تأثير الرش بمستخلص الأعشاب البحرية والماء الأوكسجيني(H_2O_2) في بعض صفات النمو الخضري للفول العادي تحت ظروف الإجهاد الجفافي

م. أحمد حافظ محمد عطية [1] أ.د. بشار حياص [2] د. فادي عباس [3]

(1) طالب دكتوراه، قسم المحاصيل الحقلية، كلية الهندسة الزراعية بجامعة البعث سورية.

(2). أستاذ، قسم المحاصيل الحقلية، كلية الهندسة الزراعية بجامعة البعث سورية.

(3). مدير بحوث في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية GCSAR، سورية، مركز بحوث حمص..fadiab77@gmail.com

الملخص

نفذ البحث خلال الموسم الزراعي 2023/2022 في حقل خاص بقرية الدوير شمالي مدينة حمص على صنف الفول البلدي *Vicia faba* L. بهدف دراسة تأثير الرش بتراكيز مختلفة من الماء الأوكسجيني (H_2O_2) ومستخلص الأعشاب البحرية في بعض صفاتالنمو الخضري للفول العادي تحت ظروف الإجهاد الجفافي خلال مرحلة الإزهار. صممت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة بترتيب القطع المنشقة لمرتين بثلاثة مكررات، حيث توضعت معاملة الري في القطع الرئيسية ومعاملة الرش بمستخلص الأعشاب البحرية في القطع المنشقة من الدرجة الأولى ومعاملة الرش بالماء الأوكسجيني في القطع المنشقة من الدرجة الثانية.

أظهرت النتائج التأثير السلبي للإجهاد الجفافي في جميع مؤشرات النمو المدروسة (ارتفاع النبات، عدد أوراق النبات، الوزن الجاف للنبات، مساحة الأوراق، معدل نمو المحصول المطلق، معدل النمو النسبي، صافي إنتاجية التمثيل الضوئي) بالنسب التالية: 12.94، 12.59، 16.70، 19.71، 22.51، 8.71، 4.32% على التوالي. وأدى الرش

بمستخلص الأعشاب البحرية 1 غ/لتر والرش بالماء الأوكسجيني10و 20 ميلي مول إلى تحسين نمو النبات وسبب تراجع قيم معدلات الانخفاض في مؤشرات النمو المدروسة تحت ظروف الإجهاد مقارنةً بمعاملة الشاهد غير المعامل. وبالنتيجة حققت معاملة الرش بمستخلص الأعشاب البحرية 1غ/لتر مع الرش بلماء الأوكسجيني20 ميلي مول أفضل قيم مؤشرات النمو المدروسة للفول وأقل معدلات لتناقص القيم تحت ظروف الإجهاد مقارنةً بالشاهد المروي.

الكلمات المفتاحية: مستخلص الأعشاب البحرية، الماء الأوكسجيني، الإجهاد الجفافي ، النمو، الفول العادي.

Effect of spraying with seaweed extract and hydrogen peroxide (H_2O_2) on some vegetative growth traits of bean under drought stress conditions

Ahmad Hafez Atiyeeh [(1)] Prof. Dr. Bashar Hayas [(2)] Dr. Fadi Abbas [(3)]

(1) PhD student, Field Crops Department, Faculty of Agricultural Engineering, Al-Baath University, Syria.
(2). Professor, Field Crops Department, Faculty of Agricultural Engineering, Al-Baath University, Syria.
(3). Research Director at the General Commission for Scientific Agricultural Research (GCSAR), Syria, Homs Research Center. fadiab77@gmail.com.

Abstract

The research was carried out during the 2022/2023 agricultural season in a private field in the village of Al-Duwair, north to Homs city, on faba bean variety *Vicia faba* L., to study the effect of spraying with different concentrations of seaweed extract and hydrogen peroxide (H_2O_2) on some vegetative growth characteristics of common faba bean under conditions of drought stress during the flowering stage. The experiment designed according to a completely randomized block design, with the arrangement of split-split plots with three replicates, where the irrigation treatment was placed in the main plots, the spraying treatment with seaweed extract in the split plots, and the spraying treatment with hydrogen peroxide in the split-split plots.

The results showed a negative effect of drought stress on all growth indicators studied (plant height, number of plant leaves, plant dry weight, leaf area, crop growth rate, relative growth rate, and net assimilation rate) at the following ratios: 12.94, 12.59, 16.70, 19.71. , 22.51, 8.71, and 4.32%, respectively. Spraying with seaweed extract 1 g/L and spraying with 10 and 20 mmol of hydrogen peroxide led to improved plant growth and caused a decrease in the values of decrements in the growth indicators studied under stress conditions compared to irrigated control treatment. As a result, the spraying treatment with seaweed extract 1 g/L and spraying with 20 mmol hydrogen peroxide achieved the best values of the studied growth indicators for faba bean and the lowest rates of decrements under stress conditions compared to the irrigated control.

Keywords: seaweed extract, hydrogen peroxide, drought stress, growth, bean.

المقدمة والدراسة المرجعية:

يعد نبات الفول.*Vicia faba* L واحداً من أهم المحاصيل القديمة المزروعة من قبل الإنسان، وهو نبات ذاتي التلقيح مع نسبة من التلقيح الخلطي. وتتراوح نسبة التلقيح الخلطي بين (20=80)% بفضل الأزهار التي تجذب الملقحات المختلفة وتحديداً نحل العسلوقدأشارت الدراسات الحالية إلى أن نحل العسل وغيره من الملقحات الطبيعية يمكن أن تزيد من حدوث التلقيح وبالتالي تزيد من إنتاجية البذور في الفول (Marzinzig *et al.*, 2018)، وقد انخفضت زراعة الفول في العالم من 5 مليون هكتار في 1965 إلى

أقل من النصف في عام 2007 بسبب غلته غير المستقرة وتعرضه في مناطق زراعته إلى إجهادات حيوية وغير حيوية (Rubiales, 2010).

يرجع أصل الفول إلى بلدان شرق البحر الأبيض المتوسط وأفغانستان (كمال وآخرون، 2016)، ويعود اكتشافه إلى نحو 6500عام قبل الميلاد ، وعرف حينها باسم فول الحصان أو الفول السميك 2n = 12 ، وعلى الرغم من عدم معرفة أشكاله البرية بعد إلا أنه يعتقد أن أقرب الأشكال البرية له هو النوع *Vicia narbonensis* وهناك دراسات تفيد بأنه استؤنس في الشرق الأوسط منذ قرابة أكثر من 8000 عام قبل الميلاد (Cubero, 2011).

بلغت المساحة المزروعة بالفول في سورية في العام 2022 حوالي 14906هكتار أعطت إنتاج قدره 19422طن بمتوسط إنتاجية 1303 كغ/هـ ، كان نصيب محافظة حمص منها 1111 هكتار أنتجت حوالي 1478 طن بمتوسط غلة 1330 كغ/هـ (المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية، 2022). وتعد غلته متدنية ويعود ذلك للعديد من الأسباب يأتي نقص مياه الأمطار في العديد من أماكن زراعته في المرتبة الأولى.

ذكر Pieters وآخرون (2004) أنه بحلول عام 2030 ستعاني العديد من البلدان من نقص المياه بالإضافة إلى سوء نوعيتها وعدم صلاحيتها للري، ووفقاً لـ Kasim وآخرون (2013) فإن الجفاف سيؤثر في 50% من الأراضي الصالحة للزراعة حالياً بحلول العام 2050 تبعاً للتغيرات المناخية التي بدأت تتضح ملامحها أو بسبب أنشطة الإنسان بالاستخدام المكثف وغير المرشد للأراضي والمياه (Al-Riffai *et al*., 2019).

يعد الإجهاد المائي أخطر أشكال الإجهادات البيئية وتتمثل استجابات النبات للإجهاد المائي بانخفاض نموه وتطوره ومحتوى الصبغات الضوئية وامتصاص ثاني أكسيد الكربون، بالإضافة إلى تراكم أنواع الأكسجين التفاعلية (Winnicki *et al*., 2019) ،بالتالي، فإن تحسين تحمل المحاصيل لنقص المياه هي المسألة الأكثر ضرورة والأهم للدراسة في الوقت الراهن (Cantale *et al*.. 2018).

إن مقاومة النبات للجفاف صفة معقدة تتأثر بعدة جينات وغالباً مع الظروف البيئية من خلال عدة استجابات تختلف حسب النوع والصنف وشدة و فترة الإجهاد

المائي (Hittalmani *et al*., 2006). ويمكن تطوير مقاومة الفول المزروع للجفاف بسبب وجود العديد من الأقارب البرية التي تعود للجنس *Vicia* والتي تمتلك على مورثات المقاومة، كما يمكن للظروف البيئية أو للمعاملات الزراعية المختلفة إظهار فعل أكبر لهذه المورثات (Haq *et al*., 2022).

