مجلة الدراسات التربوية والعلمية - كلية التربية - الجامعة العراقية
العدد الخامس والعشرون - المجلد الثاني عشر - علوم الحياة - آب 2025 م
doi.org/10.52866/esj.2023.12.25.04

تاثير الرش بالسيلينيوم النانوي في بعض مضادات الاكسدة الانزيمية وغير الانزيمية لنبات الباقلاء *Vicia faba* L. المعرض لإجهاد الجفاف

زينة يعقوب يوسف محمد ايمان حسين هادي الحياني
جامعة بغداد / كلية التربية للعلوم الصرفة (ابن الهيثم)
zina.yaqou2202@ihcoedu.uobaghdad.edu.iq eman.h.h@ihcoedu.uobaghdad.edu.iq

مستخلص:

اجريت تجربة حقلية في الحديقة النباتية التابعة لقسم علوم الحياة في كلية التربية للعلوم الصرفة ابن الهيثم جامعة بغداد لغرض دراسة تاثير الرش بالسيلينيوم النانوي في بعض مضادات الاكسدة الانزيمية وغير الانزيمية لنبات الباقلاء *Vicia Faba* L. المعرض لإجهاد الجفاف تم الحصول على البذور من الاسواق المحلية ، صممت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة Randomized Complete Blook design (R.C.B.D) كتجربة عاملية 3×5 وبثلاث مكرات وتضمنت التجربة عاملين هما: ثلاث فترات ري (معاملة السيطرة ، 10 ، 15) يوم وتضمن العامل الثاني خمسة تراكيز من السيلينيوم النانوي (0،25،50،75،100) ملغم.لتر$^{-1}$ ، بينت النتائج حصول زيادة في الفعالية الكلية لمضادات الاكسدة الانزيمية وغير الانزيمية بتباعد فترات الري وقد اعطي الري كل 5 يوم وتركيز السيلينيوم النانوي 100 ملغم.لتر$^{-1}$ اعلى متوسط من انزيم MDA, GPX, SOD, Peroxidase, CAT والبرولين بلغ اعلى متوسط 10.781 و 0.862 وحدة امتصاص .دقيقة .غم$^{-1}$ وزن طري و 1.845 و 1.883 وحدة امتصاص. دقيقة .غم$^{-1}$ وزن طري و12.392و15.090وحدة امتصاص. دقيقة . غم$^{-1}$وزن طري و1.704و1.711 حدة امتصاص .دقيقة .غم$^{-1}$ وزن طري و5.603 و 5.593 مايكرومول . غم$^{-1}$ وزن طري و69.79 و70.42 مايكرومول .غم$^{-1}$ وزن طري على التتابع وان التداخل كان معنويا لجميع الصفات المدروسة.

الكلمات المفتاحية : اجهاد الجفاف، السيلينيوم النانوي، الكتاليز ، كلوتاثيون بيروكسيديز .

Effect of Nano Selenium Spraying on Some Enzymatic and Non-Enzymatic Antioxidants of *Vicia faba* L. Exposed to Drought Stress

Zeena Yaqub Yousif , Eman H.H. Al-Hayani
University of Baghdad / College of Education for Pure Science (Ibn Al-Haitham)

Abstract :

A field experiment was conducted in the Botanical Garden of the Department of Biology, College of Education for Pure Sciences, Ibn Al-Haitham, University of Baghdad, for the purpose of studying the effect of spraying with nano selenium on some enzymatic and non-enzymatic antioxidants of *Vicia faba* L. plant exposed to drought stress. The seeds were obtained from the local markets. The experiment was designed according to Randomized Complete Block Design (R.C.B.D) as a worked experiment 3×5 with three replicates, and the experiment included two factors: Three irrigation periods (5 control treatments, 10, 15) day and 5 concentrations of nano selenium (0, 25, 50, 75,100) mg.L^{-1}. The results showed an increase in the total effectiveness of enzymatic and non-enzymatic antioxidants after irrigation periods, irrigation was given every 5 days and nano selenium concentration of 100 mg.L^{-1} highest mean enzyme MDA, GPX, SOD, Peroxidase, CAT and proline. The highest mean was 0.781, 0.862 absorption unit. min. g^{-1}, 1.845 and 1.883 absorption unit. min. g^{-1} soft weight, 12.392 and 15.090 absorption unit. min. g^{-1} soft weight, 1.704 µm, 1.711 and 1.704 absorption unit. min. g^{-1} soft weight, 5.603 and 5.593 µmol, g^{-1} soft weight, 69.79 and 70.42 µmol, g^{-1} soft weight respectively and that the interaction was significant differences for all the characteristics studied.

Keywords: Drought stress, nano selenium, Catalase, Peroxidase, glutathion .

