

التأثير التآزري بين فترات الاجهاد المائي وتراكيز كل من عنصر السيلينيوم وهرمون البراسينولايد في بعض المؤشرات المظهرية وتركيز الهرمونات الداخلية لنبات الكزبرة *Coriandrum sativum* L.

عباس جاسم حسين الساعدي، حيدر ناصر حسين المنتفجي
قسم علوم الحياة، كلية التربية للعلوم الصرفة (ابن الهيثم)، جامعة بغداد

الخلاصة

اجريت التجربة في الحقل العائد لقسم علوم الحياة /كلية التربية للعلوم الصرفة-ابن الهيثم/جامعة بغداد لموسم النمو 2015 بهدف دراسة تأثير فترات الاجهاد المائي (2, 8, 14) يوم ورش تراكيز متزايدة من عنصر السيلينيوم (0, 1, 2) ملغم.لتر⁻¹ وهرمون البراسينولايد (0, 1, 2) ملغم.لتر⁻¹ في بعض المؤشرات المظهرية (محتوى الماء النسبي، عزماء التشبع) وتراكيز الهرمونات الداخلية (الجيبرلين، حامض السالسليك) لنبات الكزبرة *Coriandrum sativum*. صممت التجربة بنظام القطاعات العشوائية الكاملة وبثلاث مكررات وبواقع 81 وحدة تجريبية مساحة الوحدة منها (1م²). اظهرت النتائج مايلي: اولاً، اثرت فترة الاجهاد المائي الشديد لمدة 14 يوم تأثيراً سلبياً في خفض متوسطات محتوى الماء النسبي وتركيز الجبرلين الداخلي. ثانياً، ازدادت متوسطات عزماء التشبع وتركيز حامض السالسليك عند التعرض للاجهاد المائي. ثالثاً، كان تأثير عاملي عنصر السيلينيوم وهرمون البراسينولايد ايجابياً في زيادة متوسطات محتوى الماء النسبي وتراكيز كل من هرمون الجبرلين وحامض السالسليك. رابعاً، كان دور كل من عنصر السيلينيوم وهرمون البراسينولايد ايجابياً في التقليل من تأثير اجهاد الماء السلبى كما كان التداخل الثلاثي بين فترة الاجهاد الشديدة 14 يوم والرش بالتراكيز العالية من السيلينيوم والهرمون ايجابياً في الحد من تأثير الاجهاد القاسي.

الكلمات المفتاحية: الاجهاد المائي، السيلينيوم، البراسينولايد، نبات الكزبرة.

Article info.

تقديم البحث: 2016/5/29

قبول البحث: 2016/6/5

الكلمات المفتاحية :

water stress,
selenium,brassinolide,
Coriandrum sativum

ABSTRACT

The experiment was conducted in a field at Department of biology /Education college for pure sciences Ibn -Alhaitham during the growing season 2015. The goal of this study was effect of water stress (2 , 8 , 14) days and interaction with spraying selenium (0 , 10 , 20) mg.L⁻¹ and brassinolide hormone (0 , 1 , 2) mg.L⁻¹ on some phenotypic indicators (water relative content , water saturation definition) and the concentrations of endogenous plant hormones (Gibberellic and salicylic acid) for coriander plant *Coriandrum sativum* plant , the experiment performed with factorial Randomized Block Complete Design (RBCD), with three replicates and 81 experimental units the area of one of them 1m². The results showed: first, the effect of severe water stress for 14 days was negative effect and decreased the means of relative water content and concentration of endogenous gibberellic acid. Second, the means of water saturation definition and salicylic acid were increased with water stress. Third, the effect of selenium and brassinolide was positive to increase of study indicators with influence of concentrations. Fourth, the role of selenium and brassinolide was positive to decrease of passive effect of water stress also the triple interaction between the severe stress at 14 days and the spraying the selenium and hormone was positive to decrease effect of severe stress

المقدمة

[6] يعد عنصر السيلينيوم من العناصر النادرة وله دور فعال في رفع نشاط مضادات الاكسدة الانزيمية الماء الى جزيئات ماء H₂O كما يمتاز عنصر السيلينيوم بارتباطه بالاحماض الامينية وتكوين ما يعرف ببروتينات السيلينيوم Selenoproteins ذات القدرة الخارقة في تحمل الاغشية الخلوية للاجهاد المائي [7]، ان هرمون البراسينولايد هو مركب سترويدي نباتي و هو احدث الهرمونات النباتية المكتشفة في النبات وهو من عائلة البراسينوستيرويدات حيث يعتقد سابقاً ان هرمونات السترويدي تتواجد فقط في المملكة الحيوانية كونها نظام هرموني معقد الا ان الدراسات الحديثة اثبتت تواجده بتراكيز في نباتات العائلة الصليبية Brassicaceae حيث وجدت تراكيز من الهرمونات السترويدي تشابه تركيب هرمون التيستوستيرون في نبات الجرجير *Truca sativa* [8] [9] ويعمل تحفيز الانقسام والانتساع الخلوي ونمو النبات حتى تاتي تأثير الاجهاد المائي [10] ولقلة الدراسات لهذين العاملين وتفاقم مشكلة الاجهاد المائي بسبب الجفاف واحياء زراعة نبات الكزبرة ذو المركبات المضادة للاكسدة والسرطان في العراق حيث يعد احد مواطنه الاصليه لذلك تهدف التجربة الى معرفة التداخل بين هذين العاملين في تحسين صفات النمو لنبات الكزبرة تحت تأثير اجهاد الماء.