يعد الإجهاد الجفافي السبب الرئيس في خفض الغلة البذرية للفول وللمحاصيل البقولية الأخرى بعد الأمراض (Farshadfar *et al*., 2008). وبحسب نقولا وبكور (2010) فإن الجفاف هو النقص في ماء التربة المتاح الذي يحدث نقصاً مائياً في النبات كافٍ لإحداث نقص في النمو، بينما مقاومة الجفاف تعني قدرة النبات على البقاء فترات يشح فيها الماء في التربة.

يؤثر الإجهاد الجفافي في مؤشرات نمو الفول بشكل واضح فهو يؤدي إلى انخفاض الوزن الجاف للمجموع الخضري بشكل كبير مع ازدياد مستوى الجفاف وشدته (El-Tayeb and Hassanien, (2000.

تزداد نسبة المواد الذئبة في أوراق النبات تحت ظروف الإجهاد بسبب وجود علاقة ارتباط قوية بين تراكم هذه الذائبات في أنسجة النبات وتحمل الإجهاد الحلولي، وتزداد نسبة السكريات المرجعة بشكل رئيسي بسبب تحلل النشاء لتلبي متطلبات نشاط أنزيمات الحلمهة في نبات الفول (El-Tayeb, 2006).

يعتبر مستخلص الطحالب البحرية منشطاً حيوياً مفيداً لنمو النبات، فهو غني بالأوكسينات والسيتوكينينات التي تعتبر منظمات نمو للنبات (Marhoon and Abbas, 2015). بالإضافة لغناها بمركب بيتا كاروتين (برو فيتامين A) والعديد من الأحماض الأمينية (Badr *et al*., 2017)، والعديد من العناصر الكبرى والصغرى وخاصة الفوسفور والحديد والزنك ومكونات مضادات الأكسدة (El-Sayed *et al*. 2018).

إن التسميد بالأعشاب البحرية له تأثير كبير بالمقارنة بالأسمدة المعدنية وذلك لاحتوائه على كمية كبيرة من المادة العضوية التي تحتفظ بالرطوبة وتساعد في تيسير العناصر الغذائية مما يسهل امتصاص الجذور للعناصر من سطح التربة (Begum *et al*., 2018).

وجد توفيق (2012) أن الرش بمستخلص الأعشاب البحرية (Algamix) بتركيز 4.5 مل/ لتر لثلاث مرات خلال موسم النمو على نبات الفول *Viciafaba* L.(الرشة الأولىعند تكون 4–5 أوراق، ثم بفارق أسبوعين)، أثراً معنوياً في أغلب صفات النمو الخضري (طولال نبات، عدد أوراق النبات، عدد الأفرع)، وبعض صفات المحصول (عددالقرون، إنتاجيةالنبات الواحد، والإنتاج الكلي). وبين جرجنازي (2019) عند رش نبات الفول العادي بخمسة تراكيز منمستخلصالأعشاب البحرية (0، 0.5، 1، 2، 4) مل/ليتر، أن رش النباتات بمستخلص الأعشاب البحرية حققت زيادة في نمو النباتات والإنتاجية وتحسين نوعيته وأعطى التركيز 2 مل/لتر أفضل عدد أفرع وعدد أوراق، وعدد قرون ووزن القرون وعدد البذور في النبت وانتاجية القرون الخضراء.

وفي محاصيل بقواية أخرى وجد Mogazy وآخرون (2020) أن مستخلصات الطحالب البحرية قد حسنت بعض الخصائص الحيوية لنبات اللوبيا (الوزن الرطب والجاف للنبات وطول الجذور وارتفاع النبات وعدد الأوراق ومساحتها). كذلك وجد Aung (2011) زيادة معدل نمو المحصول ومساحة الأوراق عند تطبيق مستخلص الأعشاب البحرية على نبات الماش mung bean.

الماء الأوكسجيني أو بيروكسيد الهيدروجين (H2O2) هو أحد أنواع الأكسجين التفاعلية المستقرة (ROS) والذي يتم إنتاجه بشكل طبيعي أثناء عملية التمثيل الغذائي للخلية خاصة تحت الإجهاد .(Ismail *et al*., 2015) وله دور كبير في الإشارة إلى العديد من العمليات الفسيولوجية مثل التمثيل الضوئي والتنفس والنتح ونقل نواتج التمثيل (kilic and Kahraman, 2016).

بين Wang و Song (2008) أن حمض الأبسيسيك يزيد تحت الظروف المجهدة مائياً مما يؤدي إلى إغلاق الثغور التنفسية، ووفقاً للعلاقة بين الماء الأوكسجيني وحمض الأبسيسيك، فإن الأخير يزيد من إنتاج الأول في الخلية النباتية مما يؤدي إلى إغلاق الثغور عند تعرض النبات للإجهاد.

درس دور الرش بالماء الأوكسجيني في العديد من النباتات فوجد قبيلي وآخرون (2021) أن المعاملة رشاً بالماء الأوكسجيني بتركيز 10 ميلي مول على نبات الفول أدت إلى زيادة

ارتفاع النبات ودليل المسطح الورقي ومعدل نمو المحصول والتمثيل الصافي مما انعكس ايجاباً على عدد القرون في النبات ووزن البذور. كما وجد أنه يساعد نباتات فول الصويا في الحفاظ على المحتوى المائي في الأوراق والتغلب على مشاكل إجهاد الجفاف (Ishibashi *et al*., 2011)، ويحفز التكيف مع الإجهاد الحلولي في الذرةالصفراء (Terzi *et al*., 2014)، ويعزز إنبات بذور الشعير ونمو البادرات تحت ظروف الإجهاد الملحي (kilic and Kahraman, 2016).

بناءً على ما سبق فقد هدف هذا البحث إلى: دراسة تأثير الرش بتراكيز مختلفة من الماء الأوكسجيني (H_2O_2) ومستخلص الأعشاب البحرية في بعض صفاتالنمو الخضري للفول العادي تحت ظروف الإجهاد الجفافي خلال مرحلة الإزهار.

مواد البحث وطرائقه:

نفذ البحث في الموسم الزراعي 2023/2022 في حقل خاص بقرية الدوير التي تقع شمال مدينة حمص ويبين الجدول (1) بعض الظروف المناخية السائدة خلال فترة تنفيذ البحث. حيث تميز موقع الدراسة بمناخ شتوي معتدل وماطر حيث بلغ مجموع الهطول المطري خلال موسم النمو 328.92 ملم، وكانت أقل متوسط لدرجات الحرارة الصغرى خلال شهر شباط 3.18 مْ، في حين كان شهر حزيران الأعلى حرارة 30.30 مْ (الجدول، 1).

الجدول (1). الظروف المناخية السائدة في موقع الدراسة (مأخوذة من المحطة المناخية لأرصاد حمص)

الشهر	درجة الحرارة الصغرى مْ	درجة الحرارة العظمى مْ	معدل الهطول المطري
كانون الأول	6.53	14.5	33.8
كانون الثاني	7.64	23.57	69.22
شباط	3.18	13.41	133.3
آذار	9.27	18.58	57.4

نيسان	9.78	21.16	32
أيار	13.64	27.24	3.2
حزيران	18.86	30.30	0
المجموع			328.92

بينت نتائج تحليل التربة للموقع المدروس (الجدول، 2) أن التربة طينية ثقيلة قاعدية التفاعل غنية بالآزوت والفوسفور ومتوسطة المحتوى بالبوتاس.

الجدول (2) التحليل الفيزيائي والكيميائي لتربة الموقع المدروس.

توزع حجم جزيئات التربة			قوام التربة	المادة العضوية	النتروجين المتاح PPM	الفوسفور المتاح PPM	البوتاس المتاح PPM	PH
رمل %	سلت %	طين %						
20.2	18.3	61.5	طينية	2.40	30.15	14.63	185.63	8.11

تمثلت المادة النباتية بصنف الفول البلدي المحسن وهو من الأصناف المعتمدة للزراعة في القطر، يحتاج بحدود 150 يوماً حتى النضج، ويعطي النبات الواحد 22 قرن، ومتوسط عدد البذور في القرن الواحد 4، تبلغ غلته البذرية في تجارب البحوث بحدود 2480 كغ/هـ.

عوامل التجربة:

- معاملة الإجهاد: تتضـــمن معاملتين الأولى بالاعتماد على مياه الأمطار وقطع المياه عن النبات بدءً من بداية الإزهار ولمدة 25 يوماً والثانية تم الري حســـب حاجة المحصول اعتبرت كشاهد.

- الرش بالماء الأوكسجيني: تم استخدام الماء الأوكسجيني (H_2O_2) 35% (EKA, KEMI, Sweden) بتركيزين (H_1:10 ميلي مول، H_2: 20 ميلي مول)، حيث تم الرش على المجموع الخضري للنبات بمعدل رشتين: بعد 20 يوم من الإنبات وعند بدء ظهور البراعم الزهرية.
- الرش بمستخلص الأعشاب البحرية SW حيث تم رش مستخلص الأعشاب البحرية قبل بدء تكون البراعم الزهرية بتركيز 1 غ/لتر بالإضافة إلى معاملة الشاهد دون رش.

بلغ عدد القطع التجريبية 2 للري × 2 لمستخلص الأعشاب البحرية × 3 للماء الأوكسجيني ×3 مكررات = 36 قطعة تجريبية.