المقدمة:

ينتمي نبات الباقلاء الى العائلة البقولية ويعتبر من المحاصيل الغذائية المهمة التي عرفها الانسان وتقسم حسب حجم البذور الى نوعين الاول ذات بذور صغيرة تسمى Horsebean او Broad bean، جذر الباقلاء وتدي ويتفرع منه جذور ثانوية تتميز باحتوائها على العقد البكترية ويختلف تعمق الجذور في التربة باختلاف الاصناف وطبيعة التربة اما الساق فيتميز بانه قائم يتراوح ارتفاعه من 60 -180 سم في الاصناف الطويلة اما الاصناف القصيرة فيكون 30 -45 سم وتكون الساق مجوفة ذات اربع اضلاع أقنبات الباقلاء مركبة ذات عدة وريقات (6-2) بيضوية وتكون الاوراق متبادلة في النبات أتنشا الازهار على شكل مجاميع ويكون لون الزهرة ابيض مع وجود بقع سوداء أويكون التلقيح ذاتي بنسبة 90٪ (علي واخرون، 1990). الزهرة فراشية خنثي ، يتكون التويج من خمس بتلات والمتاع يتكون من كربلة واحدة ويحتوي الطلع على عشرة اسدية تسعة منها ملتحمة والعاشر حر غير ملتحم، ثمار نبات الباقلاء تكون على شكل قرنة (خليل واخرون، 2015) تحتوي القرنة على عدد من البذور ويتراوح عدد البذور من (7-2) او اكثر وتتصل البذرة بالقرنة عن طريق ندبة تسمى السرة وتكون بنية اللون على غلاف القرنة (علي وأخرون، 1990) ويعتبر نبات الباقلاء من اهم محاصيل العائلة البقولية اذا يتميز بذور الباقلاء بارتفاع قيمتها الغذائية وخاصة محتوى البروتين حيث يبلغ 38-28 ٪ والكربوهيدرات من 40- 46٪ كما يمكن الاستفادة من القرون الخضراء قبل النضج الفسيولوجي في غذاء الانسان وتستعمل النباتات الخضراء كعلف للحيوان وكذلك في زيادة خصوبة التربة لانها تقوم بتثبيت النيتروجين (خليل واخرون، 2015). يعد الاجهاد المائي اهم انواع الاجهادات البيئية الحيوية التي تؤثر في خفض انتاجية حاصل النبات (Borghett, 2009) ، للاجهاد المائي ثلاث مستويات الاول يسمى المستوى الطفيف Mild water stress والثاني هو الاجهاد المعتدل Moderate water stress اما المستوى الثالث فيطلق عليه الاجهاد الشديد او القاسي (Severe water stress (Lushchack, and Semchyshy, 2012). يؤدي الاجهاد المائي الشديد الى التاثير سلبا في نمو النبات من خلال تحفيز انتاج الجذور الحرة Free radicals ذات التاثر الموكسد لخلايا النبات وبالتالي التحول الى الاجهاد المضاعف وهو الاجهاد المائي والتاكسدي . وهذا يسبب زيادة التأثير السلبي في مؤشرات النمو Talaparta and Talaparta (2013) وهذا يتفق مع ماتوصل اليه كل من Hassan and Ahmed ز(2014) و Al-Saedi and AL-Mentafji ز(2016).

تتنتج مضادات الاكسدة بصوره طبيعة خلال عمليات الايض الخلوي وينتج من تاثير الاجهاد اذا تعمل بصوره متوازنة عندما يتم تكوين الجذور الحرة اثناء الفعاليات الحيوية (Garcia et al., 2012). تقسم مضادات الاكسدة الى نوعين انزيمية وغير انزيمية، ان استعمال مضادات الاكسدة بنوعيها رشا على المجموع الخضري في مرحلة معينة من عمر النبات يؤدي الى تحسين صفات النمو والصفات الفسلجية والحاصل حسب ما توصل اليه Al-Kaisy and Mahadi (2017، Al-Hayany (2019)، AL-Karreemawi and AL-Kazzaz (2019)، Mohammed and AL-Hayani (2020)، AL-Hayany

(2020)، Al-Kazzaz and Al-Kareemawi (2021)، Al-Hayani and Attarbashi (2021)، AL-Rubaie and AL-Jubouri (2023)، Mahmoud et al. (2023 وAL-Kazzaz et al. (2024) .

