Stress. Agriculturae Conspectus Scientifi cus. 71: 159–165.

Klamkowski, K. and W. Treder (2008). Response to drought stress of three strawberry cultivars grown under greenhouse conditions. J Fruit Ornam Plant Res. 16: 179–188.

Litchtenthaler, H.K. and A. R. Weiiburn. (1983). Determinations of total carotenoids and chlorpphylls a and b of leaf extracts in different solvens. Biochem. Soc. Transac., 603: 591-592.

Liu, D.; Z. F. Pei; M. S. Naeem; D. F. Ming; H. B. Liu; F. Khan; W. J. Zhou (2011). 5-aminolevulinic acid activates antioxidative defence system and seedling growth in Brassica napus L. Under water-deficit stress. J. Agron. Crop Sci. 197: 284–295.

Liu, F.; S. Savic; C. R. Jensen; A. Shahnazari; S. E. Jacobsen; R. Stikic; and M. N. Anderson (2007). Water Relations and Yield of Lysimeter-grown Strawberries under Limited Irrigation. Sci. Hort., 111(2): 128–132.

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

Maghsoudi, K.; Y. Emam; M. Ashraf; and M.J. Arvin (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.

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

Osman, H. S. and B. B. M. Salim (2016). Influence of exogenous application of some phytoprotectants on growth, yield and pod quality of snap bean under NaCl salinity. – Ann. Agric. Sci. 61: 1-13.

Roshdy, A.E. D.; A. Alebidi; K. Almutairi; R. Al-Obeed; and A. Elsabagh (2021). The Effect of Salicylic Acid on the Performances of Salt Stressed Strawberry Plants, Enzymes Activity, and Salt Tolerance Index. Agronomy. 11: 775.

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

Samykanno, K.; E. Pang; and P.J. Marriott (2013). Genotypic and environmental effects on flavor attributes of 'Albion' and 'Juliette' strawberry fruits. Sci Hortic. 164: 633–642.

Senaratna, T.; D. Touchell; E. Bunn; and K. Dixon (2000). Acetyl salicylic acid (Aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants. Plant Growth Regul. 30: 157–161.

Shi, H.; C. Jiang; T. Ye; and Z. Chan (2014). Comparative Physiological, Metabolomic, And Transcriptomic Analyses Reveal Mechanisms Of Improved Abiotic Stress Resistance In Bermudagrass [Cynodon Dactylon (L). Pers.] By Exogenous Melatonin. J. EXP. BOT. 66(3): 681-694.

Stintzing, F. C.; A. S. Stintzing; R. Carle; B. Frei and R. E. Wrolstad (2002). Color and antioxidant properties of cyanidin-based anthocyanin pigments. Journal of agricultural and food chemistry 50(21): 6172-6181.

Terry, L.A.; G. A. Chope; and J. Gine Bordonaba (2007). Effect of water deficit irrigation and inoculation with Botrytis cinerea on strawberry (Fragaria x ananassa) fruit quality. J Agric Food Chem. 55:10812–10819.

Tunc, T.; U. Sahin; S. Evren; E. Dasci; E. Guney; and R. Aslantas (2019). The deficit irrigation productivity and economy in strawberry in the different drip irrigation practices in a high plain with semi-arid climate. Sci. Hort. 245: 47-56.

Zhu, J. K. (2016). Abiotic stress signaling and responses in plants. Cell. 167: 313-324.

Effect Of Foliar Spraying With Different Concentrations Of Salicylic Acid On Fruit Quality Parameters Of Two Strawberry Hybrids (Festival And Camarosa)Under Different levels of Irrigation

Anoud Tena[(1)] and Hassan Obead [(1)]

(1). Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agricultural Engineering, Damascus University, Damascus, Syria.

(*Corresponding author: Anoud Tena, E-mail: anoudtena@gmail.com, phone: 0932128887)

Received: 8/01/2023 Accepted: 16/02/2023

Abstract:

The research was carried out in the farm of Abu Jarash in the Faculty of Agriculture - Damascus University, and the analyzes were conducted in the laboratories of the Faculty of Agriculture, and the National commission for Biotechnology (NCBT) in Damascus. The cultivation was carried out for three consecutive seasons in December 2018-2019-2020, with the aim of studying the effect of foliar spraying with five concentrations of salicylic acid (0, 0.12, 0.25, 0.5, 1 mmol) its symbols SA0, SA1, SA2, SA3 and SA4, and three levels of irrigation (control, 75 and 50% of the field capacity) in the growth, development and productivity of two strawberry hybrids “Festival and Camarosa”. The results showed that water stress lead to a decline of physical parameters of fruit.The weight of fruit reached to 14.06 g under the irrigation level (75%), while it decreased to 10.45 g under 50% field capacity, as compared to the control (15.62 g). The percentage of decrease in fruit diameter was 46.74% in the treatment 50% as compared to the control. However, water stress improved the quality of the fruits by increasing the contents of soluble solids, vitamin C, carotenoids, and anthocyanins, while the total acidity decreased with reducing the amount of irrigation to 50% in the two hybrids, Festival and Camarosa. Spraying with salicylic acid also contributed to improving some quality characteristics of the fruits (contents of TSS, vitamin C, anthocyanins), at the same time reducing the content of total carotenoids in the fruits, while it did not affect the acidity of the fruits of the hybrid Festival, This makes the fruits taste tastier and increases their storage.

Keyword: Strawberry, irrigation Ievel, Salicylic Acid, Fruit Quality.