عدد الخطوط في القطعة التجريبية 5 خطوط وطول الخط 4 م والمسافة بين الخطوط 50 سم وبين النباتات على الخط الواحد 15 سم.

مساحة القطعة التجريبية 4 × 2.5 = 10 م^2.

مساحة التجربة المزروعة فعلياً 36 × 10= 360 م^2. وأحيطت التجربة بنطاق حماية 1 م من كل الجهات.

تصميم التجربة والتحليل الإحصائي:

صممت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة بترتيب القطع المنشقة لمرتين بثلاثة مكررات، حيث توضعت معاملة الري في القطع الرئيسية ومعاملة الرش بمستخلص الأعشاب البحرية في القطع المنشقة من الدرجة الأولى ومعاملة الرش بالماء الأوكسجيني في القطع المنشقة من الدرجة الثانية. وتم إجراء عمليات التحليل الإحصائي لكافة الصفات التي شملتها الدراسة باستخدام برنامج Gen Stat 12، وتقدير قيمة أقل فرق معنوي (L.S.D)عند مستوى احتمالية 5%.

المؤشرات المدروسة:

1. ارتفاع النبات (سم): سجل ارتفاع النبات عن طريق قياس طول النبات من قاعدته عند سطح التربة وحتى قمته، وتم القياس لخمسة نباتات تم اختيارها عشوائياً من الخطوط الوسطى لكل قطعة تجريبية في مرحلةالنضج الفيزيولوجي.

2. عدد الأوراق في النبات (ورقة/نبات): أخذت النباتات من الفقرة السابقة حيث تم عد أوراقها وحسب المتوسط.

3. الوزن الجاف للنبات (غ):

تم عن طريق أخذ عينة مؤلفة من 5 نباتات من كل قطعة تجريبية خلال مرحلة امتلاء البذور، حيث قلعت النباتات ونظفت من التراب وتم وزنها مباشـرةً ثم تم تقطيعها وتجفيفها في فرن التجفيف على درجة حرارة 105 مْ حتى ثبات الوزن.

4. مساحة المسطح الورقي*Leaf Area*(سم^2. نبات$^{-1}$):

يتم حسابها يدوياً وفق معادلة (Bueno and Athinks, 1981):

مساحة الوريقة = أقصى طول للورقة × أقصى عرض للورقة × معامل التصحيح 0.41

مساحة النبات: مجموع مساحة الوريقات.

5. معدل نمو المحصول *Crop Growth Rate*

وهو الوزن الجاف للنبات المتراكم في وحدة زمنية معينة لكل وحدة من مســـاحة الأرض ويعتبر دليلاً هاماً للإنتاجية الزراعية ويعبر عنه بالواحدة (غ. م$^{-2}$. يوم$^{-1}$) وقدر بالمعادلة التالية:

$$(1/\mathrm{P})\,CGR = \frac{W_2 - W_1}{t_2 - t_1}$$

W_1، W_2: الوزن الجاف للنبات في بداية ونهاية فترة القياس (بعد 70 و 100 يوم من الزراعة)

t_1،t_2 : بداية ونهاية فترة القياس

P: المساحة الغذائية للنبات

6. معدل النمو النسبي*Relative Growth Rate*

وهو الوزن الجاف المتراكم للنبات لكل وحدة من الوزن الأصـلي خلال وحدة زمنية معينة، ويتأثر هذا المعدل بشـــكل كبير بالظروف البيئية وخصـــوبة التربة والعمليات الزراعية، ويعبر عنه بالواحدة (ملغ. غ$^{-1}$. يوم$^{-1}$) ويحسب من العلاقة التالية:

$$RGR = \frac{Log_e W_2 - Log_e W_1}{t_{2-} t_1}$$

RGR: معدل النمو النسبي غ/غ/أسبوع

W_1، W_2: الوزن الجاف للنبات في بداية ونهاية فترة القياس

t_1،t_2 : بداية ونهاية فترة القياس

7. صافي إنتاجية التمثيل الضوئي *Net Assimilation Rate*

وهي عبارة عن كمية المادة الجافة المطلقة التي يتم تمثيلها في وحدة المســـاحة من المسطح الورقي خلال فترة محددة. ويعبر عنه بالواحدة (غ. م$^{-2}$. يوم$^{-1}$).

وحسب من المعادلة التالية:

$$NAR = \frac{(Log_e L_2 - Log_e L_1)(W_{2-} W_1)}{(t_2 - t_1)(L_2 - L_1)}$$

حيثNAR: صافي إنتاجية التمثيل الضوئي، غ/م^{٢}.يوم

L_1، L_2 : مساحة الأوراق في بداية ونهاية فترة القياس على الترتيب (بالمتر المربع).

W_1، W_2: وزن النباتات الجافة في بداية ونهاية فترة القياس على الترتيب (غ. م$^{-2}$).

t_1 ، t_2: عدد الأيام بين المرحلتين.

النتائج والمناقشة:

1. ارتفاع النبات:

بينت نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (3) وجود فروقاتٍ معنويةٍ($P\leq0.05$)في صفة ارتفاع النبات عند الإزهار بين معاملتي الرش الورقي بمستخلص الأعشاب البحرية

ومعاملات الرش بالماء الأوكسجيني تحت ظروف الشاهد والإجهاد والتفاعل المتبادل بين هذه العوامل.

بلغ متوسط ارتفاع النبات 74.69، 85.82سم عند معاملتي الرش الورقي بالأعشاب البحرية0، 1غ/لتر على التوالي بفروق معنوية. وعند دراسة التفاعل المشترك بين الرش بمستخلص الأعشاب ومعاملة الإجهاد تفوقت معاملة الرش الورقي 1غ/لتر تحت ظروف الشاهد معنوياً مقارنةً بباقي التفاعلات وحققت ارتفاعاً قدره 89.57 سم. بلغ معدل التناقص في قيمة ارتفاع النبات 17.43% عند معاملة الشاهد بلا رش وعند الرش بمستخلص الأعشاب البحرية انخفض معدل التناقص إلى 8.45% فقط مما يدل على دور مستخلص الأعشاب البحرية في المحافظة على ارتفاع نبات جيد تحت ظروف الإجهاد.

ازداد متوسط ارتفاع النبات معنوياً مع زيادة تركيز الرش بالماء الأوكسجيني فبلغ (74.67، 80.65، 85.43) سم عند معاملات الرش (0، 10، 20 ميلي مول) على التوالي، وتفوقت قيم ارتفاع النبات تحت ظروف الشاهد معنوياً مقارنةً بباقي التفاعلات الثنائية وحقق التفاعل (الرش بالماء الأوكسجيني20 ميلي مول عند الشاهد المروي) أعلى ارتفاع للنبات بلغ 89.47 سم. وبلغت معدلات التناقص في ارتفاع النبات 16.26، 13.41، 9.16% عند معاملات الرش (0، 10، 20 ميلي مول) على التوالي مما يدل على دور الماء الأوكسجيني في تخفيف الآثار السلبية للإجهاد من خلال المحافظة على ارتفاع نبات جيد تحت ظروف الإجهاد.

تفوقت معاملة الشاهد المروي معنوياً على معاملة الإجهاد وبلغ متوسط ارتفاع النبات (85.66، 74.85) سم على التوالي وبنسبة تناقص بلغت 12.94%.

بدراسة التفاعل الثنائي (الرش الورقي بمستخلص الأعشاب والماء الأوكسجيني) تفوق التفاعل (الرش بالأعشاب 1غ/لتر مع الرش بالماء الأوكسجيني20 ميلي مول) فأعطى ارتفاع قدره90.52سم، وحقق هذا التفاعل أقل تراجع في ارتفاع النبات تحت ظروف الإجهاد مقارنةً بالشاهد المروي بلغ 5.68%، فيما كانت معاملة الشاهد بلا رش الأدنى معنوياً 68.32 سم وأعطت أعلى معدل تناقص بلغ 20.90%.

ومن دراسة التأثير المشترك بين العوامل الثلاثة تفوقت المعاملة (الرش بالأعشاب 1 غ/لتر والماء الأوكسجيني20 ميلي مول تحت ظروف الشاهد المروي) 93.17 سم معنوياً على باقي التفاعلات، في حين كانت معاملة عدم الرش الورقي تحت ظروف الإجهاد الأدنى معنوياً 34..60 سم.