يعد الاجهاد المائي احد ابرز انواع الاجهادات البيئية اللاحيوية والاكثر تأثيراً بالنبات [1] للاجهاد المائي ثلاث مستويات المستوى الاول هو الطفيف Mild water stress والثاني هو الاجهاد المعتدل Moderate water stress اما الثالث فيطلق عليه الاجهاد الشديد او القاسي Severe water stress [2] يؤدي الاجهاد المائي لاسيما الشديد الى التأثير سلباً في مؤشرات النمو الخضري للنبات من خلال تحفيز انتاج الجذور الحرة Free Radicals ذات التأثير المؤكسد والمدمر لخلايا النبات وبالتالي التحول الى الاجهاد التاكسدي Oxidative stress مما يفاقم التأثير السلبى في مؤشرات النمو [3] تعتبر النباتات الطبية مصدراً طبيعياً وهاماً لعديد من المركبات الطبية [4] ويعد نبات الكزبرة *Coriandrum sativum* من النباتات الطبية العائدة للعائلة الخيمية Apiaceae والتي تستخدم طبياً وصيدلياً في انتاج مركبات زيتية وعطرية اهمها مركب الينالول Linalool والكارافون Carvon والكامفور Camphor حيث تعد هذه المركبات مضادات اكسدة طبيعية ومضادة للسرطان [5] ويعد العراق احد المواطن الاصليه لزراعة الكزبرة ذو الجودة العالية من المركبات الطبية

الاجهاد 14 يوم عند الرش بالهرمون بالتركيز 2 ملغم.لتر⁻¹ وبلغ 70.53% مقارنة مع ذات الفترة وعند التركيز صفر ملغم.لتر⁻¹ من الهرمون والذي كان عند 67.56%، كما اثبتت نتائج التداخل الثلاثي ان لرش السيلينيوم وهرمون البراسينولايد وبالتراكيز الاعلى تأثيرا ايجابيا في تقليل تأثير الاجهاد المائي الضار فعند فترة الاجهاد 14 يوم والرش بالعاملين المذكورين انفا بالتراكيز 20 و2 ملغم.لتر⁻¹ بلغت قيمة هذه الصفة 71.70% مقارنة مع 65.14% عند نفس فترة 14 يوم وعدم رش كل من السيلينيوم والهرمون . يعزى سبب انخفاض محتوى الماء النسبي الى نقص الماء في انسجة الخشب الاولى لنبات الكزبرة نتيجة الاجهاد المائي واختلال نظام التحكم الثغري [16] كما ان الاجهاد يؤدي الى تصلب الاغشية الخلوية وفقدان مرونتها في الاتساع الخلوي وبذلك عدم الاحتفاظ بكميات مخزونة في فجوات الخلايا النباتية [17] اما دور السيلينيوم الحد من تأثير اجهاد الماء فالسبب الرئيس هو الية عمل وسلوك السيلينيوم كمضاد اكسدة انزيمي ولا انزيمي في نفس الوقت حيث ان هذه الصفة الفريدة تكسب هذا العنصر اهمية في تحمل النبات للجفاف فعندما يكون مضاد اكسدة انزيمي فهو يتحد مع الاحماض الامينية مثل البرولين وتكوين بروتينات متحدة مع السيلينيوم Seleno-Protiens لها قابلية للتحمل وزيادة ازومزية الخلايا لسحب الماء من المحيط الخارجي في مناطق المرستيمية للجذر [18] كما بينت النتائج تأثير هرمون البراسينولايد الايجابي في تقليل تأثير الاجهاد المائي حيث يعمل الهرمون على السيطرة الخلوية لتركيز حامض الاليسيسيك والتحكم في غلق وفتح الثغور والنتج والحفاظ على المحتوى المائي للنسيج النباتي وتحت تأثير الاجهاد كما للهرمون القدرة على الارتباط مع انواع عديدة من البروتينات مثل البروتينات السكرية Glycoproteins داخل الشبكة الاندوبلازمية للخلايا مما يزيد من ازومزية الخلايا الجذرية لسحب جزيئات الماء ومنع فقدانها بسبب شدة الاجهاد [19].



صورة (1) حيث (d=عدد الايام)، (s=تركيز السيلينيوم)، (b=تركيز البراسينولايد)

(0b,0s,2d)=1 ، (0b,20s,8d)=2 ، (2b,10s,8d)=3 ، (0b,10s,14d)=4 ، (2b,20s,2d)=5 ، (2b,20s,14d)=6 ، (0b,0s,8d)=7 ، (0b,20s,14d)=8 ، (1b,20s,8d)=9 ، (1b,0s,14d)=10 ، (1b,20s,14d)=11 ، (1b,20s,2d)=12 ، (1b,10s,14d)=13 ، (2b,10s,2d)=14 ، (1b,10s,14d)=13 ، (2b,20s,8d)=18

جدول 1: تأثير السيلينيوم وهرمون البراسينولايد في محتوى الماء النسبي لنبات الكزبرة المعرض للاجهاد المائي %.

