

تأثير الرش بمستخلص الأعشاب البحرية والماء الأوكسجيني تحت ظروف الإجهاد الجفافي في عدد ووزن العقد الأزوتية ونسبة البروتين في الفول العادي

م. أحمد عطية (1) أ.د. بشار حياص (2) د. فادي عباس (3)

- (1) طالب دكتوراه، قسم المحاصيل الحقلية، كلية الهندسة الزراعية بجامعة حمص سورية.
- (2) أستاذ، قسم المحاصيل الحقلية، كلية الهندسة الزراعية بجامعة حمص سورية.
- (3) مدير بحوث في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية GCSAR، سورية، مركز بحوث

حمص.. fadiab77@gmail.com

الملخص:

نفذ البحث خلال الموسمين الزراعيين 2023/2022، 2024/2023 في حقل خاص بقرية الدوير شمالي مدينة حمص على صنف الفول البلدي بهدف دراسة تأثير الرش بتراكيز مختلفة من الماء الأوكسجيني (H_2O_2) ومستخلص الأعشاب البحرية في عدد العقد الجذرية ووزنها الجاف ونسبة البروتين في البذور 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 الصفات المدروسة (عدد العقد الجذرية ووزنها الجاف ونسبة البروتين في البذور) بالنسب التالية: (5.89، 5.38، 3.51%) في الموسم الأول، و(7.22، 6.61، 3.86%) في الموسم الثاني على التوالي. وأدى الرش بكل من مستخلص الأعشاب البحرية 1 غ/لتر والرش بالماء الأوكسجيني 10 و20 ميلي مول على حدا إلى تحسين

تأثير الرش بمستخلص الأعشاب البحرية والماء الأوكسجيني تحت ظروف الإجهاد الجفافي في عدد ووزن العقد
الازوتية ونسبة البروتين في الفول العادي

الصفات المدروسة تحت كلاً من ظروف الشاهد المروي والإجهاد وسبب تناقص قيم معدلات الانخفاض في هذه الصفات تحت ظروف الإجهاد مقارنةً بمعاملة الشاهد غير المعامل. وبالنتيجة حققت معاملة الرش بمستخلص الأعشاب البحرية 1 غ/لتر مع الرش بالماء الأوكسجيني 20 ميلي مول أفضل قيم للصفات المدروسة وأقل معدلات لتناقص القيم تحت ظروف الإجهاد مقارنةً بالشاهد المروي.

الكلمات المفتاحية: مستخلص الأعشاب البحرية، الماء الأوكسجيني، الإجهاد الجفافي، العقد الجذرية، نسبة البروتين، الفول العادي.

**Effect of spraying with seaweed extract and hydrogen peroxide
under drought stress on root nodules number and weight and
protein content *in Vicia faba***

Ahmed Attia ⁽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, 2023/2024 agricultural seasons in a private field in the village of Al-Duwair, north to Homs city, on faba bean variety, to study the effect of spraying with different concentrations of seaweed extract and hydrogen peroxide (H₂O₂) on nodules number and weight, and protein percent % in the seeds of 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 the negative effect of drought stress on all studied traits (number of root nodules, dry weight, and protein content in seeds) at the following rates: (5.89, 5.38, 3.51%) in the first season, and (7.22, 6.61, 3.86%) in the second season, respectively. Spraying with both 1g/L seaweed extract and 10 and 20 mmol hydrogen peroxide, respectively, improved the studied traits under both irrigated control and stress conditions and caused a decrease in the rates of decline in these traits under stress conditions compared to the untreated control treatment. As a result, spraying with 1g/L seaweed extract and 20 mmol hydrogen peroxide achieved the best values for the studied traits and the lowest rates of decline under stress conditions compared to the irrigated control.

Keywords: seaweed extract, hydrogen peroxide, drought stress, Root nodules, protein percent, bean.

المقدمة والدراسة المرجعية:

تلعب البقوليات دوراً هاماً في مواجهة التحديات العالمية للأمن الغذائي، وذلك بتوفيرها مصدراً مستداماً للبروتين والمركبات النشطة بيولوجياً، وتمكن قدرة البقوليات على إقامة علاقات تكافلية مع بكتيريا الريزوبيا من تثبيت النيتروجين بيولوجياً مما يقلل الاعتماد على الأسمدة الكيماوية ويعزز صحة التربة. ومع ذلك، تتأثر كفاءة هذا التكافل بشكل كبير بالعوامل البيئية، مثل حموضة التربة وملوحتها ودرجة حرارتها ونسبة رطوبتها وشدتها الضوئية وتوافر العناصر الغذائية والجفاف (Yeremko *et al.*, 2025).

المكونات الرئيسية لبذور الفول هي البروتين، والكربوهيدرات المعقدة، والألياف الغذائية، والفيتامينات، والمعادن، وتتميز بخلوها من الكوليسترول (Jach *et al.*, 2022). كما تحسن زراعة الفول من الخصائص البيولوجية والفيزيائية والكيميائية للتربة (Deakin *et al.*, 2009; Meena *et al.*, 2015).

بلغت المساحة المزروعة بالفول في سورية في العام 2023 حوالي 12602 هكتار أعطت إنتاج قدره 12187 طن بمتوسط إنتاجية 967 كغ/هـ، كان نصيب محافظة حمص منها المساحة الأكبر 4547 هكتار أنتجت حوالي 3971 طن بمتوسط غلة 873 كغ/هـ (المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية، 2023). وتعد غلته متدنية ويعود ذلك للعديد من الأسباب يأتي نقص مياه الأمطار في العديد من أماكن زراعته في المرتبة الأولى.

يحتوي الفول العادي (*Vicia faba* L.) على عناصر غذائية عديدة وخاصة البروتينات التي تصل نسبتها إلى حوالي 25%. في بعض الأصناف مما يجعله مصدراً مهماً للبروتينات النباتية (Merga *et al.*, 2019).

أشار (Kebede, 2021) إلى أنه في عملية التعايش بين البقوليات والريزوبيوم، يمكن للبقوليات تثبيت ما يقرب من 100 إلى 300 كجم/هكتار من النيتروجين الجوي (N₂) سنوياً، مما يوفر ما يقرب من 139 إلى 175 مليون طن من النيتروجين للتربة. وهذا بدوره يقلل من تكلفة استخدام حوالي 80-90 طناً من الأسمدة النيتروجينية المعدنية سنوياً.

يعتبر مستخلص الطحالب البحرية منشطاً حيوياً مفيداً لنمو النبات، فهو غني بالأوكسينات والسيتوكينينات التي تعتبر منظمات نمو للنبات (Marhoon and Abbas, 2015). بالإضافة

تأثير الرش بمستخلص الأعشاب البحرية والماء الأوكسجيني تحت ظروف الإجهاد الجفافي في عدد ووزن العقد الأزوتية ونسبة البروتين في الفول العادي

لغناها بمركب بيتا كاروتين (برو فيتامين A) والعديد من العناصر الكبرى والصغرى وخاصة الفوسفور والحديد والزنك ومكونات مضادات الأكسدة (El-Sayed *et al.* 2018). وللتسميد بمستخلص الأعشاب 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 ثلاث مرات خلال موسم النمو على نبات الفول (*Vicia faba* L. (الرشة الأولى عند تكون 4-5 أوراق، ثم بفارق أسبوعين)، أثراً معنوياً في أغلب صفات النمو الخضري (طول النبات، عدد أوراق النبات، عدد الأفرع)، وبعض صفات المحصول (عدد القرون، إنتاجية النبات الواحد، والإنتاج الكلي). وبين جرجنازي (2019) عند رش نبات الفول العادي بخمسة تراكيز من مستخلص الأعشاب 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 النبات وإنتاجية القرون الخضراء.

يعد الماء الأوكسجيني أو بيروكسيد الهيدروجين (H_2O_2) أحد أنواع الأوكسجين 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). وقد 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 إيجاباً 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 الذرة الصفراء (Terzi *et al.*, 2014).

يعد توفر الرطوبة للنباتات عاملاً بيئياً رئيسياً يحدد ظروف النشاط الحيوي، ليس فقط في المجتمعات الميكروبية، بل أيضاً في النباتات، ويلعب دوراً رئيسياً في العمليات البيولوجية التي تحدث في النباتات في جميع مراحل نموها (Chammakhi *et al.*, 2022). أفاد (Álvarez-) (Aragóon *et al.*, 2023) أن أجزاء النبات الخضرية والجذرية تستجيب لظروف الجفاف بطرق مختلفة فإذا خضع الجزء فوق الأرض لمعاملات تهدف إلى تقليل فقدان الرطوبة وتحسين عملية التمثيل الغذائي (مثل الرش بمستخلص الأعشاب البحرية والماء الأوكسجيني) فإن التغييرات في نظام الجذر تسهم في تحسين إمداد النباتات بالرطوبة (Bogati and Walczak, 2022)، ويتمثل ذلك في تحسين نمو الجذور عمودياً واختراق طبقات التربة الأعمق وتحسين نشاط تثبيت النتروجين من خلال زيادة نمو العقد الجذرية. ويؤدي جفاف خلايا وأنسجة النبات الناتج عن نقص المياه إلى انخفاض في نشاط التمثيل الضوئي، وكفاءة استخدام النباتات للرطوبة، وامتصاص العناصر الغذائية ونقلها من الجذور إلى البراعم، وتثبيط تخليق المركبات العضوية، بالإضافة إلى تغييرات في التوازن الهرموني للنباتات، وانخفاض نشاط العقد الجذرية أو ضعف تشكيلها (Chieb and Gachomo, 2023). يتمثل المظهر المورفولوجي لهذه التغييرات في انخفاض تشعب الجذور، وضعف العقد الجذرية مما يؤدي بالتالي إلى انخفاض إنتاجية النبات (Flexas *et al.*, 2012). يؤثر الجفاف على بدء عملية التعايش لأن نقص الماء يثبط تبادل جزيئات الإشارة المشاركة في التواصل بين جذور البقوليات والريزوبيا، مما يؤدي إلى ضعف تكوين العقد وانخفاض نشاطها (de Freitas *et al.*, 2023).