الجدول (3) تأثير الرش بالماء الأوكسجيني ومستخلص الأعشاب البحرية في ارتفاع نبات الفول (سم) تحت ظروف الإجهاد الجفافي

المعاملة		الشاهد	الإجهاد	المتوسط	التناقص%
مستخلص الأعشاب البحرية Sغ/لتر	S1=0	81.76	67.62	74.69	17.43
	S2=1	89.57	82.07	85.82	8.45
	LSD 0.05	D*S=1.377		S=0.974	S= 1.323
الماء الأوكسيجيني H ميلي مول	H1=0	81.17	68.18	74.67	16.26
	H2=10	86.35	74.95	80.65	13.41
	H3=20	89.47	81.39	85.43	9.16
	LSD 0.05	D*H=1.687		H=1.193	H= 1.621
معاملة الإجهاد D	–	85.66	74.84	-	12.94
	LSD 0.05	D=0.974		-	-
التأثير المشترك	$S_1 H_1$	76.30	60.34	68.32	20.90
	$S_1 H_2$	83.20	67.59	75.40	18.77
	$S_1 H_3$	85.77	74.92	80.34	12.63
	$S_2 H_1$	86.03	76.03	81.03	11.62
	$S_2 H_2$	89.50	82.30	85.90	8.04
	$S_2 H_3$	93.17	87.87	90.52	5.68
	LSD 0.05	D*S*H= 2.386 , CV=2.8%		S*H=1.687	S*H= 2.292

2. عدد الأوراق في النبات:

بينت نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (4) وجود فروقاتٍ معنويةٍ($P\leq0.05$)في صفة عددالأوراقفيالنبات بين معاملتي الرش الورقي بمستخلص الأعشاب البحرية ومعاملات الرش بالماء الأوكسجيني تحت ظروف الشاهد والإجهاد والتفاعل المتبادل بين هذه العوامل.

بلغ متوسط عددالأوراقفيالنبات23.42، 26.69 ورقة. نبات$^{-1}$عند معاملتي الرش الورقي بالأعشاب البحرية0، 1غ/لتر على التوالي بفروق معنوية. وعند دراسة التفاعل المشترك بين الرش بمستخلص الأعشاب ومعاملة الإجهاد تفوقت معاملة الرش الورقي 1غ/لتر تحت ظروف الشاهد معنوياً مقارنةً بباقي التفاعلات وحققت27.78 ورقة. نبات$^{-1}$. بلغ معدل التناقص في قيمة عددالأوراقفيالنبات17.20% عند معاملة الشاهد بلا رش وعند الرش بمستخلص الأعشاب البحرية انخفض معدل التناقص إلى 7.98% فقط مما يدل على دور مستخلص الأعشاب البحرية في المحافظة على عدد أوراق جيد تحت ظروف الإجهاد.

ازداد متوسط عددالأوراقفيالنبات معنوياً مع زيادة تركيز الرش بالماء الأوكسجينيفبلغ (23.08، 25.07، 27.01) ورقة. نبات$^{-1}$عند معاملات الرش (0، 10، 20 ميلي مول) على التوالي، وتفوقت قيم عددالأوراقفيالنبات تحت ظروف الشاهد معنوياً مقارنةً بباقي التفاعلات الثنائية وحقق التفاعل (الرش بالماء الأوكسجيني20 ميلي مول عند الشاهد المروي) أعلى القيم بلغ 28.33ورقة. نبات$^{-1}$. وبلغت معدلات التناقص في عددالأوراقفيالنبات 15.54، 12.70، 9.54% عند معاملات الرش (0، 10، 20 ميلي مول) على التوالي مما يدل على دور الماء الأوكسجيني في تخفيف الآثار السلبية للإجهاد من خلال المحافظة على عدد أوراق جيد تحت ظروف الإجهاد.

تفوقت معاملة الشاهد المروي معنوياً على معاملة الإجهاد وبلغ متوسط عدد الأوراق(26.69، 23.42) ورقة. نبات$^{-1}$على التوالي وبنسبة تناقص بلغت 12.59%.

بدراسة التفاعل الثنائي (الرش الورقي بمستخلص الأعشاب والماء الأوكسجيني) تفوق التفاعل (الرش بالأعشاب 1غ/لتر مع الرش بلماء الأوكسجيني20 ميلي مول) فأعطىأعلى عدد من الأوراق بلغ 28.86 ورقة. نبات$^{-1}$، وحقق هذا التفاعل أقل تراجع في هذه الصفة تحت ظروف الإجهاد مقارنةً بالشاهد المروي بلغ 5.44%، فيما كانت معاملة الشاهد بلا رش الأدنى معنوياً 21.60ورقة. نبات$^{-1}$ وأعطت أعلى معدل تناقص بلغ 20.01%.

ومن دراسة التأثير المشترك بين العوامل الثلاثة تفوقت المعاملة (الرش بالأعشاب 1 غ/لتر والماء الأوكسجيني20 ميلي مول تحت ظروف الشاهد المروي) 29.67ورقة. نبات$^{-1}$ معنوياً على باقي التفاعلات، في حين كانت معاملة عدم الرش الورقي تحت ظروف الإجهاد الأدنى معنوياً 19.20 ورقة. نبات$^{-1}$.

الجدول (4) تأثير الرش بالماء الأوكسجيني ومستخلص الأعشاب البحرية في عدد الأوراق على النبات تحت ظروف الإجهاد الجفافي

المعاملة		الشاهد	الإجهاد	المتوسط	التناقص%
مستخلص الأعشاب البحرية S غ/لتر	S1=0	25.61	21.24	23.42	17.20
	S2=1	27.78	25.59	26.69	7.98
	LSD 0.05	D*S= 0.424		S= 0.301	S= 0.841
الماء الأوكسيجيني H ميلي مول	H1=0	25.00	21.16	23.08	15.54
	H2=10	26.75	23.40	25.07	12.70
	H3=20	28.33	25.69	27.01	9.54
	LSD 0.05	D*H= 0.519		H= 0.368	H=1.030
معاملة الإجهاد D	–	26.69	23.42	25.06	12.59
	LSD 0.05	D= 0.301		-	-
التأثير المشترك	$S_1 H_1$	24.00	19.20	21.60	20.01
	$S_1 H_2$	25.83	21.19	23.51	17.97
	$S_1 H_3$	27.00	23.32	25.16	13.63
	$S_2 H_1$	26.00	23.12	24.56	11.07
	$S_2 H_2$	27.67	25.61	26.64	7.43
	$S_2 H_3$	29.67	28.05	28.86	5.44
	LSD 0.05	D*S*H= 0.735 , CV=2.7%		S*H= 0.519	S*H= 1.457

3. الوزن الجاف للنبات:

بينت نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (5) وجود فروقاتٍ معنويةٍ($P\leq0.05$)في صفة الوزن الجاف للنبات عند امتلاء البذور بين معاملتي الرش الورقي بمستخلص الأعشاب البحرية ومعاملات الرش بالماء الأوكسجيني تحت ظروف الشاهد والإجهاد والتفاعل المتبادل بين هذه العوامل.

بلغ متوسط الوزن الجاف 42.22، 51.81-عند معاملتي الرش الورقي بالأعشاب البحرية0، 1غ/لتر على التوالي بفروق معنوية. وعند دراسة التفاعل المشترك بين الرش بمستخلص الأعشاب ومعاملة الإجهاد تفوقت معاملة الرش الورقي 1غ/لتر تحت ظروف الشاهد معنوياً مقارنةً بباقي التفاعلات وحققت55.13 غ. وبلغ معدل التناقص في الوزن الجاف21.08 % عند معاملة الشاهد بلا رش، وعند الرش بمستخلص الأعشاب البحرية انخفض معدل التناقص إلى 12.33% مما يدل على دور مستخلص الأعشاب البحرية في المحافظة على وزن جاف جيد للنبات تحت ظروف الإجهاد.

ازداد متوسط الوزن الجاف للنباتمعنوياً مع زيادة تركيز الرش بالماء الأوكسجينيفبلغ (39.71، 48.20، 53.13) غعند معاملات الرش (0، 10، 20 ميلي مول) على التوالي، وتفوقت القيم تحت ظروف الشاهد معنوياً مقارنةً بباقي التفاعلات الثنائية وحقق التفاعل (الرش بالماء الأوكسجيني20 ميلي مول عند الشاهد المروي) أعلى القيم بلغ 56.80 غ. وبلغت معدلات التناقص في الوزن الجاف19.97، 16.89، 13.25% عند معاملات الرش (0، 10، 20 ميلي مول) على التوالي مما يدل على دور الماء الأوكسجيني في تخفيف الآثار السلبية للإجهاد من خلال المحافظة على وزن جاف جيد تحت ظروف الإجهاد.

تفوقت معاملة الشاهد المروي معنوياً على معاملة الإجهاد وبلغ متوسط الوزن الجاف للنبات(51.13، 42.90) غعلى التوالي وبنسبة تناقص بلغت 16.70%.

بدراسة التفاعل الثنائي (الرش الورقي بمستخلص الأعشاب والماء الأوكسجيني) تفوق التفاعل (الرش بالأعشاب 1غ/لتر مع الرش بلماء الأوكسجيني20 ميلي مول) فأعطىأعلى وزن جاف بلغ 59.15 غ، وحقق هذا التفاعل أقل تراجع في هذه الصفة تحت ظروف الإجهاد مقارنةً بالشاهد المروي بلغ 9.39%، فيما كانت معاملة الشاهد بلا رش الأدنى معنوياً 35.94 غ وأعطت أعلى معدل تناقص بلغ 24.74%.