تعد التقنية النانوية من اكبر المجالات المهمة وذلك للتطور السريع واتساع تطبيقاته في نواحي الحياة البشرية (Singh et al. 2010) اذ تستخدم الجسيمات النانوية في المجالات الطبية والصناعية والزراعية حيث اثبتت اهميتها في زيادة الانتاج الزراعي من خلال استخدامها كأسمدة اذ تحسن نمو النبات من خلال زيادة عملية البناء الضوئي وبالتالي تزيد من انتاج المادة الجافة وتمتلك المواد النانوية طاقة عالية لكنها غير مستقرة اذ تؤدي الى تقليل المساحة السطحية مما يجعلها تتفاعل مع باقي الدقائق والجزيئات (Thakur et al., 2018) . السيلينيوم النانوي Nano selenium تتمتع جسيمات السيلينيوم النانوي بكونه اكثر نشاطاً من الناحية البايولوجية وله القابلية على الذوبان مقارنة بالسيلينيوم غير النانوي (Zahedi et al., 2019) ويستخدم لتقليل الاجهاد كما يستعمل كسماد للمحاصيل (Djanguiraman et al., 2018) كما ويعمل على تقليل الجذور الحرة من خلال زيادة نشاط مضادات الاكسدة وهذا يؤثر على وظيفة البلاستيدات الخضراء كما انه يعمل على تحسين القيمة الغذائية للثمار (Miltler, 2017) ويعمل على تخفيض السمية ويسبب ارتفاع انزيم الكلوثاثيون بيروكسيد وزيادة نشاط Thioredoxin reductase وان النشاط البايولوجي والخصائص المضادة للاكسدة تتناسب عكسيا مع حجم الجسيمات ونسبة مساحة السطح الى الحجم (Djanaguiraman et al., 2018; Nandini et al., 2017) ويختلف السيلينيوم النانوي عن غير النانوي في حجمه والمساحة السطحية وانتشاره وتفاعله داخل النبات (Bisht et al., 2022).

المواد وطرائق العمل:

اجريت تجربة حقلية خلال موسم النمو 2024 – 2025 في الحديقة النباتية التابعة لقسم علوم الحياة كلية التربية للعلوم الصرفة ابن الهيثم جامعة بغداد لغرض دراسة تاثير الرش بالسيلينيوم النانوي في بعض مضادة الاكسدة الانزيمية وغير الانزيمية لنبات الباقلاء Vicia faba L المعرض لاجهاد الجفاف .تم الحصول على البذور من الاسواق المحلية صممت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة Randomized complete Blook Design (R.C.B.D) كتجربة عاملية 3× 5 وبثلاثة مكررات زرعت البذور بتاريخ 2025/ 10/ 20 وتضمنت التجربة عاملين هما:

ثلاث فترات ري (5 معاملة سيطرة ،15،10) يوم

خمسة تراكيز من السيلينيوم النانوي (100، 75، 50، 25، 0) ملغم. لتر$^{-1}$

كان عدد الوحدات التجريبة 45 وحدة تم اعداد الارض وتجهيزها للزراعة وتسويتها جيدا اذ تم تقسيمها على وحدات بلغت مساحتها (1×1) م^2 اضيف سماد NPK وبمعدل 100 كغم .هكتار$^{-1}$ (سعد واخرون، 2000). زرعت بذور الباقلاء الصنف المحلي في 20/ 10/ 2024 وبمعدل 24 كغم.هكتار$^{-1}$ (Ali et al., 1990)، عشبت ارض التجربة يدويا وسقيت حسب جدول الارواء وقد تم اخذ العينات في مرحلة ما قبل التزهير لقياس مضادات الاكسدة الانزيمية وغير الانزيمية وقد تم قياس الصفات الاتية:

تقدير فعالية انزيم Catalase (CAT) :

قدرت فعالية انزيم CAT بوساطة جهاز المطياف الضوئي Spectrophotometer وحسب طريقة (1974) Aebi.

تقدير الفعالية الكلية لانزيم POD وفقا للطريقة الموصوفة من قبل (1985) Nezih.

تقدير الفعالية الكلية لانزيم (SOD):

قدرت فعالية انزيم SOD بطريقة النايتروبلوتترازوليم (NBT) والرايبوفلافين وحسب طريقة لـ (1987 Beyer and Fridovich)

تقدير فعالية انزيم (GPX) Glutathione per-oxidase :

قدرت فعالية انزيم GPX حسب طريقة (Flohe and Gunzler (1984

تقدير تركيز Malondialdehyde (MDA) مايكرومول.غم.وزن طري

قدر تركيز MDA حسب طريقة (Carmak and Horst, 1991)

6- تقدير تركيز الحامض الاميني البرولين (مايكروغرام.غم$^{-1}$ وزن طري)

تم تقدير تركيز البرولين في اوراق نبات الباقلاء الطرية وفق طرية (Bates et al., 1973).

النتائج والمناقشة:

اوضحت نتائج جدول (1) حصول زيادة معنوية في متوسط انزيم CAT بتباعد مدد الري فقد اعطى الري كل 15 يوم اعلى متوسط له بلغ 0.781 وحدة امتصاص. دقيقة. غم$^{-1}$ وزن طري كما اشار الجدول الى حصول زيادة معنوية في متوسط انزيم CAT بزيادة تركيز السيلينوم النانوي من 10 الى 100 ملغم. لتر$^{-1}$ ازداد معدل الانزيم من 0.706 الى 0.862 وحدة امتصاص. دقيقة. غم$^{-1}$ وزن طري.

اما تاثير التداخل فقد كان معنويا بين فترات الري وتركيز السيلينيوم النانوي اذ ابدت اعلى قيمة للتداخل عند التركيز 100 ملغم.لتر$^{-1}$ من السيلينيوم النانوي والري كل 10 ايام بلغت 0.917 اما اقل قيمة للتداخل فقد كانت عند التركيز 25 ملغم . لتر$^{-1}$ من السيلينيوم النانوي والري كل 10 ايام بلغت 0.596 وحدة امتصاص. دقيقة.غم$^{-1}$ وزن طري.