تأثير متوسط قترات الاجهاد X تراكيز السيلينيوم	تراكيز هرمون البراسينولايد BL (mg/L ⁻¹)			تراكيز السيلينيوم Se(mg/L ⁻¹)	قترات الاجهاد (ايام)
	2	1	0		

المواد وطرائق العمل

اجريت التجربة في الحقل التابع لقسم علوم الحياة /كلية التربية للعلوم الصرفة -ابن الهيثم/جامعة بغداد لموسم النمو 2015 ،صممت التجربة وفق نظام القطاعات العشوائية الكاملة (RBCD) Complete Block Randomized Design كتجربة عاملية وبثلاث مكررات ،حرثت الارض وقسمت الى 81 وحدة تجريبية مساحة الوحدة (1 م²) سمدت الارض بسماد NPK (15:15:15) وبمعدل 200كغم/هكتار وعلى دفتين اي بمقدار 20 غرام لكل وحدة تجريبية [11].زرعت بذور الكزبرة المحلية بتاريخ 4/1/2015 بعد غرباتها واختبار نسبة انباتها بنظام الجور اذكانت المسافة بين جورة واخرى 25 سم² [12] واستخدمت العوامل التالية :

- 1- ثلاث فترات من الاجهاد المائي (2,8,14) يوم وعدت الفترة 2يوم معاملة سيطرة.
- 2- تركيزان من عنصر السيلينيوم (10,20) ملغم.لتر⁻¹ فضلا عن معاملة السيطرة.
- 3- تركيزان من هرمون البراسينولايد (1,2) ملغم.لتر⁻¹ فضلا عن معاملة السيطرة.

تم سقي النباتات وصولا الى السعة الحقلية 100% والفيزيائية في الجدول رقم وحددت بجهاز قياس رطوبة التربة كما رشت النباتات بالسيلينيوم وبالهرمون بعمر 55 و56 يوم على التتابع اخذت العينات من النسيج النباتي بعمر 85 يوم . ودرست الصفات التالية:

- 1- محتوى الماء النسبي % : تم تقدير محتوى الماء النسبي عن طريق اخذ اوراق النباتات كاملة الاتساع والنمو من ثلاث مناطق للنبات ثم حسب وزنها الطري ووضعت في اطباق بتري وتركت لمدة يوم كامل ثم استخرجت ونشفت وحسب وزنه الممتليء بعدها طبقت المعادلة

$$RWC = \frac{FW - DW}{TW - DW} \times 100$$

حيث ان: FW=الوزن الطري ، DW=الوزن الجاف ، TW=الوزن الممتليء

- 2- عجز ماء التشبع % وحسب من المعادلة التالية : WSD= 100 - RWC

3- تقدير هرمون الجبرلين مايكروغرام .مل⁻¹ : قدر بواسطة جهاز Spectrophotometer وعند طول موجي 780 نانومتر وحسب طريقة [13].

4- تقدير تركيز حامض السالسليك مايكروغرام .مل⁻¹ : قدر بواسطة جهاز Spectrophotometer وعند طول موجي 540 نانومتر وحسب طريقة [14].

تم تحليل النتائج احصائيا حسب البرنامج الاحصائي (SAS) واستعمال اقل فرق معنوي (L.S.D) لمقارنة المتوسطات الحسابية للمعاملات عند مستوى احتمال 0.05 [15].

النتائج والمناقشة

اشارت النتائج في الجدول 1 بان زيادة شدة اجهاد الماء اثرت معنويا في انخفاض متوسط محتوى الماء النسبي اذ اظهرت فترة 14 يوم انخفاضا معنويا وينسبة انخفاض (25.84%) مقارنة مع فترة 2 يوم ، اما عند رش السيلينيوم ازادت متوسطات هذه الصفة معنويا وبزيادة التراكيز اذ عند الرش بالسيلينيوم بالتركيز 20 ملغم.لتر⁻¹ ازاد متوسط محتوى الماء النسبي وبلغ 84.24% مقارنة مع 82.07% عند عدم رش السيلينيوم ،واظهرت النتائج وجود تأثير معنوي لرش هرمون البراسينولايد اذ عند زيادة التركيز من صفر الى 2 ملغم.لتر⁻¹ ازاد متوسط هذه الصفة معنويا من 81.89 الى 84.25%، كذلك اظهرت النتائج وجود فروق معنوية عند التداخل الثنائي بين فترات الاجهاد وتراكيز السيلينيوم اذ عند التركيز 20 ملغم.لتر⁻¹ وتحت تأثير 14 يوم من الاجهاد بلغ متوسط محتوى الماء النسبي 70.37% مقارنة مع 67.68% عند فترة الاجهاد ذاتها وعدم رش السيلينيوم ،سلك رش هرمون البراسينولايد سلوكا مشابها للسيلينيوم من حيث التقليل من اثر الاجهاد فازداد متوسط محتوى الماء النسبي تحت فترة