لاحظ (Furlan *et al.*, 2012) أن نقص إمداد النباتات بالرطوبة يؤثر سلباً على كثافة تجمعات الكائنات الحية الدقيقة المثبتة للنتروجين، ويؤدي إلى تعطيل عملية إصابة الشعيرات الجذرية بسبب تثبيط تكوين الخيوط المعدية (Herrman *et al.*, 2014). وتتمثل الاستجابات الفسيولوجية الرئيسية للإجهاد المائي في أنظمة البقوليات-الريزوبيا في انخفاض شدة استقلاب الكربون في العقد، وانخفاض نشاط النيتروجيناز بسبب نقص الأوكسجين، وتنظيم التغذية الراجعة عن طريق تراكم نواتج تثبيت النيتروجين، وتعديل خلايا الريزوبيا (McCulloch *et al.*, 2021). وتؤكد العديد من الدراسات انخفاض تكوين العقد في البقوليات تحت ظروف الجفاف (Lumactud *et al.*, 2023)، وقد وجد (Michalek, 2004) انخفاضاً في عدد ووزن ونشاط العقد المتكونة

تأثير الرش بمستخلص الأعشاب البحرية والماء الأوكسجيني تحت ظروف الإجهاد الجفافي في عدد ووزن العقد الأزوتية ونسبة البروتين في الفول العادي

على جذور نباتات فول الصويا في مرحلة الإزهار تحت تأثير الجفاف مما أثر بشكل كبير على إنتاجية النبات.

كما أظهر (Marquez-Garcia *et al.*, 2015) عملية تكوين العقد الجذرية تتأثر سلباً بنقص أو زيادة الرطوبة، حيث تحفز زيادة رطوبة التربة العمليات اللاهوائية التي تؤدي إلى ظهور السموم النباتية، وهي مركبات تنتجها الكائنات الحية الدقيقة اللاهوائية في التربة. يمكن أن تؤثر هذه المركبات الكيميائية سلباً على جذور النباتات، مما يحد من نموها، ويقلل من نتج المغذيات، ويضر بالجذور، ويضعف قدرتها على تكوين العقد الجذرية. وفي حال انخفاض رطوبة التربة يتم الوصول للنتيجة نفسها من خلال انخفاض عدد العقد الجذرية، حيث تعد أنزيمات النيتروجيناز حساسة بشكل خاص لتقلبات رطوبة التربة ومحتوى الأكسجين، حيث يثبط تكوينها في بيئة ذات محتوى عالٍ أو منخفض من الأكسجين (Perez-Fernandez *et al.*, 2024).

بناءً على ما سبق فقد هدف هذا البحث إلى: دراسة تأثير الرش بتركيز مختلفة من مستخلص الأعشاب البحرية والماء الأوكسجيني (H_2O_2) في عدد ووزن العقد الجذرية في الفول البلدي ونسبة البروتين في البذور تحت ظروف الإجهاد الجفافي.

مواد البحث وطرائقه:

نفذ البحث في الموسمين الزراعيين 2023/2022 ، 2024/2023 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 الأول 328.92 ملم والثاني 344.4 ملم، وكانت أقل متوسط لدرجات الحرارة الصغرى خلال شهر شباط 3.18، 6.12 م، في حين كان شهر أيار الأعلى حرارة 27.24، 26.33 م في موسمي الزراعة (الجدول، 1).

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

الشهر	متوسط درجة الحرارة الصغرى م		متوسط درجة الحرارة العظمى م		معدل الهطول المطري ملم	
	الموسم الأول	الموسم الثاني	الموسم الأول	الموسم الثاني	الموسم الأول	الموسم الثاني
كانون الأول	6.53	6.80	14.50	15.68	33.8	89.7
كانون الثاني	7.64	7.10	23.57	13.95	69.22	134.1
شباط	3.18	6.12	13.41	15.33	133.3	44.5
آذار	9.27	7.53	18.58	17.96	57.4	33.5
نيسان	9.78	13.05	21.16	25.46	32.0	22.0
أيار	13.64	15.30	27.24	26.33	3.2	20.6

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

تأثير الرش بمستخلص الأعشاب البحرية والماء الأوكسجيني تحت ظروف الإجهاد الجفافي في عدد ووزن العقد الأزوتية ونسبة البروتين في الفول العادي

الجدول (2) التحليل الفيزيائي والكيميائي لتربة الموقع المدروس.

PH	البوتاس المتاح PPM	الفوسفور المتاح PPM	النتروجين المتاح PPM	المادة العضوية	قوام التربة	توزع حجم جزيئات التربة			الموسم
						طين %	سلت %	رمل %	
8.11	185.63	14.63	30.15	2.40	طينية	61.5	18.3	20.2	الأول
8.42	175.90	13.20	28.60	1.85	طينية	62.2	19.2	18.6	الثاني

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: تتضمن معاملتين الأولى بالاعتماد على مياه الأمطار وقطع المياه عن النبات بدءاً من بداية الإزهار ولمدة 25 يوماً والثانية تم الري حسب 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، بالإضافة إلى معاملة الشاهد دون رش.
 - الرش بمستخلص الأعشاب البحرية SW حيث تم رش مستخلص الأعشاب البحرية قبل بدء تكون البراعم الزهرية مرتين بينهما 15 يوماً بتركيز 1 غ/لتر بالإضافة إلى معاملة الشاهد دون رش.
- بلغ عدد القطع التجريبية 2 للري \times 2 لمستخلص الأعشاب البحرية \times 3 للماء الأوكسجيني \times 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 $4 \times 2.5 = 10$ م².

مساحة التجربة المزروعة فعلياً $36 \times 10 = 360$ م². وأحيطت التجربة بنطاق 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:

- عدد العقد الأزوتية ووزنها الجاف:

بعد 130 يوماً من الزراعة، وبعد انتهاء فترة تطبيق الإجهاد الجفافي تم ري النباتات لتسهيل قلع النباتات دون تكسير الجذور، وبعد الري الغزير لعدّة مرات تم قلع 10 نباتات من كل قطعة تجريبية، وتم فصل الجذور عن النباتات العشرة وغسلت جيداً بماء الصنبور بشكل بطيء وبحرص شديد، ثم جمعت العقد الجذرية وتم عدّها جميعاً ثم تركت لتجف على ورق ترشيح، ووزنت وحسبت للنباتات العشرة من كل قطعة ثم تم تقسيمها على 10 لتحسب على أساس عدد ووزن جاف للنبات الواحد (Liu *et al.*, 2022).

- نسبة البروتين في البذور:

تم حساب نسبة الآزوت الكلي في البذور وفقاً لطريقة كلداهل (Van Kjeldahl) (Schouwenberg *et al.*, 1973) والمشروحة في (الزعيبي وآخرون، 2013).

ثم تم حساب نسبة البروتين الكلي من العلاقة: نسبة البروتين % = نسبة الآزوت الكلي $\times 6.25$

النتائج والمناقشة:

1. عدد العقد الأوتية:

بلغ متوسط عدد العقد الأوتية في الموسم الأول 77.73، 89.26 عقدة. نبات⁻¹ عند معاملتي الرش الورقي بالأعشاب البحرية 0، 1 غ/لتر على التوالي بفروق معنوية (الجدول، 5). وعند دراسة التفاعل المشترك بين الرش بمستخلص الأعشاب ومعاملة الإجهاد تفوقت معاملة الرش الورقي 1 غ/لتر تحت ظروف الشاهد معنوياً مقارنةً بباقي التفاعلات وحقت 91.34 عقدة. نبات⁻¹. وبلغ معدل التناقص في عدد العقد 7.19% عند معاملة الشاهد بلا رش، وعند الرش بمستخلص الأعشاب البحرية انخفض معدل التناقص إلى 4.59% فقط مما يدل على دور مستخلص الأعشاب البحرية في المحافظة على عدد أكبر من العقد تحت ظروف الإجهاد. وزاد متوسط عدد العقد معنوياً مع زيادة تركيز الرش بالماء الأوكسجيني فبلغ (78.41، 84.45، 87.64) عقدة. نبات⁻¹ عند معاملات الرش (0، 10، 20 ميلي مول) على التوالي، وحقت معاملة (الرش بالماء الأوكسجيني 20 ميلي مول عند الشاهد المروي) أعلى عدد من العقد بلغ 89.80 عقدة. نبات⁻¹. وبلغت معدلات التناقص في عدد العقد تحت ظروف الإجهاد مقارنةً بالشاهد المروي 6.94، 5.85، 4.88% عند معاملات الرش (0، 10، 20 ميلي مول) على التوالي وكانت الفروق بينها معنوية، مما يدل على دور الماء الأوكسجيني في المحافظة على عدد عقد أكبر تحت ظروف الإجهاد.