جدول(1): تاثير اجهاد الجفاف وتراكيز السيلينيوم النانوي في الفعالية الكلية لانزيم Catalase وحدة امتصاص. دقيقة.غم$^{-1}$ وزن طري

اجهاد الجفاف (يوم)	تراكيز Selenium (ملغم .لتر$^{-1}$)					المتوسط
	0	25	50	75	100	
5	0.775	0.725	0.716	0.628	0.782	0.725
10	0.638	0.596	0.683	0.892	0.917	0.745
15	0.703	0.815	0.779	0.719	0.886	0.781
LSD0.05	اجهاد الجفاف × 0.044=Selenium					اجهاد الجفاف=0.014
المتوسط	0.706	0.712	0.726	0.746	0.862	
LSD 0.05	0.028=Selenium					

اشارت نتائج جدول (2) حصول زيادة معنوية في متوسط انزيم Peroxidase بتباعد فترات الري فقد اعطى الري كل 15 يوم اعلى متوسط لانزيم Peroxidase بلغ 1.845 وحدة امتصاص. دقيقة.غم$^{-1}$ وزن طري لنبات بينت نتائج الجدول حصول زيادة معنوية في متوسط انزيم Peroxidase بزيادة تركيز السيلينيوم النانوي فعند رفع تركيز السيلينيوم النانوي من 0 الى 100 ملغم.لتر$^{-1}$ ازداد معدل انزيم Peroxidase من 1.590الى 1.883 وحدة امتصاص. دقيقة.غم$^{-1}$ وزن طري للنبات اما تاثير التداخل فقد كان معنويا بين فترات الري وتركيز السيلينيوم النانوي وان اعلى قيمة للتداخل كانت عند التركيز 50 ملغم .لتر$^{-1}$من السيلينيوم النانوي والري كل 15 يوم بلغت 2.133 الوحدة، اما اقل قيمة للتداخل فقد كانت عن التركيز صفر ملغم .لتر$^{-1}$من السيلينيوم النانوي والري كل 5 ايام بلغت 1.159 وحدة امتصاص. دقيقة.غم$^{-1}$ وزن طري لنبات.

جدول (2): تاثير اجهاد الجفاف وتراكيز السيلينيوم النانوي في الفعالية الكلية لانزيم Peroxidase وحدة امتصاص. دقيقة.غم$^{-1}$ وزن طري

اجهاد الجفاف (يوم)	تراكيز Selenium(ملغم .لتر$^{-1}$)					المتوسط
	0	25	50	75	100	
5	1.159	1.638	1.706	1.600	2.009	1.622
10	2.098	1.638	1.510	1.977	1.796	1.804
15	1.514	1.953	2.133	1.779	1.845	1.845
LSD0.05	اجهاد الجفاف × 0.112=Selenium					اجهاد الجفاف=0.074
المتوسط	1.590	1.743	1.783	1.785	1.883	
LSD 0.05	0.0635=Selenium					

اشارت نتائج جدول (3) الى حصول زيادة معنوية في معدل انزيم SOD بتباعد فترات الري فقد اعطى الري كل 15 يوم اعلى متوسط لـ SOD بلغ 12.392 وحدة امتصاص. دقيقة.غم$^{-1}$ وزن طري. كما اوضح الجدول حصول زيادة معنوية في متوسط انزيم SOD بزيادة تركيز السيلينيوم النانوي فعند رفع تركيز السيلينيوم النانوي من 0 الى 100 ملغم.لتر$^{-1}$ اذ ازداد معدل انزيم SOD من 7.984 الى 15.090 وحدة امتصاص. دقيقة. غم$^{-1}$ وزن طري اما تاثير التداخل فقد كان معنويا بين فترات الري وتركيز السيلينيوم النانوي وان اعلى قيمة للتداخل كانت عند التركيز 100 ملغم .لتر$^{-1}$والري كل 15 يوم بلغت 16.264 اما اقل قيمة للتداخل كانت عند التركيزين صفر و25 من السيلينيوم النانوي والري كل 5 ايام بلغت 5.310 وحدة امتصاص. دقيقة.غم$^{-1}$ وزن طري.