صفر ملغم لتر⁻¹ من الهرمون ، كما اثبتت نتائج التداخل الثلاثي لرش السيلينيوم وهرمون البراسينولايد وبالتركيز الاعلى تأثيرا ايجابيا في تقليل تأثير الاجهاد المائي الضار فعند فترة الاجهاد 14 يوم والرش بالسيلينيوم والهرمون بالتركيز 20 و 2 ملغم لتر⁻¹ على التتابع انخفضت قيمة هذه الصفة الى 28.30% مقارنة مع 34.86% عند نفس فترة 14 يوم وعدم رش كل من السيلينيوم والهرمون . ان سبب حدوث عجز الماء هو انخفاض محتوى الماء النسبي كما اشارت الجدول (1) ان عجز الماء التشبع يتكون نتيجة شدة الاجهاد ويتناسب طرديا مع طول فترة الاجهاد وهو يحدث بسبب نقص في الضغط الامتلائي المسلط على اغشية الخلايا والجدر الابتدائية في النبات مما يفقد الخلية على القابلية لسحب الماء من محيط خلايا برنكيما الخشب الاولى [20] كذلك اظهرت نتائج التداخلات بين السيلينيوم وفترة الاجهاد حيث قلل رش العنصر من تأثير الاجهاد حيث للعنصر دور مضاد للاكسدة ويعمل كعامل مساعد لعدد كبير من الانزيمات المضادة للاكسدة لاسيما الانزيم كلوتاتيون بيروكسيدز (GPX) والكاتاليز CAT حيث لهذان الانزيمان دور في تحول بيروكسيد الهيدروجين H₂O₂ السام الناتج من تأثير الاجهاد وتحويله الى جزيئات ماء H₂O وبالتالي سلك السيلينيوم دورا مزدوجا في ازالة اجزيئات بيروكسيد الهيدروجين المدمرة وزيادة انتاج جزيئات الماء وبالتالي انخفاض تأثير شدة الاجهاد [21][22]، كما اوضحت النتائج ان لهرمون البراسينولايد تأثير ايجابي في الحد من تأثير اجهاد الماء والاجهاد التاكسدي المصاحب له حيث تتحكم الية عمل الهرمون الستيرويدي في احتباس ايونات الصوديوم داخل النسيج النباتي داخل برنكيما الخشب مما يولد جهدا ازموزيا لصالح سحب جزيئات الماء من المحيط الخارجي باتجاه الخلايا كذلك يعمل الهرمون على السيطرة الخلوية لتركييز حامض الازيسيك والتحكم في غلق وفتح الثغور والنتح والحفاظ على المحتوى المائي للنسيج النباتي وتحت تأثير الاجهاد [9].

جدول 2: تأثير السيلينيوم وهرمون البراسينولايد في عجز ماء التشبع لنبات الكزبرة المعرض للاجهاد المائي %.

تأثير متوسط فترات الاجهاد X تركيز السيلينيوم	تركيز هرمون البراسينولايد BL (mg/L ⁻¹)			تراكييز السيلينيوم Se(mg/L ⁻¹)	فترات الاجهاد (ايام)
	2	1	0		
	7.63	6.72	7.13	9.05	0
	6.73	6.16	6.49	7.54	10
	5.96	5.15	5.82	6.92	20
	13.84	12.70	13.10	15.72	0
	12.50	11.81	12.21	13.48	10
	11.70	10.86	11.22	13.01	20
	32.32	30.66	31.43	34.86	0
	30.63	29.44	30.80	31.66	10
	29.63	28.30	29.81	30.79	20
1.486	تأثير متوسط تركيز الهرمون BL			18.11	L.S.D(0.05)
	تأثير الهرمون BL			16.44	
	تأثير التداخل الثلاثي			1.272	
تركيز هرمون البراسينولايد X تأثير متوسط فترات الري					
تأثير متوسط فترات الاجهاد	تركيز الهرمون BL (mg/L ⁻¹)			تراكييز السيلينيوم Se(mg/L ⁻¹)	فترات الاجهاد (ايام)
	2	1	0		

92.37	93.28	92.87	90.95	0	2
93.27	93.84	93.51	92.46	10	
94.04	94.85	94.18	93.08	20	
86.16	87.30	86.90	84.28	0	8
87.50	88.19	87.79	86.52	10	
88.30	89.14	88.78	86.99	20	
67.68	69.34	68.57	65.14	0	14
69.37	70.56	69.20	68.34	10	
70.37	71.70	70.19	69.21	20	
1.486	تأثير متوسط تركيز الهرمون BL			81.89	L.S.D(0.05)
	تأثير الهرمون BL			83.56	
	تأثير التداخل الثلاثي			0.423	
تركيز هرمون البراسينولايد X تأثير متوسط فترات الاجهاد					
تأثير متوسط فترات الاجهاد	تراكييز الهرمون BL (mg/L ⁻¹)			تراكييز السيلينيوم Se(mg/L ⁻¹)	فترات الاجهاد (ايام)
	2	1	0		
	93.23	93.99	93.52	92.16	2
	87.32	88.21	87.83	85.93	8
	69.14	70.53	69.32	67.56	14
	0.423	1.369			L.S.D(0.05)
تركيز هرمون البراسينولايد X تأثير متوسط تركيز السيلينيوم					
تأثير متوسط تركيز السيلينيوم	تراكييز الهرمون BL (mg/L ⁻¹)			تراكييز السيلينيوم Se(mg/L ⁻¹)	فترات الاجهاد (ايام)
	2	1	0		
	82.07	83.31	82.78	80.12	0
	83.38	84.20	83.50	82.44	10
	84.24	85.23	84.39	83.10	20
	0.423	13.231			L.S.D(0.05)