تفوقت معاملة الشاهد المروي معنوياً على معاملة الإجهاد وبلغ متوسط عدد العقد (85.98، 81.01) عقدة. نبات⁻¹ على التوالي وبنسبة تناقص بلغت 5.89%.

بدراسة التفاعل الثنائي (الرش الورقي بمستخلص الأعشاب البحرية والماء الأوكسجيني) تفوق التفاعل (الرش بمستخلص الأعشاب 1 غ/لتر مع الرش بالماء الأوكسجيني 20 ميلي مول) فأعطى 96.21 عقدة. نبات⁻¹، وحقق هذا التفاعل أقل تراجع في عدد العقد تحت ظروف الإجهاد مقارنةً بالشاهد المروي بلغ 4.12%، فيما كانت معاملة الشاهد بلا رش الأدنى معنوياً 74.80 عقدة. نبات⁻¹ وسببت أعلى معدل تناقص بلغ 8.71%. ومن دراسة التأثير المشترك بين العوامل الثلاثة تفوقت المعاملة (الرش بمستخلص الأعشاب 1 غ/لتر والماء الأوكسجيني 20 ميلي مول تحت

ظروف الشاهد المروي) 98.23 عقدة. نبات¹⁻ معنوياً على باقي التفاعلات، في حين كانت معاملة عدم الرش الورقي تحت ظروف الإجهاد الأدنى معنوياً 71.40 عقدة. نبات¹⁻.
الجدول (3) تأثير الرش بمستخلص الأعشاب البحرية والماء الأوكسجيني في عدد العقد الأزوتية (عقدة/النبات) تحت ظروف الإجهاد الجفافي في الموسم الأول

المعاملة	الشاهد	الإجهاد	المتوسط	التناقص %
S1=0	80.62	74.85	77.73	7.19
S2=1	91.34	87.18	89.26	4.59
LSD 0.05	D*S= 1.867		S= 1.320	S= 0.708
H1=0	81.19	75.62	78.41	6.94
H2=10	86.96	81.94	84.45	5.85
H3=20	89.80	85.48	87.64	4.88
LSD 0.05	D*H= 2.287		H= 1.617	H=0.867
-	85.98	81.01	83.50	5.89
LSD 0.05	D= 1.320		-	-
S ₁ H ₁	78.21	71.40	74.80	8.71
S ₁ H ₂	82.30	76.36	79.33	7.22
S ₁ H ₃	81.36	76.77	79.07	5.64
S ₂ H ₁	84.18	79.84	82.01	5.16
S ₂ H ₂	91.61	87.51	89.56	4.47
S ₂ H ₃	98.23	94.18	96.21	4.12
LSD 0.05	D*S*H= 3.234, CV= 3.3%		S*H= 2.287	S*H= 1.227

تأثير الرش بمستخلص الأعشاب البحرية والماء الأوكسجيني تحت ظروف الإجهاد الجفافي في عدد ووزن العقد الأزوتية ونسبة البروتين في الفول العادي

بلغ متوسط عدد العقد الأزوتية في الموسم الثاني 82.38، 116.53 عقدة. نبات¹⁻ عند معالتي الرش الورقي بالأعشاب البحرية 0، 1 غ/لتر على التوالي بفروق معنوية (الجدول، 4). وعند دراسة التفاعل المشترك بين الرش بمستخلص الأعشاب ومعاملة الإجهاد تفوقت معاملة الرش الورقي 1 غ/لتر تحت ظروف الشاهد معنوياً مقارنةً بباقي التفاعلات وحققت 119.58 عقدة. نبات¹⁻. وبلغ معدل التناقص في عدد العقد 9.31% عند معاملة الشاهد بلا رش، وعند الرش بمستخلص الأعشاب البحرية انخفض معدل التناقص إلى 5.14% فقط مما يدل على دور مستخلص الأعشاب البحرية في المحافظة على عدد أكبر من العقد تحت ظروف الإجهاد. كما زاد متوسط عدد العقد معنوياً مع زيادة تركيز الرش بالماء الأوكسجيني فبلغ (88.23، 100.07، 110.06) عقدة. نبات¹⁻ عند معاملات الرش (0، 10، 20 ميلي مول) على التوالي، وحققت معاملة (الرش بالماء الأوكسجيني 20 ميلي مول عند الشاهد المروي) أعلى عدد من العقد بلغ 113.28 عقدة. نبات¹⁻. وبلغت معدلات التناقص في عدد العقد تحت ظروف الإجهاد مقارنةً بالشاهد المروي 9.08، 6.67، 5.92% عند معاملات الرش (0، 10، 20 ميلي مول) على التوالي وكانت الفروق معنوية بين معاملة الشاهد 0 ميلي مول ومعالتي الرش 10 و 20 ميلي مول، مما يدل على دور الماء الأوكسجيني في المحافظة على عدد عقد أكبر تحت ظروف الإجهاد.

تفوقت معاملة الشاهد المروي معنوياً على معاملة الإجهاد وبلغ متوسط عدد العقد (102.93، 95.98) عقدة. نبات¹⁻ على التوالي وبنسبة تناقص بلغت 7.22%.

بدراسة التفاعل الثنائي (الرش الورقي بمستخلص الأعشاب البحرية والماء الأوكسجيني) تفوق التفاعل (الرش بمستخلص الأعشاب 1 غ/لتر مع الرش بالماء الأوكسجيني 20 ميلي مول) فأعطى 125.77 عقدة. نبات¹⁻، وحقق هذا التفاعل تراجع في عدد العقد تحت ظروف الإجهاد مقارنةً بالشاهد المروي بلغ 5.10%، فيما كانت معاملة الشاهد بلا رش الأدنى معنوياً 69.88 عقدة. نبات¹⁻ وسببت أعلى معدل تناقص بلغ 12.62%. ومن دراسة التأثير المشترك بين العوامل الثلاثة تفوقت المعاملة (الرش بمستخلص الأعشاب 1 غ/لتر والماء الأوكسجيني 20 ميلي مول تحت ظروف الشاهد المروي) 128.93 عقدة. نبات¹⁻ معنوياً على باقي التفاعلات، في حين كانت معاملة عدم الرش الورقي تحت ظروف الإجهاد الأدنى معنوياً 65.18 عقدة. نبات¹⁻.

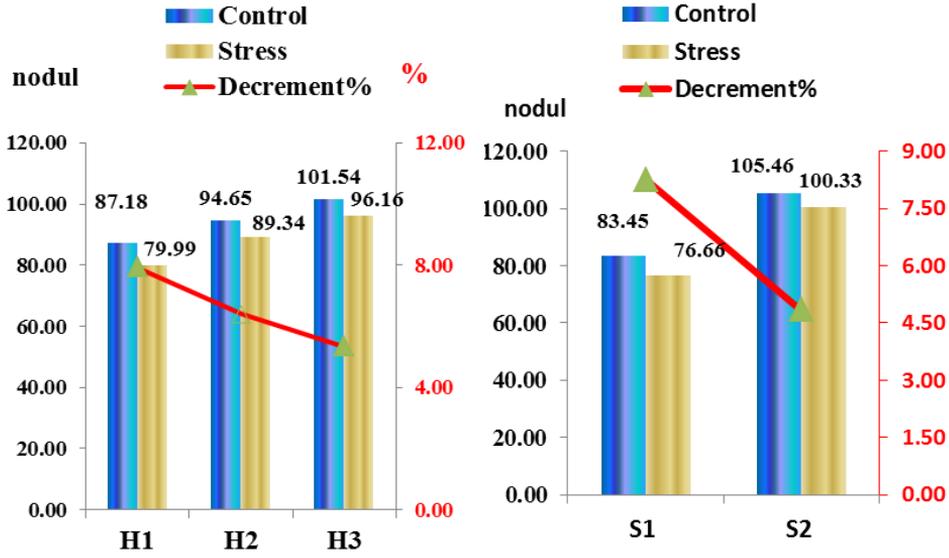
الجدول (4) تأثير الرش بمستخلص الأعشاب البحرية والماء الأوكسجيني في عدد العقد الأزوتية (عقدة/النبات) تحت ظروف الإجهاد الجفافي في الموسم الثاني

التناقص %	المتوسط	الإجهاد	الشاهد	المعاملة	
9.31	82.38	78.48	86.27	S1=0	مستخلص
5.14	116.53	113.47	119.58	S2=1	الأعشاب
S= 1.219	S= 4.43	D*S= 6.26		LSD _{0.05}	البحرية S غ/لتر
9.08	88.23	84.36	92.10	H1=0	الماء الأوكسجيني H ميلي مول
6.67	100.07	96.73	103.41	H2=10	
5.92	110.06	106.84	113.28	H3=20	
H=1.493	H= 5.42	D*H= 7.67		LSD _{0.05}	
7.22	-	95.98	102.93	-	معاملة
-	-	D= 4.43		LSD _{0.05}	الإجهاد D
12.62	69.88	65.18	74.58	S ₁ H ₁	التأثير المشترك
8.58	82.91	79.20	86.62	S ₁ H ₂	
6.74	94.34	91.06	97.62	S ₁ H ₃	
5.53	106.58	103.54	109.61	S ₂ H ₁	
4.77	117.23	114.26	120.20	S ₂ H ₂	
5.10	125.77	122.62	128.93	S ₂ H ₃	
S*H= 2.111	S*H= 7.67	D*S*H= 10.84, CV= 6.5%		LSD _{0.05}	

بدراسة متوسط الموسمين تم الحصول على نتائج مشابهة لكل موسم على حدا، حيث زاد متوسط عدد العقد الأزوتية عند الرش الورقي بمستخلص الأعشاب البحرية وتوقفت معاملة الرش الورقي 1غ/لتر تحت ظروف الشاهد معنوياً مقارنةً بباقي التفاعلات وحققت 105.46 عقدة. نبات-1.