جدول (3): تاثير اجهاد الجفاف وتراكيز السيلينيوم النانوي
في الفعالية الكلية لانزيم dismutase superoxide وحدة امتصاص.دقيقة.غم$^{-1}$ وزن طري

اجهاد الجفاف(يوم)	تراكيز Selenium (ملغم .لتر$^{-1}$)					المتوسط
	0	25	50	75	100	
5	5.310	7.336	11.366	9.119	14.502	9.257
10	9.241	15.473	10.707	11.399	14.504	12.265
15	9.400	9.410	12.521	14.365	16.264	12.392
LSD0.05	اجهاد الجفاف × Selenium=0.401					اجهاد الجفاف= 0.154
المتوسط	7.984	10.740	11.531	11.628	15.090	
LSD 0.05	Selenium=0.249					

اشار الجدول (4) حصول زيادة معنوية في معدل انزيم Glutathione peroxidase بتباعد فترات الري فقد اعطى الري كل 15 يوم اعلى متوسط لـ GPX بلغ 1.704 وحدة امتصاص. دقيقة.غم$^{-1}$ وزن طري كما اوضح الجدول حصول زيادة معنوية في متوسط انزيم GPX بزيادة تركيز السلينيوم النانوي فعند رفع تركيز السيلينيوم النانوي من 0 الى 100 ملغم .لتر$^{-1}$ ازداد انزيم GPX من 1.626 الى 1.711 وحدة امتصاص. دقيقة.غم$^{-1}$ وزن طري K اما تاثير التداخل فقد كان معنويا بين فترات الري وتركيز السيلينيوم النانوي وان اعلى قيمة للتداخل كانت عند التركيز 100 ملغم .لتر$^{-1}$ من السيلينيوم النانوي والري كل 15 يوم بلغت 16.264 وحدة امتصاص. دقيقة.غم$^{-1}$ وزن طري، اما اقل قيمة للتداخل فقد كانت عند التركيز صفر ملغم .لتر$^{-1}$ من السيلينيوم النانوي والري كل 10 ايام بلغت 1.606 وحدة امتصاص. دقيقة.غم$^{-1}$ وزن طري.

جدول (4): تاثير اجهاد الجفاف وتراكيز السيلينيوم النانوي وتداخلهما
في الفعالية الكلية لانزيم Glutathione peroxidase وحدة امتصاص. دقيقة.غم$^{-1}$ وزن طري

اجهاد الجفاف(يوم)	تراكيز Selenium (ملغم .لتر$^{-1}$)					المتوسط
	0	25	50	75	100	
5	1.627	1.616	1.670	1.667	1.649	1.646
10	1.606	1.606	1.602	1.742	1.725	1.656
15	1.646	1.718	1.740	1.659	1.758	1.704
LSD0.05	اجهاد الجفاف × Selenium=0.082					اجهاد الجفاف= 0.040
المتوسط	1.626	1.647	1.671	1.689	1.711	
LSD 0.05	Selenium=0.050					

اوضحت نتائج الجدول (5) حصول زيادة معنوية في معدل مضاد الاكسدة MDA بتباعد فترات الري فقد اعطى الري كل 5 ايام اعلى متوسط لـ MDA وبلغ 5.603 مايكرومول.غم$^{-1}$ وزن طري، كما بين الجدول وجود زيادة معنوية في متوسط انزيم MDA بزيادة تركيز السيلينيوم النانوي فعند رفع تركيز السيلينيوم النانوي من 0 الى 100 ملغم .لتر$^{-1}$ ازداد معدل MDA من 3.402 الى 5.593 مايكرومول.غم$^{-1}$ وزن طري.

اما تاثير التداخل فقد كان معنويا بين فترات الري وتركيز السيلينيوم النانوي وان اعلى قيمة للتداخل كانت عند التركيز 100 ملغم .لتر$^{-1}$من السيلينيوم النانوي والري كل 15 يوم بلغت 6.715 مايكرومول.غم$^{-1}$ وزن طري، اما اقل قيمة للتداخل كانت عند التركيز 25 ملغم .لتر$^{-1}$من السيلينيوم النانوي والري كل 5 ايام بلغت 2.060 مايكرومول.غم$^{-1}$ وزن طري.

جدول (5): تاثير اجهاد الجفاف وتراكيز السيلينيوم النانوي وتداخلهما في تركيز المالونداياالديهايد MDA (مايكرومول.غم$^{-1}$ وزن طري)

اجهاد الجفاف (يوم)	تراكيز Selenium (ملغم .لتر$^{-1}$)					المتوسط
	0	25	50	75	100	
5	2.090	2.060	1.366	6.409	4.763	3.938
10	3.891	5.242	6.537	3.461	5.302	4.887
15	4.226	5.851	4.471	6.752	6.715	5.603
LSD0.05	اجهاد الجفاف × Selenium=0.377					اجهاد الجفاف=0.270
المتوسط	3.402	4.385	5.125	5.541	5.593	
LSD 0.05	Selenium=0.206					

اشارات نتائج جدول (6) وجود زيادة معنوية في معدل تركيز البرولين بتباعد فترات الري فقد اعطى التركيز الري كل 15 يوم اعلى متوسط للبرولين بلغ 69.79 مايكروغرام$^{-1}$ وزن طري وقد اوضح الجدول حصول زيادة معنوية في متوسط البرولين بزيادة تركيز السيلينيوم النانوي فعند رفع تركيز السيلينيوم النانوي من صفر الى 100 ملغم . لتر$^{-1}$ ازداد معدل البرولين من 54.47 الى 70.42 مايكروغرام$^{-1}$ وزن طري. اما تاثير التداخل فقد كان معنويا بين فترات الري وتركيز السيلينيوم وان اعلى قيمة للتداخل كانت عند التركيز 100 ملغم.لتر$^{-1}$ من السيلينيوم النانوي والري كل 15 يوم بلغت 84.92 مايكروغرام$^{-1}$ وزن طري اما اقل قيمة للتداخل كانت عند التركيز صفر و50 ملغم. لتر$^{-1}$ من السلينيوم النانوي والري كل 10 ايام بلغت 36.00 مايكروغرام$^{-1}$ وزن طري.