اوضحت النتائج للجدول 2 بان زيادة شدة اجهاد الماء اثرت معنويا في زيادة متوسط عجز ماء التشبع اذ اشارت فترة 14 يوم زيادة معنويا وبنسبة زيادة (355.83%) مقارنة مع فترة 2 يوم ، اما عند رش السيلينيوم فكان التأثير ايجابيا في خفض متوسطات هذه الصفة معنويا وبزيادة التراكيز اذ عند الرش بالسيلينيوم بالتركيز 20 ملغم لتر⁻¹ انخفض متوسط عجز ماء التشبع وبلغ 15.76% مقارنة مع 17.93% عند عدم رش السيلينيوم ، واكدت النتائج وجود تأثير معنوي لرش هرمون البراسينولايد في الحد من عجز الماء اذ عند زيادة التركيز من صفر الى 2 ملغم لتر⁻¹ انخفض متوسط هذه الصفة معنويا من 18.11 الى 15.75 %، كذلك اثبتت النتائج وجود فروق معنوية عند التداخل الثنائي بين فترات الاجهاد و تراكييز السيلينيوم اذ عند التركيز 20 ملغم لتر⁻¹ وتحت تأثير 14 يوم من الاجهاد قل متوسط عجز الماء الى 29.63% مقارنة مع 32.32% عند فترة الاجهاد ذاتها وعدم رش السيلينيوم ، سلك رش هرمون البراسينولايد سلوكا معززا للحد من عجز الماء و التقليل من اثر الاجهاد فانخفض متوسط عجز ماء التشبع تحت فترة الاجهاد 14 يوم عند الرش بالهرمون بالتركيز 2 ملغم لتر⁻¹ الى 29.47 % مقارنة مع 32.44 % عند ذات الفترة ولكن عند التركيز

تأثير التداخل		3.235 الثلاثي		
تراكيز هرمون البراسينولايد X تأثير متوسط فترات الري				
تأثير متوسط فترات الاجهاد	تراكيز الهرمون BL (mg/L ⁻¹)			فترات الاجهاد (يوم)
	2	1	0	
	26.06	27.54	26.04	24.60
	24.80	27.34	24.77	22.30
	10.79	12.47	11.02	8.89
	3.040			L.S.D(0.05)
تراكيز هرمون البراسينولايد X تأثير متوسط تراكيز السيلينيوم				
تأثير متوسط تراكيز السيلينيوم	تراكيز الهرمون BL (mg/L ⁻¹)			تأثير تراكيز السيلينيوم (mg/L ⁻¹)
	2	1	0	
	18.04	19.71	18.01	16.40
	20.62	22.74	20.35	18.77
	22.99	24.90	23.47	20.61
	9.06			L.S.D(0.05)

ازداد متوسط تركيز الجبرلين ونسبة زيادة (50.35%) مقارنة مع فترة الاجهاد ذاتها وعدم رش السيلينيوم، كان رش هرمون البراسينولايد نوسلوك مشابه للسيلينيوم من حيث التقليل من اثر الاجهاد فازداد متوسط هذه الصفة وتحت فترة الاجهاد 14 يوم وعند الرش بالهرمون بالتركيز 2 ملغم لتر⁻¹ وبلغ 12.47 مقارنة مع 8.89 مايكروغرام مل⁻¹ عند ذات الفترة وعند التركيز صفر ملغم لتر⁻¹ من الهرمون، وبينت النتائج وجود زيادة معنوية في متوسطات هذه الصفة عند التداخل بين السيلينيوم والهرمون وزيادة التراكيز وكما اثبتت نتائج التداخل الثلاثي ان لرش السيلينيوم وهرمون البراسينولايد وبالتراكيـز الاعلى تأثيرا ايجابيا في تقليل تأثير الاجهاد المائي الضار في خفض تركيز الجبرلين فعند فترة الاجهاد 14 يوم والرش بالسيلينيوم والهرمون وبالتراكيـز 20 و2 ملغم لتر⁻¹ بلغت قيمة هذه الصفة 14.66 مايكروغرام مل⁻¹ مقارنة مع 7.05 مايكروغرام مل⁻¹ عند نفس فترة 14 يوم وعدم رش كل من السيلينيوم والهرمون بينت النتائج ان شدة الاجهاد ادى الى انخفاض تراكيـز الجبرلين الداخلي ويعود سبب ذلك الى تثبيط انزيم Geranylgeranyl diphosphate synthetase المسؤول عن بناء Kaurene الاساس لمسار تخليق الجبرلين [23] كما ان رش السيلينيوم له دور في انتاج مركبات بروتينية سكرية تدعى Glucosinolate تشابه مركبات Isoprenoid التي تدخل في مسار تخليق حامض الميفالونك وانتاج الجبرلينات كما ان السيلينيوم كمضاد للاكسدة له دور متداخل في حماية الجبرلين من عملية الاكسدة [24] ان لهرمون البراسينولايد تأثير مقاوم لأكسدة الجبرلينات بتأثير الاجهادات البيئية حيث يدخل في تحفيز نظام مناعي خاص يطلق عليه BR-modulated immunity [25] اشارت النتائج للجدول (4) بان زيادة شدة اجهاد الماء اثرت معنويا في زيادة متوسط تركيز هرمون حامض السالسليك اذ اشارت فترة 8 يوم حصول زيادة معنوية من متوسط 1.36 مايكروغرام مل⁻¹ الى 8.86 مايكروغرام مل⁻¹ مقارنة مع فترة 2 يوم، اما عند رش السيلينيوم ازدادت متوسطات هذه الصفة معنويا وبزيادة التراكيـز اذ عند الرش بالسيلينيوم بالتركيز 20 ملغم لتر⁻¹ ازداد متوسط تركيز حامض السالسليك معنويا وبلغ 5.94 مايكروغرام مل⁻¹ مقارنة مع 4.39 مايكروغرام مل⁻¹ عند عدم رش السيلينيوم، واکدت النتائج وجود تأثير معنوي لرش هرمون البراسينولايد في زيادة متوسط تركيز حامض السالسليك فعد رفع تركيز الهرمون من صفر الى 2 ملغم لتر⁻¹ ازداد متوسط هذه الصفة معنويا من 4.77 الى 5.62 مايكروغرام مل⁻¹، كذلك