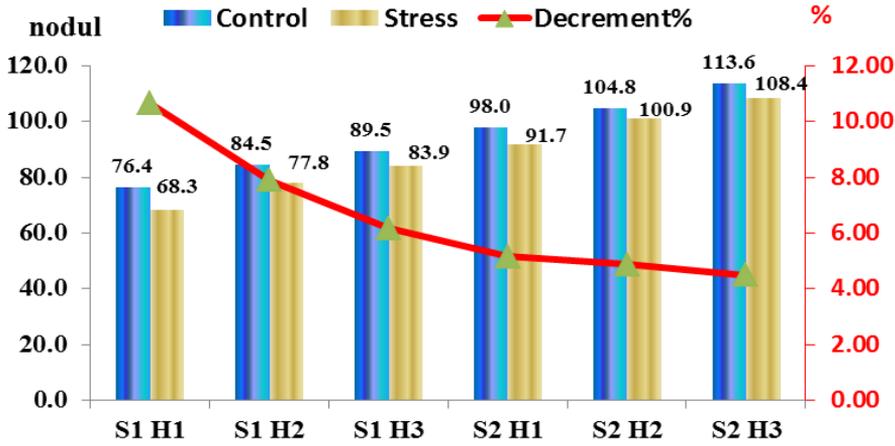
تأثير الرش بمستخلص الأعشاب البحرية والماء الأوكسجيني تحت ظروف الإجهاد الجفافي في عدد ووزن العقد الأروتية ونسبة البروتين في الفول العادي

ويبلغ معدل التناقص في عدد العقد عندها 4.85% (الشكل، 1-A)، كما زاد متوسط عدد العقد الأروتية معنوياً مع زيادة تركيز الرش بالماء الأوكسجيني تحت ظروف الشاهد والإجهاد وحقت معاملة (الرش بالماء الأوكسجيني 20 ميلي مول عند الشاهد المروي) أعلى عدد من العقد بلغ 101.54 عقدة. نبات-1. وبلغ معدل التناقص عندها 5.34% (الشكل، 1-B). ودراسة التأثير المشترك بين العوامل الثلاثة تفوقت المعاملة (الرش بمستخلص الأعشاب 1 غ/لتر والماء الأوكسجيني 20 ميلي مول تحت ظروف الشاهد المروي) 113.6 عقدة. نبات-1 معنوياً على باقي التفاعلات، في حين كانت معاملة عدم الرش الورقي تحت ظروف الإجهاد الأدنى معنوياً 68.3 عقدة. نبات-1 (الشكل، 1-C).



الشكل (1-B)

الشكل (1-A)



الشكل (1-C)

الشكل (1) متوسط عدد العقد الآزوتية (عقدة. نبات⁻¹) تحت تأثير الرش بمستخلص الأعشاب البحرية والماء الأوكسجيني ومعدلات التناقص (%) تحت ظروف الإجهاد الجفافي في موسمي الزراعة (1-A): تأثير الرش بمستخلص الأعشاب البحرية، 1-B: تأثير الرش بالماء الأوكسجيني، 1-C: التأثير المشترك للماء الأوكسجيني ومستخلص الأعشاب البحرية).

2. الوزن الجاف للعقد الآزوتية:

بلغ متوسط وزن العقد الآزوتية في الموسم الأول 1.24، 1.35 غ عند معاملي الرش الورقي بمستخلص الأعشاب البحرية 0، 1 غ/لتر على التوالي بفروق معنوية (الجدول، 5). وعند دراسة التفاعل المشترك بين الرش بمستخلص الأعشاب ومعاملة الإجهاد تفوقت معاملة الرش الورقي 1 غ/لتر تحت ظروف الشاهد معنوياً مقارنةً بباقي التفاعلات وحقت 1.37 غ. وبلغ معدل التناقص في عدد العقد 6.72 % عند معاملة الشاهد بلا رش، وعند الرش بمستخلص الأعشاب البحرية انخفض معدل التناقص إلى 4.05 % مما يدل على دور مستخلص الأعشاب البحرية نسبياً في المحافظة على حجم أكبر من العقد تحت ظروف الإجهاد. وزاد أيضاً متوسط وزن العقد الآزوتية

تأثير الرش بمستخلص الأعشاب البحرية والماء الأوكسجيني تحت ظروف الإجهاد الجفافي في عدد ووزن العقد الازوتية ونسبة البروتين في الفول العادي

معنوياً مع زيادة تركيز الرش بالماء الأوكسجيني فبلغ (1.24، 1.31، 1.33) غ عند معاملات الرش (0، 10، 20 ميلي مول) على التوالي، وحققت معاملة (الرش بالماء الأوكسجيني 20 ميلي مول عند الشاهد المروي) أعلى وزن للعقد بلغ 1.36 غ. وبلغت معدلات التناقص في عدد العقد تحت ظروف الإجهاد مقارنةً بالشاهد المروي 6.35، 5.48، 4.32 % عند معاملات الرش (0، 10، 20 ميلي مول) على التوالي وكانت الفروق بينها معنوية، مما يدل على دور الماء الأوكسجيني في المحافظة على وزن عقد أكبر تحت ظروف الإجهاد. كما تفوقت معاملة الشاهد المروي معنوياً على معاملة الإجهاد وبلغ متوسط وزن العقد (1.26، 1.33) غ على التوالي وبنسبة تناقص بلغت 5.38 %.

بدراسة التفاعل الثنائي (الرش الورقي بمستخلص الأعشاب البحرية والماء الأوكسجيني) تفوق التفاعل (الرش بمستخلص الأعشاب 1 غ/لتر مع الرش بالماء الأوكسجيني 20 ميلي مول) فأعطى 1.41 غ، وحقق هذا التفاعل أقل تراجع في وزن العقد تحت ظروف الإجهاد مقارنةً بالشاهد المروي بلغ 3.35 %، فيما كانت معاملة الشاهد بلا رش الأدنى معنوياً 1.19 غ وسببت أعلى معدل تناقص بلغ 8.16 % . ومن دراسة التأثير المشترك بين العوامل الثلاثة تفوقت المعاملة (الرش بمستخلص الأعشاب 1 غ/لتر والماء الأوكسجيني 20 ميلي مول تحت ظروف الشاهد المروي) 1.43 غ معنوياً على باقي التفاعلات، في حين كانت معاملة عدم الرش الورقي تحت ظروف الإجهاد الأدنى معنوياً 1.14 غ.

الجدول (5) تأثير الرش بمستخلص الأعشاب البحرية والماء الأوكسجيني في وزن العقد الازوتية (غ/النبات) تحت ظروف الإجهاد الجفافي في الموسم الأول

المعاملة	الشاهد	الإجهاد	المتوسط	التناقص %
S1=0	1.28	1.20	1.24	6.72
S2=1	1.37	1.32	1.35	4.05
LSD _{0.05}	D*S= 0.044		S= 0.031	S= 0.509
H1=0	1.28	1.20	1.24	6.35
H2=10	1.35	1.28	1.31	5.48

4.32	1.33	1.30	1.36	H3=20	H ميلي مول
H=0.624	H= 0.038	D*H= 0.054		LSD 0.05	
5.38	1.29	1.26	1.33	-	معاملة الإجهاد
-	-	D= 0.031		LSD 0.05	D
8.16	1.19	1.14	1.24	S ₁ H ₁	التأثير المشترك
6.71	1.27	1.23	1.32	S ₁ H ₂	
5.29	1.26	1.22	1.29	S ₁ H ₃	
4.54	1.28	1.25	1.31	S ₂ H ₁	
4.25	1.35	1.32	1.38	S ₂ H ₂	
3.35	1.41	1.38	1.43	S ₂ H ₃	
S*H= 0.882	S*H= 0.054	D*S*H= 0.077, CV= 3.5%		LSD 0.05	