جدول (6): تاثير اجهاد الجفاف وتراكيز السلينيوم النانوي وتداخلهما في تركيز البرولين مايكروغرام$^{-1}$ وزن طري.

اجهاد الجفاف (يوم)	تراكيز Selenium(ملغم .لتر$^{-1}$)					المتوسط
	0	25	50	75	100	
5	60.39	55.72	40.98	43.07	71.49	54.33
10	36.00	54.28	64.81	77.18	54.28	57.42
15	67.02	55.64	61.61	79.77	84.92	69.79
	اجهاد الجفاف × Selenium=2.426					اجهاد الجفاف= 1.556
المتوسط	54.47	55.21	55.80	66.67	70.42	
LSD 0.05	Selenium=1.385					

ان سبب الزيادة فعالية الانزيمات المضادة للاكسدة في الجداول (1.2.3.4.5.6) او ربما يعزى الى رد فعل للاجهاد التاكسدي الناتج من نشاط الجذور الحرة تحت تاثير اجهاد الجفاف وقلة نسبة كسحها من اهمها جذر السوبر اوكسيد الذي يعتبر الاساس لمعظم تفاعلات الجذور الحرة (Ahair, 2006) وجذر الاوكسجين المفرد أوبيروكسيد الهيدروجين التي يكثر تواجدها في البلاستدات والمايتوكوندريا والبروكسيسومات والشبكة الاندوبلازمية الداخلية والتي تتطور من مرحلة التنشيط الى مرحلة التفاعلات بين الجذور الحرة ومن ثم تحفيز النبات لتفعيل نظام انزيمي مضاد لهذه الجذور (Rabiei et al., 2015) او ربما يعود السبب الى نقص تثبيت co_2 الذي يحدث بسبب زيادة فعالية التنفس الضوئي وتراكم الجذور الحرة مما يؤدي الى زيادة في فعالية الانزيمات الموكسدة (Shabala, 2012)، ان زيادة SOD ناتج كرد فعل لزيادة انتاج جذر السوبر اوكسيد وزيادة POD ناتج من زيادة انتاج جدر الهيدروكسيل، اما زيادة CAT,GPX فانها ناتجة من زيادة نشاط وتراكم جذر الاوكسجين المفرد وبيروكسيد الهيدروجين نتيجة اجهاد الجفاف ويعتقد ان زيادة تركيز MAD يعتبر دليلا حيويا للنبات لاستثارة انتاج مضادات الاكسدة (Shanker and Venkates 2014).

اما سبب الزيادة في الانزيمات المضادة للاكسدة في الجداول المذكورة عند المعاملة بالسيلينيوم النانوي ربما يعود الى ان السلينيوم من العناصر النادرة وله دور فعال في نشاط مضادات الاكسدة الانزيمية وغير الانزيمية اذ يدخل كعامل مساعد لهذه الصفات لا سيما انزيم Glutathione peroxidase الذي يحول مركب بيروكسيد الهيدروجين السام والناتج من تاثير الاجهاد المائي الى جزيئات ماء (Hassanuzzaman and Fujita, 2010) يمتاز عنصر السيلينيوم بارتباطة بالاحماض الامينية لا سيما المثيونين والسيستين وتكوين ما يعرف بروتينات السيلينيومSelenoproteins ذات القدرة الخارقة في تحمل الاغشية الخلوية للاجهاد المائي ومنع هدم Denaturation مركبات ايض النبات البروتينية وتعد هذه الالية من انجح الوسائل الحيوية التي يعمل من خلالها النبات في تحمل الاجهاد بوجود

عنصر السيلينيوم (EL-Missiry, 2012).

او ربما يعود الى ان السلينيوم النانوي يعمل على تخفيف انواع متعددة من الاجهادات ومنها اجهاد الجفاف حيث يعمل السيلينيوم النانوي على زيادة مضادات الاكسدة (He et Zhao et al., 2005 Naseem et al., ;Schiavon et al., 2020 ;al., 2019 2021; Zakeri et al., 2021;). كما انه يعمل على تقليل الجذور الحرة ROS عن طريق زيادة MDA (Garza-Garcia et al., 2021) من نفس البحث او ربما يعود السبب الى ان السيلينيوم النانوي يعتبر منظم نمو وان له دور في التقليل من الاثار الضارة للاجهاد (Bano et al., 2021).