ومن دراسة التأثير المشترك بين العوامل الثلاثة تفوقت المعاملة (الرش بالأعشاب 1 غ/لتر والماء الأوكسجيني20 ميلي مول تحت ظروف الشاهد المروي) 62.06غ معنوياً على باقي التفاعلات، في حين كانت معاملة عدم الرش الورقي تحت ظروف الإجهاد الأدنى معنوياً 30.87 غ.

الجدول (5) تأثير الرش بالماء الأوكسجيني ومستخلص الأعشاب البحرية في الوزن الجاف لنبات الفول (غ) خلال مرحلة امتلاء البذور تحت ظروف الإجهاد الجفافي

المعاملة		الشاهد	الإجهاد	المتوسط	التناقص%
مستخلص الأعشاب البحرية Sغ/لتر	S1=0	47.12	37.32	42.22	21.08
	S2=1	55.13	48.49	51.81	12.33
	LSD 0.05	D*S=1.615		S=1.142	S=1.012
الماء الأوكسيجيني H ميلي مول	H1=0	44.04	35.39	39.71	19.97
	H2=10	52.55	43.85	48.20	16.89
	H3=20	56.80	49.47	53.13	13.25
	LSD 0.05	D*H=1.977		H=1.398	H=1.239
معاملة الإجهاد D	–	51.13	42.90	-	16.70
	LSD 0.05	D= 1.142		-	-
التأثير المشترك	$S_1 H_1$	41.02	30.87	35.94	24.74
	$S_1 H_2$	48.82	38.38	43.60	21.37
	$S_1 H_3$	51.53	42.71	47.12	17.11
	$S_2 H_1$	47.06	39.91	43.49	15.20
	$S_2 H_2$	56.28	49.32	52.80	12.41
	$S_2 H_3$	62.06	56.24	59.15	9.39
	LSD 0.05	D*S*H= 2.797 CV=3.5%		S*H= 1.977	S*H=1.753

4. مساحة المسطح الورقي للنبات:

بينت نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (6) وجود فروقاتٍ معنويةٍ($P\leq0.05$)في صفة مساحةالمسطحالورقيللنبات عند امتلاء البذور بين معاملتي الرش الورقي بمستخلص الأعشاب البحرية ومعاملات الرش بالماء الأوكسجيني تحت ظروف الشاهد والإجهاد والتفاعل المتبادل بين هذه العوامل.

بلغ متوسط مساحةالمسطحالورقيللنبات881، 1065سم^2.نبات$^{-1}$عند معاملتي الرش الورقي بالأعشاب البحرية 0، 1 غ/لتر على التوالي بفروق معنوية. وعند دراسة التفاعل المشترك بين الرش بمستخلص الأعشاب ومعاملة الإجهاد تفوقت معاملة الرش الورقي 1غ/لتر تحت ظروف الشاهد معنوياً مقارنةً بباقي التفاعلات. وبلغ معدل التناقص في هذه الصفة 24.14 % عند معاملة الشاهد بلا رش، وعند الرش بمستخلص الأعشاب البحرية انخفض معدل التناقص إلى 15.57% مما يدل على دور مستخلص الأعشاب البحرية في المحافظة على مسطح ورقي جيد للنبات تحت ظروف الإجهاد.

ازداد متوسط مساحة أوراق النبات معنوياً مع زيادة تركيز الرش بالماء الأوكسجيني فبلغ (819، 1004، 1095) سم^2.نبات$^{-1}$عند معاملات الرش (0، 10، 20 ميلي مول) على التوالي، وتفوقت القيم تحت ظروف الشاهد معنوياً مقارنةً بباقي التفاعلات الثنائية وحقق التفاعل (الرش بالماء الأوكسجيني20 ميلي مول عند الشاهد المروي) أعلى القيم بلغ 1191سم^2.نبات$^{-1}$. وبلغت معدلات التناقص في مساحة الأوراق 22.87، 19.91، 16.34% عند معاملات الرش (0، 10، 20 ميلي مول) على التوالي مما يدل على دور الماء الأوكسجيني في تخفيف الآثار السلبية للإجهاد من خلال المحافظة على مسطح ورقي جيد تحت ظروف الإجهاد.

تفوقت معاملة الشاهد المروي معنوياً على معاملة الإجهاد وبلغ متوسط مساحة الأوراق للنبات(1076، 870) سم^2.نبات$^{-1}$على التوالي وبنسبة تناقص بلغت 19.71%.

بدراسة التفاعل الثنائي (الرش الورقي بمستخلص الأعشاب والماء الأوكسجيني) تفوق التفاعل (الرش بالأعشاب 1غ/لتر مع الرش بلماء الأوكسجيني20 ميلي مول) فأعطىأعلى القيم 1188سم^2.نبات^1، وحقق هذا التفاعل أقل تراجع في هذه الصفة تحت ظروف الإجهاد

مقارنةً بالشاهد المروي بلغ 12.40%، فيما كانت معاملة الشاهد بلا رش الأدنى معنوياً 743سم^2.نبات$^{-1}$. وأعطت أعلى معدل تناقص بلغ 27.70%.

ومن دراسة التأثير المشترك بين العوامل الثلاثة تفوقت المعاملة (الرش بالأعشاب 1 غ/لتر والماء الأوكسجيني20 ميلي مول تحت ظروف الشاهد المروي) 1266سم^2.نبات$^{-1}$ معنوياً على باقي التفاعلات، في حين كانت معاملة عدم الرش الورقي تحت ظروف الإجهاد الأدنى معنوياً 623سم^2.نبات$^{-1}$.

الجدول (6) تأثير الرش بالماء الأوكسجيني ومستخلص الأعشاب البحرية في مساحة المسطح الورقي (سم^2.نبات$^{-1}$) خلال مرحلة امتلاء البذور تحت ظروف الإجهاد الجفافي

المعاملة		الشاهد	الإجهاد	المتوسط	التناقص%
مستخلص الأعشاب البحرية Sغ/لتر	S1=0	1000	762	881	24.14
	S2=1	1151	978	1065	15.27
	LSD 0.05	D*S= 36.76		S=26.00	S=1.187
الماء الأوكسيجيني H ميلي مول	H1=0	924	715	819	22.87
	H2=10	1113	895	1004	19.91
	H3=20	1191	999	1095	16.34
	LSD 0.05	D*H= 45.03		H=31.84	H=1.454
معاملة الإجهاد D	–	1076	870	-	19.71
	LSD 0.05	D= 26.00		-	-
التأثير المشترك	$S_1 H_1$	862	623	743	27.70
	$S_1 H_2$	1022	772	897	24.44
	$S_1 H_3$	1116	889	1003	20.29
	$S_2 H_1$	985	807	896	18.05
	$S_2 H_2$	1203	1019	1111	15.37
	$S_2 H_3$	1266	1109	1188	12.40
	LSD 0.05	D*S*H= 63.68 CV= 4.9%		S*H= 45.03	S*H=2.057

5. معدل نمو المحصول:

بينت نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (7) وجود فروقاتٍ معنويةٍ($P\leq0.05$)في صفة معدلنموالمحصول بين معاملتي الرش الورقي بمستخلص الأعشاب البحرية ومعاملات الرش بالماء الأوكسجيني تحت ظروف الشاهد والإجهاد والتفاعل المتبادل بين هذه العوامل.

بلغ متوسطمعدل نمو المحصول4.67،6.53غ. م$^{-2}$.يوم$^{-1}$عند معاملتي الرش الورقي بالأعشاب البحرية 0، 1 غ/لتر على التوالي بفروق معنوية. وعند دراسة التفاعل المشترك بين الرش بمستخلص الأعشاب ومعاملة الإجهاد تفوقت معاملة الرش الورقي 1غ/لتر تحت ظروف الشاهد معنوياً مقارنةً بباقي التفاعلات. وبلغ معدل التناقص في هذه الصفة 27.66 % عند معاملة الشاهد بلا رش، وعند الرش بمستخلص الأعشاب البحرية انخفض معدل التناقص إلى 17.37% مما يدل على دور مستخلص الأعشاب البحرية في المحافظة على معدل نمو جيد تحت ظروف الإجهاد.

ازداد متوسط معدل نمو المحصول النبات معنوياً مع زيادة تركيز الرش بالماء الأوكسجيني فبلغ (4.08، 5.92، 6.79) غ. م$^{-2}$.يوم$^{-1}$عند معاملات الرش (0، 10، 20 ميلي مول) على التوالي، وتفوقت القيم تحت ظروف الشاهد معنوياً مقارنةً بباقي التفاعلات الثنائية وحقق التفاعل (الرش بالماء الأوكسجيني20 ميلي مول عند الشاهد المروي) أعلى القيم بلغ 7.44غ. م$^{-2}$.يوم$^{-1}$وبلغت معدلات التناقص في هذه الصفة27.13، 22.14، 18.28% عند معاملات الرش (0، 10، 20 ميلي مول) على التوالي مما يدل على دور الماء الأوكسجيني في تخفيف الآثار السلبية للإجهاد من خلال المحافظة على معدل نمو جيد تحت ظروف الإجهاد.