2	6.77	6.01	6.48	7.84	
8	12.68	11.79	12.17	14.07	
14	30.86	29.47	30.68	32.44	
	0.424			1.371	L.S.D(0.05)
تراكيز هرمون البراسينولايد X تأثير متوسط تراكيز السيلينيوم					
تأثير تراكيز السيلينيوم (mg/L ⁻¹)	تراكيز الهرمون BL (mg/L ⁻¹)			تأثير متوسط تراكيـز السيلينيوم	
	2	1	0		
0	17.93	16.69	17.22	19.88	
10	16.62	15.80	16.50	17.56	
20	15.76	14.77	15.61	16.90	
	0.424			13.23	L.S.D(0.05)

بينت النتائج في الجدول 3 بان شدة اجهاد الماء اثرت معنويا في انخفاض متوسط تركيز هرمون الجبرلين الداخلي حيث اظهرت فترة 14 يوم انخفاضا معنويا ونسبة انخفاض (58.59%) مقارنة مع فترة 2 يوم، بينت النتائج انه عند رش السيلينيوم ازدادت متوسطات هذه الصفة معنويا وبزيادة التراكيـز اذ عند الرش بالسيلينيوم بالتركيز 20 ملغم لتر⁻¹ ازداد متوسط تركيز الجبرلين الداخلي وبلغ 22.99 مايكروغرام مل⁻¹ مقارنة مع 18.04 مايكروغرام مل⁻¹ عند عدم رش السيلينيوم، واکدت النتائج وجود تأثير معنوي لرش هرمون البراسينولايد اذ عند زيادة التركيز من صفر الى 2 ملغم لتر⁻¹ ازداد متوسط هذه الصفة معنويا من 18.59 الى 22.45 مايكروغرام مل⁻¹، كذلك اظهرت النتائج وجود فروق معنوية عند التداخل الثاني بين فترات الاجهاد وتراكيـز السيلينيوم اذ عند التركيز 20 ملغم لتر⁻¹ وتحت تأثير 14 يوم من الاجهاد.

جدول 3: تأثير السيلينيوم وهرمون البراسينولايد في تركيز الجبرلين لنبات الكزبرة المعرض للاجهاد المائي مايكروغرام مل⁻¹

فترات الاجهاد (أيام)	تراكيـز السيلينيوم Se(mg/L ⁻¹)	تراكيز هرمون البراسينولايد BL (mg/L ⁻¹)			تأثير متوسط تراكيـز الهرمون BL
		2	1	0	
2	0	23.95	25.49	23.76	22.60
	10	26.05	27.53	25.97	24.65
	20	28.17	29.59	28.39	26.54
8	0	21.56	23.46	21.68	19.55
	10	24.97	28.10	24.20	22.61
	20	27.88	30.46	28.43	24.74
14	0	8.60	10.16	8.58	7.05
	10	10.85	12.60	10.89	9.06
	20	12.93	14.66	13.60	10.54
تأثير متوسط تراكيـز الهرمون BL		2.554			L.S.D(0.05)
تأثير الهرمون BL		1.078			

8.86	9.29	8.98	8.30	8
5.53	6.17	5.75	4.68	14
0.209	1.077			L.S.D(0.05)
تراكيز هرمون البراسينولايد X تأثير متوسط تراكيز السيلينيوم				
تأثير متوسط تراكيز السيلينيوم	تراكيز الهرمون BL (mg/L ⁻¹)			تأثير تراكيز السيلينيوم (mg/L ⁻¹)
	2	1	0	
4.39	4.94	4.52	3.71	0
5.43	5.67	5.60	5.03	10
5.94	6.26	5.98	5.57	20
0.209	4.021			L.S.D(0.05)

نستنتج من هذه الدراسة ان شدة الاجهاد المائي لاسيما الاجهاد القاسي لفترة 14 يوم ادى الى حصول عجز في المحتوى المائي للنبات كما ان رش عنصر السيلينيوم والهرمون وبتراكيز متزايدة ادى الى الحد من تأثير اجهاد الماء وصولا الى التداخل الثلاثي بين عوامل التجربة فكان تأثير العاملين واضحا في تقليل الاثر الضار لاجهاد الماء لذلك نوصي برش تراكيز اعلى و اجراء دراسات على اجهادات بيئية اخرى وعلى نباتات اخرى.