بلغ متوسط وزن العقد الأزوتية في الموسم الثاني 1.39، 1.80 غ عند معاملي الرش الورقي بمستخلص الأعشاب البحرية 0، 1 غ/لتر على التوالي بفروق معنوية (الجدول، 6). وعند دراسة التفاعل المشترك بين الرش بمستخلص الأعشاب ومعاملة الإجهاد تفوقت معاملة الرش الورقي 1 غ/لتر تحت ظروف الشاهد معنوياً مقارنةً بباقي التفاعلات وحققت 1.84 غ. وبلغ معدل التناقص في عدد العقد 8.15 % عند معاملة الشاهد بلا رش، وعند الرش بمستخلص الأعشاب البحرية انخفض معدل التناقص إلى 5.08 % مما يدل على دور مستخلص الأعشاب البحرية نسبياً في المحافظة على وزن أكبر من العقد تحت ظروف الإجهاد. كما زاد متوسط وزن العقد الأزوتية معنوياً مع زيادة تركيز الرش بالماء الأوكسجيني فبلغ (1.46، 1.61، 1.71) غ عند معاملات الرش (0، 10، 20 ميلي مول) على التوالي، وحققت معاملة (الرش بالماء الأوكسجيني 20 ميلي مول عند الشاهد المروري) أعلى وزن للعقد بلغ 1.75 غ. وبلغت معدلات التناقص في عدد العقد

تأثير الرش بمستخلص الأعشاب البحرية والماء الأوكسجيني تحت ظروف الإجهاد الجفافي في عدد ووزن العقد الازوتية ونسبة البروتين في الفول العادي

تحت ظروف الإجهاد مقارنةً بالشاهد المروي 8.00، 6.57، 5.28 % عند معاملات الرش (0، 10، 20 ميلي مول) على التوالي، وكانت الفروق معنوية بين معاملة الشاهد 0 ميلي مول ومعاملي الرش 10 و 20 ميلي مول، مما يدل على دور الماء الأوكسجيني في المحافظة على عدد عقد أكبر تحت ظروف الإجهاد. كما تفوقت معاملة الشاهد المروي معنوياً على معاملة الإجهاد وبلغ متوسط وزن العقد (1.65، 1.54) غ على التوالي وبنسبة تناقص بلغت 6.61 %.

بدراسة التفاعل الثنائي (الرش الورقي بمستخلص الأعشاب البحرية والماء الأوكسجيني) تفوق التفاعل (الرش بمستخلص الأعشاب 1 غ/لتر مع الرش بالماء الأوكسجيني 20 ميلي مول) فأعطى 1.75 غ، وحقق هذا التفاعل أقل تراجع في وزن العقد تحت ظروف الإجهاد مقارنةً بالشاهد المروي بلغ 3.82 %، فيما كانت معاملة الشاهد بلا رش الأدنى معنوياً 1.22 غ وسببت أعلى معدل تناقص بلغ 9.93 %.

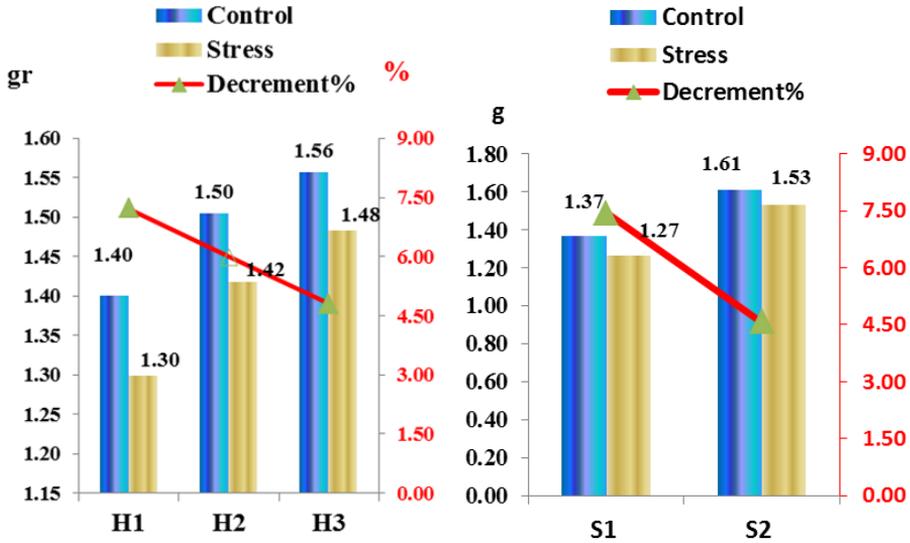
ومن دراسة التأثير المشترك بين العوامل الثلاثة تفوقت المعاملة (الرش بمستخلص الأعشاب 1 غ/لتر والماء الأوكسجيني 20 ميلي مول تحت ظروف الشاهد المروي) 1.91 غ معنوياً على باقي التفاعلات، في حين كانت معاملة عدم الرش الورقي تحت ظروف الإجهاد الأدنى معنوياً 1.16 غ. الجدول (6) تأثير الرش بمستخلص الأعشاب البحرية والماء الأوكسجيني في وزن العقد الازوتية (غ/النبات) تحت ظروف الإجهاد الجفافي في الموسم الثاني

المعاملة	الشاهد	الإجهاد	المتوسط	التناقص %
S1=0	1.45	1.33	1.39	8.15
S2=1	1.84	1.75	1.80	5.08
LSD _{0.05}	D*S= 0.062		S= 0.044	S= 0.783
H1=0	1.52	1.40	1.46	8.00
H2=10	1.67	1.56	1.61	6.57
H3=20	1.75	1.66	1.71	5.28
LSD _{0.05}	D*H= 0.076		H= 0.054	H=0.959

6.61	-	1.54	1.65	-	معاملة الإجهاد
-	-	D= 0.044		LSD _{0.05}	D
9.93	1.22	1.16	1.29	S ₁ H ₁	التأثير المشترك
7.79	1.41	1.35	1.46	S ₁ H ₂	
6.73	1.55	1.49	1.60	S ₁ H ₃	
6.06	1.70	1.64	1.75	S ₂ H ₁	
5.34	1.82	1.77	1.87	S ₂ H ₂	
3.82	1.87	1.83	1.91	S ₂ H ₃	
S*H= 1.356	S*H= 0.076	D*S*H= 0.108, CV= 4.0%		LSD _{0.05}	

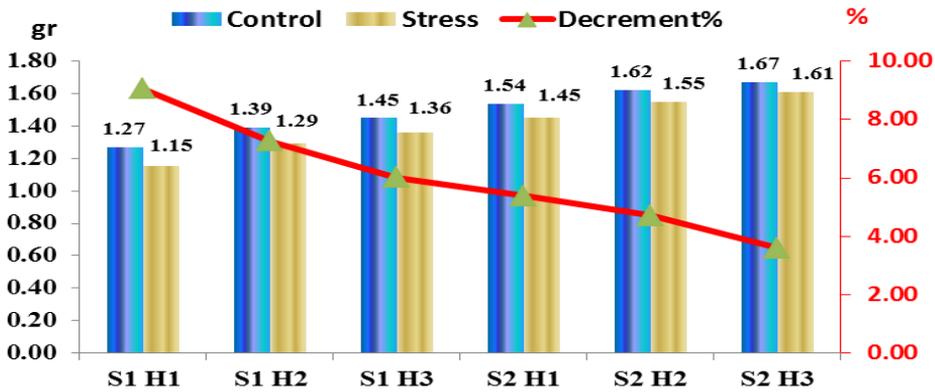
بالنسبة لمتوسط الموسمين تم الحصول على نتائج مشابهة لكل موسم على حدا، حيث زاد متوسط وزن العقد الأزوتية عند الرش الورقي بمستخلص الأعشاب البحرية وتفوقت معاملة الرش الورقي 1غ/لتر تحت ظروف الشاهد معنوياً مقارنةً بباقي التفاعلات وحققت 1.61 غ، وبلغ معدل التناقص في وزن العقد الأزوتية عندها 4.56 % (الشكل، 2-A)، كما زاد متوسط وزن العقد الأزوتية مع زيادة تركيز الرش بالماء الأوكسجيني تحت ظروف الشاهد والإجهاد وحققت معاملة (الرش بالماء الأوكسجيني 20 ميلي مول عند الشاهد المروي) أعلى وزن للعقد بلغ 1.56 غ. وبلغ معدل التناقص عندها 4.80 % (الشكل، 2-B). ودراسة التأثير المشترك بين العوامل الثلاثة تفوقت المعاملة (الرش بمستخلص الأعشاب 1 غ/لتر والماء الأوكسجيني 20 ميلي مول تحت ظروف الشاهد المروي) 1.67 غ معنوياً على باقي التفاعلات، في حين كانت معاملة عدم الرش الورقي تحت ظروف الإجهاد الأدنى معنوياً 1.15 غ (الشكل، 2-C).

تأثير الرش بمستخلص الأعشاب البحرية والماء الأوكسجيني تحت ظروف الإجهاد الجفافي في عدد ووزن العقد الأزوتية ونسبة البروتين في الفول العادي



(2-ب) الشكل

(2-أ) الشكل



(2-ج) الشكل

الشكل (2) متوسط الوزن الجاف للعقد الأزوتية (غ) تحت تأثير الرش بمستخلص الأعشاب البحرية والماء الأوكسجيني ومعدلات التناقص (%) تحت ظروف الإجهاد الجفافي في موسمي الزراعة (2-أ: تأثير الرش بمستخلص الأعشاب البحرية، 2-ب: تأثير الرش بالماء الأوكسجيني، 2-ج: التأثير المشترك للماء الأوكسجيني ومستخلص الأعشاب البحرية).