تفوقت معاملة الشاهد المروي معنوياً على معاملة الإجهاد وبلغ متوسط معدل نمو المحصول(6.26، 4.94) غ. م$^{-2}$.يوم$^{-1}$على التوالي وبنسبة تناقص بلغت 22.51%.

بدراسة التفاعل الثنائي (الرش الورقي بمستخلص الأعشاب والماء الأوكسجيني) تفوق التفاعل (الرش بالأعشاب 1غ/لتر مع الرش بلماء الأوكسجيني20 ميلي مول) فأعطىأعلى القيم 7.98غ. م$^{-2}$.يوم$^{-1}$وحقق هذا التفاعل أقل تراجع في هذه الصفة تحت ظروف الإجهاد

مقارنةً بالشاهد المروي بلغ 13.15%، فيما كانت معاملة الشاهد بلا رش الأدنى معنوياً 3.41غ. م$^{-2}$.يوم$^{-1}$وأعطت أعلى معدل تناقص بلغ 33.27%.

ومن دراسة التأثير المشترك بين العوامل الثلاثة تفوقت المعاملة (الرش بالأعشاب 1 غ/لتر والماء الأوكسجيني20 ميلي مول تحت ظروف الشاهد المروي) 8.55غ. م$^{-2}$.يوم$^{-1}$ معنوياً على باقي التفاعلات، في حين كانت معاملة عدم الرش الورقي تحت ظروف الإجهاد الأدنى معنوياً 2.73غ. م$^{-2}$.يوم$^{-1}$.

الجدول (7) تأثير الرش بالماء الأوكسجيني ومستخلص الأعشاب البحرية في معدل نمو المحصول (غ. م$^{-2}$.يوم$^{-1}$) تحت ظروف الإجهاد الجفافي

المعاملة		الشاهد	الإجهاد	المتوسط	التناقص%
مستخلص الأعشاب البحرية Sغ/لتر	S1=0	5.40	3.94	4.67	27.66
	S2=1	7.12	5.93	6.53	17.37
	LSD $_{0.05}$	D*S= 0.238		S=0.168	S=2.942
الماء الأوكسيجيني H ميلي مول	H1=0	4.71	3.46	4.08	27.13
	H2=10	6.64	5.21	5.92	22.14
	H3=20	7.44	6.14	6.79	18.28
	LSD $_{0.05}$	D*H= 0.292		H=0.206	H=3.603
معاملة الإجهاد D	–	6.26	4.94	-	22.51
	LSD $_{0.05}$	D= 0.168		-	-
التأثير المشترك	$S_1 H_1$	4.10	2.73	3.41	33.27
	$S_1 H_2$	5.76	4.24	5.00	26.31
	$S_1 H_3$	6.33	4.85	5.59	23.41
	$S_2 H_1$	5.31	4.20	4.75	20.98
	$S_2 H_2$	7.51	6.17	6.84	17.97
	$S_2 H_3$	8.55	7.42	7.98	13.15
	LSD $_{0.05}$	D*S*H= 0.413, CV= 5.4%		S*H= 0.292	S*H=5.095

6. معدل النمو النسبي:

بينت نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (8) وجود فروقاتٍ معنويةٍ($P\leq0.05$)في صفة معدلالنمو النسبي للمحصول بين معاملتي الرش الورقي بمستخلص الأعشاب البحرية ومعاملات الرش بالماء الأوكسجيني تحت ظروف الشاهد والإجهاد والتفاعل المتبادل بين هذه العوامل.

بلغ متوسط معدل النمو النسبي15.62،13.15ملغ. غ$^{-1}$. يوم$^{-1}$عند معاملتي الرش الورقي بالأعشاب البحرية 0، 1 غ/لتر على التوالي بفروق معنوية. وعند دراسة التفاعل المشترك بين الرش بمستخلص الأعشاب ومعاملة الإجهاد تفوقت معاملة الرش الورقي 1غ/لتر تحت ظروف الشاهد معنوياً مقارنةً بباقي التفاعلات. وبلغ معدل التناقص في هذه الصفة 10.15 % عند معاملة الشاهد بلا رش، وعند الرش بمستخلص الأعشاب البحرية انخفض معدل التناقص إلى 7.28%.

ازداد متوسط معدل النمو النسبي معنوياً مع زيادة تركيز الرش بالماء الأوكسجيني فبلغ (12.15، 15.18، 15.95) ملغ. غ$^{-1}$. يوم$^{-1}$عند معاملات الرش (0، 10، 20 ميلي مول) على التوالي، وتفوقت القيم تحت ظروف الشاهد معنوياً مقارنةً بباقي التفاعلات الثنائية وحقق التفاعل (الرش بالماء الأوكسجيني20 ميلي مول عند الشاهد المروي) أعلى القيم بلغ 16.55ملغ. غ$^{-1}$. يوم$^{-1}$وبلغت معدلات التناقص في هذه الصفة 10.79، 7.93، 7.42% عند معاملات الرش (0، 10، 20 ميلي مول) على التوالي مما يدل على دور الماء الأوكسجينيفي تخفيف الآثار السلبية للإجهاد.

تفوقت معاملة الشاهد المروي معنوياً على معاملة الإجهاد وبلغ متوسط معدل النمو النسبي (15.06، 13.79) ملغ. غ$^{-1}$. يوم$^{-1}$على التوالي وبنسبة تناقص بلغت 8.71%.

بدراسة التفاعل الثنائي (الرش الورقي بمستخلص الأعشاب والماء الأوكسجيني) تفوق التفاعل (الرش بالأعشاب 1غ/لتر مع الرش بالماء الأوكسجيني20 ميلي مول) فأعطى أعلى القيم 17.29ملغ. غ$^{-1}$. يوم$^{-1}$وحقق هذا التفاعل أقل تراجع في هذه الصفة تحت

ظروف الإجهاد مقارنةً بالشاهد المروي بلغ 5.41%، فيما كانت معاملة الشاهد بلا رش الأدنى معنوياً 11.09ملغ. غ$^{-1}$. يوم$^{-1}$وأعطت أعلى معدل تناقص بلغ 13.28%.

ومن دراسة التأثير المشترك بين العوامل الثلاثة تفوقت المعاملة (الرش بالأعشاب 1 غ/لتر والماء الأوكسجيني20 ميلي مول تحت ظروف الشاهد المروي) 17.77ملغ. غ$^{-1}$. يوم$^{-1}$معنوياً على باقي التفاعلات، في حين كانت معاملة عدم الرش الورقي تحت ظروف الإجهاد الأدنى معنوياً 10.30ملغ. غ$^{-1}$. يوم$^{-1}$

الجدول (8) تأثير الرش بالماء الأوكسجيني ومستخلص الأعشاب البحرية في معدل النمو النسبي (ملغ. غ$^{-1}$. يوم$^{-1}$) تحت ظروف الإجهاد الجفافي

المعاملة		الشاهد	الإجهاد	المتوسط	التناقص%
مستخلص الأعشاب البحرية Sغ/لتر	S1=0	13.92	12.54	13.23	10.15
	S2=1	16.20	15.04	15.62	7.28
	LSD 0.05	D*S= 0.315		S=0.223	S= 3.446
الماء الأوكسيجيني H ميلي مول	H1=0	12.83	11.47	12.15	10.79
	H2=10	15.81	14.55	15.18	7.93
	H3=20	16.55	15.35	15.95	7.42
	LSD 0.05	D*H=0.386		H=0.273	H=4.221
معاملة الإجهاد D	–	15.06	13.79	-	8.71
	LSD 0.05	D= 0.223		-	-
التأثير المشترك	$S_1 H_1$	11.88	10.30	11.09	13.28
	$S_1 H_2$	14.57	13.44	14.00	7.73
	$S_1 H_3$	15.33	13.89	14.61	9.43
	$S_2 H_1$	13.78	12.64	13.21	8.30
	$S_2 H_2$	17.05	15.67	16.36	8.14
	$S_2 H_3$	17.77	16.81	17.29	5.41
	LSD 0.05	D*S*H= 0.547, CV= 5.9		S*H= 0.386	S*H=5.969

7. صافي إنتاجية التمثيل الضوئي:

بينت نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (9) وجود فروقاتٍ معنويةٍ($P\leq0.05$)في صفة صافيإنتاجيةالتمثيلالضوئي بين معاملتي الرش الورقي بمستخلص الأعشاب البحرية ومعاملات الرش بالماء الأوكسجيني تحت ظروف الشاهد والإجهاد والتفاعل المتبادل بين هذه العوامل.

بلغ متوسطصافيإنتاجيةالتمثيلالضوئي4.28،5.11غ. م$^{-2}$.يوم$^{-1}$عند معاملتي الرش الورقي بالأعشاب البحرية 0، 1 غ/لتر على التوالي بفروق معنوية. وعند دراسة التفاعل المشترك بين الرش بمستخلص الأعشاب ومعاملة الإجهاد تفوقت معاملة الرش الورقي 1غ/لتر تحت ظروف الشاهد معنوياً مقارنةً بباقي التفاعلات. وبلغ معدل التناقص في هذه الصفة 7.40 % عند معاملة الشاهد بلا رش، وعند الرش بمستخلص الأعشاب البحرية انخفض معدل التناقص إلى 5.14% لكن الفروق كانت غير معنوية.