المصادر

- [1] Borghett, M. Water Transport in Plants Under Climatic Stress. Cambridge Univ., UK. (2009).
- [2] ياسين ، بسام طه. فسلفة الشد المائي في النبات، مؤسسة دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل، العراق. 1992.
- [3] Lushchack, V. and Semchysky, H. M. Oxidative Stress-Molecular Mechanism and Biological Effects . Intech., Rijka , Croatia.2012.
- [4] Talaparta, S.A. and Talaparta , B. Chemistry of Plant Natural Products. Springer, Berlin, Germany. 2013.
- [5] Diederchen, A. Coriander (*Coriandrum sativum* L.). Inter National Plant Gen. Resources Inst., Rome, Italy.1996.
- [6] Yaniv, Z. and Dudai, N. Medicinal and Aromatic Plants of Middle-East. Springer, London .UK. (2014).
- [7] Hassanuzzaman , M. , A. and Fujita, M. Selenium in higher plants: physiological role antioxidant metabolism and Tolerance . J. of plant sci., Academic Journals , 18 (49):1-22.2010.
- [8] Islam , Mammalian hormones in plant and their roles in plant, peronosporomycete interaction. Current Topics in Phytochem. (12):89-106. T.M.2014.

اثبتت النتائج وجود فروق معنوية عند التداخل التثاني بين فترات الاجهاد وتراكيز السيلينيوم اذ عند التركيز 20 ملغم لتر⁻¹ وتحت تأثير 14 يوم من الاجهاد ازاد متوسط هذه الصفة معنويا ونسبة زيادة 72.91% مقارنة مع فترة الاجهاد ذاتها وعدم رش السيلينيوم ،سلك رش هرمون البراسينولايد سلوكا مشابها لرش السيلينيوم في زيادة متوسط تركيز حامض السالسليك و تحت تأثير فترات الاجهاد فعند الرش بتركيز 2 ملغم لتر⁻¹ وتحت تأثير 14 يوم من الاجهاد ازاد متوسط هذه الصفة معنويا وبلغ 6.17 مايكروغرام .مل⁻¹ مقارنة مع 4.68 مايكروغرام .مل⁻¹ عند فترة اجهاد 14 يوم وعدم رش الهرمون ،كما اوردت النتائج ان تداخل كل من السيلينيوم وهرمون البراسينولايد شهد وجود فروق معنوية في زيادة متوسطات هذه الصفة لاسيما عند التداخل بين التركيزين الاعلى لكلا العاملين المذكورين ، و اكدت النتائج وجود فروق معنوية في التداخل الثلاثي بين فترات الاجهاد ورش كل من السيلينيوم والهرمون فعند فترة 14 يوم من الاجهاد والرش بكل من السيلينيوم والهرمون بالتراكيز 2,20 ملغم لتر⁻¹ ازادت قيمة تركيز هرمون حامض السالسليك الداخلي وبلغت 7.45 مايكروغرام .مل⁻¹ مقارنة مع 2.96 مايكروغرام .مل⁻¹ عند فترة الاجهاد 14 يوم والتركيز صفر ملغم لتر⁻¹ لكل من السيلينيوم وهرمون البراسينولايد . يعتقد ان سبب زيادة تركيز هرمون حامض السالسليك الداخلي كون الاجهاد يزيمن انتاج الجذور الحرة وهذا ما يستدعي من ان يقوم النبات بتحفيز النظام المضاد لهذه الجذور ويعد حامض السالسليك احد انواع مضادات الاكسدة اللانزيمية [27] اما سبب زيادة تركيز حامض السالسليك عند زيادة تراكيز رش السيلينيوم فيرجع الى الدور المشترك لكليهما في النظام المقاوم للاكسدة بتأثير اجهاد الماء ، ان زيادة تركيز حامض السالسليك بزيادة تركيز هرمون البراسينولايد الى قدرة البراسينولايد بالحفاظ املاح حامض السالسليك [26].