3. نسبة البروتين في البذور:

بلغ متوسط نسبة البروتين في البذور في الموسم الأول 11.60، 13.08 % عند معاملتي الرش الورقي بمستخلص الأعشاب البحرية 0، 1 غ/لتر على التوالي بفروق معنوية (الجدول، 7). وعند دراسة التفاعل المشترك بين الرش بمستخلص الأعشاب ومعاملة الإجهاد تفوقت معاملة الرش الورقي 1 غ/لتر تحت ظروف الشاهد المروي معنوياً مقارنةً بباقي التفاعلات وحققت 13.27%، وبلغ معدل التناقص في نسبة البروتين في البذور 4.15 % عند معاملة الشاهد بلا رش وعند الرش بمستخلص الأعشاب البحرية انخفض معدل التناقص إلى 2.86 % بفروق معنوية، مما يدل على دور مستخلص الأعشاب البحرية في المحافظة على نسبة بروتين جيدة تحت ظروف الإجهاد. كما زادت نسبة البروتين في البذور معنوياً مع زيادة تركيز الرش بالماء الأوكسجيني فبلغت (12.02، 12.21، 12.79) % عند معاملات الرش (0، 10، 20 ميلي مول) على التوالي، وحقق التفاعل (الرش بالماء الأوكسجيني 20 ميلي مول عند الشاهد المروي) أعلى نسبة بروتين بلغت 12.98%. وبلغت معدلات التناقص في نسبة البروتين 4.01، 3.54، 2.97% عند معاملات الرش (0، 10، 20 ميلي مول) على التوالي مما يدل على دور الماء الأوكسجيني في تخفيف الآثار السلبية للإجهاد من خلال تقليل معدلات التناقص في نسبة البروتين في البذور تحت ظروف الإجهاد الجفافي. كذلك الأمر تفوقت معاملة الشاهد معنوياً على معاملة الإجهاد وبلغت نسبة البروتين في البذور (12.56، 12.12) % على التوالي وبنسبة تناقص بلغت 3.51%.

بدراسة التفاعل الثنائي (الرش الورقي بمستخلص الأعشاب والماء الأوكسجيني) تفوق التفاعل (الرش بمستخلص الأعشاب 1 غ/لتر مع الرش بالماء الأوكسجيني 20 ميلي مول) فأعطى 13.62%، وحقق هذا التفاعل أقل تناقص في نسبة البروتين تحت ظروف الإجهاد مقارنةً بالشاهد المروي بلغ 2.42 %، فيما كانت معاملتي الشاهد بلا رش والرش 10 ميلي مول ماء أوكسجيني بلا أعشاب بحرية الأدنى معنوياً 11.43، 11.42 % على التوالي. ومن دراسة التأثير المشترك بين العوامل الثلاثة تفوقت المعاملة (الرش بمستخلص الأعشاب 1 غ/لتر والماء الأوكسجيني 20 ميلي مول تحت ظروف الشاهد المروي) 13.79% معنوياً على باقي التفاعلات، في حين كانت معاملة عدم الرش الورقي تحت ظروف الإجهاد الأدنى معنوياً 11.15%.

تأثير الرش بمستخلص الأعشاب البحرية والماء الأوكسجيني تحت ظروف الإجهاد الجفافي في عدد ووزن العقد الأوتية ونسبة البروتين في الفول العادي

الجدول (7) تأثير الرش بمستخلص الأعشاب البحرية والماء الأوكسجيني في نسبة البروتين في البذور (%) تحت ظروف الإجهاد الجفافي في الموسم الأول

التناقص %	المتوسط	الإجهاد	الشاهد	المعاملة	
4.15	11.60	11.36	11.85	S1=0	مستخلص الأعشاب البحرية S غ/لتر
2.86	13.08	12.89	13.27	S2=1	
S= 0.303	S=0.126	D*S=0.178		LSD _{0.05}	
4.01	12.02	11.78	12.27	H1=0	الماء الأوكسجيني H ميلي مول
3.54	12.21	12.00	12.43	H2=10	
2.97	12.79	12.60	12.98	H3=20	
H= 0.371	H=0.154	D*H=0.218		LSD _{0.05}	
3.51	12.34	12.12	12.56	معاملة الإجهاد D	
-	-	D= 0.126		LSD _{0.05}	
4.76	11.43	11.15	11.71	S ₁ H ₁	التأثير المشترك
4.18	11.42	11.17	11.66	S ₁ H ₂	
3.51	11.96	11.74	12.17	S ₁ H ₃	
3.27	12.61	12.40	12.82	S ₂ H ₁	
2.90	13.01	12.82	13.20	S ₂ H ₂	
2.42	13.62	13.45	13.79	S ₂ H ₃	
S*H= 0.525	S*H= 0.218	D*S*H= 0.308, CV= 1.5%		LSD _{0.05}	

بلغ متوسط نسبة البروتين في البذور في الموسم الثاني 11.82، 12.84 % عند معاملي الرش الورقي بمستخلص الأعشاب البحرية 0، 1 غ/لتر على التوالي بفروق معنوية (الجدول، 8). وعند دراسة التفاعل المشترك بين الرش بمستخلص الأعشاب ومعاملة الإجهاد تفوقت معاملة الرش

الورقي 1 غ/لتر تحت ظروف الشاهد المروي معنوياً مقارنةً بباقي التفاعلات وحققت 13.05%، وبلغ معدل التناقص في نسبة البروتين في البذور 4.48 % عند معاملة الشاهد بلا رش وعند الرش بمستخلص الأعشاب البحرية انخفض معدل التناقص إلى 3.23 % بفروق معنوية. كما زادت نسبة البروتين في البذور معنوياً مع زيادة تركيز الرش بالماء الأوكسجيني فبلغت (11.87، 12.30، 12.81) % عند معاملات الرش (0، 10، 20 ميلي مول) على التوالي، وحقق التفاعل (الرش بالماء الأوكسجيني 20 ميلي مول عند الشاهد المروي) أعلى نسبة بروتين بلغت 13.02%. وبلغت معدلات التناقص نسبة البروتين 4.69، 3.73، 3.16 % عند معاملات الرش (0، 10، 20 ميلي مول) على التوالي. كذلك الأمر تفوقت معاملة الشاهد المروي معنوياً على معاملة الإجهاد الجفافي وبلغ متوسط نسبة البروتين في البذور (12.09، 12.57) % على التوالي وبنسبة تناقص بلغت 3.86 %.

بدراسة التفاعل الثنائي (الرش الورقي بمستخلص الأعشاب والماء الأوكسجيني) تفوق التفاعل (الرش بمستخلص الأعشاب 1 غ/لتر مع الرش بالماء الأوكسجيني 20 ميلي مول) فأعطى 13.40%، وحقق هذا التفاعل أقل تناقص في نسبة البروتين تحت ظروف الإجهاد مقارنةً بالشاهد المروي بلغ 2.68 %، فيما كانت معاملة الشاهد بلا رش الأدنى معنوياً 11.52 وسببت أعلى معدل تناقص 5.69%. ومن دراسة التأثير المشترك بين العوامل الثلاثة تفوقت المعاملة (الرش بمستخلص الأعشاب 1 غ/لتر والماء الأوكسجيني 20 ميلي مول تحت ظروف الشاهد المروي) 13.58% معنوياً على باقي التفاعلات ما عدا معاملة (الرش بمستخلص الأعشاب 1 غ/لتر والماء الأوكسجيني 20 ميلي مول تحت ظروف الإجهاد) مما يدل على أن التآزر بين معاملي الرش قد قلل الفروق بين معاملي الشاهد والإجهاد بدرجة كبيرة، في حين كانت معاملة عدم الرش الورقي تحت ظروف الإجهاد الأدنى معنوياً 10.92 %.

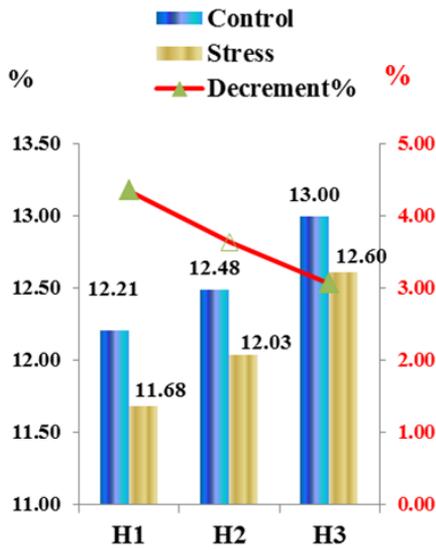
تأثير الرش بمستخلص الأعشاب البحرية والماء الأوكسجيني تحت ظروف الإجهاد الجفافي في عدد ووزن العقد الأوتية ونسبة البروتين في الفول العادي

الجدول (8) تأثير الرش بمستخلص الأعشاب البحرية والماء الأوكسجيني في نسبة البروتين في البذور (%) تحت ظروف الإجهاد الجفافي في الموسم الثاني