ازداد متوسط صافيإنتاجيةالتمثيلالضوئي معنوياً مع زيادة تركيز الرش بالماء الأوكسجيني فبلغ (3.96، 4.92، 5.20) غ. م$^{-2}$.يوم$^{-1}$عند معاملات الرش (0، 10، 20 ميلي مول) على التوالي، وتفوقت القيم تحت ظروف الشاهد معنوياً مقارنةً بباقي التفاعلات الثنائية وحقق التفاعل (الرش بالماء الأوكسجيني20 ميلي مول عند الشاهد المروي) أعلى القيم بلغ 5.33غ. م$^{-2}$.يوم$^{-1}$وبلغت معدلات التناقص في هذه الصفة 8.28، 5.41، 5.10% عند معاملات الرش (0، 10، 20 ميلي مول) على التوالي حيث كانت الفروق معنوية فقط بين الشاهد بلا رش والتركيز الأعلى.

تفوقت معاملة الشاهد المروي معنوياً على معاملة الإجهاد وبلغ متوسط صافي التمثيل(4.84، 4.55) غ. م$^{-2}$.يوم$^{-1}$على التوالي وبنسبة تناقص بلغت 4.32%.

بدراسة التفاعل الثنائي (الرش الورقي بمستخلص الأعشاب والماء الأوكسجيني) تفوق التفاعل (الرش بالأعشاب 1غ/لتر مع الرش بلماء الأوكسجيني20 ميلي مول) فأعطىأعلى القيم 5.79غ. م$^{-2}$.يوم$^{-1}$وحقق هذا التفاعل أقل تراجع في هذه الصفة تحت ظروف الإجهاد

مقارنةً بالشاهد المروي بلغ 3.21%، فيما كانت معاملة الشاهد بلا رش الأدنى معنوياً 3.61غ. م$^{-2}$.يوم$^{-1}$وأعطت أعلى معدل تناقص بلغ 10.50%.

ومن دراسة التأثير المشترك بين العوامل الثلاثة تفوقت المعاملة (الرش بالأعشاب 1 غ/لتر والماء الأوكسجيني20 ميلي مول تحت ظروف الشاهد المروي) 5.88غ. م$^{-2}$.يوم$^{-1}$ معنوياً، في حين كانت معاملة عدم الرش الورقي تحت ظروف الإجهاد الأدنى معنوياً 3.41غ. م$^{-2}$.يوم$^{-1}$.

الجدول (9) تأثير الرش بالماء الأوكسجيني ومستخلص الأعشاب البحرية في صافي إنتاجية التمثيل الضوئي (غ. م$^{-2}$. يوم$^{-1}$) تحت ظروف الإجهاد الجفافي

المعاملة		الشاهد	الإجهاد	المتوسط	التناقص%
مستخلص الأعشاب البحرية Sغ/لتر	S1=0	4.44	4.12	4.28	7.40
	S2=1	5.24	4.98	5.11	5.14
	LSD 0.05	D*S= 0.166		S= 0.118	S= 3.529
الماء الأوكسيجيني H ميلي مول	H1=0	4.12	3.79	3.96	8.28
	H2=10	5.06	4.78	4.92	5.41
	H3=20	5.33	5.07	5.20	5.10
	LSD 0.05	D*H= 0.204		H= 0.144	H=8.06
معاملة الإجهاد D	–	4.84	4.55	-	4.32
	LSD 0.05	D= 0.118		-	-
التأثير المشترك	$S_1 H_1$	3.81	3.41	3.61	10.50
	$S_1 H_2$	4.73	4.50	4.62	4.70
	$S_1 H_3$	4.78	4.45	4.61	6.99
	$S_2 H_1$	4.44	4.17	4.31	6.07
	$S_2 H_2$	5.39	5.06	5.23	6.13
	$S_2 H_3$	5.88	5.69	5.79	3.21
	LSD 0.05	D*S*H= 0.288, CV= 4.8		S*H= 0.204	S*H= 6.112

أظهرت النتائج أن الإجهاد المائي سبب آثار سلبية على نمو نبات الفول والعمليات الفسيولوجية؛بسبب تأثير نقص الماء على المستوى الخلوي وانتفاخها وتثبيط العمليات الاستقلابية المختلفة مما يؤثر بدوره على معدل نمو النبات(Zlatev and Lidon, 2012) . وإنانخفاضالوزنالجافللنباتومساحة الأوراق ومعدل نمو المحصول وصافي إنتاجية التمثيل من المادة الجافةكانبسببتأثرعملية التمثيل الضوئي وتراجع امتصاص العناصر الغذائية من التربة بالإضافة للتأثير المباشر لنقص المياه في تأخير النمو الطبيعي وتقليل كمية المادة الجافة الناتجة في النبات (Bano and Aziz, 2003)..

تتفق لنتائج التي حصلنا عليها مع نتائج Emam وآخرون(2010) الذي وجد أن ارتفاع النبات وعدد الأوراق والمساحة الورقية والوزن الجاف للفروع الرئيسية للبقوليات انخفض في ظل نقص مياه التربة. كذلك الأمر تتفق مع نتائج Ouzounidou وآخرون (2014) الذي وجد انخفاضاً معنوياً في ارتفاع نبات الفاصوليا العريضة تحت ظروف الجفاف، كما وجد Siddiqui وآخرون (2015) أن الإجهاد الجفافي أثر سلباً على ارتفاع النبات وطول الجذور والأوزان الطازجة والجافة ومساحة الأوراق.

سببت المعاملة بمستخلص الأعشاب البحرية والماء الأوكسجيني تحسين نمو الفول وزيادة كلاً من الوزن الجاف والمساحة الورقية وبالتالي مؤشرات التمثيل المختلفة تحت ظروف الجفاف. ويعود تأثير الطحالب البحرية للعديد من الأسباب أهمها احتوائها على العديد من العناصر الغذائية الجاهزة للنبات () كذلك احتوائها على الكلوروفيلات والكاروتينات التي تعزز الأنشطة البيولوجية المختلفة للخلية (El-Sayed et al., 2018)، علاوةً على ذلك فإن مستخلص الطحالب غني بالأوكسينات والسيتوكينينات التي تعزز انقسام الخلايا

وتضخمها وتطاولها مما يؤدي إلى تحسين صفات النمو الخضري للنبات (Marhoon and Abbas, 2015). وتتفق النتائج مع Seif وآخرون (2016) الذي وجد أن الرش الورقي للفاصولياء بمستخلص الطحالب أدى إلى تحسين طول النبات ومساحة الأوراق والوزن الجاف للنبات. كذلك تتفق النتائج مع Ishibashi وآخرون (2016) الذي وجد أن رش الماء الأوكسجيني على فول الصويا يحفز عمل الجينات المسؤولة عن تحمل الجفاف ويحسن تحمل فول الصويا للإجهاد. كذلك الأمر تتفق مع نتائج قبيلي وآخرون (2021) على نبات الفول العادي. ومع درويش (2023) الذي وجد دور الماء الأوكسجيني في زيادة تحمل التبغ للإجهاد الجفافي.

الاستنتاجات:

- سبب الإجهاد الجفافي للفول خلال مرحلة الإزهار تناقص في جميع مؤشرات النمو المدروسة (ارتفاع النبات، عدد أوراق النبات، الوزن الجاف للنبات، مساحة الأوراق، معدل نمو المحصول المطلق، معدل النمو النسبي، صافي إنتاجية التمثيل الضوئي) بالنسب التالية: 12.94، 12.59، 16.70، 19.71، 22.51، 8.71، 4.32% على التوالي.
- أدى الرش بكل من مستخلص الأعشاب البحرية 1 غ/لتر والرش بالماء الأوكسجيني10و 20 ميلي مول على حدا إلى تحسين نمو النبات تحت كلاً من ظروف الشاهد المروي والإجهاد وسبب تراجع قيم معدلات الانخفاض في مؤشرات النمو المدروسة تحت ظروف الإجهاد مقارنةً بمعاملة الشاهد غير المعامل.
- حققت معاملة الرش بمستخلص الأعشاب البحرية 1غ/لتر مع الرش بالماء الأوكسجيني20 ميلي مول أفضل قيم مؤشرات النمو المدروسة للفول وأقل معدلات لتناقص القيم تحت ظروف الإجهاد مقارنةً بالشاهد المروي.

المقترحات:

- ينصح بالرش بمستخلص الأعشاب البحرية 1غ/لتر مع الرش بالماء الأوكسجيني20 ميلي مول لتحسين إنتاجية الفول تحت ظروف الري المثالي ولتقليل الآثار السلبية للإجهاد عند تعرض المحصول لشح مياه الأمطار أو مصادر الري.