الاستنتاجات:

ان معاملة النبات بإجهاد الجفاف 15 يوم والسيلينيوم النانوي 100 ملغم .لتر$^{-1}$ ادى الى زيادة في فعالية مضادات الاكسدة الانزيمية وغير الانزيمية المدروسة حيث ان الجفاف ادى الى زيادة الجذور الحرة وعمل السيلينيوم على التقليل من هذه الجذور عن طريق زيادة مضادات الاكسدة بنوعيها .

المصادر:

1. علي، حميد جلوب؛ عيسى، طالب احمد وجدعان، حامد محمود (1990). محاصيل البقول. مطابع التعليم العالي في الموصل.

2. خليل، نبيل علي؛ المتولي، المتولي عبدالله؛ شفيق، مجدي محمد والمرشدي، وجيه عبد العظيم (2015). محاصيل الحبوب والبقول. كلية الزراعة، جامعة القاهرة .

3. سعد، تركي مفتن؛ حسن، سعد فليح والراوي، بهاء (2000). استجابة الحاصل ومكوناته وصفات اخرى لمعدلات بذر الماش. مجلة العلوم الزراعية العراقية (32):112-107-3.

4. Aebi HE (1974) Catalase. In: *Methods of Enzymatic Analysis*. Vol. 2, pp. 673–684.

5. Ahari AK (2006) *A study of superoxide dismutase activity and superoxide production in kiwifruit*. MSc Thesis, University of Canterbury.

6. Ali HG, Issa TA, Jadaan HM (1990) *Crop legumes*. Higher Education Press, Mosul, pp. 107–129.

7. Al-Hayani EHH, Attarbashi RW (2021) Effect of spraying with aluminum and vitamin C on some growth characteristics and yield of *Cicer arietinum L. Biochem Cell Arch* 21(1): 1589–1592.

8. Al-Hayany EH (2020) Effect of salt stress and vitamin C on some growth characteristics and yield of cowpea *(Vigna sinensis). Plant Arch* 20(1): 2569–2572.

9. Al-Hayany EH (2019) Effect of glutathione and hydrogen peroxide and their interaction on the yield and its components of *Vi-*

ladanka J, Horky P (2021) Uses of selenium nanoparticles in the plant production. *Agronomy* 11: 2229. https://doi.org/10.3390/agronomy11112229

17. Bates LS, Waldron RP, Tears ID (1973) Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant Soil* 39: 205–207.

18. Beyer WF, Fridovich I (1987) Assaying for superoxide dismutase activity: some large consequences of minor changes in conditions. *Anal. Biochem*. 161(2): 559–566.

19. Bisht N, Phalswal P, Khanna PK (2022) Selenium nanoparticles: A review on synthesis and biomedical applications. *Mater. Adv*. 3: 1415–1431.

20. Borghett M (2009) *Water transport in plants under climatic stress*. Cambridge Univ., UK.

21. Carmak I, Horst JH (1991) Effect of aluminum on lipid peroxidation, superoxide dismutase, catalase, and peroxidase activities in root tips of soybean *(Glycine max). Physiol. Plant*. 83(3): 463–468.

22. Djanaguiraman M, Belliraj N, Bossmann SH, Prasad PV (2018) High-temperature stress alleviation by selenium nanoparticle treatment in grain sorghum. *ACS Omega* 3: 2479–2491.

23. El-Missiry MA (2012) *Antioxidant enzymes*. InTech, Rijeka, Croatia.

24. Flohé L, Günzler WA (1984) Assay of glutathione peroxidase. *Methods* 27: 114–121.

25. Garza-Garcia JJO, Hernandez-Diaz JA, Zamudio-Ojeda A, Leon-Morales JM, Guerrero-Guzman A, Sanchez-Chipres DR, Lopez-Velazquez JC, Garcia-Morales

gna radiata L. Plant Arch 19(1): 1029–1035.

10. Al-Kaisy WA, Mahadi SF (2017) Influence of foliar application with abscisic acid (ABA) and vitamin C on some plant hormones for peas plant *(Pisum sativum L.). Ibn Al-Haitham J Pure Appl Sci* Special Issue: 64–72.

11. Al-Kareemawi IHK, Al-Kazzaz AGM (2019) α-Tocopherol foliar application can alleviate the adverse effect of salinity stress on wheat plant *(Triticum aestivum L.). Biochem Cell Arch* 19(2): 3495–3499.