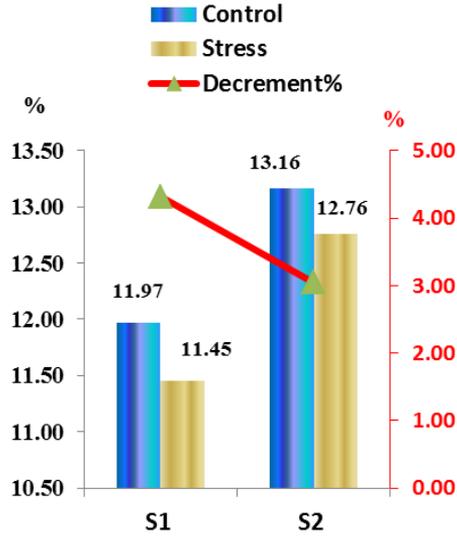
التناقص %	المتوسط	الإجهاد	الشاهد	المعاملة	
4.48	11.82	11.55	12.09	S1=0	مستخلص الأعشاب البحرية S غ/لتر
3.23	12.84	12.63	13.05	S2=1	
S= 0.581	S=0.293	D*S=0.415		LSD _{0.05}	
4.69	11.87	11.58	12.15	H1=0	الماء الأوكسجيني H ميلي مول
3.73	12.30	12.07	12.54	H2=10	
3.16	12.81	12.61	13.02	H3=20	
H= 0.712	H=0.359	D*H=0.508		LSD _{0.05}	
3.86	-	12.09	12.57	-	معاملة الإجهاد D
-	-	D= 0.293		LSD _{0.05}	
5.69	11.25	10.92	11.58	S ₁ H ₁	التأثير المشترك
4.13	11.97	11.72	12.22	S ₁ H ₂	
3.63	12.22	12.00	12.45	S ₁ H ₃	
3.69	12.48	12.24	12.71	S ₂ H ₁	
3.33	12.64	12.42	12.85	S ₂ H ₂	
2.68	13.40	13.22	13.58	S ₂ H ₃	
S*H= 1.007	S*H= 0.508	D*S*H= 0.718, CV= 3.5%		LSD _{0.05}	

بدراسة متوسط الموسمين تم الحصول على نتائج مشابهة لكل موسم على حدا، حيث زادت نسبة البروتين عند الرش الورقي بمستخلص الأعشاب البحرية وتفاوتت معاملة الرش الورقي 1 غ/لتر تحت ظروف الشاهد معنوياً مقارنةً بباقي التفاعلات وحققت 13.16%، وبلغ معدل التناقص في

نسبة البروتين عندها 3.05 % (الشكل، 3-A)، كما زادت نسبة البروتين مع زيادة تركيز الرش بالماء الأوكسجيني تحت ظروف الشاهد والإجهاد وحققت معاملة (الرش بالماء الأوكسجيني 20 ميلي مول عند الشاهد المروي) أعلى نسبة بلغت 13.00%، وبلغ معدل التناقص عندها 3.06 % (الشكل، 3-B). ودراسة التأثير المشترك بين العوامل الثلاثة تفوقت المعاملة (الرش بمستخلص الأعشاب 1 غ/لتر والماء الأوكسجيني 20 ميلي مول تحت ظروف الشاهد المروي) 13.69% على باقي التفاعلات، في حين كانت معاملة عدم الرش الورقي تحت ظروف الإجهاد الأدنى معنوياً 11.04 % (الشكل، 3-C).

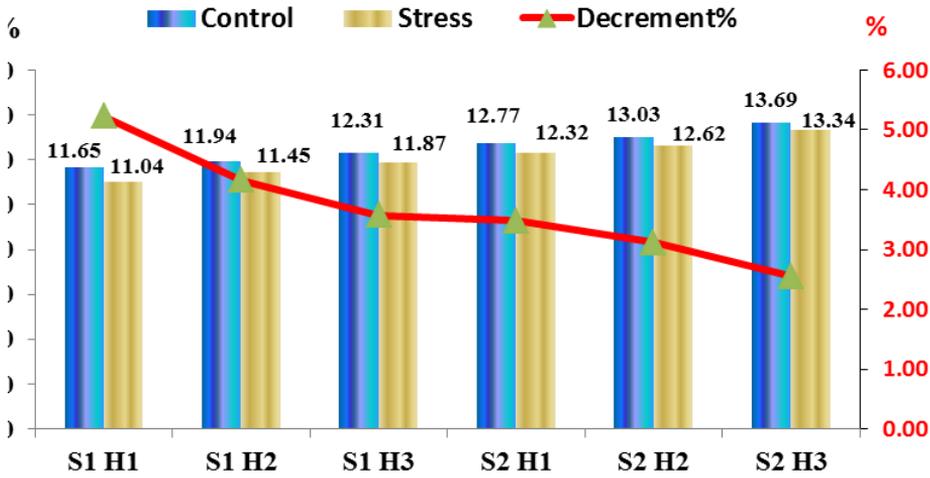


الشكل (3-B)



الشكل (3-A)

تأثير الرش بمستخلص الأعشاب البحرية والماء الأوكسجيني تحت ظروف الإجهاد الجفافي في عدد ووزن العقد الأزوتية ونسبة البروتين في الفول العادي



الشكل (3-C)

الشكل (3) متوسط نسبة البروتين في البذور (%) تحت تأثير الرش بمستخلص الأعشاب البحرية والماء الأوكسجيني ومعدلات التناقص (%) تحت ظروف الإجهاد الجفافي في موسمي الزراعة (3-A: تأثير الرش بمستخلص الأعشاب البحرية، 3-B: تأثير الرش بالماء الأوكسجيني، 3-C: التأثير المشترك للماء الأوكسجيني ومستخلص الأعشاب البحرية).

مناقشة النتائج:

أظهرت النتائج أن الإجهاد المائي سبب آثار سلبية على عدد العقد الجذرية ووزنها الجاف ونسبة البروتين في البذور، ويعود ذلك أن بكتريا العقد الجذرية تستخدم منتجات التمثيل الضوئي في النبات، وهذه المنتجات تقل وينخفض نشاط عملية التمثيل الضوئي تحت ظروف الجفاف، وإن انخفاض الوزن الجاف للعقد الجذرية ينتج بشكل مباشر بالتالي عن انخفاض نشاط عملية التمثيل الضوئي تحت ظروف الجفاف (Bano and Aziz, 2003). ويتفق ذلك مع نتائج (Sadeghipour and Abbasi, 2012) الذي وجد أن الجفاف الناتج عن انخفاض محتوى رطوبة التربة بنسبة 50% و25% مقارنةً بالشاهد المروي 100% إلى انخفاض عدد العقد بنسبة 22% و42%، والوزن الطازج للعقد بنسبة 46% و69%، والوزن الجاف للعقد بنسبة 23%

و 41% على التوالي. بشكل عام يتأثر 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).

سببت المعاملة بمستخلص الأعشاب البحرية والماء الأوكسجيني تحسين عدد العقد الجذرية وزيادة الوزن الجاف لها، ويعود ذلك لأن نواتج التمثيل الضوئي تزيد عند تطبيق مستخلص الأعشاب البحرية والماء الأوكسجيني مما يؤدي إلى زيادة عدد ووزن العقد، ويتفق ذلك مع (Lepetit and Brouquisse, 2023). 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 وبالتالي زيادة مستوى التمثيل الضوئي (Marhoon and Abbas, 2015). 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.

سببت المعاملة رشاً بالماء الأوكسجيني تقليل معدلات التناقص في العقد الجذرية ونسبة البروتين في النبات تحت ظروف الإجهاد مقارنةً بالشاهد المروي، يعود ذلك إلى أن حمض الأبسيسيك يزيد تحت الظروف المجهد 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، وبالتالي يخف فقد الماء بالنتج فتحافظ أوراق النبات بالتالي على محتوى مائي نسبي جيد في الأوراق. ويتفق ذلك مع نتائج (Wang and Song, 2008).

اتفقت النتائج أيضاً مع (Liu et al., 2022) الذي وجد أن استخدام المخصبات العضوية أدى إلى زيادة إجمالي عدد العقد الجذرية في نبات الفول بنسبة 52.5%، ووزن العقد بنسبة 55.8%

تأثير الرش بمستخلص الأعشاب البحرية والماء الأوكسجيني تحت ظروف الإجهاد الجفافي في عدد ووزن العقد الأزوتية ونسبة البروتين في الفول العادي

وزيادة نشاط أنزيمات اختزال النترات بنسبة 70.7% ونشاط أنزيم سينثيز الجلوتامين بنسبة 18.2%.

زادت نسبة البروتين عند معاملات الرش ويعود ذلك إلى أن الرش بالمخصبات العضوية والحيوية ومن ضمنها مستخلص الأعشاب البحرية يؤدي إلى تحسين تراكم النيتروجين وتوزيعه بين مختلف أعضاء نبات الفول، مما يؤدي إلى زيادة نسبة البروتين، كما أن النباتات تستخدم الأمونيا المنتجة كمصدر للنيتروجين في تركيب المركبات العضوية مثل البروتينات. ويتفق ذلك مع نتائج بعض الدراسات السابقة (Wei et al., 2016; Li et al., 2017).