المراجع:

باللغة العربية:

توفيق، أنس منير. (٢٠١٢). تأثير الرش بمستويات مختلفة من مستخلص الأعشاب البحرية (الجامكس) ومادة أتونك في نمو وحاصل الباقلاء (*Vicia faba* L.) مجلةجامعة تكريت للعلوم الزراعية،مجلد ١٢ (٤). ص ٩٢- ٨٣

جرجنازي، أحمد(٢٠١٩). استجابة نباتات الفول العادي (*Vicia faba*) للرش بتراكيز متعددة من مستخلص الأعشاب البحرية. مجلة جامعة البعث. المجلد ،٤١ العدد ،٨٦ الصفحات ٧٣ – ٩٠

درويش، مجد محمد (2023). أثر الرش الورقي بالماء الأوكسجينيH2O2 في تحمل التبغ البلدي .*Nicotianatabacum* L للإجهاد الجفافي المحدث بالبولي ايتيلين غليكول PEG. المجلة السورية للبحوث الزراعية. 10 (4): 409-425.

قبيلي، صالح ومجد محمد درويش ورهف توفيق داوود (2021). تأثيرالمعاملة بحمض الجبريليك GA3 والماء الأوكسجينيH2O2رشاً على المجموع الخضري

في بعض الخصائص الإنتاجية والنوعية لنبات الفول.*Vicia faba* L تحت الظروف المحلية. مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية. سلسلة العلوم الهندسية. 5 (8): 155-169.

كمال جواد عبد الكاظم وغالب بهيو عبود العباسي وفرقان صدام سلمان (2016).تأثير إضافة السماد العضوي و اليوريا في نمو وحاصل نبات الباقلاء.*Vicia faba*L . مجلة جامعة بابل للعلوم الصرفة والتطبيقية. 4(24)991 :-1001.

المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية (2022). وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي سورية. قسم الإحصاء والتخطيط.

نقولا ، ميشيل زكي ؛ بكور ، فيصل (٢٠١٠) . أساسيات المحاصيل الحقلية (الجزء النظري) . منشورات جامعة البعث ، كلية الزراعة. ١٧٦ ص.

باللغة الأجنبية:

Al-Riffai, P., Breisinger, C., Mondal, M.d., Alam, H., Claudia, R., Manfred, W., Tingju, Z. (2017). Linking the Economics of Water, Energy, and Food: A Nexus Modeling Approach. MENA RP Working Paper 4. International Food Policy Research Institute (IFPRI), Washington, DC and Cairo, Egypt Retrieved on10.07

Aung, K.L.N. (2011). Effect of Spirulina Biofertilizer Suspension on Growth and Yield of Vignaradiata (L.) Wilczek. Universities Research Journal, 4 (1):351- 363.

Badr, M.A., Hassan, N.A., Ghattas, T. A. and Al-Sayed, A.B. (2017). Effects of amphora coffeaeformis algae extract on morphology and antioxidant enzymes of cryopreserved buffalo spermatozoa. j.Egypt.vet.med.Assoc, 77 (3): 607 –618.

Bano, A.; and N. Aziz (2003) .Salt and drought stress in wheat and the role of abscisic acid. Pakistan Journal of Botany. 35: 871-883.

Begum, M., Chandra B. B., Singha, D and N. JyotiOjha (2018). Role of seaweed extract on growth, yield and quality of some agricultural crops: Agricultural Reviews, 39(4) 2018: 321-326.

Cantale C, Di Bianco D, Thiyagarajan K, Ammar K, Galef P (2018). B genome specifc polymorphism in the TdDRF1 gene is in relationship with grain yield. Planta 247:459–469.

Cubero.JoséI.(2011). The faba bean: a historic perspective, Grain Legumes magazine No. 56: 5.

El-Sayed, A. B., Aboulthana, W.M., El-Feky, Amal M., Ibrahim, Noha E. and Seif, M.M. (2018). Bio and phyto-chemical effect of Amphora coffeaeformis extract against hepatic injury induced by paracetamol in rats. Molecular Biology Reports. 1:19.

El-Tayeb, M.A. and Hassanein, A.M. (2000). Germination, seedling growth, some organic solutes and peroxidase expression of different *Viciafaba*lines as influenced by water stress. ActaAgronomicaHungarica 48(1): 11-20.

El-Tayeb, M.A., (2006). Differential response of two *Viciafaba*cultivars to drought: growth, pigments, lipid peroxidation, organic solutes, catalase and peroxidase activity. Acta Agronomica Hungarica, 54: 25-37.

Emam, Y., Shekoofa, A., Salehi, F. and Jalali, A.H. (2010). Water stress effects on two common bean cultivars with contrasting growth habits. American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci., 9 (5): 495-499.

Farshadfar,E., S.H.Sabaghpour, and N.Khaksar,(2008). Inheritance of drought tolerance in chickpea *(CicerarietinumL.)*Using Joint Scaling. Iran Journal of Applied Sciences.,8(21):3931-3937.

Haq, I.; Binjawhar, D.N.; Ullah, Z.; Ali, A.; Sher, H.; Ali, I. Wild Vicia Species Possess a Drought Tolerance System for Faba Bean Improvement. Genes 2022, 13, 1877.

Hittalmani, S., N.Huang., B.Courtois., R.Venuprasad., H.E.Shashidhar. (2003). Identification of QTL for growth and grain yield-related traits in rice across nine locations of Asia. TheorAppl Genet 2003;107:679–90.

Ishibashi, Y., Yamaguchi, H., Yuasa, T., Inoue, M. I., Arima, S. and Zheng, S. H. (2011). Hydrogen peroxide spraying

alleviates drought stress in soybean plants. J. Plant Physiol. 168, 1562–1667.

Ismail, S.Z., Khandaker, M.M., Mat, N. and Boyce, A.N. (2015). Effects of Hydrogen Peroxide on Growth, Development and Quality of Fruits: A Review, Journal of Agronomy 14 (4): 331-336.

Kasim, W.A., Osman, M.E., Omar, M.N., Abd El-Daim, I.A., Bejai, S. and Meijer, J. (2013). Control of drought stress in wheat using plant growth promoting bacteria. J.Plant Growth Regul. 32, 122–130.

Kilic, Semra and Kahraman, Ayten. (2016). The Mitigation Effects of Exogenous Hydrogen Peroxide when Alleviating Seed Germination and Seedling Growth Inhibition on Salinity-Induced Stress in Barley. Pol. J. Environ. Stud., 25(3):1053-1059.

Marhoon, I.A. and Abbas, M.K., (2015). Effect of foliar application of seaweed extract and amino acids on some vegetative and anatomical characters of two sweet pepper (*Capsicum Annuum*L.) cultivars. International Journal of Research Studies in Agricultural Sciences (IJRSAS). 1(1): 35-44.

Marzinzig, B.,Brünjes, L.,Biagioni, S.,Behling, H.,Link, W.,Westphal, C., 2018. Bee pollinators of faba bean (Viciafaba L.) differ in their for- aging behaviour and pollination efficiency. Agric. Ecosyst. Environ., 264: 24–33

MogazyAsmaa M; Engy A. Seleem and G. F. Mohamed (2020). Mitigating the Harmful Effects of Water Deficiency Stress on White Lupine (Lupinusalbus L.) Plants by Using Algae Extract and Hydrogen Peroxide. J. of Plant Production, Mansoura Univ., Vol. 11 (10):921-931

Ouzounidou, G., Ilias, I.F., Giannakoula, A. and Theocharidou I. (2014). Effect of water stress and NaCl triggered changes on yield, physiology, biochemistry of broad bean (*Viciafaba*L.) plants and on quality of harvested pods. Biologia 69, 1010–1017.

Pieters, M.N., Bakker, M. and Slob, W. (2004). Reduced intake of deoxynivalenol in The Netherlands: a risk assessment update. Toxicology letters 153, 145.

Rubiales D (2010). Faba beans in sustainable agriculture. Field Crops Res 115:201–202

Siddiqui, M. H., Al-Khaishany, M.Y., Al-Qutami, M.A., Al-Whaibi, M.H., Grover, A., Ali, H.M., Mona S. Al-Wahibi and Najat A. Bukhari. (2105). Response of Different Genotypes of Faba Bean Plant to Drought Stress. International Journal of Molecular Sciences. 16: 10214-10227.

Terzi, R., Kadioglu, A., Kalaycioglu, E. and Saglam, A. (2014). Hydrogen peroxide pretreatment induces osmotic stress tolerance by influencing osmolyte and abscisic acid levels in maize leaves. J. Plant Interact. 9, 559–565.

Wang, P. and Song, C.P. (2008). Guard-cell signalling for hydrogen peroxide and abscisic acid. New Phytol; 178(4):703-7018.

Winnicki, K., Ciereszko, I., Leśniewska, J., Dubis, A.T., Basa, A., Żabka, A., Hołota, M., Sobiech, L., Faligowska, A., Skrzypczak, G., Maszewski, J. and Polit, J.T. (2019). Irrigation afects characteristics of narrow-leaved lupin (Lupinusangustifolius L.) seeds. Planta. 249:1731–1746.

Zlatev, Z. and Lidon, F.C. (2012). An overview on drought induced changes in plant growth, water relations and photosynthesis. Emir. J. Food Agric. 24 (1): 57-72.