12. Al-Kazzaz AGM, Al-Kareemawi IHK (2021) Foliar spraying of α-tocopherol enhances salinity stress tolerance in wheat plant *(Triticum aestivum L.). Ibn Al-Haitham J Pure Appl Sci* 34(3): 10–16. https://doi.org/10.30526/34.3.2673

13. Al-Kazzaz AGM, Al-Hayany EH, Attarbashi RW (2024) Glutathione mediates growth regulation of chickpea plant *(Cicer arietinum)* and mitigates salinity stress. *Ibn Al-Haitham J Pure Appl Sci* 37(1): 1–8. https://doi.org/10.30526/37.1.3404

14. Al-Rubaie AHS, Al-Jubouri KDH (2023) Effect of tocopherol, trehalose, and soil improvement on water productivity and industrial potatoes under water stress. *Iraqi J Agric Sci* 54(4): 979–995. https://doi.org/10.36103/ijas.v54i4.1787

15. Al-Saedi AJH, Al-Mentafji NH (2016) Relation between water stress, selenium, and brassinolide hormone on some vegetative parameters and element content of coriander plant *(Coriandrum sativum L.). Ibn Al-Haitham J Pure Appl Sci* 29(2): 376–386.

16. Bano I, Skalickova S, Sajjad H, Sk-

downy mildew disease caused by *Sclerospora graminicola* in pearl millet. *Scient. Rep*, 7(1), 2612.

34. Naseem M, Anwar-ul-Haq M, Wang XK, Farooq N, Awais M, Sattar H, Malik HA, Mustafa A, J El-Esawi AMA (2021). Influence of Selenium on Growth, Physiology, and Antioxidant Responses in Maize Varies in a Dose-Dependent Manner. *J. Food Qual*. 2021, 6642018.

35. Nezih M (1985). The peroxidase enzyme activity of some vegetables and its resistance to heat. *Food Agric*., 36 (9): 877-880.

36. Rabiei Z, Pirdashti H, Hosseini SJ (2015). Effect of drought stress on growth parameters and antioxidative activity of coriander *(Coriandrum sativum). Inter. J. Biol. Pharm*., 4(7): 230-243.

37. Schiavon M, Nardi S, dalla Vecchia F, Ertani A (2020). Selenium biofortification in the 21st century: Status and challenges for healthy human nutrition. *Plant Soil* 453: 245–270.

38. Shabala S (2012). *Plant Stress Physiology*. CAB Inter. Oxford. 318P.

39. Shanker A, Venkateswarlu B (2011). *Abiotic Stress in Plants Mechanisms and Adaptations*. INTECH Publ. Rijeka, Croatia. 440P.

40. Singh A, Jain D, Upadhyay MK, Khandelwal P, Verma HN (2010). Green synthesis of silver nanoparticles using *Argemone mexicana* leaf extracts and evaluation of their antimicrobial activities. Digest. J. Nanomater. Biostruct., 5: 483-489.

41. Thakur S, Thakur S, Kumar R (2018). Bio-nanotechnology and its role in agricul-

S (2021) The role of selenium nanoparticles in agriculture and food technology. *Biol. Trace Elem. Res*. 199: 1–16. https://doi.org/10.1007/s12011-020-02376-x

26. Hassan AH, Ahmed ST (2014) Improvement of growth and physiological traits by IAA and BAP under salinity stress in vitro. *Iraq J. Agric. Sci*. 55(6): 2117–2127.

27. Hassanuzzaman M, Fujita M (2010) Selenium in higher plants: physiological role, antioxidant metabolism, and tolerance. *J. Plant Sci*. 18(5): 1–22.

28. He XJ, Deng H, Hwang HM (2019) The current application of nanotechnology in food and agriculture. *J. Food Drug Anal*. 27: 1–21.

29. Lushchack V, Senchyshy HM (2012). *Oxidative stress: Molecular Mechanism and Biological Effect*. Intech, Rijka, Croatia.

30. Mahmoud RW, Al-Hayani EHH, Mohammed RS (2023). Effect of seed priming with green tea (*Camellia sinensis* L.) aqueous extract on germination and growth traits of mung bean (*Vigna radiata* L.). SABRAO *J. Breed. Genet*. 55(6): 2250-2255.

31. Mittler R (2017). ROS are good. *Trends Plant Sci*. 22: 11-19.

32. Mohammed MY, AL-Hayany EH (2020). The effect of spraying with quercetin in some of the growth characteristics of Cow Peas (Vigna sinensis) exposed to drought stress. *Biochem. Cell. Arch*. 20(2): 4335-4340.

33. Nandini B, Hariprasad P, Prakash HS, Shetty HS, Geetha N (2017). Trichogenic-selenium nanoparticles enhance disease suppressive ability of *Trichoderma* against

ture and feed industry. *J. Mol. Gene Med*., 12(324): 1747-0862.

42. Zahedi SM, Abdelrahman M, Hosseini MS, Hoveizeh NF, Tran LS (2019). Alleviation of the effect of salinity on growth and yield of strawberry by foliar spray of selenium nanoparticles. *Environ. Pollut*., 253: 246-258.

43. Zakeri N, Kelishadi MR, Asbaghi O, Naeini F, Afsharfar M, Mirzadeh E, Naserizadeh SK (2021). Selenium supplementation and oxidative stress: A review. Pharmanutrition 17: 100263.

44. Zhao CY, Ren JG, Xue CZ, Lin ED (2005). Study on the relationship between soil selenium and plant selenium uptake. *Plant Soil*, 277: 197–206.