الاستنتاجات والمقترحات:

- سبب الإجهاد الجفافي للفول خلال مرحلة الإزهار تناقص عدد العقد الجذرية ووزنها الجاف ونسبة البروتين في البذور بالنسب التالية على التوالي: في الموسم الأول (5.89، 5.38، 3.51%)، وفي الموسم الثاني (7.22، 6.61، 3.86%) على التوالي.
 - أدى الرش بكل من مستخلص الأعشاب البحرية 1 غ/لتر والرش بالماء الأوكسجيني 10 و 20 ميلي مول على حدا إلى تحسين الصفات المدروسة تحت كلاً من ظروف الشاهد المروي والإجهاد وسبب تناقص قيم معدلات الانخفاض في هذه الصفات تحت ظروف الإجهاد مقارنةً بمعاملة الشاهد غير المعامل.
 - حققت معاملة الرش بمستخلص الأعشاب البحرية 1 غ/لتر مع الرش بالماء الأوكسجيني 20 ميلي مول أفضل قيم للصفات المدروسة وأقل معدلات لتناقص القيم تحت ظروف الإجهاد مقارنةً بالشاهد المروي.
- بناءً على ما سبق:

ينصح بالرش بمستخلص الأعشاب البحرية 1 غ/لتر مع الرش بالماء الأوكسجيني 20 ميلي مول لتحسين النشاط الحيوي لنبات الفول وزيادة نسبة البروتين تحت ظروف الري المثالي ولتقليل الآثار السلبية للإجهاد عند تعرض المحصول لشح مياه الأمطار أو مصادر الري.

- توفيق، أنس منير. (2012). تأثير الرش بمستويات مختلفة من مستخلص الأعشاب البحرية (الجامكس) ومادة أتونك في نمو وحاصل الباقلاء (*Vicia faba* L.) مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية، مجلد 12 (4). ص 83-92
- جرجنزي، أحمد (2019). استجابة نباتات الفول العادي (*Vicia faba*) للرش بتركيز متعددة من مستخلص الأعشاب البحرية. مجلة جامعة البعث. المجلد، 41، العدد، 86، الصفحات 73 - 90
- درويش، مجد محمد (2023). أثر الرش الورقي بالماء الأوكسجيني H₂O₂ في تحمل التبغ البلدي *Nicotiana tabacum* L. للإجهاد الجفافي المحدث بالبولي إيثيلين غليكول PEG. المجلة السورية للبحوث الزراعية. 10 (4): 409-425.
- الزعيبي، محمد منهل والحصني أنس مصطفى وحسان درغام (2013). طرائق تحليل التربة والنبات والمياه والأسمدة. منشورات الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية. 226 ص.
- قبيلي، صالح ومجد محمد درويش ورهف توفيق داوود (2021). تأثير المعاملة بحمض الجبريليك GA₃ والماء الأوكسجيني H₂O₂ رشاً 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.
- المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية (2023). وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي سورية. قسم الإحصاء والتخطيط.

Álvarez-Aragóon, R.; Palacios, J.M.; Ramírez-Parra, E. (2023). Rhizobial symbiosis promotes drought tolerance in *Vicia sativa* and *Pisum sativum*. Environ. Exp. Bot. 208, 105268

- 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. Jyoti Ojha (2018).** Role of seaweed extract on growth, yield and quality of some agricultural crops: *Agricultural Reviews*, 39(4) 2018: 321–326.
- Bogati, K.; Walczak, M. (2022).** The impact of drought stress on soil microbial community, enzyme activities and plants. *Agronomy* 2022, 12, 189.
- Chammakhi, C.; Boscarri, A.; Pacoud, M.; Aubert, G.; Mhadhbi, H.; Brouquisse, R. (2022).** Nitric oxide metabolic pathway in droughtstressed nodules of faba bean (*Vicia faba* L.). *Int. J. Mol. Sci.* 23, 13057.
- Chieb, M.; Gachomo, E.W. (2023).** The role of plant growth promoting rhizobacteria in plant drought stress responses. *BMC Plant Biol.* 23, 407.
- de Freitas, I.C.; Ferreira, E.A.; Alves, M.A.; de Oliveira, J.C.; Frazão, L.A. (2023).** Growth, nodulation, production, and physiology of leguminous plants in integrated production systems. *Agrosyst Geosci. Environ.* 2023, 6, e20343.

- Deakin, W.J.; Broughton, W.J. (2009).** Symbiotic use of pathogenic strategies: Rhizobial protein secretion systems. *Nat. Rev. Microbiol.* 7, 312–320.
- 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.
- Flexas, J.; Barbour, M.M.; Brendel, O.; Cabrera, H.M.; Carriquí, M.; Díaz-Espejo, A.; Douthe, C.; Dreyer, E.; Ferrio, J.P.; Gago, J (2012).** Mesophyll diffusion conductance to CO₂: An unappreciated central player in photosynthesis. *Plant Sci.* 2012, 193–194, 70–84.
- Furlan, A.; Llanes, A.; Luna, V.; Castro, S. (2012).** Physiological and biochemical responses to drought stress and subsequent rehydration in the symbiotic association peanut-bradyrhizobium sp. *Int. Sch. Res. Not.* 2012, 318083.
- Herrmann, L.; Chotte, J.L.; Thuita, M.; Lesueur, D. (2014).** Effects of cropping systems, maize residues application and N fertilization on promiscuous soybean yields and diversity of native rhizobia in Central Kenya. *Pedobiologia.* 57, 75–85.
- 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.
- Jach, M.E.; Sajnaga, E.; Ziaja, M. (2022).** Utilization of legume–nodule bacterial symbiosis in phytoremediation of heavy metalcontaminated soils. *Biology*, 11, 676.
- Kebede, E. Contribution, (2021).** utilization, and improvement of legumes–driven biological nitrogen fixation in agricultural systems. *Front. Sustain. Food Syst.* 5, 767998.
- 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.
- Lepetit, M.; Brouquisse, R. (2023).** Control of the rhizobium–legume symbiosis by the plant nitrogen demand is tightly integrated at the whole plant level and requires interorgan systemic signaling. *Front. Plant Sci.* 14, 1114840.
- Li, H.; Feng, W.T.; He, X.H.; Zhu, P.; Gao, H.J.; Sun, N.; Xu, M.G. (2017).** Chemical fertilizers could be completely replaced by manure to maintain high maize yield and soil organic carbon (SOC) when SOC reaches a threshold in the Northeast China Plain. *J. Integ. Agric.* 16, 937–946.
- Liu, Z.; Xing, Y.; Jin, D.; Liu, Y.; Lu, Y.; Chen, Y.; Chen, D.; Zhang, X. (2022).** Improved nitrogen utilization of faba bean (*Vicia faba* L.)

roots and plant physiological characteristics under the combined application of organic and inorganic fertilizers. *Agriculture* **2022**, 12, 1999. <https://doi.org/10.3390/agriculture12121999>

Lumactud, R.A.; Dollete, D.; Liyanage, D.K.; Szczyglowski, K.; Hill, B.; Thilakarathna, M.S. (2023). The effect of drought stress on nodulation, plant growth, and nitrogen fixation in soybean during early plant growth. *J. Agron. Crop Sci.* 209, 345–354.

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.

Marquez–Garcia, B.; Shaw, D.; Cooper, J.W.; Karpinska, B.; Quain, M.D.; Makgopa, E.M.; Kunert, K.; Foyer, C.H. (2015). Redox markers for drought–induced nodule senescence, a process occurring after drought–induced senescence of the lowest leaves in soybean (*Glycine max*). *Ann. Bot.* 116, 497–510.

McCulloch, L.A.; Piotto, D.; Porder, S. (2021). Drought and soil nutrients effects on symbiotic nitrogen fixation in seedlings from eight Neotropical legume species. *Biotropica*. 53, 703–713.

Meena, R.S.; Meena, V.S.; Meena, S.K.; Verma, J.P. (2015). The needs of healthy soils for a healthy world. *J. Clean. Prod.* 2015, 102, 560–561.

- Merga, B.; Egigu, M.C.;Wakgari, M. (2019).** Reconsidering the economic and nutritional importance of faba bean in Ethiopian context. *Cogent Food Agric.*, 5, 1683938.
- Michalek, S. (2004).** The impact of drought on nodulation, root growth, and shoot development in Polish soybean varieties. *Zesz. Probl. Postęp. Nauk. Rol.* 496, 267–274.
- Perez–Fernandez, M.; De Lara–Del Rey, I.A.; Magadlela, A (2024).** Shining a light on symbiosis: N–fixing bacteria boost legume growth under varied light conditions. *Agriculture* 2024, 14, 164.
- Sadeghipour, O.; Abbasi, S. (2012).** Soybean Response to Drought and Seed Inoculation. *World Appl. Sci. J.* 17, 55–60.
- 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.
- Van Schouwenberg, J.C.H. and I. Walinge. (1973).** Method of analysis for plant material. Agriculture University, Wageningen, The Netherlands.
- Wei, W.L.; Yan, Y.; Cao, J.; Christie, P.; Zhang, F.S. (2016).** Effects of combined application of organic amendments and fertilizers on crop yield and soil organic matter: An integrated analysis of long–term experiments. *Agric. Ecosyst. Environ.* 225, 86–92.

Yeremko, L.; Czopek, K.; Staniak, M.; Marenych, M.; Hanhur, V.
(2025). Role of Environmental Factors in Legume–Rhizobium
Symbiosis: A Review. *Biomolecules*. 15, 118.
<https://doi.org/10.3390/biom15010118>

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.

تأثير الرش بمستخلص الأعشاب البحرية والماء الأوكسجيني تحت ظروف الإجهاد الجفافي في عدد ووزن العقد
الأزوتية ونسبة البروتين في الفول العادي