جدول 4: تأثير السيلينيوم وهرمون البراسينولايد في تركيز حامض السالسليك لنبات الكزبرة المعرض للاجهاد المائي مايكروغرام .مل⁻¹

تأثير متوسط فترات الاجهاد X تراكيز السيلينيوم	تراكيز هرمون البراسينولايد BL (mg/L ⁻¹)			تراكيز السيلينيوم Se (mg/L ⁻¹)	فترات الاجهاد (ايام)
	2	1	0		
1.27	1.32	1.29	1.21	0	2
1.39	1.41	1.38	1.37	10	
1.44	1.48	1.44	1.39	20	
7.94	8.84	8.02	6.95	0	8
9.10	9.20	9.39	8.71	10	
9.54	9.84	9.52	9.26	20	
3.95	4.65	4.25	2.96	0	14
5.81	6.40	6.03	5.00	10	
6.83	7.45	6.97	6.07	20	
0.656	5.62	5.37	4.77	تأثير متوسط تراكيز الهرمون BL	
	تأثير الهرمون BL			L.S.D(0.05)	
	تأثير التداخل الثلاثي			0.628	
تراكيز هرمون البراسينولايد X تأثير متوسط فترات الري					
تأثير متوسط فترات الاجهاد	تراكيز الهرمون BL (mg/L ⁻¹)			فترات الاجهاد (يوم)	
	2	1	0		
1.36	1.40	1.37	1.32	2	

- on elemental concentration and antioxidant enzymatic activity of tomato plants. *J., Agr., Sci., Tech.*, 18: 233-244.2016.
- [23] Tomoaki, T., Ichiro, T., Daigaku, U., Iku, M., Hiroshi, M., Susumu, N., Yoshihiko, N., Tatsuji, Y., Masatoshi K., Yasushi S., and Aizan, H. Geranylgeranyl-Pyrophosphate, an Isoprenoid of Mevalonate Cascade, Is a Critical Compound for Rat Primary Cultured Cortical Neurons to Protect the Cell Death Induced by 3-Hydroxy-3-Methylglutaryl-CoA Reductase Inhibition. *The J. of eurosci*, 20(8):2852–2859, 2000.
- [24] Carl, E. S., Dilip, R. P., Craig, S. C., Dean, A. K., and Joshua, S. Y. Selenium regulates gene expression for glucosinolate and carotenoid biosynthesis in *Arabidopsis*. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 136(1):23–34. 2011.
- [25] Malgorzata, A. D., Elzbieta, S., Ferenc, N., and Seth, J. D. Genetic Analyses of Interactions among Gibberellin, Abscisic Acid, and Brassinosteroids in the Control of Flowering Time in *Arabidopsis thaliana* L. *Plos. One J.*, 5(11):1-8. 2010.
- [26] David, D. V., Evelien, V. B., Kouji, S., Johnny, B., Ramil, M. I., Ryong, C., Casiana, V.C., Shoshi, K., and Monica, H. Brassinosteroids antagonize gibberellin and salicylate-mediated root immunity in rice. *Plant Physiol., Amer. Society of Plant Biologists*, (158): 1833–1846. 2012.
- [27] Hayat, S. and Ahmed, A. *Salicylic Acid a Plant Hormone*. Springer, Dordrecht, Netherlands, 2007.
- [9] Hayat, S., Ahmad, A. *Brassinosteroids: A class of Plant Hormone*. Springer, London. UK.2011.
- [10] Davies, P. J. *Plant hormones biosynthesis, signal transduction, action!* 3rd Edition. Springer. Dordrecht Netherlands.2010.
- [11] Aćimović, M.G. Dolijanović, Z.K., Oljača, S.A. Kovačević, D.D. and Oljača, M.V. Effect of organic and mineral fertilizers on essential oil content in Caraway, Anise and Coriander fruits. *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus* 14(1) : 95-103. 2015.
- [12] علي، الدجوي. موسوعة النباتات الطبية والعطرية. مكتبة مديبولي، القاهرة. جمهورية مصر العربية. 1996.
- [13] Holbrook, A.A.; Edge, W. and J Baily, F. Spectrophotometric method for determination of gibberellic acid. *Adv. Chem. Series*,(28):159-167, 1961.
- [14] Warriar R.R.M.; Paul, M. and Vineetha, V. Estimation of salicylic acid in eucalyptus leaves using spectrophotometric methods, *Gen. and Plant Physiol.*, 3(1–2):90- 97.2013.
- [15] SAS. *Sas/Stat user's guide for personal computers*, release 7.0. Sas. Inst. Inc. Cary, New York. 2004.
- [16] Hsiao, T. C.; Steduto, P., and Fereres, E., A systematic and quantitative approach to improve water use efficiency in agriculture. *Irrigat. Sci.*: 25: 209-231, 2007.
- [17] Stoyanov, Z. Z. Effect of water stress on leaf water relation of yong bean. *Cent. Europ. Agric. J.*, 6(1):5-14, 2005.
- [18] Elizabeth A.H. Pilon-Smits and Colin F. Quinn *Selenium Metabolism in Plants*. *Biol. J.*, 1-18. 2012.
- [19] Marakli, S. and Gozukirmizi, N. Abiotic Stress Alleviation with Brassinosteroids in Plant Roots. *Intech.*, (16):374-394, 2016.
- [20] Hirasawa, P.; Wakabayashi, K.; Teuya, S. and Ishihara, K. Stomatal response to water deficit and abscisic acid in leaves of sunflower plants (*Helianthus annuus* L.) growth under different conditions. *Plant cell Physiol.*, 36: 955-964, 1995.
- [21] Gupta, S. D. *Reactive Oxygen Species and Antioxidant in Higher Plants*. CRC press, Enfield, New Hampshire, USA.2011.
- [22] Castillo-Godina, R. G.; Foroughbakhch-Pournavab, R. and Benavides-Mendoza, A. Effect of selenium